

# **MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE**

## **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

### **“TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX”**

**OPTION A : “TRAITEMENTS THERMIQUES”**

**OPTION B : “TRAITEMENTS DE SURFACES”**



# ANNEXES

---

## Annexe I

<i>Référentiel des activités professionnelles</i> .....	5
<i>Référentiel de certification</i> .....	19
⊙ Capacités et compétences.....	19
⊙ Savoirs.....	29
– <i>Enseignements généraux</i> .....	31
– <i>Savoirs scientifiques et technologiques associés communs aux deux options</i> .....	39
– <i>Savoirs scientifiques et technologiques associés, option A</i> .....	60
– <i>Savoirs scientifiques et technologiques associés, option B</i> .....	85
⊙ Unités constitutives du diplôme .....	101

## Annexe II

<i>Stage en milieu professionnel</i> .....	121
--	-----

## Annexe III

<i>Horaires</i> .....	125
-----------------------	-----

## Annexe IV

<i>Règlement d'examen</i> .....	126
---------------------------------	-----

## Annexe V

<i>Définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation</i> .....	127
---	-----

## Annexe VI

<i>Table de correspondance entre les unités de l'ancien BTS et du BTS rénové</i> .....	144
--	-----



Brevet de Technicien Supérieur  
"TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

Annexe I Référentiel  
des activités  
professionnelles

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'éducation nationale, de  
l'enseignement supérieur et de la  
recherche

Arrêté du 19 AVR. 2016

modifiant l'arrêté du 5 août 2001 portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « traitement des matériaux » option A : traitements thermiques, option B : traitements de surfaces

NOR : MENS1609436A

La ministre de l'éducation nationale, l'enseignement supérieur et de la recherche  
Vu le code de l'éducation, notamment ses articles D.643-1 à D.643-35 ;

Vu l'arrêté du 9 mai 1995 modifié fixant les conditions d'habilitation à mettre en œuvre le contrôle en cours de formation en vue de la délivrance du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'arrêté du 9 mai 1995 relatif au positionnement en vue de la préparation du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

Vu l'arrêté du 24 juin 2005 fixant les conditions de dispenses d'unités au brevet de technicien supérieur;

Vu l'arrêté 5 août 2001 modifié portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur « traitement des matériaux » option A : traitements thermiques, option B : traitements de surfaces ;

Vu l'avis de la commission professionnelle consultative «métallurgie » du 17 décembre 2015;

Vu l'avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche du 14 mars 2016;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'éducation du 25 mars 2016;

Arrête:

**Article 1er**

Le règlement d'examen figurant à l'annexe IV de l'arrêté du 5 août 2001 susvisé est remplacé par celui figurant en annexe I du présent arrêté.

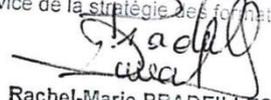
## Article 2

La définition des épreuves ponctuelles et situations d'évaluation en cours de formation figurant en annexe V de l'arrêté du 5 août 2001 susvisé est remplacée par celle figurant en annexe II du présent arrêté.

## Article 3

La directrice générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle et les recteurs sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 19 AVR. 2016

Pour la Ministre et par délégation  
Pour la Directrice générale de l'enseignement  
supérieur et de l'insertion professionnelle  
Le Chef de service de la stratégie des formations et de la vie étudiante  
  
Rachel-Marie PRADELLES-DUVAL

## INTRODUCTION

**Les traitements des matériaux** regroupent l'ensemble des techniques permettant l'amélioration des propriétés chimiques, physiques ou mécaniques des produits manufacturés.

À partir d'une connaissance approfondie des propriétés des matériaux utilisés en fabrication industrielle, le titulaire du BTS "Traitements des matériaux" participera au choix, à l'élaboration, à la mise au point, à la réalisation et au contrôle des traitements thermiques et des traitements de surfaces nécessaires à l'utilisation optimale de ces matériaux (métaux et alliages, verres, céramiques, composites).

Les **traitements thermiques** recouvrent un ensemble d'opérations ayant pour but des transformations structurales sur les matériaux métalliques à l'état solide sous l'influence de cycles thermiques choisis, afin d'optimiser leurs propriétés mécaniques ou physiques :

- résistance à la rupture, au chocs et à l'usure ;
- ténacité ;
- élasticité ;
- dureté...

Les opérations de traitements thermiques sont couramment mises en œuvre dans des fours à atmosphères particulières ou sous vide.

Les procédés utilisés sont :

- des traitements de durcissement (trempe, cémentation...)
- des traitements d'adoucissement (recuits...).

Les **traitements de surfaces** recouvrent un ensemble d'opérations ayant pour but de modifier les caractéristiques superficielles des matériaux afin de leur conférer des propriétés spécifiques telles que :

- résistance à la corrosion,
- amélioration de l'aspect,
- amélioration des caractéristiques physiques et mécaniques superficielles (dureté, conductibilité, glissement...).

Les techniques utilisées sont :

- des revêtements métalliques (zinc, chrome, or...);
- des revêtements non métalliques (peinture, plastique...);
- des traitements de conversion (anodisation...);
- des traitements mécaniques (polissage...).

**Ces techniques, souvent complémentaires, prennent de plus en plus d'importance. Elles apportent une forte valeur ajoutée aux matériaux utilisés dans des conditions d'emplois sévères.**

Ce diplôme de niveau III qui couvre un large domaine d'activité allant du laboratoire à la production, permettra au titulaire du BTS "Traitements des matériaux" une bonne insertion dans la vie professionnelle.

## DÉFINITION DU DIPLÔME

### *Dénomination*

#### **Brevet de technicien supérieur "Traitements des matériaux"**

- ⊙ **option A : "Traitements thermiques"**
- ⊙ **option B : "Traitements de surfaces"**

### *Profil*

Le titulaire du Brevet de technicien supérieur "Traitements des matériaux" intervient dans :

- le choix, l'élaboration, la mise au point et la réalisation de traitements,**
- l'organisation, la mise en place et le suivi de la production,**
- le suivi et le contrôle des procédés mis en œuvre,**
- le suivi et le contrôle des produits,**
- la mise en œuvre de la politique "qualité" de l'entreprise,**
- l'organisation de la prévention des risques professionnels et de la protection de l'environnement.**

Son activité s'exerce dans des ateliers intégrés à des unités de production, dans des entreprises de sous-traitance, dans des laboratoires de contrôle et d'expertise.

Ses compétences couvrent à la fois les domaines des traitements thermiques et des traitements de surfaces. Il est capable de s'adapter à l'ensemble des techniques associées à l'ingénierie et aux traitements des matériaux.

## **CONTEXTE**

Les principaux secteurs d'activité concernés sont les suivants :

- ☒ industries de la métallurgie ;**
- ☒ industries mécaniques ;**
- ☒ construction de véhicules automobiles ;**
- ☒ construction aéronautique et spatiale ;**
- ☒ construction ferroviaire ;**
- ☒ fabrication de machines agricoles ;**
- ☒ fabrication de matériel de manutention, machines outils ;**
- ☒ équipement du bâtiment et des travaux publics ;**
- ☒ fabrication de matériel électronique ;**
- ☒ fabrication de matériel électrique ;**
- ☒ fabrication d'équipement ménager ;**
- ☒ industries de l'ameublement et matériel de bureau ;**
- ☒ fabrication d'instruments et de matériel de précision ;**
- ☒ optique, lunetterie, bijouterie, orfèvrerie ;**
- ☒ matériel médical et biomédical ;**
- ☒ recherche et développement, contrôle et prévention ;**
- ☒ etc.**

## SOMMAIRE DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES

---

### TABLEAU DE SYNTHÈSE DES FONCTIONS

***Fonction 1 :***

Conception – Méthodes

***Fonction 2 :***

Mise au point et développement

***Fonction 3 :***

Production, gestion de production

***Fonction 4 :***

Gestion des non-conformités et des dysfonctionnements

***Fonction 5 :***

Acquisition et mise en service de matériels

***Fonction 6 :***

Communication

## ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES

FONCTIONS		TÂCHES
1	<b>CONCEPTION MÉTHODES</b>	T1-1 Analyser le cahier des charges. Participer à la conception des pièces et à la définition du couple matériau/traitement.
		T1-2 Analyser le cahier des charges et participer à la définition des traitements.
		T1-3 Proposer des solutions technologiques adaptées et optimisées.
2	<b>MISE AU POINT ET DÉVELOPPEMENT</b>	T2-1 Choisir et conduire des essais ou des mesures relatifs au procédé.
		T2-2 Industrialiser les procédés expérimentés.
		T2-3 Choisir et conduire des essais ou des mesures relatifs au produit (pièces).
3	<b>PRODUCTION GESTION DE PRODUCTION</b>	T3-1 Établir les procédures de traitement, choisir l'équipement adapté.
		T3-2 Planifier la production et la maintenance préventive.
		T3-3 Lancer et assurer la production.
		T3-4 Mettre en œuvre les moyens de contrôle et d'analyse, exploiter les résultats obtenus.
		T3-5 Optimiser la production.
4	<b>GESTION DES NON- CONFORMITÉS ET DES DYSFONCTIONNEMENTS</b>	T4-1 Recenser les non-conformités et les dysfonctionnements. Rechercher les causes.
		T4-2 Effectuer les mesures ou les essais en vue de formuler un diagnostic. Proposer des actions correctives.
		T4-3 Mettre en œuvre les actions correctives.
		T4-4 Analyser les avaries. Participer à leur expertise.
5	<b>ACQUISITION ET MISE EN SERVICE DE MATÉRIELS</b>	T5-1 Analyser les besoins en matériels, établir le cahier des charges.
		T5-2 Rechercher et sélectionner les fournisseurs.
		T5-3 Participer à la réception des matériels, à la mise en service et aux essais.
6	<b>COMMUNICATION</b>	T6-1 Dialoguer avec les intervenants internes ou externes à l'entreprise.
		T6-2 Rédiger et rendre compte, exposer un travail.
		T6-3 Animer une équipe, conduire une réunion.
		T6-4 Transmettre un savoir.

## RÉFÉRENTIEL DES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES

### FONCTION 1 : CONCEPTION – MÉTHODES

#### rc *Tâches*

T1-1 Analyser le cahier des charges. Participer à la conception des pièces et à la définition du couple matériau/traitement.

T1-2 Analyser le cahier des charges et participer à la définition des traitements.

T1-3 Proposer des solutions technologiques adaptées et optimisées.

#### rc *Conditions d'exercice – Moyens et ressources*

- Cahier des charges.
- Bases de données (fiches techniques, fiches matériaux, gammes de traitements, fiches de données de sécurité).
- Normes, réglementations.
- Liste des moyens.
- Outils d'aide au choix.
- Documentation technique et de sécurité.
- Retour d'expériences.

#### rc *Résultats attendus :*

##### ⊙ *Pour T1-1 et T1-2 :*

- La pièce est validée ou des modifications (nature, forme, dimensions, etc.) sont proposées.
- Les traitements envisagés sont validés ou des modifications sont proposées.

##### ⊙ *Pour T1-3 :*

- Les gammes de traitement sont établies en tenant compte des contraintes (économie, sécurité, environnement...).
- Le recensement des moyens nécessaires est effectué.
- Des améliorations ou des adaptations des moyens existants sont proposées.
- L'acquisition éventuelle de moyens complémentaires est proposée.

## FONCTION 2 : MISE AU POINT ET DÉVELOPPEMENT

### *Tâches*

T2-1 Choisir et conduire des essais ou des mesures relatifs au procédé.

T2-2 Industrialiser les procédés expérimentés.

T2-3 Choisir et conduire des essais ou des mesures relatifs au produit (pièces).

### *Conditions d'exercice – Moyens et ressources*

- Cahier des charges.
- Documentation, normes relatives aux procédés.
- État des équipements disponibles.
- Données techniques, normes relatives aux matériaux.
- Appareils de mesures et d'essais.
- Procédés et équipements.
- Pièces, échantillons, éprouvettes.

### *Résultats attendus*

⊙ *Pour T2-1 :*

- Le procédé est validé (compte rendu, procès verbal...).

⊙ *Pour T2-2 :*

- Une solution d'industrialisation est proposée.

⊙ *Pour T2-3 :*

- Le produit est conforme au cahier des charges.

## **FONCTION 3 : PRODUCTION, GESTION DE PRODUCTION**

### ***Tâches***

T3-1 Établir les procédures de traitement, choisir l'équipement adapté.

T3-2 Planifier la production et la maintenance préventive.

T3-3 Lancer et assurer la production.

T3-4 Mettre en œuvre les moyens de contrôle et d'analyse, exploiter les résultats obtenus.

T3-5 Optimiser la production.

### ***Conditions d'exercice – Moyens et ressources***

- Procédures générales de sécurité
- Outils de gestion de la production.
- Outils de gestion de la qualité et d'analyse de la valeur.
- Gamme de traitement et procédures de contrôle.
- Conclusions de la phase de mise au point et développement.
- Cahier d'entretien des équipements.
- État, implantation des équipements.
- Délais à respecter.
- Volume de la production.
- Documents de suivi.
- Tableau de planification (personnel, équipement, pièces, produits).
- Pièces aux différents stades de la production.
- Comptes rendus d'essais.

### ***Résultats attendus***

⊙ *Pour T3.1 à T3.5 :*

- La prévention des risques professionnels et liés à l'environnement est prise en compte.

⊙ *Pour T3-1 :*

- Les procédures de traitement sont établies.
- L'équipement adapté aux procédures de traitement est choisi.

⊙ *Pour T3-2 :*

- La production et la maintenance préventive sont planifiées.

⊙ *Pour T3-3 :*

- Les procédures de traitements sont respectées.
- La production est planifiée.
- Les pièces sont conformes.

⊙ *Pour T3.4 :*

- Les procédures de contrôle sont respectées.
- Le compte rendu d'essai est établi.

⊙ *Pour T3.5 :*

- Des améliorations de la production sont proposées.

## **FONCTION 4 : GESTION DES NON-CONFORMITÉS ET DES DYSFONCTIONNEMENTS**

### ***Tâches***

- T 4-1 Recenser les non-conformités et les dysfonctionnements. Rechercher les causes.
- T 4-2 Effectuer les mesures ou les essais en vue de formuler un diagnostic. Proposer des actions correctives.
- T 4-3 Mettre en œuvre les actions correctives.
- T 4-4 Analyser les avaries. Participer à leur expertise.

### ***Conditions d'exercice – Moyens et ressources***

- Manuel qualité.
- Procédures de traitements et gammes.
- Outils de mesure, de contrôle ou d'analyse.
- Produits non-conformes. Produits dégradés.
- État et implantation des équipements.
- Planification de la production.
- Compte-rendu de dysfonctionnement (panne, incident, accident).
- Outils de gestion de la production.
- Documents de suivi des non-conformités.

### ***Résultats attendus***

- ⊙ *Pour T4-1 :*
  - Les non-conformités et les dysfonctionnements sont recensés et analysés.
- ⊙ *Pour T4-2 :*
  - Un diagnostic est établi.
  - Des actions correctives sont proposées.
- ⊙ *Pour T4-3 :*
  - Les non-conformités sont éliminées.
  - Les dysfonctionnements sont corrigés ou maîtrisés.
- ⊙ *Pour T4-4 :*
  - Les avaries sont analysées, les résultats interprétés.

## FONCTION 5 : ACQUISITION ET MISE EN SERVICE DE MATÉRIELS

### ***Tâches***

T5-1 Analyser les besoins en matériels, établir le cahier des charges.

T5-2 Rechercher et sélectionner les fournisseurs.

T5-3 Participer à la réception des matériels, à la mise en service et aux essais.

### ***Conditions d'exercice – Moyens et ressources***

- Expression du besoin.
- Enveloppe budgétaire.
- Liste des fournisseurs.
- Catalogues techniques, documentation, notice technique constructeur.
- Documentation de sécurité.
- Visite sur site. Préformation.
- Assistance technique. Organisme de contrôle.
- Selon le type d'appareil :
  - o échantillons pour essais,
  - o moyens d'étalonnage.

### ***Résultats attendus***

⊙ *Pour T5-1 :*

- Les besoins sont analysés et hiérarchisés.
- La partie technique du cahier des charges est conforme aux exigences ou aux conditions d'utilisation.

⊙ *Pour T5-2 :*

- Le ou les fournisseurs sont sélectionnés pour leur conformité au cahier des charges.

⊙ *Pour T5-3 :*

- Le matériel est conforme à la commande.
- Les essais sont conformes aux performances attendues.
- La mise en service est assurée.
- Selon le type de matériel une procédure simplifiée d'utilisation est rédigée.

⊙ *Pour T5-1 à T5-3 :*

- La prévention des risques professionnels et liés à l'environnement est prise en compte.

## FONCTION 6 : COMMUNICATION

### ***Tâches***

T6-1 Dialoguer avec les intervenants internes ou externes à l'entreprise.

T6-2 Rédiger et rendre compte, exposer un travail.

T6-3 Animer une équipe, conduire une réunion.

T6-4 Transmettre un savoir.

### ***Conditions d'exercice – Moyens et ressources***

- Un thème clairement défini avec des documents associés (plans, bases de données informatiques...).
- Information ou savoir à transmettre.
- Outils d'animation et de communication.

### ***Résultats attendus***

⊙ *De T6-1 à T6-4 :*

- Le contexte de la relation est identifié et la communication est établie.
- Les échanges et le dialogue dans la langue d'usage sont instaurés.
- L'information et/ou le savoir sont transmis.
- Un compte rendu écrit ou oral est produit.



**Brevet de Technicien Supérieur**  
**“TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX”**

**Annexe 1 (suite)**

**Référentiel de certification :**  
**capacités et compétences**

**Liste des capacités :**

**C1** : S’informer et communiquer.

**C2** : Conseiller et proposer.

**C3** : Établir des procédures.

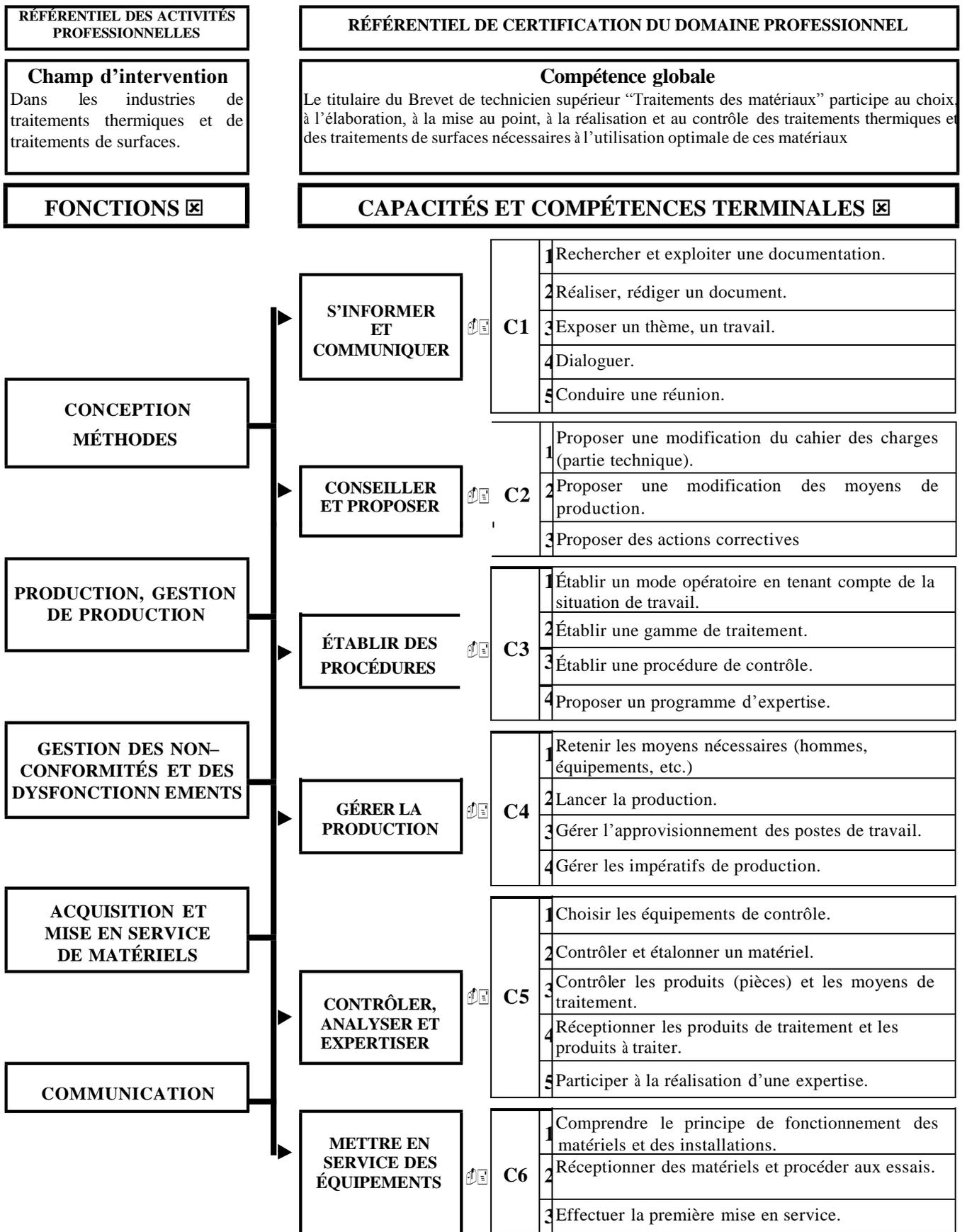
**C4** : Gérer la production.

**C5** : Contrôler, analyser et expertiser.

**C6** : Mettre en service des équipements.



RELATIONS ENTRE LE REFERENTIEL DES ACTIVITES PROFESSIONNELLES ET LE REFERENTIEL DE CERTIFICATION



<b>Capacité C1 : S'INFORMER ET COMMUNIQUER</b>		
<b>Savoir faire</b> <i>(Être capable de...)</i>	<b>Conditions de réalisation</b> <i>(On donne...)</i>	<b>Critères et indicateurs de performance</b> <i>(On exige...)</i>
<b>C1.1. Rechercher et exploiter une documentation.</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un sujet à caractère technique, scientifique, industriel, économique, humain.</li> <li>- L'accès à des ressources ou des bases de données.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les éléments de cette recherche sont réunis.</li> <li>- Les informations sont classées et hiérarchisées.</li> </ul>
<b>C1.2. Réaliser, rédiger un document.</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un document à mettre en forme.</li> <li>- Les informations et les données nécessaires.</li> <li>- Les normes, conventions et usages.</li> </ul>	Le document est réalisé : <ul style="list-style-type: none"> <li>- avec une présentation soignée ;</li> <li>- en respectant les règles, les normes, les conventions ;</li> <li>- en utilisant les représentations et symboles d'usage ;</li> <li>- en respectant la langue utilisée.</li> </ul>
<b>C1.3. Exposer un thème, un travail.</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des données relatives au sujet à traiter.</li> <li>- Des moyens de communication.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'exposé est concis et adapté à l'auditoire.</li> <li>- Le langage d'usage est maîtrisé.</li> </ul>
<b>C1.4. Dialoguer.</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un thème ou un sujet de dialogue.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le langage d'usage est maîtrisé.</li> <li>- Le discours est mémorisé et restitué.</li> </ul>
<b>C1.5. Conduire une réunion.</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des moyens de communication adaptés.</li> <li>- Le but à atteindre.</li> <li>- Contraintes diverses (durée, lieu...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'organisation et la conduite sont maîtrisées.</li> <li>- Le langage est adapté aux participants.</li> <li>- Un débat contradictoire est instauré.</li> <li>- Le but fixé est atteint.</li> </ul>

<b>Capacité C2 : CONSEILLER ET PROPOSER</b>		
<b>Savoir faire</b> (Être capable de...)	<b>Conditions de réalisation</b> (On donne...)	<b>Critères et indicateurs de performance</b> (On exige...)
<b>C2.1 : Proposer une modification du cahier des charges ( partie technique ).</b>		
<b>C2.1.1</b> Analyser le besoin.	– Le cahier des charges ou l’expression du besoin.	– La partie technique du cahier des charges est validée.
<b>C2.1.2</b> Estimer les moyens nécessaires.	– La documentation technique.	– La solution proposée est techniquement et économiquement réalisable.
<b>C2.1.3</b> Proposer une solution.		
<b>C2.2. : Proposer une modification des moyens de production</b>		
<b>C2.2.1</b> Identifier les causes (dysfonctionnement, évolution, modernisation, amélioration, adaptation, etc.).	– Un problème à résoudre. – Des contraintes techniques et économiques. – La documentation scientifique et technique.	– Les causes sont identifiées. – Les solutions potentielles sont adaptées au problème à résoudre. – La solution recommandée est techniquement et économiquement réalisable.
<b>C2.2.2</b> Recenser les solutions potentielles.	– L’état des équipements et des moyens de production.	
<b>C2.2.3</b> Recommander une solution.		
<b>C2.3 : Proposer des actions correctives.</b>		
<b>C2.3</b> Proposer des actions correctives.	– Les non-conformités recensées.	– Des actions correctives sont proposées. – Les choix sont justifiés.

<b>Capacité C3 : ÉTABLIR DES PROCÉDURES</b>		
<b>Savoir faire</b> (Être capable de...)	<b>Conditions de réalisation</b> (On donne...)	<b>Critères et indicateurs de performance</b> (On exige...)
<b>C3.1 : Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail.</b>		
<p><b>C3.1.1.</b> Étudier la notice constructeur.</p> <p><b>C3.1.2.</b> Réaliser un essai avec le matériel.</p> <p><b>C3.1.3.</b> Concevoir un mode opératoire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le matériel à étudier.</li> <li>– Les documents et l'assistance du constructeur.</li> <li>– Le manuel d'assurance qualité.</li> <li>– Les éléments de la situation de travail.</li> <li>– La notice des produits associés au matériel.</li> <li>– Éventuellement les fiches de données de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le mode opératoire est conforme aux prescriptions du constructeur et adapté à la situation de travail.</li> </ul>
<b>C3.2 : Établir une gamme de traitement.</b>		
<p><b>C3.2.1</b> Recueillir les données techniques.</p> <p><b>C3.2.2</b> Prendre en compte les moyens de production et de contrôle.</p> <p><b>C3.2.3</b> Rédiger la gamme de traitement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le cahier des charges.</li> <li>– La gamme de fabrication.</li> <li>– La liste des équipements et moyens de contrôle.</li> <li>– Le manuel d'assurance qualité.</li> <li>– Les résultats d'essais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La gamme de traitement répond au cahier des charges.</li> <li>– Les choix techniques sont justifiés.</li> </ul>
<b>C3.3 : Établir une procédure de contrôle.</b>		
<p><b>C3.3.1</b> Recenser les paramètres à contrôler et définir les conditions de contrôle.</p> <p><b>C3.3.2</b> Établir et rédiger la procédure de contrôle.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les pièces ou moyens de production à contrôler.</li> <li>– Le cahier des charges.</li> <li>– La liste des équipements et moyens de contrôle.</li> <li>– Le manuel d'assurance qualité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les paramètres et les conditions de contrôles sont clairement identifiés.</li> <li>– La procédure établie est conforme aux spécifications.</li> </ul>
<b>C3.4 : Proposer un programme d'expertise.</b>		
<p><b>C3.4.1</b> Recueillir des données techniques.</p> <p><b>C3.4.2</b> Choisir les moyens d'investigation.</p> <p><b>C3.4.3</b> Proposer un programme d'expertise.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La nature de l'expertise.</li> <li>– Le produit (pièces).</li> <li>– Le cahier des charges du produit (pièces).</li> <li>– Les conditions d'utilisation du produit (pièces).</li> <li>– La liste des moyens d'expertise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Un programme d'expertise est proposé.</li> <li>– Les choix proposés sont justifiés.</li> </ul>

<b>Capacité C4 : GÉRER LA PRODUCTION</b>		
<b>Savoir faire</b> <i>(Être capable de...)</i>	<b>Conditions de réalisation</b> <i>(On donne...)</i>	<b>Critères et indicateurs de performance</b> <i>(On exige...)</i>
<b>C4.1 : Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.).</b>		
<p><b>C4.1.1</b> Définir les besoins.</p> <p><b>C4.1.2</b> Établir la liste des moyens disponibles.</p> <p><b>C4.1.3</b> Établir la liste des moyens à acquérir.</p> <p><b>C4.1.4</b> Recenser les moyens retenus et proposer un planning d'utilisation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'état des moyens disponibles.</li> <li>- La planification des moyens.</li> <li>- L'état de la production en cours</li> <li>- La gamme de traitement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La liste des moyens retenus tient compte des contraintes fixées.</li> </ul>
<b>C4.2 : Lancer la production.</b>		
<p><b>C4.2.1</b> Planifier les essais de traitement réel.</p> <p><b>C4.2.2</b> Proposer une modification de gamme ou de moyen de traitement ou de positionnement des pièces.</p> <p><b>C4.2.3</b> S'assurer que la production est stabilisée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les résultats d'essais précédents.</li> <li>- La gamme de traitement.</li> <li>- Le cahier des charges.</li> <li>- La documentation relative aux moyens de production et de contrôle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les pièces produites correspondent au cahier des charges.</li> <li>- La production est stabilisée.</li> </ul>
<b>C4.3 : Gérer l'approvisionnement des postes de travail.</b>		
<p><b>C4.3.1</b> Anticiper les seuils limites de consommables.</p> <p><b>C4.3.2</b> Gérer le flux matières (pièces).</p> <p><b>C4.3.3</b> Anticiper les changements de séries.</p> <p><b>C4.3.4</b> Planifier et préparer les opérations d'appoint.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le plan d'implantation de l'installation.</li> <li>- La planification de la production.</li> <li>- L'état des stocks.</li> <li>- Les documents de surveillance ou de suivi des moyens de production.</li> <li>- La documentation des fournisseurs de consommables.</li> <li>- Les principes d'ergonomie.</li> <li>- Les fiches de données de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les seuils limites de consommables ne sont jamais atteints.</li> <li>- Les approvisionnements en pièces sont conformes à la planification prévue.</li> <li>- La production n'est jamais stoppée ou ralentie.</li> <li>- Les risques liés à la manutention et au stockage sont maîtrisés.</li> </ul>
<b>C4.4 : Gérer les impératifs de production.</b>		
<p><b>C4.4</b> Gérer les impératifs de production.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les impératifs de production (cadences, taux de charge, capacité de production, etc.)</li> <li>- Les procédures relatives à la prévention des risques et à la protection de l'environnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La production est assurée en tenant compte de tous les impératifs.</li> </ul>

<b>Capacité C5 : CONTRÔLER, ANALYSER ET EXPERTISER</b>		
<b>Savoir faire</b> (Être capable de...)	<b>Conditions de réalisation</b> (On donne...)	<b>Critères et indicateurs de performance</b> (On exige...)
<b>C5.1 : Choisir les équipements de contrôle.</b>		
<b>C5.1.1</b> Choisir les équipements de contrôle des produits (pièces) <b>C5.1.2</b> Choisir les équipements de contrôle des moyens de traitement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les produits (pièces) et les moyens de traitements.</li> <li>- La nature des contrôles à réaliser.</li> <li>- La liste des équipements de contrôle.</li> <li>- Les performances des appareils de contrôle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le choix des équipements de contrôle est justifié.</li> </ul>
<b>C5.2 : Contrôler et étalonner un matériel.</b>		
<b>C5.2</b> Contrôler et étalonner un matériel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le matériel.</li> <li>- La documentation technique.</li> <li>- Les étalons.</li> <li>- Des échantillons.</li> <li>- Une fiche de contrôle ou d'étalonnage à renseigner.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fiche de contrôle ou d'étalonnage est renseignée.</li> </ul>
<b>C5.3 : Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement.</b>		
<b>C5.3.1</b> Contrôler les produits (pièces) traité ou non. <b>C5.3.2</b> Contrôler les moyens de traitement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les produits (pièces).</li> <li>- Les moyens de traitements.</li> <li>- Les appareils et procédures de contrôle.</li> <li>- Les fiches de contrôle à renseigner (des produits ou des moyens de traitement).</li> <li>- Les fiches de données de sécurité.</li> <li>- Le cahier des charges et la définition des produits.</li> <li>- Le cahier des charges des moyens de traitements.</li> <li>- Des échantillons.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fiche de contrôle des produits est renseignée.</li> <li>- Les résultats sont interprétés et exploités.</li> <li>- La fiche de contrôle des moyens de traitement est renseignée.</li> <li>- Les non-conformités sont recensées.</li> </ul>
<b>C5.4 : Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter.</b>		
<b>C5.4.1</b> Réceptionner les produits de traitement (organiques et inorganiques). <b>C5.4.2</b> Réceptionner les produits à traiter.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le cahier des charges ou les spécifications des produits.</li> <li>- La documentation technique.</li> <li>- Les produits.</li> <li>- Les fiches de données de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les produits sont conformes au cahier des charges ou aux spécifications.</li> </ul>
<b>C5.5 : Participer à la réalisation d'une expertise.</b>		
<b>C 5.5</b> Participer à la réalisation d'une expertise.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les produits (pièces) à expertiser.</li> <li>- Le programme d'expertise.</li> <li>- Des moyens de contrôle, d'analyse, de mesure, etc...</li> <li>- Des résultats complémentaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un compte rendu est établi.</li> <li>- Les conclusions sont justifiées.</li> </ul>

<b>Capacité C6 : METTRE EN SERVICE DES ÉQUIPEMENTS</b>		
<b>Savoir faire</b> (Être capable de...)	<b>Conditions de réalisation</b> (On donne...)	<b>Critères et indicateurs de performance</b> (On exige...)
<b>C6.1 : Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations.</b>		
<p><b>C6.1.1</b> Comprendre le principe de fonctionnement des équipements de production.</p> <p><b>C6.1.2</b> Comprendre le principe de fonctionnement des matériels de contrôle et d'essais.</p> <p><b>C6.1.3</b> Comprendre les principes d'action des produits chimiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressources scientifiques.</li> <li>- Documentation technique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un résumé clair et précis des principes de fonctionnement ou d'action est établi.</li> </ul>
<b>C6.2 : Réceptionner des matériels et procéder aux essais.</b>		
<p><b>C6.2.1</b> Réceptionner des matériels de mesure, de contrôle et d'essais.</p> <p><b>C6.2.2</b> Réceptionner des matériels de production.</p> <p><b>C6.2.3</b> Procéder à des essais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le cahier des charges des matériels.</li> <li>- Les matériels à mettre en service.</li> <li>- P.V. d'un organisme agréé.</li> <li>- La documentation technique.</li> <li>- Les procédures d'essais.</li> <li>- Les étalons ou échantillons d'essais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La conformité au cahier des charges est vérifiée.</li> </ul>
<b>C6.3 : Effectuer la première mise en service</b>		
<p><b>C6.3.1</b> Mettre en service les équipements de production.</p> <p><b>C6.3.2</b> Mettre en service les matériels de contrôle et d'essais.</p> <p><b>C6.3.3</b> Mettre en œuvre les produits chimiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les équipements et les matériels à utiliser.</li> <li>- Les produits chimiques à mettre en œuvre.</li> <li>- Les procédures d'essais et de mise en œuvre.</li> <li>- Les échantillons.</li> <li>- Les appareils de contrôles ou de mesure.</li> <li>- Les fiches de données de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les équipements, matériels et produits chimiques sont disponibles et opérationnels.</li> <li>- La mise en service est consignée.</li> </ul>



Brevet de Technicien Supérieur  
"TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

Annexe 1 (suite) Référentiel  
de certification

# Savoirs



Brevet de Technicien Supérieur  
"TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

Enseignements généraux

## **FRANÇAIS**

L'enseignement du français dans les sections de techniciens supérieurs se réfère aux dispositions de l'arrêté du 30 mars 1989 (BO n° 21 du 25 mai 1989) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel de capacités du domaine de l'expression française pour le brevet de technicien supérieur.

## **LANGUE VIVANTE ÉTRANGÈRE**

### **1. OBJECTIFS**

Étudier une langue vivante étrangère contribue à la formation intellectuelle et à l'enrichissement culturel de l'individu.

Pour l'étudiant de brevet de technicien supérieur, cette étude est une composante de la formation professionnelle et la maîtrise d'une langue vivante étrangère est une compétence indispensable à l'exercice de la profession, sans négliger aucun des quatre savoir-faire linguistiques fondamentaux (comprendre, parler, lire et écrire la langue vivante étrangère). Il sera bon de privilégier l'anglais comme langue vivante étrangère pour ses applications professionnelles. Si celle-ci n'est pas retenue comme langue obligatoire, il est vivement conseillé de la choisir comme langue vivante étrangère facultative.

### **2. COMPÉTENCES FONDAMENTALES**

Elles seront développées dans les domaines suivants :

- exploitation de la documentation, en langue vivante étrangère, afférente aux domaines techniques et commerciaux (notices techniques, documentation professionnelle, articles de presse, courrier, fichier informatisé ou non...);
- utilisation efficace des dictionnaires et ouvrages de références, appropriés ;
- compréhension orale d'informations ou instructions à caractère professionnel et maîtrise de la langue orale de communication au niveau de l'échange de type professionnel ou non, y compris au téléphone ;
- expression écrite par prise de notes, rédaction de comptes rendus, de lettres, de messages, de brefs rapports.

Dans l'intérêt des étudiants, une liaison étroite avec les professeurs d'enseignement technologique et professionnel est recommandée au profit mutuel de la langue et de la technologie enseignées.

### **3. CONTENUS**

#### **3.1 Grammaire**

La maîtrise opératoire des éléments morphologiques et syntaxiques figurant au programme des classes de première et terminale constitue un objectif raisonnable. Il conviendra d'en assurer la consolidation et l'approfondissement.

#### **3.2 Lexique**

On considérera comme acquis le vocabulaire élémentaire de la langue de communication et le programme de second cycle des lycées.

C'est à partir de cette base nécessaire que l'on devra renforcer, étendre et diversifier les connaissances en fonction des besoins spécifiques de la profession.

#### **3.3 Éléments culturels des pays utilisateurs d'une langue vivante étrangère.**

La langue étrangère s'entend ici au sens de la langue utilisée par les techniciens et doit être pratiquée dans sa diversité : écriture des dates, unités monétaires, abréviations, heure... Une attention particulière sera apportée à ces problèmes, tant à l'écrit qu'à l'oral.

## **MATHÉMATIQUES**

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs "Traitement des matériaux" se réfère aux dispositions de l'arrêté (en cours de signature) fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

# ÉCONOMIE ET GESTION D'ENTREPRISE

## 1 - L'entreprise

### 1.1 - Définition et modes d'analyse :

- typologies ;
- insertion dans le tissu économique (branche, secteur, filière).

### 1.2 - Les problèmes fondamentaux de la création et du fonctionnement :

- positionnement de l'entreprise sur les marchés et choix du produit ;
- détermination des ressources nécessaires à la création et au fonctionnement ;
- mise en place d'une organisation et prise en compte des interdépendances des différentes fonctions ;
- relations avec l'environnement : rapports avec les administrations et les organismes professionnels.

### 1.3 - L'entreprise en tant que système : le sous-système production, ses relations avec les autres sous-systèmes.

## 2 - Stratégie d'entreprise et politique de production

2.1 - La structure des décisions dans l'entreprise, la fixation des objectifs.

2.2 - Le processus d'élaboration de la politique de production.

2.3 - Prévision et planification industrielles.

## 3 - Le système d'information de la production

### 3.1 - Les coûts : composantes, analyse, prévision :

- charges directes et indirectes ;
- charges fixes et charges variables ;
- marges sur coûts variables ; établissement de devis (notion d'imputation rationnelle des charges fixes) ; introduction à l'analyse des écarts.

### 3.2 - Budget de production :

- notion de gestion budgétaire ;
- valorisation du programme de production, prise en compte des contraintes.

3.3 - Notions relatives au choix et au financement de l'investissement.

3.4 - La synthèse des informations au niveau de l'entreprise : notion de bilan et de compte de résultat.

## 4 – Les hommes et la production

4.1 - Les relations sociales.

4.2 - La politique du personnel.

## 5 - Le cadre juridique

5.1 - Notions de droit civil, commercial et fiscal :

- notion de contrat (contrat de maintenance, de sous-traitance...); notion de responsabilité; protection de la propriété industrielle; formes juridiques d'entreprises ;
- principe de la TVA et de l'imposition des bénéfices.

5.2 - Droit social :

- organisation des relations collectives (syndicats, conventions collectives) ;
- organisation des relations individuelles (le contrat de travail) ;
- la réglementation du travail et le contrôle de son application (salaire, durée du travail, conditions de travail, congés, C.H.S.C.T., l'inspection du travail) ;
- la représentation du personnel ;
- les conflits du travail, les conseils de prud'hommes, les conflits collectifs ;
- les problèmes relatifs à l'emploi et à la formation ;
- la protection sociale.

**6 - Traitement de l'information dans le cadre des activités productives**

- 6.1 - Notions relatives aux outils d'aide à la décision.
- 6.2 - Opérations sur fichiers (manuels ou informatiques).
- 6.3 - Saisie, diffusion, stockage d'informations en utilisant des supports divers et en recourant à des logiciels.
- 6.4 - La communication professionnelle.
- 6.5 - Logiciels de traitement de texte, gestionnaire de bases de données, tableurs.
- 6.6 - Méthodes et outils de la planification.

## B.T.S. "TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

### Savoirs scientifiques et technologiques associés communs aux options A et B

**S1AB : Sciences physiques appliquées**

**S2AB : Pratiques de laboratoire**

**S3AB : Sciences et techniques industrielles (STI)**

**S4AB : Mise en œuvre des procédés**

## S1 – SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

### OBJECTIF :

Posséder les bases théoriques nécessaires à la compréhension des techniques et appareillages mis en œuvre dans le domaine du traitement des matériaux.

Maîtriser l'hygiène, la sécurité, la protection de l'environnement et leur contexte réglementaire.

### S1AB : Partie commune aux options A et B

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S1AB1 – <u>GENERALITES SUR LES MESURES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grandeurs mesurables ; systèmes d'unités ; unités de base et unités dérivées du système international.</li> <li>– Équations aux dimensions ; chiffres significatifs d'un résultat numérique ; traitement statistique simple d'une série de mesures.</li> </ul> <p><b>S1AB2 – <u>TEMPERATURE – THERMOMETRIE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Notion de température ; échelles empiriques de température (Celsius, Fahrenheit) ; échelle de température absolue.</li> <li>– Différents dispositifs de détermination de la température (thermomètres à dilatation, thermomètres à résistance, thermocouples, thermistances C.T.N.).</li> </ul> <p><b>S1AB3 – <u>ETAT GAZEUX - GAZ PARFAIT</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modèle du gaz parfait ; équation d'état <math>pV = nRT</math>.</li> <li>– Éléments de théorie cinétique des gaz : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ énergie cinétique moyenne ;</li> <li>● vitesse quadratique moyenne ;</li> <li>○ pression cinétique.</li> </ul> </li> <li>– Distribution des vitesses (loi de Maxwell).</li> <li>– Libre parcours moyen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître les unités principales du système international.</li> <li>– Vérifier l'homogénéité d'une formule.</li> <li>– Mettre en œuvre, dans des cas simples, un calcul d'intervalle de confiance afin de conserver un nombre de chiffres significatifs en adéquation avec la précision de la mesure.</li> <li>– Comprendre la distinction entre grandeur repérable et grandeur mesurable.</li> <li>– Convertir une température d'une échelle dans une autre.</li> <li>– Connaître les lois de variation, avec la température, des grandeurs physiques associées aux thermomètres usuels.</li> <li>– Savoir que le gaz parfait est un modèle de gaz idéal, dont l'écart par rapport aux gaz réels diminue d'autant plus que la pression tend vers zéro.</li> <li>– Connaître la définition de la vitesse quadratique moyenne <math>V_{qm}</math> et sa relation avec l'énergie cinétique moyenne d'une particule du gaz : <math>E_{cmoy} = \frac{1}{2} m_0 V_{qm}^2</math></li> <li>– Interpréter la pression d'un gaz parfait comme résultant des chocs élastiques des particules sur les parois.</li> </ul> <p><i>NB. Il ne peut être exigé d'énoncer la loi de distribution de Maxwell</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître la relation simplifiée donnant le libre parcours moyen.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S1AB4 – <u>CHANGEMENTS D'ETAT PHYSIQUE D'UN CORPS PUR :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diagramme (p,T) d'état du corps pur ; point triple ; point critique.</li> <li>– Transformations de première espèce d'un corps pur : <ul style="list-style-type: none"> <li>o fusion, solidification ; vaporisation, liquéfaction ; sublimation, condensation à l'état solide ;</li> <li>o transformations allotropiques.</li> </ul> </li> <li>– Formule de Clapeyron.</li> <li>– Transformations de seconde espèce d'un corps pur : <ul style="list-style-type: none"> <li>o transformations ordre – désordre dans certains alliages binaires ;</li> <li>o transition ferromagnétisme – paramagnétisme (point de Curie).</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S1AB5 – <u>THERMODYNAMIQUE PHYSIQUE :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aspect microscopique et aspect macroscopique de la thermodynamique.</li> <li>– Vocabulaire et définitions (système, état d'équilibre, variables d'état, divers types de transformations, grandeurs intensives, grandeurs extensives, fonction d'état).</li> <li>– Énergie interne U d'un système. Premier principe : <math>U = W + Q</math>.</li> <li>– Fonction enthalpie <math>H = U + pV</math>.</li> <li>– Applications à la calorimétrie.</li> <li>– Capacités thermiques (isobare, isochore)</li> <li>– Relation de Mayer.</li> <li>– Chaleur latente de changement d'état.</li> <li>– Insuffisance du premier principe.</li> <li>– Énoncé de Prigogine du second principe : <math display="block">dS \geq \frac{Q}{T} \quad S_{\text{créée}}</math> </li> <li>– Fonction entropie ; signification physique de l'entropie.</li> <li>– Fonction enthalpie libre <math>G = H - T.S</math></li> <li>– Fonction énergie libre : <math>F = U - T.S</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître les propriétés du point triple et du point critique.</li> <li>– Savoir qu'une transformation de première espèce d'un corps pur est isobare et isotherme.</li> <li>– Connaître l'allure de la courbe température – temps correspondante.</li>   <li>– En relation avec la partie thermodynamique physique, connaître les critères distinctifs des deux espèces de transformations.</li>   <li>– Reconnaître le caractère intensif ou extensif d'une grandeur.</li> <li>– Utiliser les principes dans des situations simples.</li> <li>– Connaître les lois de Joule relatives à un gaz parfait (U et H ne dépendent que de T).</li> <li>– Établir une équation calorimétrique.</li>   <li>– Savoir que pour une transformation réversible <math>S_{\text{créée}} = 0</math>.</li> <li>– Savoir que pour une transformation irréversible <math>S_{\text{créée}} &gt; 0</math>.</li>   <li>– Établir la relation <math>dG = Vdp - SdT</math>.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1AB6 – TRANSFERTS THERMIQUES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modes de transferts thermiques (conduction ; convection ; rayonnement). Notion d'équilibre thermique.</li> <li>– Régime stationnaire ; régime instationnaire (transitoire ou permanent).</li> <li>– Flux thermique et vecteur densité de flux thermique <b>J</b>.</li> <li>– Conduction : Première loi de Fourier : <b>J = - grad T.</b></li> <li>– Conductivité thermique .</li>   <li>– Résistance thermique.</li> <li>– Convection : modes de convection (forcée, naturelle).</li> <li>– Loi de Newton : <math>q = hS(T - T_a)</math>.</li> <li>– Coefficient de convection h.</li>   <p><b>S1AB7 – OPTIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lentilles minces ; vergence d'une lentille mince.</li> <li>– Lois de Descartes (conjugaison et grandissement).</li> <li>– Association de lentilles minces.</li> <li>– Le microscope : description du microscope réduit ; grandissement, grossissement ; grossissement commercial ; puissance ; puissance intrinsèque; cercle oculaire ; ouverture numérique ; pouvoir séparateur.</li>   <p><b>S1AB8 – NOTIONS DE MECANIQUE DES FLUIDES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Statique des fluides : <ul style="list-style-type: none"> <li>o pression au sein d'un fluide en équilibre. Relation <math>dp = -\rho g dz</math> ;</li> <li>o poussée d'Archimède ;</li>   <li>o capillarité, tension superficielle, loi de Jurin, loi de Tate.</li> </ul> </li> <li>– Dynamique des fluides : <ul style="list-style-type: none"> <li>o régimes d'écoulement d'un fluide ;</li> <li>o fluide parfait incompressible et théorème de Bernoulli. Effet Venturi.</li> </ul> </li> <li>– Viscosité : fluides newtoniens ; viscosités dynamique et cinématique ; pertes de charge ; unités SI et unités pratiques.</li> </ul> </ul></ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mémoriser les trois modes de transferts.</li>   <li>– Connaître les lois de Fourier et de Newton.</li> <li>– Intégrer la loi de Fourier dans des situations simples (conduction unidirectionnelle à travers une plaque parallélépipédique ; conduction à travers un manchon cylindrique, une coquille sphérique).</li> <li>– Définir une résistance thermique.</li>   <li>– Établir dans les hypothèses de Newton la loi de refroidissement "normal" (décroissance exponentielle de la température en fonction du temps).</li>   <li>– Tracer la marche d'un rayon lumineux à travers une lentille mince.</li> <li>– Connaître les formules de conjugaison et de grandissement.</li> <li>– Connaître les formules donnant le grandissement, le grossissement, la puissance, le pouvoir séparateur linéique d'un microscope.</li> <li>– Connaître l'influence des propriétés de l'œil sur les grandeurs puissance et grossissement.</li> <li>– Connaître la distance minimale de vision distincte d'un œil standard.</li>   <li>– Intégrer la relation <math>dp = -\rho g dz</math> dans quelques cas simples.</li> <li>– Connaître l'expression de la poussée d'Archimède.</li> <li>– Connaître les expressions des lois de Jurin et Tate.</li>   <li>– Connaître le théorème de Bernoulli et l'appliquer à quelques cas simples.</li> <li>– Définir un fluide newtonien.</li> <li>– Connaître les unités SI et pratiques. Effectuer les conversions.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1AB9 – NOTIONS ELEMENTAIRES DE CHIMIE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les bonnes pratiques de laboratoire.</li> <li>– Ions et composés ioniques : Principaux ions ; formule ionique ; formule stœchiométrique d'un composé ionique. Solubilité. Différentes expressions de la concentration d'une espèce chimique.</li> <li>– Équilibrage des équations – bilans.</li> <li>– Acides et bases : Produit ionique de l'eau ; notion de pH ; force des acides et des bases ; couple acide/base ; notion de <math>pK_a</math>.</li> </ul> <p><b>S1AB10 – STRUCTURE DE LA MATIERE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– L'atome : <ul style="list-style-type: none"> <li>o particules subatomiques : électron, proton, neutron ;</li> <li>o le noyau : nombre de masse, nombre de charge ;</li> <li>o élément, nucléide, isotope ;</li> <li>o masse atomique relative ;</li> <li>o nuage électronique ; nombres quantiques n, l, m, s ;</li> <li>o configuration électronique de l'atome à l'état fondamental : règle de Klechkowski, principe de Pauli, règle de Hund.</li> </ul> </li> <li>– Les liaisons chimiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>o liaisons fortes (covalentes, ioniques, métalliques) ;</li> <li>o liaisons faibles (de Van Der Waals, hydrogène).</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S1AB11 – THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grandeurs de réaction et thermochimie : Description d'un système fermé ; équation – bilan et avancement de la réaction ; nombres stœchiométriques <math>\nu_i</math>.</li> <li>– Grandeurs (énergie interne, enthalpie, entropie, enthalpie libre) de réactions : <math>{}_rZ \left( \xrightarrow{p,T} Z \right)</math> avec <math>Z = U, H, S, G</math></li> <li>– État standard d'un constituant physico-chimique.</li> <li>– Grandeurs standard de réaction.</li> <li>– Enthalpie standard de réaction ; Loi de Hess.</li> <li>– Variation de ces grandeurs avec la température.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maîtriser les bonnes pratiques de laboratoire</li> <li>– Écrire la formule ionique ou la formule stœchiométrique d'un composé ionique.</li> <li>– Calculer une concentration.</li> <li>– Équilibrer une équation – bilan.</li> <li>– Connaître les notions élémentaires relatives aux acides et aux bases.</li> <li>– Connaître les constituants de l'atome.</li> <li>– Connaître la notation : <math>{}_Z^AX</math>.</li> <li>– Connaître les définitions (élément, nucléide, isotope).</li> <li>– Relier la configuration électronique de l'atome à la classification périodique des éléments.</li> <li>– Connaître les ordres de grandeur des énergies de liaison.</li> <li>– Savoir définir un avancement de réaction à partir de <math>d \sum_i \nu_i</math> (les nombres stœchiométriques étant négatifs pour un réactif et positifs pour un produit).</li> <li>– Calculer des grandeurs standard de réactions à partir de données thermodynamiques.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1AB11 – THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Évolution d'un système fermé. Équilibre :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o critère d'évolution spontanée d'un équilibre ;</li> <li>o notion de potentiel chimique et d'activité ;</li> <li>o expression de l'enthalpie libre réactionnelle : <math>rG = rG^0 + RT \ln \left( \prod_i a_i^{v_i} \right)</math>.</li> </ul> </li> <li>– Équilibre chimique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o condition d'équilibre ; constante d'équilibre <math>K^0(T)</math> ;</li> <li>o variation de <math>K^0</math> avec la température, loi de Van't Hoff ;</li> <li>o déplacement d'équilibre ;</li> </ul> </li> <li>– Variance d'un système ; loi de Gibbs.</li> </ul> <p><b>S1AB12 – REACTIONS EN SOLUTION AQUEUSE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conductivité des électrolytes en solution aqueuse : Conductance ; conductivité.</li> <li>– Cas des électrolytes forts (loi de Kohlrausch).</li> <li>– Cas des électrolytes faibles.</li> <li>– Réactions acide – base :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o définition de Brönsted des acides et des bases ;</li> <li>o calcul du pH des solutions aqueuses ;</li> <li>o solutions tampons.</li> </ul> </li> <li>– Réactions de précipitation :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o solubilité et produit de solubilité ;</li> <li>o condition de précipitation ;</li> <li>o effet d'ion commun ;</li> <li>o influence du pH sur la solubilité.</li> </ul> </li> <li>– Réaction de complexation :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o définition d'un complexe; nomenclature.</li> <li>o stabilité, dissociation des complexes : constantes <math>K_{st}</math> et <math>K_d</math> ;</li> <li>o complexations compétitives ;</li> <li>o complexation et précipitation ;</li> <li>o complexation et pH.</li> </ul> </li> <li>– Oxydo-réduction :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o couple redox ; définition ;</li> <li>o nombre d'oxydation ;</li> <li>o potentiel redox standard ;</li> <li>o formule de Nernst ;</li> <li>o prévision des réactions ;</li> <li>o détermination des constantes d'équilibre ;</li> <li>o introduction à l'étude des électrolyses.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>NB. Aucun calcul de coefficient d'activité n'est exigible.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Relier le signe de l'enthalpie libre de réaction au sens d'évolution spontanée d'un système.</li> <li>– Connaître la relation : <math>rG^0 = RT \ln K^0</math>.</li> <li>– Connaître l'implication des valeurs extrêmes de <math>K^0</math> sur les proportions relatives de réactifs et de produits à l'équilibre.</li> <li>– Connaître les lois qualitatives de déplacement de l'équilibre.</li> <li>– Calculer la variance d'un système et interpréter la valeur obtenue.</li> <li>– Calculer la conductivité d'une solution ionique.</li> <li>– Interpréter qualitativement, dans des cas simples, l'allure d'une courbe de dosage conductimétrique.</li> <li>– Déterminer les domaines de prédominance d'espèces acido-basiques.</li> <li>– Calculer le pH de solutions aqueuses dans des cas simples.</li> <li>– Connaître le mode de préparation de solutions tampons de <math>pH = pK_a</math> donné.</li> <li>– Définir la solubilité et le produit de solubilité.</li> <li>– Calculer la solubilité d'un sel dans quelques cas simples.</li> <li>– Connaître la nomenclature des complexes usuels.</li> <li>– Connaître les expressions des constantes de dissociation et de stabilité (ou de formation) d'un complexe.</li> <li>– Équilibrer une équation d'oxydo-réduction.</li> <li>– Connaître la formule de Nernst et savoir l'appliquer.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1AB13 – NOTIONS DE CINÉTIQUE CHIMIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définition générale de la vitesse de réaction (dans le cas d'un réacteur fermé, parfaitement agité et à volume constant).</li> <li>– Ordre expérimental d'une réaction.</li> <li>– Constante de vitesse.</li> <li>– Étude d'une réaction d'ordre 1 et d'une réaction d'ordre 2.</li>   <li>– Influence de la température : loi d'Arrhénius.</li> <li>– Notion de catalyse.</li> </ul> <p><b>S1AB14 – CRISTALLOGRAPHIE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Structure cristalline des métaux : <ul style="list-style-type: none"> <li>o réseau ; motif cristallin ; les réseaux de Bravais ;</li> <li>o systèmes cubiques, centré et à faces centrées ; système hexagonal compact ;</li> <li>o empilements atomiques ;</li> <li>o sites tétraédriques et octaédriques dans les systèmes CC et CFC.</li> </ul> </li> <li>– Défauts cristallins : <ul style="list-style-type: none"> <li>o ponctuels : lacunes ; interstitiels ;</li> <li>o linéaires : dislocations ;</li> <li>o surfaciques : joints de grains ; sous-joints ; défauts d'empilements ; macles.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S1AB15 – SOLUTIONS SOLIDES ET COMPOSÉS DÉFINIS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Solutions solides d'insertion et de substitution.</li> <li>– Solution solide continue.</li>   <li>– Solution solide primaire ; solubilité ; règles de Hume-Rothery.</li> <li>– Solutions solides intermédiaires.</li> <li>– Solutions solides ordonnées.</li> <li>– Composés définis (intermétalliques ; semi-métalliques).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître la définition générale de la vitesse de réaction dans le cas d'un réacteur fermé maintenu à volume constant.</li> <li>– Connaître la définition de l'ordre expérimental d'une réaction. Signaler l'existence de réactions sans ordre. Établir les lois cinétiques <math>v = f(t)</math> dans les cas simples de réactions d'ordre 1 ou 2.</li>   <li>– Connaître la loi d'Arrhénius.</li> <li>– Connaître la définition d'un catalyseur et les caractères généraux de la catalyse.</li>   <li>– Pour ces trois systèmes, connaître les mailles élémentaires, l'indice de coordination.</li> <li>– Établir les relations donnant la masse volumique, la compacité.</li> <li>– Retrouver le nombre, la position et les dimensions des sites interstitiels dans les systèmes CC et CFC.</li>   <li>– Reconnaître les formes limites de dislocations (coin; vis).</li> <li>– Dessiner un circuit de Burgers et le vecteur de Burgers associé.</li> <li>– Expliquer l'importance des dislocations pour la déformation plastique des matériaux métalliques.</li>   <li>– Passer d'une fraction massique à une fraction molaire pour un alliage binaire et inversement.</li> <li>– Établir les formules donnant les masses volumiques des solutions solides binaires d'insertion et de substitution.</li> </ul> <p><i>NB. Pour les composés électroniques (ou phases de Hume – Rothery) <math>\diamond</math> y' E, la connaissance des valeurs des concentrations électroniques n'est pas exigible.</i></p>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1AB16 – <u>DIAGRAMMES BINAIRES D'EQUILIBRES DE PHASES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diagramme à un seul fuseau ; à deux fuseaux.</li> <li>– Notion de lacune de miscibilité.</li> <li>– Diagramme présentant un eutectique ; un péritectique.</li> <li>– Diagramme comportant un composé défini (stable ou instable).</li> <li>– Triangle de Tammann.</li> <li>– Diverses lignes de transformations.</li> <li>– Règles de l'horizontale et des segments inverses.</li> </ul> <p><b>S1AB17 – <u>DIAGRAMMES FER-CARBONE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diagramme à cémentite ; diagramme à graphite.</li> <li>– Transformation eutectoïde.</li> <li>– Notation des lignes de transformation.</li> <li>– Influence des éléments d'addition ou d'élaboration sur les lignes de transformation et sur la composition de l'eutectoïde.</li> </ul> <p><b>S1AB18 – <u>PHENOMENES LIES A LA SOLIDIFICATION</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Solidification d'un métal pur : <ul style="list-style-type: none"> <li>o germination homogène, hétérogène. Surfusion ;</li> <li>o taille critique et croissance des germes.</li> </ul> </li> <li>– Solidification des alliages : <ul style="list-style-type: none"> <li>o ségrégation mineure ; homogénéisation ;</li> <li>o autres ségrégations (majeure, structurale...).</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S1AB19 – <u>TRANSFORMATIONS DE PHASES SOLIDES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Austénitisation :</li> <li>– Transformations de l'austénite en conditions isothermes après refroidissement : <ul style="list-style-type: none"> <li>o principe d'obtention des diagrammes TTT ;</li> <li>o cinétique de transformation ;</li> <li>o diagrammes TTT.</li> </ul> </li> <li>– Influence des éléments d'alliage sur l'allure des diagrammes TTT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Étudier le refroidissement d'un alliage binaire liquide dans les conditions d'équilibre dans les différents types de diagrammes mentionnés ci-contre.</li> <li>– Tracer ou/et utiliser un triangle de Tammann.</li> <li>– Connaître les lignes usuelles de transformations.</li> <li>– Maîtriser les règles de lecture des diagrammes.</li> <li>– Étudier le refroidissement d'un alliage liquide Fe-C dans les deux types de diagrammes.</li> <li>– Connaître les notations <math>A_1, A_2, A_3, A_{cm}</math>.</li> <li>– Définir les caractères gammagènes, alphagènes, carburigènes des éléments.</li> <li>– Décrire qualitativement ces phénomènes.</li> <li>– Décrire le phénomène de ségrégation mineure dans le seul cas d'un diagramme binaire à un fuseau. Connaître la notion de solidus fictif attaché à un alliage de composition donnée.</li> <li>– Connaître la relation définissant l'indice G de grosseur de grain par <math>N = 8 \times 2^G</math>.</li> <li>– Utiliser le paramètre d'austénitisation Pa.</li> <li>– Connaître le principe d'obtention des diagrammes TTT à partir de l'analyse dilatométrique.</li> <li>– Connaître la relation cinétique de Johnson-Mehl-Avrami.</li> <li>– Interpréter un diagramme TTT.</li> <li>– Connaître la relation de Koistinen-Marburger.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1AB19 – TRANSFORMATIONS DE PHASES SOLIDES (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Transformations de l'austénite en refroidissement continu :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o méthodes d'étude de ces transformations ;</li> <li>o nature des constituants ;</li> <li>o diagrammes TRC ;</li> <li>o notion de trempabilité. Facteurs influant sur la trempabilité.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître les constituants hors d'équilibre (de type perlitique, bainite, martensite).</li> <li>– Connaître la formule donnant la vitesse instantanée de refroidissement dans le diagramme TRC :                             <math display="block">v = \frac{1}{2,3t} \frac{2 - 1}{\log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)}</math> </li> <li>– Connaître les définitions des vitesses critiques de trempé bainitique et martensitique.</li> <li>– Interpréter un diagramme TRC.</li> </ul>

## S2 – PRATIQUES DE LABORATOIRE

### **OBJECTIF :**

- ⊕ Se familiariser à diverses techniques expérimentales.
- ⊕ Vérifier et valider des concepts.
- ⊕ Exprimer correctement des résultats de mesures en adéquation avec la précision de la méthode et du matériel utilisés.
- ⊕ Appréhender les méthodes de respect de l'environnement et les règles d'hygiène et de sécurité.

### **S2AB : Partie commune aux options A et B**

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S2AB1 - <u>THERMOMETRIE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Thermomètre à résistance de platine.</li> <li>– Thermistance C.T.N.</li>   <li>– Thermocouples.</li> </ul> <p><b>S2AB2 - <u>ELECTRICITE – ELECTRONIQUE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesures de résistances thermométriques.</li> <li>– Étude d'un thermomètre électronique.</li>   <li>– Régulation de température.</li> </ul> <p><b>S2AB3 – <u>CALORIMETRIE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesures de diverses grandeurs calorimétriques.</li> </ul> <p><b>S2AB4 – <u>OPTIQUE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Étude d'un microscope optique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vérifier ou établir les lois reliant la température à la grandeur physique associée au capteur.</li> <li>– Maîtriser la notion de temps de réponse d'un capteur.</li> <li>– Effectuer une correction de soudure froide lors de l'utilisation d'un thermocouple.</li>   <li>– Maîtriser différentes techniques de mesures de résistances (ohmmètres, ponts, etc.).</li> <li>– Illustrer la notion de chaîne électronique par la construction ou l'étude d'un thermomètre électronique.</li> <li>– Maîtriser la programmation d'un régulateur (régulation en tout ou rien, P., P.I , P.I.D , P+ CAS,).</li>   <li>– Mesurer des capacités thermiques massiques ou molaires de solides ou de liquides, des enthalpies de changements d'état physique ou de réactions chimiques.</li>   <li>– Mesurer un grandissement, un grossissement, une puissance, par la méthode de la chambre claire et/ou par utilisation de micromètres objectifs et oculaires.</li> <li>– Mesurer une ouverture numérique à l'aide d'un apertomètre.</li> </ul>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p><b>S2AB5 – <u>MECANIQUE DES FLUIDES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesures de masse volumique et de densité d'un solide ou d'un liquide.</li> <li>– Mesures de viscosité.</li> <li>– Mesures de tension superficielle.</li> </ul> <p><b>S2AB6 – <u>ANALYSE THERMIQUE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analyse thermique simple et/ou différentielle.</li> <li>– Analyse dilatométrique et/ou thermogravimétrique.</li> </ul> <p><b>S2AB7 – <u>PREPARATION DE SOLUTIONS TITREES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– À partir d'une substance solide ou liquide.</li> <li>– Réalisation de dilutions.</li> </ul> <p><b>S2AB8 – <u>DOSAGES VOLUMETRIQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Acido-basiques (utilisation d'indicateurs colorés).</li> <li>– Par précipitation.</li> <li>– Par complexation à l'E.D.T.A.</li> <li>– Par oxydo-réduction.</li> </ul> <p><b>S2AB9 – <u>METHODES CONDUCTIMETRIQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesures conductimétriques.</li> <li>– Dosages acido-basiques.</li> <li>– Dosages par précipitation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Appréhender diverses techniques de mesures de densités ou de masses volumiques.</li> <li>– Mesurer une viscosité cinématique et une viscosité dynamique. Vérifier la loi d'Andrade.</li> <li>– Maîtriser la technique de l'arrachement d'anneau pour la mesure d'une tension superficielle.</li> <li>– Vérifier et/ou appliquer les lois de Jurin et de Tate.</li> <li>– Appliquer le principe de la construction d'un diagramme d'équilibre de phases.</li> <li>– Construire et exploiter un triangle de Tammann.</li> <li>– Déterminer un coefficient d'expansion thermique.</li> <li>– Interpréter un dilatoigramme dans des situations simples.</li> <li>– Prendre en compte le taux de pureté dans le cas d'un solide commercial, la densité et le pourcentage massique dans le cas d'un liquide commercial lors de la confection d'une solution titrée.</li> </ul> <p><i>NB. Se limiter à des solutions acides ou basiques utilisées dans le domaine des traitements thermiques ou de surfaces.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Exploiter la méthode de Mohr et la méthode de Charpentier-Volhard.</li> <li>– Maîtriser le dosage de quelques ions métalliques ainsi que la détermination de la dureté totale d'une eau.</li> <li>– Exploiter les techniques de manganimétrie, iodométrie, chromimétrie, etc.</li> <li>– Mettre en œuvre un dosage direct, un dosage en retour, un dosage indirect ou par substitution.</li> <li>– Maîtriser l'usage d'un conductimètre. Mesurer une constante d'équilibre telle qu'une constante d'acidité, un produit de solubilité.</li> <li>– Doser des sulfates, analyser un bain de cuivrage acide, etc.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S2AB10 – <u>METHODES ELECTROCHIMIQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pH-métrie.</li> <li>– Potentiométrie (à courant nul).</li> <li>– Electrogravimétrie.</li> </ul> <p><b>S2AB11 – <u>SPECTROCOLORIMETRIE</u> :</b></p> <p><b>S2AB12 – <u>CINETIQUE CHIMIQUE</u> :</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Choisir et utiliser des électrodes diverses (Ag, Pt, ECS, ESM) pour des dosages par électroargentimétrie, oxydo-réduction, etc.</li> </ul> <p><i>NB. Se limiter au spectre visible ou au proche UV.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Établir une gamme d'étalonnage et utiliser cette gamme afin de réaliser un dosage.</li> <li>– Déterminer un coefficient d'extinction.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Étudier l'influence de facteurs cinétiques sur une vitesse de réaction (température, concentration d'un réactif, catalyseur).</li> <li>– Vérifier l'ordre d'une réaction d'ordre 1 ou 2.</li> <li>– Déterminer une constante de vitesse.</li> </ul>

## S3 : SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

### **OBJECTIFS :**

- ⊕ Posséder les bases nécessaires à la compréhension des techniques et appareillages mis en œuvre dans le domaine des traitements des matériaux.
- ⊕ Maîtriser l'hygiène, la sécurité, la protection de l'environnement et leur contexte réglementaire.

### **S3AB – Partie commune aux options A et B**

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3AB1 – <u>DESIGNATION DES ALLIAGES INDUSTRIELS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aciers de construction ne subissant pas de traitement thermique (Aciers S et E uniquement).</li> <li>– Aciers non alliés aptes aux traitements thermiques.</li> <li>– Aciers faiblement alliés.</li> <li>– Aciers fortement alliés.</li> <li>– Aciers à outils.</li> <li>– Fontes blanches et fontes grises.</li> <li>– Alliages d'aluminium de fonderie et de corroyage.</li> <li>– Alliages de cuivre.</li> <li>– Autres alliages non ferreux. (*)</li> </ul> <p><b>S3AB2 – <u>ESSAIS MECANQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Généralités.</li> <li>– Essais de dureté (Vickers, Brinell et Rockwell (B et C)).</li> <li>– Essai de traction.</li> </ul>	<p><u>Pour l'ensemble des alliages</u> (sauf *) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Coder et décoder la désignation d'un matériau métallique suivant les normes en vigueur .</li> <li>– Établir la correspondance entre les normes anciennes et les normes en vigueur pour les aciers et les fontes.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir les différents types d'essais mécaniques.</li> <li>– Décrire le principe des différents essais.</li> <li>– Justifier les relations donnant l'expression de la dureté (HV et HB).</li> <li>– Exploiter ces relations dans le respect des normes en vigueur.</li> <li>– Exprimer les résultats sous leur forme normalisée.</li> <li>– Transposer une dureté grâce aux tableaux de correspondance.</li> <li>– Décrire le principe de l'essai de traction.</li> <li>– Décrire les formes et dimensions des éprouvettes.</li> <li>– Définir les différents domaines d'un graphe type de traction Charge = f (allongement entre repères).</li> <li>– Exploiter les courbes en vue de déterminer <math>Re_H</math>, <math>Re_L</math>, <math>Rp_{0,2}</math>, <math>R_m</math>, <math>A\%</math>, <math>Z\%</math> et <math>E</math>.</li> <li>– Exploiter une courbe conventionnelle de traction.</li> <li>– Exploiter les relations entre <math>R_m</math> et <math>H</math>.</li> </ul>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p><b>S3AB2 – <u>ESSAIS MECANIQUE (SUITE)</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Essai de flexion par chocs (KU et KV).</li> </ul> <p><b>S3AB3 – <u>PHENOMENES D'ELASTICITE, PLASTICITE ET RUPTURE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définition.</li> <li>– Élasticité.</li> <li>– Consolidation.</li> <li>– Rupture.</li> </ul> <p><b>S3AB4 – <u>PROCEDES D'OBTENTION DES PRODUITS SEMI-FINIS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Élaboration de l'acier.</li> <li>– Coulée continue.</li> <li>– Coulée en lingotière.</li> <li>– Caractères du métal solidifié.</li> <li>– Produits métallurgiques obtenus par laminage à chaud ou à froid.</li> <li>– Produits divers obtenus par filage, étirage et tréfilage.</li> <li>– Produits mis en forme par : <ul style="list-style-type: none"> <li>o déformation à chaud : forgeage, estampage et matriçage ;</li> <li>o déformation à froid : extrusion, emboutissage et pliage ;</li> <li>o coupe : usinage, découpage, poinçonnage et cisailage ;</li> <li>o assemblage : soudage, brasage et collage ;</li> <li>o moulage et frittage.</li> </ul> </li> <li>– Produits obtenus par d'autres techniques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire le principe de l'essai de flexion par chocs.</li> <li>– Décrire les formes et dimensions des éprouvettes.</li> <li>– Exprimer les résultats suivant la norme en vigueur ou sous la forme <math>K = Eab (J) / S</math> rompue (cm<sup>2</sup>).</li> <li>– Exploiter une courbe de transition.</li> <li>– Déterminer le TK35</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire un monocristal, un polycristal mono-phasé et/ou polyphasé.</li> <li>– Décrire le phénomène de la déformation élastique d'un matériau métallique.</li> <li>– Décrire le principe de la consolidation par écrouissage.</li> <li>– Décrire les phénomènes de rupture fragile et de rupture ductile.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Citer les différentes étapes de l'élaboration de l'acier.</li> <li>– Décrire le principe de la coulée continue et de la coulée en lingotière.</li> <li>– Définir les principaux défauts liés à la coulée des métaux.</li> <li>– Décrire les étapes d'obtention des produits longs et des produits plats.</li> </ul> <p>  </p> <p><u>Pour l'ensemble</u> : Décrire les procédés.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Citer d'autres techniques.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3AB5 – <u>DIAGRAMME Fe-Fe<sub>3</sub>C</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Présentation générale du diagramme.</li> <li>– Refroidissement lent d'un acier hypoeutectoïde à partir de l'état austénitique homogène.</li> <li>– Refroidissement lent d'un acier hypereutectoïde à partir de l'état austénitique homogène.</li> <li>– Points de transformation fondamentaux.</li> </ul> <p><b>S3AB6 – <u>TRAITEMENTS THERMIQUES DANS LA MASSE DES ACIERS DE CONSTRUCTION NON ALLIES ET FAIBLEMENT ALLIES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Représentation schématique d'un cycle thermique.</li> <li>– Influence de l'effet de masse sur le cycle thermique théorique.</li> <li>– Traitement de durcissement par trempe (Cycle thermique, paramètres d'austénitisation, modes de refroidissement et caractéristiques mécaniques obtenues).</li> <li>– Revenu après durcissement par trempe (phénomènes métallurgiques, cycle thermique, influence de la température sur les caractéristiques mécaniques).</li> <li>– Recuits complets, d'homogénéisation, de régénération, de normalisation, de globulisation, de détente (Cycles thermiques, influences sur les caractéristiques mécaniques).</li> <li>– Recuit d'adoucissement ou revenu haute température.</li> <li>– Recuit de restauration et recuit de recristallisation.</li> <li>– Austénite résiduelle (Influence, modes de transformation).</li> </ul> <p><b>S3AB7 – <u>COURBES DE TRANSFORMATION</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Notions de trempabilité : essai Jominy.</li> <li>– Diagramme TRC : <ul style="list-style-type: none"> <li>o aspect, corrélations phases / constituants / caractéristiques mécaniques, influence des éléments d'addition et de la taille de grain, courbes de refroidissement.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire le diagramme et ses paramètres fondamentaux.</li> <li>– Établir les corrélations entre les phases et les constituants et appliquer la règle des segments inverses.</li> <li>– Établir les corrélations entre les phases et les constituants et appliquer la règle des segments inverses.</li> <li>– Définir les points de transformation dont la connaissance est nécessaire pour l'étude des traitements thermiques.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire les différentes étapes d'un cycle thermique.</li> <li>– Connaître l'influence de l'effet de masse sur un cycle thermique théorique.</li> <li>– Décrire un traitement de durcissement par trempe.</li> <li>– Décrire un traitement de revenu et les phénomènes métallurgiques correspondants.</li> <li>– Choisir une température de revenu en vue de l'obtention de caractéristiques mécaniques définies.</li> <li>– Définir les différents recuits.</li> <li>– Définir ce recuit.</li> <li>– Définir ces recuits.</li> <li>– Définir l'influence de l'austénite résiduelle et ses modes de transformations.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– -Exploiter une courbe Jominy.</li> <li>– Exploiter un diagramme TRC en tenant compte des paramètres ci-contre.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3AB7 – COURBES DE TRANSFORMATION (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diagramme TTT : <ul style="list-style-type: none"> <li>o aspect, corrélations phases / constituants / caractéristiques mécaniques, influence des éléments d'addition et de la taille de grain.</li> </ul> </li> <li>– Traitements isothermes : <ul style="list-style-type: none"> <li>o recuit, trempe étagée martensitique, trempe étagée bainitique, trempe étagée mixte, austénitiformage.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3AB8 – ALLIAGES D'ALUMINIUM DE CORROYAGE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Généralités et propriétés technologiques.</li> <li>– Alliages sans durcissement structural.</li> <li>– Alliages avec durcissement structural (Cas de l'AlCu4Mg).</li> </ul> <p><b>S3AB9 – TRAITEMENTS SUPERFICIELS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Traitement de durcissement après chauffage superficiel : principe, buts, techniques utilisées, aciers utilisés et exemples d'application.</li> <li>– Traitements thermochimiques de diffusion : <ul style="list-style-type: none"> <li>o cémentation ;</li> <li>o carbonitruration ;</li> <li>o nitruration.</li> </ul> <p><u>Pour les 3 traitements</u> : principe, buts, techniques utilisées, traitements thermiques associés, mesures conventionnelles de profondeur, aciers utilisés et exemples d'application.</p> </li> <li>– Traitements mécaniques : <ul style="list-style-type: none"> <li>o grenailage de pré-contrainte, galetage, impulsion laser.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3AB10 – PREPARATION DES SURFACES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décapage : <ul style="list-style-type: none"> <li>o chimique ;</li> <li>o électrolytique ;</li> <li>o mécanique ;</li> <li>o autres.</li> </ul> </li> <li>– Dégraissage : <ul style="list-style-type: none"> <li>o chimique (solvants, solutions aqueuses) ;</li> <li>o électrolytique.</li> </ul> </li> <li>– Polissage : <ul style="list-style-type: none"> <li>o chimique ;</li> <li>o électrolytique ;</li> <li>o mécanique ;</li> <li>o mécano-chimique.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exploiter un diagramme TTT en tenant compte des paramètres ci-contre.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Citer les propriétés générales des alliages d'aluminium.</li> <li>– Décrire le durcissement structural d'un AlCu4Mg, la maturation et le revenu.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Citer les traitements de durcissement après chauffage superficiel.</li> <li>– Citer leurs principes et leurs buts.</li> <li>– Citer les différents traitements thermochimiques.</li>   <li>– Citer leurs principes et leurs buts.</li>   <li>– Décrire les principes et les effets des traitements mécaniques.</li> </ul> <p><u>Pour l'ensemble</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire les modes d'action des principaux procédés de préparation des surfaces.</li> <li>– Définir les conditions de mise en œuvre.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3AB11 – <u>PROCEDES DE TRAITEMENTS ET REVETEMENTS DE SURFACES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Revêtements par voie humide et/ou liquide :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o électrolytiques ;</li> <li>o chimiques ;</li> <li>o au trempé (ou immersion en métal fondu) ;</li> <li>o peintures et revêtements organiques ;</li> <li>o autres : revêtements avec liant minéral (émail, dépôts lamellaires...).</li> </ul> </li> <li>– Revêtements par voie sèche :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o projection thermique ;</li> <li>o dépôts chimiques en phase vapeur ;</li> <li>o dépôts physiques en phase vapeur ;</li> <li>o peintures et revêtements organiques.</li> </ul> </li> <li>– Traitements de conversion :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o électrolytiques ;</li> <li>o chimiques.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3AB12 – <u>DESIGNATION NORMALISEE DES PROCEDES</u></b></p> <p><b>S3AB13 – <u>GAMMES DE TRAITEMENTS ET REVETEMENTS DE SURFACES</u></b></p> <p><b>S3AB14 – <u>GESTION DE LA PRODUCTION</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Organisation temporelle d'une production.</li> <li>– Organisation spatiale d'une production.</li> <li>– Gestion de production par la demande et par la prévision commerciale.</li> </ul>	<p><u>Pour l'ensemble</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire le principe des différents procédés de traitements et revêtements de surfaces.</li> <li>– Coder ou décoder la désignation d'un traitement ou revêtement de surface suivant les normes en vigueur.</li> <li>– Calculer un temps de traitement en utilisant la loi de Faraday et calculer le rendement cathodique.</li> <li>– Établir une gamme de zingage sur acier en tenant compte du risque de fragilisation par l'hydrogène.</li> <li>– Établir une gamme de phosphatation d'un acier.</li> <li>– Établir une gamme d'anodisation sulfurique sur alliage d'aluminium.</li> <li>– Citer le principe des traitements par immersion dans des métaux en fusion.</li> <li>– Établir une gamme de revêtement par peinture.</li> <li>– Planifier une production en intégrant toutes les contraintes (production en cours, maintenance préventive, etc.) par la méthode de Gantt.</li> <li>– Représenter un flux matière à partir d'une implantation et d'une gamme de traitement.</li> <li>– Citer le principe de fonctionnement de la méthode Kanban et MRP.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3AB15 – <u>QUALITE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Définitions.</li><li>– Contrôles.</li><li>– Gestion des non-conformités.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Donner les définitions de la qualité suivant les normes en vigueur.</li><li>– Expliquer le rôle d'un contrôle intégré en production et d'un contrôle de réception.</li><li>– Décrire une démarche de gestion des non-conformités.</li><li>– Identifier les causes possibles de non-conformités à l'aide d'un diagramme Causes-effet (méthode des 5 M).</li><li>– Classer les causes de non-conformités par fréquence d'apparition.</li><li>– Identifier les causes les plus influentes.</li></ul>

## S4 : MISE EN ŒUVRE DES PROCÉDÉS

### OBJECTIFS :

- ⊕ Constituer un champ d'études et de découvertes des techniques appliquées aux traitements des matériaux.
- ⊕ Maîtriser l'hygiène, la sécurité, la protection de l'environnement et leur contexte réglementaire.

### S4AB : Partie commune aux options A et B

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S4AB1 – <u>MAITRISE DES MATERIELS</u> :</b></p> <p><b>S4AB2 – <u>MICROSCOPIE OPTIQUE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Comparaison entre le grossissement commercial et le grossissement réel.</li> <li>– Mesure d'épaisseurs de dépôts.</li> </ul> <p><b>S4AB3 – <u>MICROSCOPIE ELECTRONIQUE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Initiation au Microscope électronique à balayage (MEB).</li> </ul> <p><b>S4AB4 – <u>ESSAIS MECANIQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Essai de traction conventionnel.</li> <li>– Essais de dureté (HB, HV, HR (B et C)).</li> <li>– Essai de microdureté Vickers.</li> <li>– Essai de flexion par chocs (résilience).</li> </ul> <p><b>S4AB5 – <u>PRELEVEMENT ET PREPARATION DES ECHANTILLONS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prélèvement d'échantillons dans un produit déterminé.</li> <li>– Polissage macrographique.</li> <li>– Polissage micrographique.</li> <li>– Attaques macrographiques.</li> <li>– Attaques micrographiques.</li> </ul> <p><b>S4AB6 – <u>PRISE DE VUE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Négatif et positif.</li> <li>– Polaroid et cliché à l'imprimante thermique.</li> </ul> <p><b>S4AB7 – <u>RECEPTION D'UN ACIER DE CONSTRUCTION</u></b></p> <p><b>S4AB8 – <u>MESURE DE LA GROSSEUR DE GRAIN</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre les matériels.</li> <li>– Comparer le grossissement commercial et le grossissement réel d'un microscope optique.</li> <li>– Mesurer une épaisseur de dépôt en utilisant un microscope optique.</li> <li>– Citer les particularités de cet outil.</li> <li>– Comparer ses performances à celles d'un microscope optique.</li> </ul> <p><u>Pour l'ensemble :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre les matériels pour réaliser les modes opératoires et les essais.</li> <li>– Exploiter les résultats.</li> <li>– Exprimer les résultats sous leur forme normalisée.</li> <li>– Prélever un échantillon sans détériorer ses caractéristiques en fonction du but recherché.</li> <li>– Maîtriser les techniques d'enrobage à chaud et d'enrobage à froid.</li> <li>– Maîtriser les techniques de polissage mécanique associés à la macrographie et à la micrographie.</li> <li>– Maîtriser des techniques d'attaques macrographiques et micrographiques.</li> <li>– Maîtriser des techniques de prise de vue.</li> <li>– Réceptionner un acier de construction</li> <li>– Maîtriser une technique de mesure de la grosseur de grain.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S4AB9 – <u>ÉTUDE DE LA DECARBURATION</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Déterminer une profondeur de décarburation.</li> </ul>
<p><b>S4AB10 – <u>ÉTUDE DE LA TREMPE DES ACIERS DE CONSTRUCTION</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Étude des aciers de construction à l'<u>état brut de réception</u> (influence du pourcentage de carbone et des éléments d'addition sur les structures micrographiques).</li> <li>– Influence de la température d'austénitisation.</li> <li>– Influence du fluide de refroidissement.</li> <li>– Influence du pourcentage de carbone.</li>   <li>– Influence des éléments d'addition.</li>   <li>– Essai Jominy.</li> <li>– Essais sur ronds.</li> <li>– Exploitation d'un diagramme TRC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Différencier les différents états de réception des aciers de construction en tenant compte de l'histoire thermique de ceux-ci.</li>   <li>– Maîtriser les paramètres d'austénitisation.</li> <li>– Maîtriser l'influence du pourcentage de carbone sur les caractéristiques mécaniques des aciers après trempe.</li> <li>– Différencier les influences des éléments d'addition en utilisant les courbes TRC.</li> <li>– Maîtriser des outils (essai Jominy et essais sur ronds) pour la détermination de la trempabilité.</li> <li>– Établir les corrélations entre l'utilisation de différents fluides de trempe, les caractéristiques mécaniques obtenues et les structures micrographiques.</li> </ul>
<p><b>S4AB11 – <u>ÉTUDE DU REVENU DES ACIERS DE CONSTRUCTION</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Structures et caractéristiques mécaniques.</li> <li>– Revenus équivalents.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maîtriser les corrélations entre les structures métallographiques et les caractéristiques mécaniques (H, Rm, Re, A% et Z%).</li> </ul>
<p><b>S4AB12 – <u>ÉTUDES DES RECUITS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Étude du recuit de normalisation.</li> <li>– Étude de la surchauffe et de la régénération.</li> <li>– Étude de l'écrouissage et de la recristallisation.</li> </ul>	<p><u>Pour l'ensemble :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Maîtriser les paramètres de traitements et les corrélations entre les caractéristiques mécaniques et les structures métallographiques.</li> </ul>
<p><b>S4AB13 – <u>ÉTUDE DES TRAITEMENTS ISOTHERMES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Recuit, trempe étagée martensitique, trempe mixte et trempe bainitique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Établir les relations entre les caractéristiques mécaniques et les structures micrographiques pour les différents traitements.</li> </ul>
<p><b>S4AB14 – <u>ÉTUDE DES STRUCTURES TYPES D'ALLIAGES NON FERREUX</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interpréter quelques structures micrographiques types autres que les produits ferreux.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S4AB15 – <u>REALISATION DE TRAITEMENTS ET REVETEMENTS DE SURFACES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zingage électrolytique.</li>   <li>– Anodisation sulfurique.</li>   <li>– Phosphatation.</li>   <li>– Revêtements organiques.</li> </ul> <p><b>S4AB16 – <u>ÉTUDE DES ELECTROLYTES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Étude de l'influence des constituants d'un bain.</li>   <li>– Étude de l'influence des additifs dans un bain.</li>   <li>– Étude du rendement d'un bain.</li>   <li>– Étude de la répartition primaire du courant.</li>   <li>– Étude du pouvoir de pénétration d'un bain</li> </ul> <p><b>S4AB17 – <u>CONTROLES DES TRAITEMENTS ET REVETEMENTS DE SURFACES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesure d'épaisseurs.</li>   <li>– Contrôles de revêtements organiques.</li> </ul> <p><b>S4AB18 – <u>POLISSAGE CHIMIQUE ET ELECTROLYTIQUE</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser un traitement de zingage sur acier en tenant compte du risque de fragilisation par l'hydrogène du substrat.</li> <li>– Réaliser un traitement de zingage sur un lot.</li> <li>– Concevoir un support pour le traitement du lot.</li> <li>– Réaliser un traitement d'anodisation sulfurique.</li> <li>– Identifier l'influence des facteurs principaux (durée, température,...).</li> <li>– Réaliser un traitement de phosphatation, contrôler un poids de couche.</li> <li>– Identifier l'influence des paramètres de traitement.</li> <li>– Mettre en œuvre un procédé de revêtement organique.</li>   <li>– Identifier l'influence des constituants et de la variation de leur concentration dans un bain.</li> <li>– Identifier l'influence des additifs et de la variation de leur concentration dans un bain de zingage.</li> <li>– Appliquer la loi de Faraday, mesurer le rendement d'un bain.</li> <li>– Identifier le rôle des principaux paramètres (types de bain, ddc, etc.).</li> <li>– Prévoir l'influence de la morphologie d'un pièce sur la répartition primaire de courant.</li> <li>– Donner la définition d'une équipotentielle, d'une équiflux.</li> <li>– Identifier l'influence des principaux paramètres sur le pouvoir de pénétration d'un bain.</li>   <li>– Mettre en œuvre des procédés de mesures d'épaisseurs.</li> <li>– Choisir un procédé en fonction du type de traitement et du substrat.</li> <li>– Contrôler l'adhérence d'un revêtement organique.</li> <li>– Identifier les limites des procédés utilisés.</li>   <li>– Mettre en œuvre des procédés de brillantage et de polissage.</li> <li>– Tracer une courbe de polissage.</li> <li>– Régler le système pour le situer dans la zone de polissage optimale.</li> </ul>

**B.T.S. "TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"**

**OPTION A : "TRAITEMENTS THERMIQUES"**

**Savoirs scientifiques  
et technologiques associés  
spécifique à l'option A**

**S1A : Sciences physiques appliquées**

**S2A : Pratiques de laboratoire**

**S3A : Sciences et techniques industrielles (STI)**

**S4A : Mise en œuvre des procédés**

**Sciences physiques appliquées**  
**S1A : Partie spécifique à l'option A :**

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S1A1 – ELECTROMAGNETISME :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Electrostatique ; électrocinétique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o champ électrique <b>E</b> ; potentiel électrique V ;</li> <li>o condensateurs : relation charge – tension ; capacité ; énergie emmagasinée.</li> </ul> </li> <li>– Circuits électriques ; loi des nœuds ; loi des mailles. Résistance et résistivité. Loi d'Ohm.</li> <li>– Électromoteurs linéaires. Circuits actifs linéaires.</li> <li>– Puissance et énergie électriques. Loi de Joule.</li> <li>– Magnétisme ; milieux aimantés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o vecteur champ magnétique <b>B</b> ; champs créés par des courants. Vecteur excitation magnétique <b>H</b> ;</li> <li>o action d'un champ magnétique sur un élément de courant, sur une particule en mouvement ;</li> <li>o diamagnétisme ; paramagnétisme ; ferromagnétisme ; point de Curie ;</li> <li>o aimantation du fer et de l'acier ; cycle d'hystérésis ;</li> <li>o champ rémanent et excitation coercitive.</li> </ul> </li> <li>– Faisceaux d'électrons et microscopie électronique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o canon à électrons ; lentilles électromagnétiques.</li> </ul> </li> <li>– Onde associée à une particule : relation de De Broglie.</li> <li>– Domaine classique et domaine relativiste.</li> <li>– Description sommaire du microscope électronique à balayage (MEB) et du microscope électronique à transmission (MET).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître la relation <math>q_A = C(V_A - V_B)</math> ainsi que l'expression de la capacité C d'un condensateur plan : <math>C = \frac{S}{e \cdot r}</math>.</li> <li>– Mettre en œuvre les techniques d'analyse des circuits électriques afin de comprendre le principe de différentes méthodes utilisées en mesures physiques.</li> <li>– Connaître quelques applications d'un pont de Wheatstone en léger déséquilibre (détecteur de type catharomètre en chromatographie ; pont d'extensométrie ; etc.).</li> <li>– Connaître les applications au chauffage.</li> <li>– Connaître des sources de champ magnétique uniforme (bobines de Helmholtz, etc.).</li> <li>– Énoncer les lois de Laplace et de Lorentz.</li> <li>– Définir les vecteurs moment magnétique <b>M</b> et intensité d'aimantation <b>J</b> d'un matériau ainsi que la susceptibilité magnétique et la perméabilité magnétique relative <math>\mu_R</math>.</li> <li>– Énoncer et appliquer le théorème d'Ampère.</li> <li>– Connaître la relation de définition de la réluctance d'une portion de circuit magnétique.</li> <li>– Connaître le principe de la déviation d'un faisceau homocinéétique d'électrons traversant un champ électrique ou magnétique uniforme.</li> <li>– Connaître la relation <math>\lambda = h/p</math> et savoir que les longueurs d'onde obtenues par rapport à celles de la lumière visible permettent d'augmenter le pouvoir séparateur.</li> </ul>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p><b>S1A1 – ELECTROMAGNETISME (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Induction électromagnétique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o flux du champ magnétique.</li> <li>o Induction électromagnétique : lois de Lenz et de Faraday ;</li> <li>o auto-induction. Inductance d'une bobine longue ;</li> <li>o courants de Foucault ;</li> <li>o courants induits de haute fréquence. Effet de peau.</li> </ul> </li> <li>– Régimes variables ; régime sinusoïdal :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o grandeurs relatives aux courants périodiques ;</li> <li>o cas particulier du régime sinusoïdal : intensité et tension efficaces ; impédance ; déphasage tension – courant ; puissance moyenne ; facteur de puissance.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S1A2 – OPTIQUE – SPECTROSCOPIE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– La lumière :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Aspects ondulatoire et corpusculaire. Lumière complexe et lumière monochromatique.</li> </ul> </li> <li>– Domaines spectraux (UV, visible, IR).</li> <li>– Dispersion de la lumière par un prisme, par un réseau.</li> <li>– Spectrocolorimétrie en solution aqueuse :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o absorbance ; transmittance ;</li> <li>o loi de Beer –Lambert.</li> </ul> </li> <li>– Spectrométrie atomique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Spectres d'émission ; d'absorption.</li> <li>o Absorption atomique ; photométrie de flamme.</li> </ul> </li> <li>– Les lasers :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o propriétés du faisceau laser ;</li> <li>o applications diverses.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître la définition du flux d'un champ uniforme à travers une surface plane.</li> <li>– Énoncer les lois de Lenz et de Faraday.</li> <li>– Établir la relation donnant l'inductance d'une bobine longue.</li> <li>– Connaître la formule donnant l'épaisseur de peau.</li> <li>– Prendre en compte la dépendance de cette épaisseur vis-à-vis de la température et de la fréquence.</li> <li>– Définir les notions de fréquence, période, valeur moyenne, valeur efficace.</li> <li>– Citer les relations importantes sans les démontrer.</li> </ul> <p><i>NB. Se limiter au domaine monophasé.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Traiter le problème du relèvement du facteur de puissance.</li> <li>– Savoir que les deux aspects (dualité photon-onde) sont indissociables. Citer quelques phénomènes illustrant les deux aspects.</li> <li>– Mémoriser les limites 0,4 µm et 0,8 µm du spectre visible.</li> <li>– Connaître les formules du prisme et la formule de Cauchy traduisant la variation de l'indice de réfraction avec la longueur d'onde de la lumière.</li> <li>– Définir le pas <math>a</math> du réseau.</li> <li>– Définir l'ordre du spectre.</li> <li>– Savoir que le pouvoir dispersif du réseau est plus élevé que celui du prisme</li> <li>– Définir l'absorbance et la transmittance.</li> <li>– Établir la loi de Beer-Lambert à partir de :  <math>dI = -kI C dx</math> ; connaître ses conditions de validité</li> <li>– Connaître les notions de spectres continus et de spectres de raies.</li> <li>– Décrire sommairement le principe d'un spectromètre d'absorption atomique ou d'un photomètre de flamme.</li> <li>– Connaître les caractéristiques du rayonnement émis (directivité, durée, finesse spectrale, puissance) ainsi que différents types de lasers ; citer des applications en métallurgie.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S1A3 – <u>CRISTALLOGRAPHIE ET RADIOCRISTALLOGRAPHIE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Structure cristalline des métaux.</li> <li>– Les rayons X.</li> <li>– Diffraction des rayons X.</li> <li>– Méthode des poudres de Debye-Scherrer.</li> </ul> <p><b>S1A4 – <u>DEFORMATION PLASTIQUE DES MATERIAUX</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Élasticité des solides.</li> <li>– Déformation plastique des solides cristallins : <ul style="list-style-type: none"> <li>o systèmes de glissement ;</li> <li>o loi de Schmid et Boas ;</li> <li>o dislocations et déformation plastique ;</li> </ul> </li> <li>• déplacement, déformation, multiplication des dislocations (Source de Frank– Read).</li> <li>– Modes de déformation à froid.</li> <li>– Viscoélasticité –Viscoplasticité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se limiter aux systèmes cubiques CC et CFC.</li> <li>– Définir les indices de Miller des directions et plans cristallographiques ; les familles de directions et de plans équivalents ; la distance interréticulaire ; les relations d'orthogonalité et de parallélisme d'une direction et d'un plan.</li> <li>– Définir la nature des rayons X et décrire leur production.</li> <li>– Énoncer la loi d'absorption des RX par la matière. Décrire les spectres d'absorption et spectres d'émission.</li> <li>– Formuler la relation de Bragg.</li> <li>– Connaître le principe de la détermination des caractéristiques du réseau cristallin étudié (forme et dimensions de la maille) dans le cas d'un réseau cubique.</li> <li>– Connaître, dans le cas d'un solide homogène et isotrope, les trois déformations simples : traction uniaxiale, cisaillement simple et compression uniforme.</li> <li>– Définir les modules de Young, de Coulomb et de compressibilité volumique. Connaître la relation entre ces trois modules.</li> <li>– Donner l'allure d'une courbe de traction conventionnelle et/ou rationnelle.</li> <li>– Décrire les paramètres influant sur la limite d'élasticité.</li> <li>– Définir un système de glissement.</li> <li>– Définir le facteur de Schmid.</li> <li>– Connaître les différents types de dislocations. Définir la densité des lignes de dislocations ainsi que l'énergie linéique emmagasinée par les dislocations.</li> <li>– Expliquer le mécanisme de Frank – Read qui permet d'interpréter le phénomène de multiplication des dislocations.</li> <li>– Citer le glissement simple, le glissement dévié et le maillage.</li> <li>– Représenter la courbe de réponse en déformation à une contrainte de type créneau afin de présenter ces deux phénomènes.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1A4 – <u>DEFORMATION PLASTIQUE DES MATERIAUX (SUITE) :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fluage :</li> </ul> <p><b>S1A5 – <u>DIFFUSION A L'ETAT SOLIDE :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Différents modes de diffusion : Autodiffusion, hétérodiffusion, interdiffusion.</li> <li>– Mécanismes de diffusion.</li>   <li>– Lois de Fick.</li>   <li>– Solutions de la deuxième loi de Fick dans quelques situations simples.</li>   <li>– Interdiffusion ; effet Kirkendall.</li>   <p><b>S1A6 – <u>TRANSFORMATIONS DE PHASES SOLIDES :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Transformations eutectoïdes.</li>   <li>– Transformations martensitiques.</li> <li>– Recristallisation d'un alliage écroui.</li> <li>– Précipitation et durcissement structural.</li> </ul> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir le phénomène de fluage et représenter les courbes schématiques <math>\epsilon = f(t)</math> reliant la déformation au temps, à température et contrainte constantes, dans le cas des métaux et alliages.</li> <li>– Connaître les divers modes (primaire, secondaire, tertiaire).</li>   <li>– Définir ces différents modes.</li> <li>– Décrire les mécanismes lacunaires, interstitiels et les courts-circuits de diffusion. Dans le cas du mécanisme lacunaire, formuler la loi de type Arrhénius qui décrit l'influence de la température sur le coefficient D de diffusion.</li> <li>– Formuler les deux lois de Fick dans le cas d'une diffusion unidirectionnelle. Connaître les conditions de validité.</li> </ul> <p><i>NB. Dans toutes les situations simples envisagées, le coefficient de diffusion D est constant.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître la solution relative au cas d'une concentration maintenue constante en surface.</li> <li>– Décrire l'effet Kirkendall ; connaître le principe de la détermination du coefficient de diffusion chimique par la méthode de Matano.</li>   <p><i>NB. Se limiter au cas de l'eutectoïde du diagramme d'équilibre fer – carbone.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Expliquer le mécanisme de formation de la perlite dans le cas d'un alliage eutectoïde.</li> <li>– Connaître les principales caractéristiques des transformations martensitiques.</li> <li>– Connaître les différentes étapes : restauration, recristallisation, croissance des grains.</li> <li>– Connaître l'exemple du duralumin.</li> </ul> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1A7 - TRANSFERTS THERMIQUES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conduction :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o flux et densité de flux thermique ; conductivité thermique ; loi de Fourier ; puissance thermique volumique ; diffusivité thermique ;</li> <li>o équation de la chaleur.</li> </ul> </li> <li>- Convection :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o convection naturelle et convection forcée ; notion de couche limite thermique ;</li> <li>o coefficient de convection ; loi de Newton ;</li> <li>o nombres de Nusselt, de Prandlt, de Grashof, de Reynolds ;</li> <li>o applications.</li> </ul> </li> <li>- Rayonnement thermique :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o nature du rayonnement thermique ;</li> <li>o notion d'angle solide.</li> <li>o Grandeurs (énergétiques et spectrales) associées aux sources de rayonnement : flux, intensité, luminance, exitance.                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- éclairage d'un récepteur ;</li> <li>- le corps noir : concept et définition ;</li> <li>- lois de Planck, de Wien, de Stefan ;</li> <li>- corps opaques non noirs.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- Applications diverses :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o transfert thermique le long d'une barre métallique semi-infinie ;</li> <li>o drasticité d'un fluide de trempé.</li> </ul> </li> <li>- Pyrométrie optique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir la grandeur diffusivité et montrer qu'elle possède la même dimension que le coefficient de diffusion.</li> <li>- Résoudre cette équation dans quelques cas simples avec ou sans production d'énergie thermique.</li> <li>- Formuler la loi de Newton.               <p style="text-align: center;"><i>NB. L'expression littérale de ces nombres adimensionnels n'est pas exigible.</i></p> </li> <li>- Définir la nature du rayonnement thermique.</li> <li>- Définir l'angle solide d'un cône élémentaire. Connaître l'unité d'angle solide (stéradian).</li> <li>- Formuler chacune de ces grandeurs et donner les unités SI correspondantes.</li> <li>- Définir un corps noir.</li> <li>- Formuler les lois de Wien, de Stefan.</li> <li>- Définir l'absorptivité et l'émissivité. Savoir que dans le cas des corps gris ces grandeurs sont égales et indépendantes de la longueur d'onde.</li> <li>- Connaître les trois phases (caléfaction, ébullition, convection) observables sur les courbes de refroidissement d'un échantillon métallique chaud plongé dans un fluide froid.</li> <li>- Citer quelques exemples de pyromètres optiques (à disparition de filament, monochromatique, à radiation totale, etc.).</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1A8 – <u>CHAUFFAGE SUPERFICIEL AVANT TREMPE:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Chauffage par induction :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o principe et objectifs ;</li> <li>o effet de peau et fréquence du courant ;</li> <li>o puissance surfacique transmise à la pièce ;</li> <li>o notion de rendement optimal ;</li> </ul> </li> <li>o notions sommaires relatives aux convertisseurs de fréquence ;</li> <li>o transfert thermique dans la pièce ; épaisseur chauffée ; épaisseur trempée.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Chauffage au chalumeau.</li> <li>– Chauffage par torche de plasma.</li> <li>– Chauffage par faisceau d'électrons.</li> <li>– Chauffage par laser.</li> </ul> <p><b>S1A9 – <u>LE VIDE :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Catégories de vide.</li> <li>– Unités de pressions.</li> <li>– Applications du vide.</li> <li>– Propriétés de l'état gazeux aux basses pressions.</li> <li>– Production du vide.</li> <li>– Mesure des basses pressions.</li> </ul> <p><b>S1A10 – <u>TRAITEMENTS THERMOCHIMIQUES :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cémentation :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o généralités : définition et objectifs. Divers modes de cémentation ;</li> <li>o profil de la concentration en carbone depuis la surface ;</li> <li>o profondeur de cémentation ;</li> <li>o cémentation gazeuse : équilibres chimiques mis en œuvre ;</li> <li>o notion de potentiel carbone.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître le principe du chauffage en liaison avec la partie induction électromagnétique.</li> <li>– Connaître l'importance du rendement et celle du couplage inducteur – pièce.</li> <li>– Donner des explications sommaires sur les convertisseurs de fréquence.</li> <li>– Connaître les solutions analytiques dans le seul cas d'une conduction unidirectionnelle dans une pièce assimilée à un demi - espace infini de frontière plane.</li> <li>– Pour chacun des cas ci-contre, donner une explication sommaire du principe de fonctionnement.</li> <li>– Citer le vide primaire (grosier, moyen), le vide secondaire (poussé, ultravide).</li> <li>– Utiliser et convertir les unités de pressions légales et pratiques.</li> <li>– Énoncer des applications du vide en relation avec la spécialité (métallurgie, traitements et dépôts sous vide).</li> <li>– Définir quelques propriétés (libre parcours moyen, régimes d'écoulement, décharges électriques sous faibles pressions, interactions avec les surfaces, etc.).</li> <li>– Citer différentes catégories de pompes à vide (volumétriques, à entraînement, à condensation).</li> <li>– Connaître le principe sommaire de quelques manomètres (de MacLeod, de Pirani, à bille tournante en lévitation...).</li> <li>– Connaître les divers procédés (en caisse, en bains de sels, gazeuse, basse pression, ionique).</li> <li>– Citer la solution simplifiée donnant la variation de la concentration en carbone depuis la surface en fonction de la durée et de la distance à l'interface en notant le caractère théorique de cette solution.</li> <li>– Connaître la définition normalisée.</li> <li>– Connaître les équations des principaux équilibres.</li> <li>– Définir le potentiel carbone et le relier à l'activité du carbone dans l'austénite (formule d'Ellis).</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1A10 – TRAITEMENTS THERMOCHIMIQUES</b> <b>(SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Transfert du carbone de l'atmosphère à l'acier.</li> <li>o Contrôle du potentiel carbone et réglage des atmosphères.</li> <li>o Cémentation et dépôt de suie.</li> <li>o Notions relatives au diagramme de Richardson.</li> <li>o Cémentation basse pression et cémentation assistée par plasma.</li> <li>– Carbonitruration : <ul style="list-style-type: none"> <li>o définition, objectifs, caractéristiques du traitement ;</li> <li>o rôle de l'azote ;</li> <li>o importance de la température sur la composition des couches carbonitrurées.</li> </ul> </li> <li>– Nituration : <ul style="list-style-type: none"> <li>o définitions ; objectifs ;</li> <li>o divers procédés de nituration ;</li> <li>o composition et propriétés des couches superficielles.</li> </ul> </li> <li>– Autres traitements : <ul style="list-style-type: none"> <li>Boruration, chromisation, sulfonitruration...</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S1A11 – ATMOSPHERES DE TRAITEMENTS THERMIQUES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Combustions dans l'air d'hydrocarbures gazeux.</li> <li>– Générateurs endothermiques ; exothermiques.</li> <li>– Atmosphères fabriquées à partir d'ammoniac.</li> <li>– Atmosphères azote - méthanol.</li> <li>– Atmosphères fabriquées par craquage de liquides organiques.</li> <li>– Atmosphères réactives ; protectrices.</li> <li>– Notions de sécurité.</li> </ul> <p><b>S1A12 – NOTIONS DE CORROSION :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Processus, morphologie, facteurs de corrosion.</li> <li>– Corrosion électrochimique : piles de corrosion.</li> <li>– Corrosion uniforme ; corrosion localisée.</li> <li>– Lutte contre la corrosion : protection par revêtements ; protection cathodique et anodique ; passivation ; inhibition.</li> <li>– Corrosion sèche : idées simples sur le mécanisme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître la notion de coefficient de transfert et comprendre ses implications.</li> <li>– Citer différentes méthodes et exposer leur principe (fil résistant, sonde à oxygène, mesure de point de rosée, analyseur à absorption IR).</li> <li>– Comprendre le principe d'établissement et d'utilisation de ce diagramme ainsi que ses limites.</li> <li>– Exposer le principe de mise en œuvre et les intérêts de ces technologies.</li> <li>– Expliquer la différence entre carbonitruration et nitrocarburation.</li> <li>– Utiliser les diagrammes d'équilibre de phases Fe-N et Fe-C-N (coupe isotherme) en vue de définir les différentes phases des couches carbonitrurées.</li> <li>– Pour chacun des procédés : nituration liquide, gazeuse, ionique, connaître le principe du traitement.</li> <li>– Donner un aperçu du mécanisme de formation des couches nitrurées ainsi que de l'aspect thermodynamique de la stabilité des nitrures.</li> <li>– Définir chacun de ces traitements ainsi que leurs objectifs et propriétés.</li> <li>– Connaître les divers types de combustion (complète, catalytique, etc.). Définir le rapport air - gaz et le facteur d'air.</li> <li>– Connaître sommairement leur principe.</li> <li>– Déterminer une formule brute équivalente à un mélange de liquides organiques.</li> <li>– Choisir une atmosphère en fonction du traitement thermique à effectuer.</li> <li>– Prendre en compte les risques liés à la présence des gaz.</li> <li>– Connaître les différents cas de corrosion localisée (intergranulaire, par piqûres, par crevasses, sous contrainte, fragilisation par l'hydrogène, etc.).</li> <li>– Connaître les grandes lignes des moyens de protection à mettre en œuvre.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1A13 – <u>CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Radiographie (rayons X et gamma).</li> <li>– Contrôle par ultrasons.</li> <li>– Magnétoscopie.</li><li>– Courants de Foucault.</li><li>– Ressuage.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Connaître le principe général de ces contrôles.</li><li>– Connaître des notions simples sur la radioactivité et la radioprotection.</li><li>– Définir les doses et équivalents de doses et connaître les unités associées.</li><li>– Connaître les notions générales relatives aux ultrasons et aux techniques de contrôles associées.</li><li>– Connaître le principe de ces différents contrôles.</li></ul>

S2 : Pratiques de laboratoire

**S2A : Partie spécifique à l'option A**

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S2A1 – <u>ELECTROMAGNETISME</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Condensateurs.</li> <li>– Mesures de faibles résistances et de résistivités.</li> <li>– Champs magnétiques créés par des courants.</li> <li>– Courbe d'aimantation et cycle d'hystérésis.</li> <li>– Induction électromagnétique.</li> <li>– Circuit magnétique à entrefer variable.</li> <li>– Courants de haute fréquence ; effet de peau.</li> <li>– Microscope électronique à balayage (MEB).</li> </ul> <p><b>S2A2 – <u>OPTIQUE – SPECTROSCOPIE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dispersion de la lumière par un prisme.</li> <li>– Dispersion et diffraction par un réseau.</li> <li>– Dosages spectrophotométriques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesurer la capacité d'un condensateur.</li> <li>– Mesurer l'impédance et le déphasage tension - courant d'un dipôle capacitif.</li> <li>– Mesurer de faibles résistances et des résistivités par la méthode des quatre points et la méthode du pont de Thomson.</li> <li>– Utiliser un teslamètre et sa sonde à effet Hall pour la mesure d'un champ magnétique.</li> <li>– Relever le cycle d'hystérésis de différents matériaux ferromagnétiques.</li> <li>– Visualiser ce cycle à l'oscilloscope cathodique.</li> <li>– Déterminer la perméabilité magnétique relative d'un matériau ferromagnétique et tracer la courbe donnant sa variation en fonction de l'excitation magnétique.</li> <li>– Mettre en évidence les phénomènes d'induction et d'auto-induction électromagnétiques dans une bobine et mesurer une f.e.m.</li> <li>– Déterminer l'inductance d'une bobine longue.</li> <li>– Utiliser un circuit magnétique à entrefer variable en vue de l'application à des mesures d'épaisseur.</li> <li>– Vérifier l'influence de la fréquence du courant et de la perméabilité magnétique du matériau sur l'épaisseur de peau.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesurer l'indice de réfraction d'un prisme.</li> <li>– Relever et modéliser la courbe de dispersion <math>n = f(\lambda)</math> du prisme.</li> <li>– Mettre en évidence les phénomènes de diffraction et de dispersion par un réseau.</li> <li>– Mesurer le pas d'un réseau ainsi que des longueurs d'onde.</li> <li>– Réaliser le dosage de certains éléments d'alliages (chrome, nickel, manganèse, etc.) d'un acier.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S2A3 – TRANSFERTS THERMIQUES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Étude des transferts thermiques dans une barre métallique.</li> <li>– Drasticité d'un fluide de trempe.</li> <li>– Rayonnement thermique.</li> </ul> <p><b>S2A4 – THERMODYNAMIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesures de grandeurs thermodynamiques.</li> <li>– Mesure du point de rosée d'une atmosphère.</li> </ul> <p><b>S2A5 – CORROSION :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Corrosion bimétallique.</li> <li>– Polarisation d'un acier dans un milieu corrosif.</li> </ul> <p><b>S2A6 – THEMES SPECIFIQUES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Chromatographie en phase gazeuse.</li> <li>– Étude des ultrasons.</li> <li>– Radioactivité.</li> <li>– Analyse chimique.</li> <li>– Radiocristallographie .</li> <li>– Étude de la flexion d'une lame métallique.</li> <li>– Dilatométrie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Déterminer la conductivité thermique du métal et le coefficient d'échange par convection et rayonnement entre le métal et le milieu environnant.</li> <li>– Relever et analyser les courbes donnant la température et la vitesse de refroidissement de l'éprouvette en fonction du temps.</li> <li>– Utiliser un pyromètre optique.</li> <li>– Vérifier la loi de Stefan.</li> <li>– Déterminer une capacité thermique, une enthalpie de réaction, une enthalpie de changement d'état, une enthalpie de transformation à l'état solide.</li> <li>– Relever la courbe de pression de vapeur saturante de l'eau en fonction de la température.</li> <li>– Déterminer la température de rosée d'une atmosphère.</li> <li>– Savoir utiliser un appareil de type industriel.</li> <li>– Relever un diagramme d'Evans.</li> <li>– Déterminer une vitesse de corrosion.</li> <li>– Relever (à l'aide d'un potentiostat) et étudier la courbe de polarisation d'un acier dans un milieu corrosif.</li> <li>– Déterminer la composition qualitative et quantitative d'un mélange gazeux.</li> <li>– Mesurer la célérité des ondes ultrasonores dans l'air et dans un matériau métallique. Comprendre le principe de détection d'un défaut dans un matériau.</li> <li>– Vérifier la loi d'absorption du rayonnement par la matière.</li> <li>– Utiliser diverses techniques volumétriques ou/et électrochimiques afin de déterminer la composition d'un réactif d'attaque métallographique.</li> <li>– Analyser un diagramme Debye – Scherrer.</li> <li>– Déterminer, en utilisant un pont d'extensométrie, le module d'Young et le coefficient de Poisson de divers matériaux.</li> <li>– Relever et étudier un dilatogramme mettant en évidence des transformations de phases d'intérêt métallurgique.</li> </ul>

**S3 : Sciences et techniques industrielles**  
**S3A : Partie spécifique à l'option A**

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3A1 – <u>LES ESSAIS D'ENDURANCE SOUS AMPLITUDE CONSTANTE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définition.</li> <li>– Classification des sollicitations appliquées.</li> <li>– Méthodes d'essais d'endurance (méthode de l'escalier, méthode de Locati).</li> <li>– Courbe de Wöhler.</li> <li>– Diagramme d'endurance de Goodman.</li> <li>– Étude des facteurs d'influence.</li> </ul> <p><b>S3A2 – <u>LE FLUAGE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Généralités.</li> <li>– Essai de fluage.</li> </ul> <p>– Influence des paramètres (température, contrainte, ductilité et vitesse) sur la courbe de fluage.</p> <p><b>S3A3 – <u>LA TREMPABILITE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définitions.</li> <li>– Facteurs influents sur la trempabilité.</li> <li>– Méthodes de caractérisation de la trempabilité : <ul style="list-style-type: none"> <li>o courbes TRC ;</li> <li>o essai Jominy ;</li> <li>o essais sur ronds.</li> </ul> </li> <li>– Méthode de prévision de la trempabilité : <ul style="list-style-type: none"> <li>o méthode de Grossmann ;</li> <li>o méthode de Maynier.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir un essai d'endurance.</li> <li>– Définir les différents types de sollicitations et les paramètres associés.</li> <li>– Citer des méthodes d'essais d'endurance ainsi que leur principe.</li> <li>– Exploiter une courbe de Wöhler.</li> <li>– Exploiter un diagramme de Goodman.</li> <li>– Citer et exploiter les facteurs importants influant l'endurance.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir le fluage.</li> <li>– Décrire le principe de l'essai de fluage et la forme des éprouvettes utilisées.</li> <li>– Décrire les trois stades du fluage haute température.</li> <li>– Exploiter une courbe de fluage (contrainte initiale provoquant un allongement déterminé (0,5 à 1%) à température donnée en un temps égal à 100, 1000, 10000 ou 100000 heures et contrainte initiale entraînant la rupture de l'éprouvette en un temps égal à 100, 1000, 10000 ou 100000 heures).</li> <li>– Décrire l'influence des paramètres cités sur la courbe de fluage.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir la trempabilité en indiquant les facteurs influents.</li> <li>– Exploiter une courbe TRC, des résultats d'essais Jominy et essais sur ronds pour caractériser la trempabilité d'un acier.</li> <li>– Citer une méthode de prévision de la trempabilité et connaître son principe.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3A3 – LA TREMPABILITE (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lien entre les méthodes de caractérisation et les méthodes de prévision de la trempabilité :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o définition du paramètre <math>t_{300}^{700}</math></li> <li>o lien entre les courbes TRC et le <math>t_{300}^{700}</math></li> <li>o lien entre l'essai Jominy et le <math>t_{300}^{700}</math></li> <li>o lien entre l'essai sur ronds et <math>t_{300}^{700}</math></li> </ul> </li> <li>- Applications aux traitements de pièces industrielles :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o cas des cylindres :                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- abaque <math>t_{300}^{700} = f(D,H,r/R)</math> ;</li> <li>- abaque distance Jominy équivalente = <math>f(D,H,r/R)</math>.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3A4 – METALLURGIE DU SOUDAGE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étude de la zone affectée par la chaleur (ZAC) lors du soudage à l'arc d'un acier non allié bas carbone.</li> <li>- Étude des traitements thermiques associés.</li> </ul> <p><b>S3A5 – LES ACIERS A OUTILS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités et propriétés générales :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o aciers à outils non alliés (classe 1) ;</li> <li>o aciers à outils alliés pour travail à froid (classe 2) ;</li> <li>o aciers à outils alliés pour travail à chaud (classe 3) ;</li> <li>o aciers à coupe rapide (classe 4).</li> </ul> </li> <li>- Qualités spécifiques demandées aux aciers à coupe rapide.</li> <li>- Composition :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o influence des éléments d'addition généraux et spécifiques ;</li> <li>o éléments carburigènes (stabilité et dureté des carbures) ;</li> <li>o élaboration des aciers à outils (notamment la classe 4).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir le paramètre <math>t_{300}^{700}</math></li> <li>- Définir les liens existants entre des méthodes de caractérisation et des méthodes de prévision de la trempabilité.</li> <li>- Exploiter ces abaques en vue de prévoir la réponse d'un acier à un traitement de trempé (dureté, constituants) dans le cas de pièces assimilées à des cylindres.</li> <li>- Décrire les différents domaines d'une région affectée par la chaleur après un soudage.</li> <li>- Décrire les traitements thermiques permettant de remédier à ce problème.</li> <li>- Citer les différentes classes d'aciers à outils et donner un exemple de nuance et d'utilisation.</li> <li>- Décrire les qualités spécifiques des aciers à coupe rapide par comparaison avec les aciers à outils des autres classes.</li> <li>- Décrire le rôle et l'influence des éléments d'addition dans les aciers à outils.</li> <li>- Décrire les différents modes d'élaboration des aciers à outils et leurs avantages métallurgiques.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3A5 – LES ACIERS A OUTILS (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitements thermiques dans la masse des aciers à outils des classes 1, 2cT3 :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o recuit ;</li> <li>o durcissement par trempe et revenu.</li> </ul> </li>   <li>- Traitements thermiques dans la masse des aciers à coupe rapide (classe 4) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o recuit ;</li>   <li>o trempe :                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- mise en solution avant trempe ;</li> <li>- conditions d'austénitisation ;</li> <li>- refroidissement continu ou maintien isotherme ;</li> <li>- constituants formés ;</li> <li>- duretés obtenues.</li> </ul> </li>   <li>o Revenus :                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• transformations lors des revenus ;</li> <li>• transformation de l'austénite résiduelle ;</li> <li>• durcissement secondaire ;</li> <li>• conditions de revenu :                       <ul style="list-style-type: none"> <li>o températures et temps de maintien ;</li> <li>o nombre de revenus ;</li> <li>o relation avec les courbes dilatométriques.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Établir les cycles thermiques complets (températures, conditions de chauffage, maintiens, conditions de refroidissement) de traitements thermiques applicables aux aciers à outils des classes 1, 2cT3 en fonction du but à atteindre.</li> <li>- Décrire les phénomènes métallurgiques intervenant pendant le cycle de trempe.</li> <li>- Décrire les phénomènes métallurgiques intervenant au cours du revenu.</li> <li>- Décrire la transformation possible de l'austénite résiduelle au cours du revenu.</li> <li>- Expliquer et exploiter l'évolution des caractéristiques mécaniques au cours des différents traitements.</li>   <li>- Établir un cycle thermique complet de recuit sur acier à coupe rapide en fonction du but à atteindre.</li> <li>- Élaborer un cycle thermique de trempe en indiquant les paliers et les conditions de chauffage, les temps et les températures dans chaque cas.</li> <li>- Décrire le rôle important de ces paliers.</li> <li>- Expliquer les phénomènes se produisant lors de la montée en température notamment la mise en solution des carbures.</li> <li>- Définir le milieu de refroidissement ou le traitement isotherme adapté en tenant compte des propriétés mécaniques demandées et des déformations possibles des pièces.</li> <li>- Définir les constituants formés après traitement en se référant aux diagrammes TTT ou TRC.</li> <li>- Décrire l'évolution de la dureté obtenue après traitement en fonction de la température d'austénitisation.</li>   <li>- Décrire les phénomènes métallurgiques intervenant au cours des revenus notamment pendant le stade 4.</li>   <li>- Élaborer un cycle thermique de revenu en justifiant la température, le temps de maintien et le refroidissement.</li> <li>- Justifier le nombre de revenus nécessaires en s'aidant des courbes dilatométriques.</li> <li>- Expliquer et exploiter l'évolution des propriétés mécaniques obtenues après revenus.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3A5 – LES ACIERS À OUTILS (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Déformations liées aux traitements thermiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o changement de volume ;</li> <li>o changement de forme.</li> </ul> </li> <li>– Principaux défauts de traitements thermiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o tapures ;</li> <li>o surchauffe et brûlure ;</li> <li>o décarburation ;</li> <li>o reprise de traitement thermique.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3A6 – LES FONTES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Généralités :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o étude des diagrammes d'équilibre (Fe-C) ;</li> <li>o conditions d'obtention des fontes blanches et des fontes grises (éléments d'addition fondamentaux, carbone équivalent, vitesses de refroidissement).</li> </ul> </li> <li>– Fontes blanches non alliées :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o structures des fontes hypoeutectiques ;</li> <li>o structure de la fonte lédéburitique ;</li> <li>o structures des fontes hypereutectiques ;</li> <li>o propriétés et utilisations.</li> </ul> </li> <li>– Fontes grises non alliées à graphite lamellaire :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o solidification et formation des différents types de graphite en fonction du pourcentage de carbone et de la vitesse de refroidissement ;</li> <li>o structures des matrices possibles en considérant les paramètres importants notamment la vitesse de refroidissement ;</li> <li>o caractéristiques mécaniques ;</li> <li>o propriétés générales et utilisations.</li> </ul> </li> <li>– Fontes non alliées à graphite sphéroïdal :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o mode d'obtention du graphite sphéroïdal ;</li> <li>o intérêt de la forme sphéroïdale ;</li> <li>o caractéristiques mécaniques ;</li> <li>o utilisations.</li> </ul> </li> <li>– Traitements thermiques des fontes non alliées :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o stabilisation ;</li> <li>o ferritisation ;</li> <li>o perlitisation ;</li> <li>o trempe et revenu.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire les types de déformations possibles et apporter des solutions d'amélioration.</li> <li>– Décrire les principaux défauts rencontrés lors des traitements thermiques des aciers à outils et citer quelques remèdes possibles.</li> <li>– Exploiter les deux diagrammes d'équilibre (Fe-C).</li> <li>– Décrire les conditions d'obtention des fontes blanches et des fontes grises en tenant compte des éléments d'addition fondamentaux et de la vitesse de refroidissement.</li> <li>– Décrire les structures des fontes blanches non alliées.</li> <li>– Citer les principales propriétés des fontes blanches et donner des exemples d'utilisation.</li> <li>– Décrire la formation du graphite lamellaire suivant le pourcentage de carbone et la vitesse de refroidissement.</li> <li>– Décrire l'obtention de différentes matrices en tenant compte des paramètres fondamentaux.</li> <li>– Exploiter les propriétés générales, mécaniques et d'utilisation des fontes grises non alliées.</li> <li>– Décrire le mode d'obtention du graphite sphéroïdal.</li> <li>– Exploiter les propriétés mécaniques et d'utilisations des fontes non alliées à graphite sphéroïdal.</li> <li>– Établir les cycles thermiques complets (températures, conditions de chauffage, maintiens, conditions de refroidissement) de traitements thermiques applicables aux fontes grises non alliées en fonction du but à atteindre.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3A6 – LES FONTES (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fontes malléables :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o fontes malléables à cœur noir ;</li> <li>o fontes malléables à cœur blanc ;</li> <li>o fontes malléables perlitiques ;</li> <li>o traitements thermiques d'obtention ;</li> <li>o propriétés générales et propriétés mécaniques ;</li> <li>o utilisations.</li> </ul> </li> <li>– Fontes alliées au Ni et au Cr :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o classification selon le type de matrice ;</li> <li>o éléments d'addition ;</li> <li>o propriétés générales et propriétés mécaniques ;</li> <li>o utilisations.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3A7 – LES ACIERS INOXYDABLES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définition.</li> <li>– Existence d'un film protecteur.</li> <li>– Structure des aciers inoxydables :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o diagramme Fe-Cr;</li> <li>o diagramme Fe-Ni ;</li> <li>o influence du carbone.</li> </ul> </li> <li>– Diagrammes des structures :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o produits laminés (diagramme de Pryce-Andrews) ;</li> <li>o produits bruts de solidification (diagramme de Schaeffler et DeLong).</li> </ul> </li> <li>– Influence des autres éléments d'addition entrant dans la composition des aciers inoxydables.</li> <li>– Propriétés générales, mécaniques et technologiques des différentes catégories d'aciers inoxydables :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o aciers inoxydables martensitiques ;</li> <li>o aciers inoxydables ferritiques ;</li> <li>o aciers inoxydables austénitiques ;</li> <li>o aciers inoxydables austéno-ferritiques ;</li> <li>o aciers inoxydables à durcissement par précipitation.</li> </ul> </li> <li>– Résistance à la corrosion des aciers inoxydables :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o corrosion uniforme ;</li> <li>o corrosion caverneuse ;</li> <li>o corrosion sous contrainte ;</li> <li>o corrosion par piqûres ;</li> <li>o corrosion intergranulaire.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire les différentes fontes malléables et les traitements thermiques permettant leur obtention.</li> <li>– Exploiter les propriétés générales, mécaniques et d'utilisation des fontes malléables.</li> <li>– Décrire les différentes fontes alliées en citant leurs principales propriétés.</li> <li>– Exploiter les propriétés générales, mécaniques et d'utilisations des fontes alliées.</li> <li>– Définir un acier inoxydable.</li> <li>– Décrire la passivité des aciers inoxydables.</li> <li>– Exploiter les diagrammes Fe-Cr et Fe-Ni.</li> <li>– Décrire l'influence des éléments Cr, Ni et carbone pour en déduire les principales catégories d'aciers inoxydables.</li> <li>– Exploiter les diagrammes visant à déterminer les structures d'aciers inoxydables.</li> <li>– Décrire le rôle et l'influence des autres éléments d'addition dans les aciers inoxydables.</li> <li>– Citer les propriétés générales des différentes familles d'aciers inoxydables.</li> <li>– Citer une nuance de chaque famille en justifiant son choix.</li> <li>– Citer une application industrielle pour chaque famille.</li> <li>– Citer les limites d'exigences pour chaque famille.</li> <li>– Décrire les différents types de corrosion et leurs conséquences.</li> <li>– Décrire les remèdes correspondants.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3A7 – LES ACIERS INOXYDABLES (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Traitements thermiques des aciers inoxydables martensitiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o recuit ;</li> <li>o trempe (refroidissement continu et traitement isotherme) ;</li> <li>o revenu ;</li> </ul> </li> <li>– Traitements thermiques des aciers inoxydables ferritiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o traitement visant à optimiser la résistance à la corrosion.</li> </ul> </li> <li>– Traitements thermiques des aciers inoxydables austénitiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o mise en solution (hypertrempe) ;</li> <li>o traitements particuliers (détensionnement, réduction du taux de ferrite).</li> </ul> </li> <li>– Traitements thermiques des aciers inox austéno-ferritiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o mise en solution (hypertrempe) ;</li> <li>o traitement de durcissement.</li> </ul> </li> <li>– Traitements thermiques des aciers inox à durcissement par précipitation :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o aciers à transformation martensitique directe ;</li> <li>o aciers à transformation martensitique indirecte ;</li> <li>o aciers austénitiques à durcissement par précipitation.</li> </ul> </li> <li>– Soudage des aciers inoxydables :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o nuances soudables ;</li> <li>o principaux procédés de soudage utilisés ;</li> <li>o caractéristiques du joint soudé ;</li> </ul> <p style="padding-left: 40px;">o traitements thermiques associés.</p> </li> <li>– Défauts de surface liés aux traitements thermiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o re carburation ;</li> <li>o décarburation ;</li> <li>o nitruration ;</li> <li>o déchromisation.</li> </ul> </li> <li>– Aciers réfractaires :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o définition ;</li> <li>o exemples de nuances ;</li> <li>o propriétés et caractéristiques.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>Pour l'ensemble des catégories d'aciers inoxydables :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>o définir le rôle de chaque traitement thermique ;</li> <li>o établir les cycles thermiques complets (températures, conditions de chauffage, maintiens, conditions de refroidissement) de chaque traitement thermique applicable aux aciers inoxydables en fonction du but à atteindre.</li> <li>o exploiter les documents nécessaires à l'élaboration des gammes de traitements.</li> <li>o décrire les phénomènes métallurgiques mis en jeu au cours de ces traitements.</li> </ul> </li> <li>– Citer quelques nuances soudables.</li> <li>– Définir les principaux procédés de soudage.</li> <li>– Citer selon les nuances quelques caractéristiques du joint soudé.</li> <li>– Décrire les traitements thermiques associés au soudage des aciers inoxydables.</li> <li>– Définir les principaux défauts rencontrés lors des traitements thermiques.</li> <li>– Citer quelques remèdes possibles.</li> <li>– Définir un acier réfractaire.</li> <li>– Citer des exemples de nuances.</li> <li>– Citer les principales propriétés d'utilisation des aciers réfractaires notamment dans la mise en œuvre des traitements thermiques.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3A8 – <u>LES ALLIAGES D'ALUMINIUM</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Généralités et propriétés.</li> <li>– Désignation normalisée des alliages d'aluminium (forme générale de la désignation et états de livraison).</li> <li>– Élaboration.</li> <li>– Traitements thermiques des alliages d'aluminium : <ul style="list-style-type: none"> <li>o homogénéisation ;</li> <li>o adoucissement (restauration, recristallisation, recuit de précipitation) ;</li> <li>o trempe structurale (mise en solution, trempe, maturation, revenu) ex : AlCu4Mg ;</li> <li>o réfrigération, réversion.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3A9 – <u>LES ALLIAGES DE CUIVRE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Désignation des états métallurgiques.</li> <li>– Propriétés générales et technologiques.</li> <li>– Cuivre faiblement allié : <ul style="list-style-type: none"> <li>o étude du cuivre béryllium à 2 % ;</li> <li>o autres alliages et propriétés spécifiques ;</li> <li>o propriétés mécaniques et utilisations ;</li> </ul> </li> <li>– Alliages de cuivre (fortement alliés) : <ul style="list-style-type: none"> <li>o principaux alliages et propriétés spécifiques ;</li> <li>o propriétés mécaniques et utilisations.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3A10 – <u>LA TECHNOLOGIE DES FOURS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Principaux types de fours.</li> <li>– Éléments constitutifs d'un four.</li> <li>– Les fours sous vide et sous atmosphère (principe, éléments constitutifs, types, organes de commande, traitements possibles, avantages et inconvénients).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire les propriétés générales et technologiques de l'aluminium et de ses alliages.</li> <li>– Coder et décoder la désignation d'un alliage d'aluminium suivant la norme en vigueur.</li> <li>– Décrire succinctement le principe d'élaboration de l'aluminium et de ses alliages.</li> </ul> <p><u>Pour l'ensemble :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire le cycle de traitement.</li> <li>– Déterminer les paramètres de traitement.</li> <li>– Décrire l'influence des paramètres de traitement.</li> <li>– Décrire les phénomènes métallurgiques mis en jeu.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Coder et décoder la désignation des états métallurgiques suivant la norme en vigueur.</li> <li>– Citer les propriétés générales et technologiques du cuivre et de ses alliages.</li> <li>– Décrire le mode de durcissement du CuBe<sub>2</sub>.</li> <li>– Citer les principaux alliages de cuivre faiblement alliés et leurs propriétés spécifiques.</li> <li>– Citer quelques applications des alliages de Cu faiblement alliés.</li> <li>– Citer les principaux alliages de cuivre fortement alliés et leurs propriétés spécifiques.</li> <li>– Citer quelques exemples d'utilisation.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schématiser les différents types de fours de traitements thermiques.</li> <li>– Décrire l'architecture d'un four.</li> <li>– Nommer les éléments constitutifs.</li> <li>– Décrire l'architecture d'un four sous vide ou sous atmosphère.</li> <li>– Décrire simplement le principe de fonctionnement des différents organes (régulation, débitmètre, pompes...).</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3A11 – LES TRAITEMENTS SUPERFICIELS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Buts et généralités.</li> <li>– Caractéristiques améliorées par les traitements.</li> <li>– Moyens et classification.</li> <li>– Traitements mécaniques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o galetage ;</li> <li>o grenailage de précontrainte ;</li> <li>o propriétés obtenues et exemples d'application.</li> </ul> </li> <li>– Durcissement par trempe après chauffage superficiel :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o principe ;</li> <li>o nuances d'aciers et fontes utilisables ;</li> <li>o moyens (induction, flamme, hautes énergies...).</li> </ul> </li> <li>– Cémentation et carbonitruration :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o définitions et principes ;</li> <li>o cémentation en caisse ;</li> <li>o cémentation et carbonitruration liquide ;</li> <li>o cémentation et carbonitruration gazeuse ;</li> <li>o cémentation basse pression ;</li> <li>o cémentation assistée par plasma ;</li> <li>o comparaisons des moyens.</li> </ul> </li> <li>– Aciers de cémentation et de carbonitruration :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o nuances ;</li> <li>o influence des éléments d'addition.</li> </ul> </li> <li>– Traitements thermiques après cémentation ou carbonitruration :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o double trempe ;</li> <li>o trempe directe ;</li> <li>o trempe différée ;</li> <li>o revenu ;</li> <li>o traitement par le froid.</li> </ul> </li> <li>– Mise en œuvre des traitements de cémentation ou de carbonitruration :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o nettoyage ;</li> <li>o protection ou réserve.</li> </ul> </li> <li>– Défauts et déformations liés aux traitements de cémentation et de carbonitruration.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire les buts des traitements superficiels.</li> <li>– Décrire l'action des traitements superficiels sur les couches superficielles.</li> <li>– Citer les moyens possibles visant à l'amélioration des propriétés des couches superficielles.</li> <li>– Décrire le principe des traitements mécaniques.</li> <li>– Décrire les phénomènes mis en jeu.</li> <li>– Citer les propriétés obtenues et donner des exemples d'application.</li> <li>– Décrire le principe du durcissement par trempe après chauffage superficiel ainsi que les phénomènes métallurgiques mis en jeu.</li> <li>– Citer quelques nuances utilisables.</li> <li>– Citer les principaux avantages et inconvénients des moyens utilisables.</li> <li>– Définir et décrire le principe de la cémentation et de la carbonitruration.</li> <li>– Décrire les principes des moyens de traitement ci-contre.</li> <li>– Décrire les avantages et les inconvénients de ces moyens.</li> <li>– Citer quelques nuances d'aciers pour la cémentation et la carbonitruration.</li> <li>– Décrire et exploiter l'influence des éléments d'addition sur les propriétés des couches cémentées et sur les propriétés à cœur.</li> <li>– Établir les cycles thermiques complets des traitements post-cémentation et post-carbonitruration.</li> <li>– Décrire les phénomènes métallurgiques mis en jeu lors des différents traitements thermiques.</li> <li>– Citer les phases de préparation avant traitements notamment les moyens relatifs aux réserves de cémentation.</li> <li>– Citer les principaux défauts de traitements, leurs causes et les remèdes applicables.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3A11 – LES TRAITEMENTS SUPERFICIELS (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nitration et nitrocarburation :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o définitions et principes ;</li> <li>o diagramme Fe-N ;</li> <li>o couche de combinaison (couche blanche) ;</li> <li>o couche de diffusion ;</li> <li>o éléments de choix du procédé selon les caractéristiques demandées ;</li> <li>o moyens de traitements (liquide, gazeux, ionique) ;</li> <li>o propriétés des couches nitrurées.</li> </ul> </li> <li>– Aciers de nitration et de nitrocarburation :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o nuances ;</li> <li>o influence des éléments d'addition.</li> </ul> </li> <li>– Gammes de traitements.</li> <li>– Traitements thermiques préalables :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o durcissement par trempe et revenu ;</li> <li>o stabilisation.</li> </ul> </li> <li>– Mise en œuvre des traitements de nitration ou de nitrocarburation :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o nettoyage ;</li> <li>o protection ou réserve.</li> </ul> </li> <li>– Défauts et déformations liés aux traitements de nitration et de nitrocarburation.</li> <li>– Contrôles des traitements effectués :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o profondeurs conventionnelles (trempe superficielle, cémentation, carbonituration et nitration).</li> </ul> </li> <li>– Revêtements superficiels (PVD et CVD) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o définitions ;</li> <li>o principes ;</li> <li>o différentes techniques ;</li> <li>o propriétés générales, techniques et mécaniques des différents revêtements ;</li> <li>o applications.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir et décrire le principe de la nitration et de la nitrocarburation.</li> <li>– Décrire les différentes couches possibles et les phénomènes métallurgiques mis en jeu.</li> <li>– Citer des éléments de choix d'un procédé selon les caractéristiques demandées.</li> <li>– Décrire succinctement le principe de la nitration liquide, gazeuse et ionique.</li> <li>– Citer les propriétés des couches nitrurées</li> <li>– Citer quelques nuances d'aciers pour la nitration et la nitrocarburation.</li> <li>– Décrire et exploiter l'influence des éléments d'addition sur les propriétés des couches nitrurées ou nitrocarburees.</li> <li>– Établir les cycles thermiques relatifs à la nitration et à la nitrocarburation.</li> <li>– Justifier les traitements thermiques préalables à une nitration.</li> <li>– Citer les phases de préparation avant traitements.</li> <li>– Citer les principaux défauts de traitements, leurs causes et les remèdes applicables.</li> <li>– Définir les profondeurs conventionnelles des traitements cités.</li> <li>– Définir les principes de mesure.</li> <li>– Définir les revêtements PVD et CVD.</li> <li>– Citer leur principe de déposition.</li> <li>– Décrire les avantages et les inconvénients des différentes techniques.</li> <li>– Citer les principales propriétés des revêtements superficiels.</li> <li>– Citer quelques exemples d'application.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3A12 – <u>ETUDE DE CAS ET GAMMES DE TRAITEMENTS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cahier des charges.</li> <li>– Choix du couple matériau - traitement en liaison avec un cahier des charges.</li> <li>– Type de traitement et position dans la gamme de fabrication.</li> <li>– Étude détaillée des phases de traitement thermique.</li> </ul> <p><b>S3A13 – <u>DEFAUTS LIES AUX TRAITEMENTS THERMIQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Défauts de structure et défauts géométriques.</li> <li>– Remèdes éventuels.</li> </ul> <p><b>S3A14 – <u>LES ALLIAGES DE TITANE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Désignation.</li> <li>– Propriétés générales et technologiques.</li> <li>– Étude du TA6V.</li> </ul> <p><b>S3A15 – <u>LES SUPERALLIAGES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Propriétés générales et technologiques (alliages base nickel et base cobalt).</li> <li>– Évolution (monocristaux, solidification orientée).</li> </ul> <p><b>S3A16 – <u>LES ACIERS A PROPRIETES SPECIFIQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aciers à usinabilité améliorée.</li> <li>– Aciers à dispersoïdes.</li> <li>– Aciers HLE.</li> <li>– Aciers dual-phase.</li> <li>– Aciers maraging.</li> <li>– Aciers Hadfield.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interpréter un cahier des charges.</li> <li>– Effectuer le choix du matériau et des traitements pour une application déterminée.</li> <li>– Mettre en place les traitements dans la gamme de fabrication d'un produit.</li> <li>– Mettre en place les opérations liées à un traitement en fonction du matériel existant.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire les défauts liés aux traitements thermiques</li> <li>– Évaluer leur criticité.</li> <li>– Proposer des actions correctives.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Coder et décoder la désignation du titane et ses alliages suivant la norme en vigueur.</li> <li>– Citer les propriétés générales et technologiques du titane et de ses alliages.</li> <li>– Décrire le principe métallurgique de durcissement d'un alliage du type TA6V.</li> <li>– Citer les précautions élémentaires relatives aux traitements thermiques de ces matériaux.</li> <li>– Exploiter les documents permettant d'établir une gamme de traitement thermique relative au TA6V et fonction du but à atteindre.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Citer les propriétés générales et technologiques des superalliages en les comparant à d'autres matériaux.</li> <li>– Citer les évolutions métallurgiques apportées aux superalliages et leurs avantages.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir ces matériaux.</li> <li>– Citer les propriétés générales et technologiques de ces matériaux.</li> <li>– Citer leurs conditions d'utilisation.</li> </ul>



S4 : Mise en œuvre des procédés  
**S4A : Partie spécifique à l'option A**

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S4A1 – <u>MAITRISE DES MATERIELS</u></b></p> <p><b>S4A2 – <u>MEMOIRE</u> :</b>                      – Étude de cas industriel (projet).</p> <p><b>S4A3 – <u>ACIERS A OUTILS</u> :</b>                      – Étude d'un acier de la classe 1 (hypereutectoïde).                      – Étude d'un acier de la classe 2 (ex : 100Cr6, X160CrMoV5,...).                      – Étude d'un acier de la classe 3 (ex : X38CrMoV5, X45CrMoV5,...).                      – Étude des aciers à coupe rapide (ex : HS18-0-1, HS6-5-4-2,...).</p> <p><b>S4A4 – <u>ACIERS INOXYDABLES</u> :</b>                      – Étude d'un inox ferritique (ex : X8Cr17,...).                      – Étude d'un inox martensitique (ex : X30Cr13...)                      – Étude d'un inox austénitique (ex : X6 CrNi 18-9,...).</p> <p><b>S4A5 – <u>FONTES</u> :</b>                      – Étude des fontes blanches.                      – Étude des fontes grises (graphite lamellaire et sphéroïdal).                      – Étude des fontes malléables.                      – Étude d'une fonte alliée.</p> <p><b>S4A6 – <u>ALLIAGES LEGERS</u> :</b>                      – Étude d'un alliage corroyé (ex : AlCu4Mg).                      – Étude d'un alliage moulé (ex : AlSi13,...).</p> <p><b>S4A7 – <u>ALLIAGES CUIVREUX</u> :</b>                      – Étude d'un cupro-béryllium.                      – Étude d'un alliage fortement allié (ex : Cu Al 10, laiton, bronze,...).</p> <p><b>S4A8 – <u>ALLIAGES DE TITANE</u> :</b>                      – Étude du TiA6V.</p> <p><b>S4A9 – <u>TRAITEMENTS SUPERFICIELS</u> :</b>                      – Étude du durcissement par trempe après chauffage superficiel.                      – Étude de la cémentation.                      – Étude de la carbonituration.                      – Étude de la nitruration.</p>	<p>– Mettre en œuvre des matériels.</p> <p><i>NB. Les informations relatives à cette étude industrielle sont développées dans le chapitre concernant les modalités d'examen.</i></p> <p><u>Pour l'ensemble</u> (de S4A3 à S4A8 inclus):</p> <p>– Mettre en œuvre des traitements thermiques sur ces matériaux et maîtriser les paramètres de traitements.                      – Établir les relations entre les caractéristiques mécaniques et les structures métallographiques pour les différents traitements.</p> <p><u>Pour l'ensemble des traitements superficiels</u></p> <p>– Mettre en œuvre un traitement superficiel.                      – Mettre en œuvre les traitements thermiques associés.                      – Déterminer les profondeurs conventionnelles des différents traitements.                      – Établir les relations entre les caractéristiques mécaniques obtenues et les structures métallographiques.</p>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S4A10 – <u>TREMPABILITE</u> :</b>                      – Étude de la trempabilité d'un acier.                      – Corrélation entre la courbe Jominy et l'essai sur ronds.</p> <p><b>S4A11 – <u>CARTOGRAPHIE D'UN FOUR</u></b></p> <p><b>S4A12 – <u>MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE</u> :</b>                      – Étude des faciès de rupture.</p> <p><b>S4A13 – <u>SOUDAGE</u> :</b>                      – Étude d'une ZAC (zone affectée par la chaleur).                      – Étude de l'influence des procédés de soudage sur la ZAC.</p> <p><b>S4A14 – <u>DEFAUTS DE TRAITEMENTS THERMIQUES</u> :</b>                      – Étude des déformations après traitements thermiques, des tapures, de la décarburation, de l'oxydation...</p> <p><b>S4A15 – <u>TRAITEMENTS THERMIQUES A CARACTERE INDUSTRIEL</u> :</b>                      – Réalisation de gammes de traitements thermiques.</p> <p><b>S4A16 – <u>ÉTUDES SPECIFIQUES</u> :</b>                      On peut tenir compte des applications métallurgiques industrielles propres à chaque région de France mais également aux différents matériels dont dispose chaque centre de formation.                      Pour cela, il est demandé de choisir et de réaliser 5 études parmi les 10 présentées sur la liste ci-après :                      – Les aciers à outils.                      – Les aciers inoxydables.                      – Les fontes.                      – Les traitements superficiels.                      – La trempabilité.                      – Le microscope électronique à balayage.                      – Le soudage.                      – Les traitements thermiques à caractère industriel.                      – L'essai rationnel de traction.                      – Un acier aux propriétés spécifiques (Aciers à usinabilité améliorée, à dispersoïdes, dual-phase, maraging, Hadfield, triplex...).</p> <p><b>Les limites d'exigences sont laissées ici à l'appréciation du formateur.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Établir les relations existant entre l'essai Jominy et l'essai sur ronds.</li> <li>– Établir la cartographie d'un four.</li> <li>– Exploiter les résultats.</li> <li>– Reconnaître les faciès de rupture fondamentaux.</li> <li>– Décrire les phénomènes métallurgiques intervenant pendant une opération de soudage.</li> <li>– Établir les relations entre les caractéristiques mécaniques obtenues et les structures métallographiques.</li> <li>– Décrire l'importance des ZAC compte tenu des procédés de soudage.</li> <li>– Reconnaître des défauts de traitements thermiques.</li> <li>– Proposer des solutions.</li> <li>– Mettre en œuvre des traitements thermiques industriels.</li> <li>– Maîtriser les paramètres de traitements.</li> <li>– Mettre en œuvre les contrôles relatifs à ces traitements.</li> <li>– Exploiter les résultats.</li> </ul>



**B.T.S. "TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"**

**OPTION B : "TRAITEMENTS DE SURFACES"**

**Savoirs scientifiques  
et technologiques associés  
spécifiques à l'option B**

**S1B : Sciences physiques appliquées**

**S2B : Pratiques de laboratoire**

**S3B : Sciences et techniques industrielles (STI)**

**S4B : Mise en œuvre des procédés**

## S1B : Sciences physiques appliquées

### Partie spécifique à l'option B

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S1B1 – THERMODYNAMIQUE ELECTROCHIMIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les solutions aqueuses :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o interaction eau – soluté. Activité, coefficient d'activité d'un ion en solution aqueuse ;</li> <li>o conductivité des solutions ;</li> <li>o nombre de transport et mobilité d'un ion.</li> </ul> </li> <li>– Processus aux électrodes :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o la double couche électronique ;</li> <li>o potentiel absolu / relatif d'une électrode ;</li> <li>o l'eau solvant électroactif ;</li> <li>o oxydation anodique, réduction cathodique ;</li> <li>o électrode standard à hydrogène (ESH).</li> </ul> </li> <li>– Électrode à l'équilibre :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o relation de Nernst ;</li> <li>o potentiel standard, potentiel standard apparent en fonction du pH ;</li> <li>o constante d'équilibre d'une réaction redox ;</li> <li>o force électromotrice d'une cellule.</li> </ul> </li> <li>– Les différents types d'électrodes : électrodes redox, électrodes métalliques de première et de deuxième espèce, électrodes à gaz.</li> <li>– Autres électrodes.</li> <li>– Application à tout type de dosage potentiométrique.</li> <li>– Relation entre les potentiels redox de différents systèmes d'un même élément :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o la formule dite de Luther ou de Latimer ;</li> <li>o dismutation d'un composé, condition de stabilité ;</li> <li>o diagramme de Frost ;</li> <li>o influence de la complexation ou de la précipitation.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître l'existence des coefficients d'activité (<i>aucune formule n'est exigible</i>). Savoir comparer les résultats théoriques et expérimentaux.</li> <li>– Connaître la formule exprimant la conductivité d'une solution en fonction des conductivités limites des ions.</li> <li>– Définir les différents termes utilisés.</li> <li>– Connaître l'existence de la double couche.</li> <li>– Savoir que l'eau est un solvant électroactif.</li> <li>– Savoir qu'une anode est le siège d'une ou plusieurs oxydations ; savoir qu'une cathode est le siège d'une ou plusieurs réactions.</li> <li>– Décrire le fonctionnement de l'ESH.</li> <li>– Savoir appliquer la formule à tout couple redox</li> <li>– Connaître les définitions ; les appliquer à la prévision des réactions</li> <li>– Savoir calculer une telle constante.</li> <li>– Connaître la relation entre l'enthalpie libre de réaction et la force électromotrice.</li> <li>– Connaître ces différents types d'électrodes</li> <li>– Connaître les électrodes spécifiques (à membrane sélective, indicatrices d'espèces en solution, indicatrices du pH).</li> <li>– Établir, lors d'un dosage potentiométrique, le potentiel de l'électrode en fonction du volume de réactif versé.</li> <li>– Établir la formule donnant, pour un élément qui possède trois nombres d'oxydation, le potentiel d'un couple en fonction de celui des deux autres.</li> <li>– Exploiter les diagrammes : stabilité des espèces.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1B1 – THERMODYNAMIQUE ELECTROCHIMIQUE (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les diagrammes potentiel-pH : <ul style="list-style-type: none"> <li>o présentation des différents types d'équilibre, droites d'équiactivité. Tracé de diagrammes ;</li> <li>o étude d'exemples ;</li> </ul> </li> <li>o immunité, corrosion et passivation d'un métal ;</li> <li>o protection du fer ;</li> <li>o présentation de diagramme potentiel – pX.</li> </ul> <p><b>S1B2 – CINETIQUE ELECTROCHIMIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Présentation : <ul style="list-style-type: none"> <li>o insuffisance de la thermodynamique électrochimique pour interpréter les faits expérimentaux ;</li> <li>o phénomènes à prendre en compte.</li> </ul> </li> <li>– Cinétique électrochimique de transfert de charges : <ul style="list-style-type: none"> <li>o surtension, polarisation d'une électrode simple ;</li> <li>o vitesse d'une réaction électrochimique ;</li> </ul> </li> <li>o les courbes de polarisation ;</li> <li>o obtention de courbes de polarisation.</li> <li>– Loi fondamentale de la cinétique électrochimique : <ul style="list-style-type: none"> <li>o la formule de Butler – Volmer ;</li> <li>o tracé d'une courbe théorique ;</li> </ul> </li> <li>o la loi limite de Tafel ;</li> <li>o présentation de mécanisme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir les conditions d'équiactivité.</li> <li>– Tracer le diagramme de l'eau ainsi que celui du fer.</li> <li>– Connaître les exemples des principaux métaux utilisés en traitements de surface.</li> <li>– Connaître les définitions.</li> <li>– Connaître les différentes techniques.</li> </ul> <p><i>NB. De tels diagrammes ne sont pas exigibles.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Expliquer que l'aspect thermodynamique seul ne permet pas d'interpréter l'expérimentation.</li> <li>– Citer les phénomènes qui interviennent (transfert de charges, transfert de matières, réactions chimiques, réactions de surfaces).</li> <li>– Définir les électrodes simples et multiples.</li> <li>– Connaître la relation entre la vitesse d'une réaction d'oxydation ou de réduction et la densité de courant qui parcourt l'électrode simple.</li> <li>– Connaître l'allure des courbes. Savoir définir les systèmes "lents" et "rapides".</li> <li>– Connaître le montage à trois électrodes.</li> <li>– Connaître la formule et la signification de tous ses termes (la densité d'échange (ddc) d'échange et les coefficients de transfert seront définis).</li> <li>– Préciser qualitativement les conditions d'application. Savoir démontrer l'équation des droites de Tafel à partir de la formule de Butler – Volmer.</li> <li>– Savoir que la réaction à l'électrode n'est pas simple.</li> </ul> <p><i>NB. Aucun mécanisme n'est exigible</i></p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S1B2 – CINÉTIQUE ELECTROCHIMIQUE (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les électrodes multiples :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o la courbe de polarisation mixte ;</li> <li>o Le potentiel mixte d'abandon, la densité de courant de réaction ;</li> <li>o application à la corrosion des métaux ;</li> </ul> </li> <li>o utilisation des droites de Tafel ;</li> <li>o contrôle cinétique des réactions ;</li> <li>o rendement faradique.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les phénomènes de transport :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o présentation ;</li> <li>o étude de la diffusion en solution : première loi de Fick de transfert de la matière, ddc de diffusion, ddc limite de diffusion, surtension de diffusion ;</li> <li>o régime mixte de transfert – diffusion.</li> </ul> </li> <li>– Étude de la polarisation totale d'un métal :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o courbe de polarisation totale d'un métal dans une solution aqueuse ;</li> <li>o interprétation des courbes ;</li> <li>o passivation et passivité des métaux.</li> </ul> </li> <li>– La corrosion et la protection des métaux :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o présentation ;</li> <li>o les différents types de corrosion : la corrosion généralisée (uniforme et galvanique), la corrosion localisée ;</li> <li>o les différents moyens de protection : par revêtements de tous types, par protection anodique ou cathodique, par utilisation d'un inhibiteur de corrosion.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracer la courbe de polarisation mixte à partir de deux courbes simples.</li> <li>– Définir graphiquement ces grandeurs.</li> <li>– Établir la formule qui donne l'épaisseur de métal corrodé en fonction de la ddc de corrosion, savoir définir alors une vitesse de corrosion.</li> <li>– Démontrer que le point d'intersection des deux droites de Tafel a pour coordonnées le potentiel mixte d'abandon et le logarithme décimal de la ddc de réaction.</li> <li>– Interpréter les pentes des droites de Tafel.</li> <li>– Définir le rendement faradique dans le cas de deux réductions (ou oxydations) simultanées.</li> <li>– Connaître l'existence de la migration, de la diffusion et de la convection.</li> <li>– Définir l'épaisseur de la couche de diffusion au voisinage d'une électrode.</li> <li>– Établir la relation entre la quantité de matière qui diffuse et la ddc.</li> <li>– Établir la formule qui donne la surtension de diffusion en fonction de la ddc et de la ddc limite.</li> <li>– Interpréter le rôle de la diffusion sur l'allure des courbes de polarisation ainsi que sur les droites de Tafel.</li> <li>– Connaître l'allure générale de la courbe pour un métal non noble (fer), pour un métal non noble totalement passif (aluminium), pour un métal noble (cuivre).</li> <li>– Distinguer passivation et passivité.</li> <li>– Citer de nombreux exemples et applications (protection anodique, piles d'aération différentielles).</li> <li>– Connaître le principe de ces moyens de protection.</li> <li>– Citer des métaux ou alliages passivables.</li> </ul>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p><b>S1B2 – CINÉTIQUE ELECTROCHIMIQUE (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les électrolyses :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o présentation : compétition aux électrodes ;</li> <li>o caractéristique d'un électrolyseur ;</li> </ul> </li>   <li>o mise en œuvre industrielle des électrolyses ;</li>   <li>o étude de quelques exemples généraux.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépôts métalliques obtenus par électrolyse en traitement des surfaces :</li> <li>o notion d'électrocristallisation ;</li> <li>o rôle des paramètres physiques : température, agitation, ddc, métal de base, répartition des lignes de courant ;</li> <li>o rôle des paramètres chimiques : concentrations des espèces, pH, complexation des espèces électroactives ;</li> <li>o exemples : dépôt d'un métal noble sur un métal qui ne l'est pas, dépôt d'un métal non noble sur un métal qui l'est ;</li> </ul> </li>   <li>o codéposition.</li>   <li>- Les dépôts chimiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o dépôts par déplacement ;</li> <li>o procédés par réduction chimique :                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe,</li> <li>- exemples.</li> </ul> </li> </ul> </li>   <li>- Les dépôts par courants pulsés :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o obtention des courants pulsés : principe ;</li> <li>o étude de la réponse à une impulsion galvanique : "pulsé simple".</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déduire les réactions observées aux électrodes à partir de courbes de polarisation.</li> <li>- Connaître la relation <math>U = e_A - e_C + R I</math> (avec <math>e_A - e_C</math> ddp entre l'anode et la cathode). Savoir établir la relation <math>U = A + B \lg I + R I</math> (avec R résistance de la solution) à partir de la relation précédente.</li> <li>- Connaître les différents types d'alimentation électrique.</li> </ul> <p><i>NB. Aucun exemple particulier n'est exigible.</i></p> <p><i>NB. Aucune théorie n'est exigible.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Énoncer les résultats généraux.</li>   <li>- Énoncer les résultats généraux.</li>   <li>- Connaître des exemples en rapport avec les traitements de surfaces.</li> <li>- Calculer les rendements cathodiques à partir des courbes de polarisation. Savoir établir la formule qui donne l'épaisseur de métal déposé en fonction de la ddc qui traverse la cathode et définir une vitesse de déposition.</li> <li>- Citer les conditions pour obtenir un codépôt.</li>   <li>- Énoncer le principe.</li> <li>- Connaître le couple redox acide carboxylique / aldéhyde (ou ion carboxylate / aldéhyde).</li> <li>- Décrire le principe du miroir d'argent.</li> <li>- Citer les réducteurs classiques : formaldéhyde, hypophosphite, borohydrure, hydrazine. Savoir décrire le principe de fonctionnement d'un bain autocatalytique de nickelage à l'hypophosphite.</li>   <li>- Décrire le matériel utilisé.</li> <li>- Analyser l'allure de la réponse à une telle impulsion. (<i>NB. Aucun calcul n'est exigible.</i>)</li> <li>- Citer des cas d'applications industrielles.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S1B3 – CHIMIE ORGANIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Principales fonctions de la chimie organique : <ul style="list-style-type: none"> <li>o éléments présents dans les composés organiques ;</li> <li>o valences; formules brutes et semi-développées.</li> <li>o notions sommaires d'isomérie ;</li> <li>o hydrocarbures : alcanes, alcènes, hydrocarbures aromatiques. Dérivés halogénés. Alcools, poly-alcools. Phénols. Aldéhydes et cétones. Acides carboxyliques, ions carboxylates, poly-acides. Chlorures d'acyles et anhydrides d'acides ;</li> <li>o esters : réaction d'estérification, utilisation de dérivés d'acides, saponification ;</li> <li>o composés azotés : amines et amides.</li> </ul> </li> <li>– Les polymères : <ul style="list-style-type: none"> <li>o définition, structure ;</li> <li>o polymères et copolymères ;</li> <li>o propriétés physiques, relation avec la structure ;</li> <li>o polyaddition, polycondensation ;</li> <li>o exemples.</li> </ul> </li> <li>– Les résines échangeuses d'ions : <ul style="list-style-type: none"> <li>o définition, structure. Exemples. Groupements actifs. REC, REA, résines amphotères ;</li> <li>o mécanisme de l'échange d'ions entre la résine et la solution. Facteurs influant sur cet équilibre : concentration, charge et grosseur des ions ;</li> <li>o applications.</li> </ul> </li> <li>– Les peintures : <ul style="list-style-type: none"> <li>o les liants, les solvants, les plastifiants, les pigments, les adjuvants ;</li> <li>o cataphorèse et application électrostatique.</li> </ul> </li> <li>– Métallisation des matières plastiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>o principe et réalisation ;</li> <li>o exemple de l'ABS.</li> </ul> </li> <li>– Les détergents : <ul style="list-style-type: none"> <li>o les savons ;</li> <li>o les tensio-actifs.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>NB. Seules la présentation des différentes fonctions et la connaissance des composés les plus courants dans le domaine des traitements de surfaces seront demandées.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaître les groupements fonctionnels, les familles chimiques ainsi que des composés de chaque famille en rapport avec les traitements de surfaces.</li> <li>– Citer les principaux caractères des réactions d'estérification et de saponification.</li> <li>– Définir l'indice de polymérisation. Décrire les propriétés physiques des élastomères, des plastomères, des polymères thermoplastiques et thermodurcissables. Donner le principe d'obtention et citer des exemples en rapport avec le traitement de surface (en particulier les ABS).</li> <li>– Justifier la structure macromoléculaire tridimensionnelle des résines échangeuses d'ions.</li> <li>– Décrire l'influence de ces facteurs sur le mécanisme de l'échange d'ions...</li> <li>– Décrire le principe de la séparation d'un mélange d'ions et celui de l'obtention d'une eau déminéralisée et du recyclage des eaux de rinçage.</li> <li>– Définir le rôle de chaque constituant à partir d'exemples.</li> <li>– Connaître les principes de la cataphorèse et de l'application électrostatique.</li> <li>– Décrire le procédé de sensibilisation palladium / étain.</li> <li>– Citer les principales propriétés et leurs modes d'action (cas du dégraissage et du traitement des effluents).</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1B4 – TRAITEMENT DES EFFLUENTS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décyanuration.</li> <li>– Déchromatation.</li>   <li>– Co-précipitation : métaux lourds, fluorures, phosphates. Coagulation, floculation, décantation. Ajustement du pH.</li> <li>– Méthodes de purification : échange d'ions, techniques membranaires, adsorption, évaporation sous vide.</li> <li>– Réduction de la DCO.</li> </ul> <p><b>S1B5 – SPECTROCOLORIMÉTRIE ET SPECTROMÉTRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Spectrophotométrie d'absorption visible et proche UV en solution aqueuse : <ul style="list-style-type: none"> <li>o lumière complexe et lumière monochromatique;</li> <li>o domaines spectraux ;</li> <li>o couleurs complémentaires ;</li> <li>o couleur d'une solution éclairée en lumière blanche ;</li> <li>o transmittance et absorbance ;</li> <li>o additivité des absorbances ;</li> <li>o proportionnalité de l'absorbance à la concentration : loi de Beer-Lambert ;</li> </ul> </li> <li>o principe et usage du spectrophotomètre ;</li> <li>o utilisations du spectrophotomètre : étalonnage, ajouts dosés, dosage par suivi de la transmittance (phototrode), dosage par suivi de l'absorbance corrigée.</li> <li>– Absorption atomique : <ul style="list-style-type: none"> <li>o spectres continus et spectres discontinus ;</li> <li>o spectres d'absorption et spectres d'émission ;</li> <li>o interprétation théorique : quantification de l'énergie d'un atome, nature corpusculaire de la lumière ;</li> <li>o réalisation expérimentale d'un spectre d'absorption ;</li> <li>o loi de Beer-Lambert appliquée à la flamme ;</li>   <li>o méthodes de mesures.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Décrire l'action de l'eau de Javel et de l'eau oxygénée, d'une solution d'hydrogénosulfite.</li> <li>– Énoncer le principe du suivi potentiométrique de ces réactions.</li> <li>– Citer les réactifs utilisés, écrire les équations bilans en précisant les conditions opératoires.</li>   <li>– Décrire le mode d'action de chaque procédé. Citer des exemples d'applications industrielles.</li>   <li>– Définir la DCO.</li>   <li>– Expliquer la différence entre lumière complexe et lumière monochromatique. Connaître les différents domaines spectraux dans le visible et le proche UV.</li>   <li>– Définir la transmittance et l'absorbance.</li>   <li>– Connaître la loi de Beer-Lambert. Expliquer les conditions de validité de cette loi. Définir chacun de ses termes.</li>   <li>– Citer différentes utilisations d'un spectrophotomètre.</li>   <li>– Décrire les dispositifs d'obtention des spectres.</li> <li>– Interpréter différents spectres.</li> <li>– Utiliser la relation <math>E = \frac{h.c}{\lambda}</math> dans des cas simples.</li>   <li>– Décrire les différentes étapes.</li>   <li>– Énoncer les conditions de validité et les limitations dues aux diverses perturbations (spectrales, physiques et chimiques).</li> <li>– Énoncer le principe de la mesure directe à partir d'une courbe d'étalonnage et la méthode des ajouts dosés.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S1B6 – <u>TRAITEMENT SOUS VIDE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les différentes catégories de vide.</li> <li>– Les dépôts sous vide (dépôts PVD) :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o les dépôts physiques en phase vapeur ;</li> <li>o les dépôts physiques par pulvérisation.</li> </ul> </li> <li>– Autres procédés : cémentation basse pression, implantation ionique ou assistée par plasma, nitruration ionique, projection thermique, dépôts chimiques en phase vapeur (CVD).</li> </ul> <p><b>S1B7 – <u>TECHNIQUES DE MESURE ET APPAREILS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Coulométrie. Magnétoscopie. Utilisation des courants de Foucault. Fluorescence X.</li> <li>– Microscope à balayage électronique (MEB).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Présenter les différentes catégories de vide ainsi que les moyens de les obtenir. Donner les ordres de grandeur des pressions.</li> <li>– <i>Se limiter au principe :</i> <i>D évaporation, transfert source-substrat ;</i> <i>D utilisation d'un plasma.</i></li> <li>– Citer ces différents procédés.</li> </ul> <p><i>NB. Les principes de fonctionnement de ces appareils ne sont pas exigibles.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Exposer sommairement le principe du MEB et donner la formule du pouvoir séparateur.</li> </ul>

S2B : Pratiques de laboratoire

**Partie spécifique à l'option B**

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S2B1 – <u>DOSAGE DES ESPECES PRESENTES DANS LES BAINS</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre différentes méthodes telles que : volumétrie, potentiométrie, conductimétrie, pH-métrie, spectrophotométrie, titrimétrie, etc. pour doser les espèces présentes (y compris les impuretés) dans les bains d'atelier.</li> <li>– Donner les résultats en g.L<sup>-1</sup> de constituants du bain.</li> <li>– Donner un ordre de grandeur de l'incertitude sur le résultat.</li> </ul>
<p><b>S2B2 – <u>COURBES DE POLARISATION</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Utiliser un potentiostat afin de tracer des courbes de polarisation.</li> <li>– Tracer des courbes de polarisation, par exemple : celle de l'eau, celle d'un couple redox (électrode simple), celle totale d'un acier dans un milieu corrosif (cellule de corrosion, action d'un inhibiteur), celles de différents bains afin de déduire des rendements faradiques.</li> </ul>
<p><b>S2B3 – <u>THEMES SPECIFIQUES</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dosage volumétrique et potentiométrique de diverses solutions de cyanure.</li> <li>– Analyse et dosage d'une eau.</li> <li>– Analyse et dosage d'un effluent.</li> <li>– Spectrométrie d'absorption atomique.</li> <li>– Ionométrie.</li> <li>– Adsorption sur charbon actif.</li> <li>– Résines échangeuses d'ions.</li> <li>– Tracé d'un diagramme potentiel – pH.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre le dosage par argentimétrie. Identifier le type de cyanure dosé (libre ou total).</li> <li>– Déterminer le degré hydrotimétrique ainsi que le TA et le TAC.</li> <li>– Mettre en œuvre la mesure de la DCO, des métaux lourds, du chrome hexavalent, des cyanures aisément libérables et totaux (méthodes alternatives).</li> <li>– Réaliser une courbe d'étalonnage et réaliser des dosages par la méthode des ajouts dosés.</li> <li>– Réaliser une courbe d'étalonnage et réaliser des dosages par la méthode des ajouts dosés.</li> <li>– Vérifier une loi d'adsorption.</li> <li>– Réaliser la séparation d'un mélange cation - anion et préparer une eau déminéralisée.</li> <li>– Énoncer le principe du tracé expérimental d'un tel diagramme (<i>NB. Aucun exemple particulier n'est exigible</i>).</li> </ul>

### S3 – Sciences et techniques industrielles

#### S3B : Partie spécifique à l'option B

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3B1 – <u>PRODUITS A TRAITER</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nature des substrats :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o aciers – fontes ;</li> <li>o cuivre et alliages ;</li> <li>o aluminium et alliages ;</li> <li>o alliages de zinc ;</li> <li>o alliages de nickel ;</li> <li>o alliages de magnésium ;</li> <li>o alliages de titane ;</li> <li>o matériaux plastiques.</li> </ul> </li>   <li>- Particularités géométriques :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o morphologie ;</li> <li>o procédés d'assemblage ;</li> <li>o dimensionnement ;</li> <li>o état de surface ;</li> <li>o tolérances dimensionnelles.</li> </ul> </li>   <p><b>S3B2 – <u>PROCEDES DE TRAITEMENTS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revêtements électrolytiques, étude des bains :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o cuivrage cyanuré ;</li> <li>o cuivrage acide au sulfate ;</li> <li>o nickelage aux sulfate / chlorure ;</li> <li>o chromage au sulfate ;</li> <li>o zingage acide ;</li> <li>o zingage alcalin avec ou sans cyanure ;</li> <li>o étain acide au sulfate ;</li> <li>o argent cyanuré ;</li> <li>o or cyanuré ;</li> <li>o codépôt cuivre - zinc (laitonnage).</li> </ul> </li>   <li>- Revêtements chimiques :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o nickelage chimique à l'hypophosphite ;</li> <li>o autres procédés de dépôts chimiques.</li> </ul> </li> </ul> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Citer les différentes gammes de préparation de surface pour ces différents matériaux.</li> <li>- Justifier le choix d'une gamme de préparation.</li> </ul> <p><i>NB. La notion de préparation comprend également les revêtements permettant d'obtenir une surface apte au revêtement ou au traitement (double zingage + laitonnage ou cuivrage sur aluminium, par exemple).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- À partir d'un dessin technique, ou de spécifications, identifier les particularités pouvant être modifiées par un traitement.</li> <li>- À l'aide d'une documentation, décoder la spécification géométrique.</li> <li>- Proposer une modification du produit, ou du procédé de traitement ou du traitement en tenant compte des contraintes techniques.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Citer les principales applications des dépôts électrolytiques ainsi que leurs propriétés physico-chimiques.</li> <li>- Citer la nature des substrats pouvant être traités dans ce type de bains.</li> <li>- Définir le rôle exact des composants d'un bain donné ainsi que leur mode d'action (sauf pour les agents d'addition).</li> <li>- Identifier les causes possibles de dysfonctionnement d'un bain donné.</li> <li>- Définir un procédé d'élimination d'un polluant donné dans un bain donné.</li> <li>- Comparer et choisir un électrolyte en fonction de critères imposés (vitesse de déposition, propriétés de dépôts, prévention des risques et protection de l'environnement, coûts, etc.).</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Citer les contraintes de mise en œuvre des procédés de nickelage chimique.</li> <li>- Citer d'autres procédés de revêtements chimiques.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3B2 – <u>PROCEDES DE TRAITEMENTS (SUITE)</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Revêtements sous vide PVD et CVD.</li>   <li>– Traitements de conversion électrolytiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Oxydation anodique de l'aluminium ;</li>   <li>o Oxydation anodique sur d'autres métaux.</li> </ul> </li>   <li>– Traitements de conversion chimique :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Phosphatation ;</li>   <li>o Chromatation.</li> </ul> </li>   <li>– Revêtements organiques (procédés d'application) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o projection de peinture liquide au pistolet ;</li> <li>o poudrage électrostatique ;</li> <li>o application au trempé ;</li> <li>o électrophorèse.</li> </ul> </li>   <p><b>S3B3 – <u>PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Législation en vigueur relative :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o aux règles d'aménagement et d'exploitation des ateliers de traitements de surfaces ;</li> <li>o à la prévention de la pollution des eaux et de l'atmosphère ;</li> <li>o à l'autosurveillance.</li> </ul> </li> </ul> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir le principe des revêtements PVD et CVD et indiquer les conditions opératoires.</li> <li>– Citer les principales propriétés des dépôts obtenus.</li> <li>– Citer les principales applications.</li> <li>– Citer les préparations de surfaces spécifiques aux traitements sous vide.</li>   <li>– Décrire le principe de la formation de la couche poreuse d'alumine dans le cas de l'oxydation anodique sulfurique.</li> <li>– Citer le rôle des paramètres influant sur l'élaboration de cette couche.</li> <li>– Décrire le type de couche obtenu par les procédés chromiques, phosphoriques, oxaliques. Donner des compositions pour ces différents types d'électrolytes.</li> <li>– Décrire les principaux types de coloration de l'aluminium, ainsi que leurs conditions de mise en œuvre.</li> <li>– Citer d'autres métaux pouvant être oxydés par voie électrolytique.</li>   <li>– Décrire le principe des traitements de phosphatation des aciers ainsi que les propriétés des couches obtenues.</li> <li>– Décrire le principe de la mesure du poids de couche.</li> <li>– Citer les différents types de phosphatation en précisant leurs propriétés.</li> <li>– Citer les différents métaux aptes à la chromatation.</li> <li>– Décrire le principe du traitement de chromatation.</li>   <li>– Décrire le principe des procédés d'application.</li> <li>– Citer les paramètres de mise en œuvre et identifier leurs actions.</li> <li>– Citer des applications spécifiques à chaque procédé.</li>   <li>– Exploiter, à partir d'un cas concret, les textes réglementaires pour en extraire les informations techniques en matière de rejets des effluents liquides ou gazeux.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S3B3 – PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (SUITE) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gestion et rationalisation des rinçages (statiques, éco, cascades inverses).</li>   <li>– Principe d'une station d'épuration physico-chimique (conception et fonctionnement) de traitements des effluents liquides : <ul style="list-style-type: none"> <li>o en circuit ouvert ;</li> <li>o en circuit fermé.</li> </ul> </li>   <li>– Autres procédés pour les effluents liquides : <ul style="list-style-type: none"> <li>o flottation ;</li> <li>o séparation liquide – liquide ;</li> <li>o évaporation sous vide ;</li> <li>o techniques électrolytiques et électromembranaires (osmose inverse, nano, ultra et micro-filtration) ;</li> <li>o électrocoagulation ;</li> <li>o floculation électrostatique ;</li> <li>o échangeurs d'ions mobiles ;</li> <li>o résines spécifiques (chélatantes).</li> </ul> </li>   <li>– Traitement des effluents gazeux : <ul style="list-style-type: none"> <li>o adsorption ;</li> <li>o absorption ;</li> <li>o lavage des gaz.</li> </ul> </li>   <li>– Rejet « 0 » sur site : <ul style="list-style-type: none"> <li>o "0" polluant ;</li> <li>o "0" liquide.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>S3B4 – PROTECTION DES PERSONNES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prévention des risques.</li>   <li>– Le risque chimique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Calculer des paramètres de travail en fonction des contraintes réglementaires (débits, surfaces à traiter, rapport de dilution, etc.) et de la nature des traitements de surfaces concernés (contraintes techniques).</li>   <li>– Établir le schéma de principe d'une station physico-chimique en circuit ouvert ou fermé.</li> <li>– Décrire le principe de fonctionnement d'une station physico-chimique en circuit ouvert ou fermé.</li> <li>– Préciser les conditions opératoires des différents traitements réalisés (déchromatation, décyanuration, coprécipitation).</li>   <li>– Citer le principe de chaque procédé et de ses différentes applications industrielles.</li>   <li>– Citer le principe des procédés d'adsorption, d'absorption et de lavage des gaz.</li>   <li>– Citer les procédés mis en œuvre pour obtenir un rejet « 0 » sur site ("0" polluant et/ou "0" liquide).</li>   <li>– Identifier des phénomènes dangereux.</li> <li>– Identifier des situations dangereuses.</li> <li>– Proposer des solutions.</li> <li>– Exploiter une fiche de données de sécurité</li> <li>– Rédiger une fiche d'utilisation d'un produit chimique à partir d'une fiche de données de sécurité.</li> <li>– Établir un plan de stockage des produits chimiques.</li> </ul>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><b>S3B5 – <u>ORGANISATION DE LA PRODUCTION</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gammes de traitements.</li> </ul> <p><b>S3B6 – <u>OUTILS DE LA QUALITE</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cartes de contrôle.</li>   <li>– Capabilité d'un appareil de mesure.</li> </ul>	<p>À partir de contraintes techniques, technologiques, humaines, de protection des personnes et de l'environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Établir une gamme de traitement réalisable pour un produit donné.</li> <li>– Proposer une planification de cette production.</li> <li>– Proposer une durée de réalisation du traitement.</li>   <li>– Identifier les différentes composantes d'une carte de contrôle.</li> <li>– Renseigner une carte de contrôle.</li> <li>– Identifier les défauts types d'une série de mesures sur une carte de contrôle (dérives, points hors limites, répartition trop étendue des points de mesures, etc.).</li> <li>– Donner la définition de la capabilité.</li> <li>– Calculer la capabilité d'un appareil de mesure.</li> <li>– À partir de la capabilité d'un appareil de mesure (calculée ou donnée), évaluer la pertinence d'un choix d'appareil de mesure pour un dépôt un revêtement ou une couche donné(e).</li> </ul>

S4 : Mise en œuvre des procédés

S4B : Partie spécifique à l'option B

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S4B1– REALISATION DE TRAITEMENTS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gammes de préparation de surfaces :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o sur alliages ferreux ;</li> <li>o sur cuivre et alliages ;</li> <li>o sur aluminium et alliages ;</li> <li>o sur alliages de zinc ;</li> <li>o sur matériaux organiques.</li> </ul> </li>   <li>– Gammes de traitements                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Revêtements électrolytiques :                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- chrome (décor et dur) ;</li> <li>- argent ;</li> <li>- or ;</li> <li>- zinc ;</li> <li>- étain ;</li> <li>- codépôts.</li> </ul> </li> </ul> </li>   <li>– Revêtements organiques :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o poudrage électrostatique.</li> </ul> </li>   <li>– Traitements de conversion :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o anodisation sulfurique ;</li> <li>o anodisation chromique ;</li> <li>o anodisation oxalique ;</li> <li>o anodisation dure.</li> </ul> </li>   <p><b>S4B2 – COURANTS D'ELECTROLYSE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Courant continu.</li> <li>– Courants pulsés.</li> </ul> </ul>	<p><i>NB. La notion de préparation comprend également les revêtements permettant d'obtenir une surface apte au revêtement ou au traitement (double zingage + laitonnage ou cuirage sur aluminium par exemple).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre des procédés de préparation de surfaces.</li> <li>– Discriminer les différentes opérations et identifier leur rôle respectif.</li> <li>– Définir des paramètres opératoires à partir de contraintes techniques.</li> <li>– Identifier les défauts types dus à une mauvaise préparation.</li>   <li>– Mettre en œuvre un traitement.</li> <li>– Définir des paramètres opératoires.</li> <li>– Exploiter la documentation relative au procédé de traitement, pour en extraire des données opératoires.</li>   <li>– Mettre en œuvre un matériel de poudrage électrostatique.</li>   <li>– Mettre en œuvre les différents procédés d'anodisation.</li> <li>– Comparer les propriétés des couches anodisées obtenues par les différents procédés.</li> <li>– Mesurer les propriétés mécaniques de la couche anodisée dans le cas de l'anodisation dure.</li>   <li>– Mettre en œuvre un générateur de courants pulsés.</li> <li>– Comparer les propriétés d'un dépôt obtenu en courant pulsé par rapport à un dépôt obtenu en courant continu.</li> </ul>

<b>Connaissances</b>	<b>Commentaires et limites d'exigence</b>
<p><b>S4B3 – <u>DEPOTS CHIMIQUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nickelage chimique.</li> </ul> <p><b>S4B4 – <u>CONTROLE DES BAINS</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cellule de Hull.</li> </ul> <p><b>S4B5 – <u>CONTROLE DES COUCHES OBTENUES</u> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Essais en brouillard salin.</li> <li>– Discontinuités.</li> <li>– Rugosité.</li> <li>– Adhérence des revêtements.</li> <li>– Contraintes internes dans les revêtements.</li> <li>– Microscopie électronique à balayage.</li> <li>– Microscopie optique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser un dépôt de nickel chimique.</li> <li>– Identifier l'influence des paramètres du traitement.</li> <li>– Réaliser les traitements de durcissement.</li> <li>– Mesurer les propriétés du dépôt.</li> </ul> <p>À partir d'un nuancier existant, à créer ou d'une documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Identifier un dysfonctionnement du bain.</li> <li>– Corriger le bain.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre un essai de brouillard salin.</li> <li>– Interpréter les résultats obtenus, dans le cas de la corrosion d'un acier zingué.</li> <li>– Mettre en œuvre un test d'évaluation des discontinuités.</li> <li>– Citer différents critères de rugosité (Ra, Rt, Rp, Rz, Rmax).</li> <li>– Mettre en œuvre un rugosimètre.</li> <li>– Effectuer un essai d'adhérence à partir d'une documentation ou de normes.</li> <li>– Interpréter les résultats.</li> <li>– Définir les limites d'un essai.</li> <li>– Mettre en œuvre le test de flexion cathodique.</li> <li>– Discriminer les contraintes de traction et de compression.</li> <li>– Équilibrer le bain pour que la résultante soit nulle.</li> <li>– Mettre en œuvre un MEB pour observer le résultat d'un traitement.</li> <li>– Mesurer des dimensions au MEB.</li> <li>– Effectuer une prise de vue au MEB.</li> <li>– Préparer un échantillon ayant subi des traitements de surfaces.</li> <li>– Effectuer une attaque micrographique afin de mettre en évidence des différences de structure.</li> <li>– Valider une gamme de traitements possibles à partir d'un échantillon.</li> <li>– Définir les limites de validité d'une mesure.</li> </ul> <p><b><u>Pour l'ensemble des contrôles :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vérifier la conformité d'un échantillon à un cahier des charges.</li> </ul>



Brevet de Technicien Supérieur  
"TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

Annexe 1 (suite)

Unités constitutives du diplôme

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U4.1 :

*Sciences et Techniques*  
*Sous-épreuve de Sciences physiques appliquées*

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS							
			S1		S2		S3		S4	
			AB	A	AB	A	AB	A	AB	A
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation	10							
	2	Réaliser, rédiger un document	10							
	3	Exploiter un thème, un travail	10							
	4	Dialoguer								
	5	Conduire une réunion								
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								
	2	Proposer une modification des moyens de production								
	3	Proposer des actions correctives	10							
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail	10							
	2	Établir une gamme de traitement								
	3	Établir une procédure de contrôle								
	4	Proposer un programme d'expertise								
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)								
	2	Lancer la production								
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								
	4	Gérer les impératifs de production								
C5	1	Choisir les équipements de contrôle	10							
	2	Contrôler et étalonner un matériel								
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement								
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter								
	5	Participer à la réalisation d'une expertise								
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations	10							
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais								
	3	Effectuer la première mise en service								

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U4.2 :

*Sciences et Techniques*  
*Sous-épreuve de Sciences et techniques industrielles*

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS								
				S1		S2		S3		S4		
				AB	A	AB	A	AB	A	AB	A	
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation						10				
	2	Réaliser, rédiger un document						10				
	3	Exploiter un thème, un travail						10				
	4	Dialoguer										
	5	Conduire une réunion										
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)						10				
	2	Proposer une modification des moyens de production						10				
	3	Proposer des actions correctives						10				
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail						10				
	2	Établir une gamme de traitement						10				
	3	Établir une procédure de contrôle						10				
	4	Proposer un programme d'expertise						10				
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)						10				
	2	Lancer la production										
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail										
	4	Gérer les impératifs de production										
C5	1	Choisir les équipements de contrôle						10				
	2	Contrôler et étalonner un matériel										
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement										
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter										
	5	Participer à la réalisation d'une expertise										
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations						10				
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais										
	3	Effectuer la première mise en service										

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U4.3

Sciences et Techniques

Sous-épreuve de Sciences physiques appliquées

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS							
			S1		S2		S3		S4	
			AB	A	AB	A	AB	A	AB	A
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation		10						
	2	Réaliser, rédiger un document		10						
	3	Exploiter un thème, un travail		10						
	4	Dialoguer								
	5	Conduire une réunion								
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								
	2	Proposer une modification des moyens de production								
	3	Proposer des actions correctives		10						
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail		10						
	2	Établir une gamme de traitement								
	3	Établir une procédure de contrôle								
	4	Proposer un programme d'expertise								
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)								
	2	Lancer la production								
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								
	4	Gérer les impératifs de production								
C5	1	Choisir les équipements de contrôle		10						
	2	Contrôler et étalonner un matériel								
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement								
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter								
	5	Participer à la réalisation d'une expertise								
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations		10						
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais								
	3	Effectuer la première mise en service								

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U4.4

Sciences et Techniques

Sous-épreuve de Sciences et techniques industrielles

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS							
				S1		S2		S3		S4	
				AB	A	AB	A	AB	A	AB	A
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation							10		
	2	Réaliser, rédiger un document							10		
	3	Exploiter un thème, un travail							10		
	4	Dialoguer									
	5	Conduire une réunion									
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)							10		
	2	Proposer une modification des moyens de production							10		
	3	Proposer des actions correctives							10		
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail							10		
	2	Établir une gamme de traitement							10		
	3	Établir une procédure de contrôle							10		
	4	Proposer un programme d'expertise							10		
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)							10		
	2	Lancer la production									
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail									
	4	Gérer les impératifs de production									
C5	1	Choisir les équipements de contrôle							10		
	2	Contrôler et étalonner un matériel									
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement									
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter									
	5	Participer à la réalisation d'une expertise									
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations							10		
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais									
	3	Effectuer la première mise en service									

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U5.1

Travaux pratiques de sciences et techniques

Sous-épreuve : Travaux pratiques de Sciences physiques appliquées

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS							
			S1		S2		S3		S4	
			AB	A	AB	A	AB	A	AB	A
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation			10	10				
	2	Réaliser, rédiger un document			10	10				
	3	Exploiter un thème, un travail			10	10				
	4	Dialoguer			10	10				
	5	Conduire une réunion								
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								
	2	Proposer une modification des moyens de production								
	3	Proposer des actions correctives			10	10				
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail			10	10				
	2	Établir une gamme de traitement								
	3	Établir une procédure de contrôle			10	10				
	4	Proposer un programme d'expertise								
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)			10	10				
	2	Lancer la production								
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								
	4	Gérer les impératifs de production								
C5	1	Choisir les équipements de contrôle			10	10				
	2	Contrôler et étalonner un matériel			10	10				
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement			10	10				
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter			10	10				
	5	Participer à la réalisation d'une expertise			10	10				
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations			10	10				
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais			10	10				
	3	Effectuer la première mise en service			10	10				

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U5.2

Travaux pratiques de sciences et techniques

Sous-épreuve : Travaux pratiques de Sciences et techniques industrielles

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS									
		S1	S2	S3	S4	S1		S2		S3		S4	
		AB	A	AB	A	AB	A	AB	A	AB	A	AB	A
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation								10	10		
	2	Réaliser, rédiger un document								10	10		
	3	Exploiter un thème, un travail								10	10		
	4	Dialoguer								10	10		
	5	Conduire une réunion											
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								10	10		
	2	Proposer une modification des moyens de production								10	10		
	3	Proposer des actions correctives								10	10		
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail								10	10		
	2	Établir une gamme de traitement								10	10		
	3	Établir une procédure de contrôle								10	10		
	4	Proposer un programme d'expertise											
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)								10	10		
	2	Lancer la production								10	10		
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								10	10		
	4	Gérer les impératifs de production								10	10		
C5	1	Choisir les équipements de contrôle								10	10		
	2	Contrôler et étalonner un matériel								10	10		
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement								10	10		
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter								10	10		
	5	Participer à la réalisation d'une expertise								10	10		
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations								10	10		
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais								10	10		
	3	Effectuer la première mise en service								10	10		

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U6.1

*Épreuve professionnelle de synthèse*  
*Sous-épreuve : Réalisation d'un projet*

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS							
			S1		S2		S3		S4	
			AB	A	AB	A	AB	A	AB	A
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation	10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Réaliser, rédiger un document	10	10	10	10	10	10	10	10
	3	Exploiter un thème, un travail	10	10	10	10	10	10	10	10
	4	Dialoguer			10	10			10	10
	5	Conduire une réunion			10	10			10	10
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)							10	10
	2	Proposer une modification des moyens de production			10	10			10	10
	3	Proposer des actions correctives	10	10	10	10	10	10	10	10
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail			10	10			10	10
	2	Établir une gamme de traitement					10	10	10	10
	3	Établir une procédure de contrôle	10	10	10	10	10	10	10	10
	4	Proposer un programme d'expertise	10	10	10	10	10	10	10	10
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)			10	10			10	10
	2	Lancer la production							10	10
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail							10	10
	4	Gérer les impératifs de production							10	10
C5	1	Choisir les équipements de contrôle	10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Contrôler et étalonner un matériel			10	10			10	10
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement			10	10			10	10
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter			10	10			10	10
	5	Participer à la réalisation d'une expertise			10	10			10	10
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations	10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais			10	10			10	10
	3	Effectuer la première mise en service			10	10			10	10

Option A : "Traitements Thermiques"

Unité U6.2

Épreuve professionnelle de synthèse

Sous-épreuve : Rapport de stage en milieu professionnel

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS							
				S1		S2		S3		S4	
				AB	A	AB	A	AB	A	AB	A
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation		10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Réaliser, rédiger un document		10	10	10	10	10	10	10	10
	3	Exploiter un thème, un travail		10		10		10		10	
	4	Dialoguer				10	10			10	10
	5	Conduire une réunion				10	10			10	10
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								10	
	2	Proposer une modification des moyens de production				10				10	
	3	Proposer des actions correctives		10		10		10		10	
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail				10				10	
	2	Établir une gamme de traitement						10		10	
	3	Établir une procédure de contrôle		10		10		10		10	
	4	Proposer un programme d'expertise		10		10		10		10	
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)				10				10	
	2	Lancer la production								10	
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								10	
	4	Gérer les impératifs de production								10	
C5	1	Choisir les équipements de contrôle				10				10	
	2	Contrôler et étalonner un matériel				10				10	
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement				10				10	
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter				10				10	
	5	Participer à la réalisation d'une expertise				10				10	
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations				10				10	
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais				10				10	
	3	Effectuer la première mise en service				10				10	

Option B : "Traitements de surfaces"

Unité U4.1

Sciences et Techniques

Sous-épreuve : sciences physiques appliquées

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS							
				S1		S2		S3		S4	
				AB	B	AB	B	AB	B	AB	B
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation		10							
	2	Réaliser, rédiger un document		10							
	3	Exploiter un thème, un travail		10							
	4	Dialoguer									
	5	Conduire une réunion									
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)									
	2	Proposer une modification des moyens de production									
	3	Proposer des actions correctives		10							
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail		10							
	2	Établir une gamme de traitement									
	3	Établir une procédure de contrôle									
	4	Proposer un programme d'expertise									
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)									
	2	Lancer la production									
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail									
	4	Gérer les impératifs de production									
C5	1	Choisir les équipements de contrôle		10							
	2	Contrôler et étalonner un matériel									
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement									
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter									
	5	Participer à la réalisation d'une expertise									
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations		10							
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais									
	3	Effectuer la première mise en service									

Option B Traitements de surfaces

Unité U4.2

Sciences et Techniques

Sous-épreuve : sciences et techniques industrielles

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS							
			S1		S2		S3		S4	
			AB	B	AB	B	AB	B	AB	B
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation					10			
	2	Réaliser, rédiger un document					10			
	3	Exploiter un thème, un travail					10			
	4	Dialoguer								
	5	Conduire une réunion								
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)					10			
	2	Proposer une modification des moyens de production					10			
	3	Proposer des actions correctives					10			
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail					10			
	2	Établir une gamme de traitement					10			
	3	Établir une procédure de contrôle					10			
	4	Proposer un programme d'expertise					10			
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)					10			
	2	Lancer la production								
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								
	4	Gérer les impératifs de production								
C5	1	Choisir les équipements de contrôle					10			
	2	Contrôler et étalonner un matériel								
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement								
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter								
	5	Participer à la réalisation d'une expertise								
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations					10			
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais								
	3	Effectuer la première mise en service								

Option B : "Traitements de surfaces"

Unité U4.3

Sciences et Techniques

Sous-épreuve : sciences physiques appliquées

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS							
			S1		S2		S3		S4	
			AB	B	AB	B	AB	B	AB	B
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation		⑩						
	2	Réaliser, rédiger un document		⑩						
	3	Exploiter un thème, un travail		⑩						
	4	Dialoguer								
	5	Conduire une réunion								
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								
	2	Proposer une modification des moyens de production								
	3	Proposer des actions correctives		⑩						
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail		⑩						
	2	Établir une gamme de traitement								
	3	Établir une procédure de contrôle								
	4	Proposer un programme d'expertise								
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)								
	2	Lancer la production								
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								
	4	Gérer les impératifs de production								
C5	1	Choisir les équipements de contrôle		⑩						
	2	Contrôler et étalonner un matériel								
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement								
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter								
	5	Participer à la réalisation d'une expertise								
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations		⑩						
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais								
	3	Effectuer la première mise en service								

Option B : "Traitements de surfaces"

Unité U4.4

Sciences et Techniques

Sous-épreuve : sciences et techniques industrielles

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS								
			S1		S2		S3S		S4		
			AB	B	AB	B	AB	B	AB	B	
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation							10		
	2	Réaliser, rédiger un document							10		
	3	Exploiter un thème, un travail							10		
	4	Dialoguer									
	5	Conduire une réunion									
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)							10		
	2	Proposer une modification des moyens de production							10		
	3	Proposer des actions correctives							10		
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail							10		
	2	Établir une gamme de traitement							10		
	3	Établir une procédure de contrôle							10		
	4	Proposer un programme d'expertise							10		
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)							10		
	2	Lancer la production									
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail									
	4	Gérer les impératifs de production									
C5	1	Choisir les équipements de contrôle							10		
	2	Contrôler et étalonner un matériel									
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement									
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter									
	5	Participer à la réalisation d'une expertise									
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations							10		
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais									
	3	Effectuer la première mise en service									

Option B : "Traitements de surfaces"

Unité U5.1

Travaux pratiques de sciences et techniques

Sous-épreuve : Travaux pratiques de Sciences physiques appliquées

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS							
				S1		S2		S3		S4	
		AB	B	AB	B	AB	B	AB	B		
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation				10	10				
	2	Réaliser, rédiger un document				10	10				
	3	Exploiter un thème, un travail				10	10				
	4	Dialoguer				10	10				
	5	Conduire une réunion									
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)									
	2	Proposer une modification des moyens de production									
	3	Proposer des actions correctives				10	10				
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail				10	10				
	2	Établir une gamme de traitement									
	3	Établir une procédure de contrôle				10	10				
	4	Proposer un programme d'expertise									
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)				10	10				
	2	Lancer la production									
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail									
	4	Gérer les impératifs de production									
C5	1	Choisir les équipements de contrôle				10	10				
	2	Contrôler et étalonner un matériel				10	10				
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement				10	10				
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter				10	10				
	5	Participer à la réalisation d'une expertise				10	10				
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations				10	10				
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais				10	10				
	3	Effectuer la première mise en service				10	10				

Option B : "Traitements de surfaces"

Unité U5.2

Travaux pratiques de sciences et techniques

Sous-épreuve : Travaux pratiques de Sciences et techniques industrielles

		CAPACITÉS	SAVOIRS ASSOCIÉS							
			S1		S2		S3		S4	
			AB	B	AB	B	AB	B	AB	B
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation							10	10
	2	Réaliser, rédiger un document							10	10
	3	Exploiter un thème, un travail							10	10
	4	Dialoguer							10	10
	5	Conduire une réunion								
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)							10	10
	2	Proposer une modification des moyens de production							10	10
	3	Proposer des actions correctives							10	10
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail							10	10
	2	Établir une gamme de traitement							10	10
	3	Établir une procédure de contrôle							10	10
	4	Proposer un programme d'expertise								
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)							10	10
	2	Lancer la production							10	10
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail							10	10
	4	Gérer les impératifs de production							10	10
C5	1	Choisir les équipements de contrôle							10	10
	2	Contrôler et étalonner un matériel							10	10
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement							10	10
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter							10	10
	5	Participer à la réalisation d'une expertise							10	10
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations							10	10
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais							10	10
	3	Effectuer la première mise en service							10	10

Option B : "Traitements de surfaces"

Unité U6.1

Épreuve professionnelle de synthèse

Sous-épreuve : réalisation d'un projet

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS							
				S1		S2		S3		S4	
				AB	B	AB	B	AB	B	AB	B
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation		10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Réaliser, rédiger un document		10	10	10	10	10	10	10	10
	3	Exploiter un thème, un travail		10	10	10	10	10	10	10	10
	4	Dialoguer				10	10			10	10
	5	Conduire une réunion				10	10			10	10
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								10	10
	2	Proposer une modification des moyens de production				10	10			10	10
	3	Proposer des actions correctives		10	10	10	10	10	10	10	10
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail				10	10			10	10
	2	Établir une gamme de traitement						10	10	10	10
	3	Établir une procédure de contrôle		10	10	10	10	10	10	10	10
	4	Proposer un programme d'expertise		10	10	10	10	10	10	10	10
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)				10	10			10	10
	2	Lancer la production								10	10
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								10	10
	4	Gérer les impératifs de production								10	10
C5	1	Choisir les équipements de contrôle		10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Contrôler et étalonner un matériel				10	10			10	10
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement				10	10			10	10
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter				10	10			10	10
	5	Participer à la réalisation d'une expertise				10	10			10	10
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations		10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais				10	10			10	10
	3	Effectuer la première mise en service				10	10			10	10

Option B : "Traitements de surfaces"

Unité U6.2

Épreuve professionnelle de synthèse

Sous-épreuve : rapport de stage en milieu professionnel

		CAPACITÉS		SAVOIRS ASSOCIÉS							
				S1		S2		S3		S4	
				AB	B	AB	B	AB	B	AB	B
C1	1	Rechercher et exploiter une documentation		10	10	10	10	10	10	10	10
	2	Réaliser, rédiger un document		10	10	10	10	10	10	10	10
	3	Exploiter un thème, un travail		10		10		10		10	
	4	Dialoguer				10	10			10	10
	5	Conduire une réunion				10	10			10	10
C2	1	Proposer une modification du cahier des charges (partie technique)								10	
	2	Proposer une modification des moyens de production				10				10	
	3	Proposer des actions correctives		10		10		10		10	
C3	1	Établir un mode opératoire en tenant compte de la situation de travail				10				10	
	2	Établir une gamme de traitement						10		10	
	3	Établir une procédure de contrôle		10		10		10		10	
	4	Proposer un programme d'expertise		10		10		10		10	
C4	1	Retenir les moyens nécessaires (hommes, équipements, etc.)				10				10	
	2	Lancer la production								10	
	3	Gérer l'approvisionnement des postes de travail								10	
	4	Gérer les impératifs de production								10	
C5	1	Choisir les équipements de contrôle				10				10	
	2	Contrôler et étalonner un matériel				10				10	
	3	Contrôler les produits (pièces) et les moyens de traitement				10				10	
	4	Réceptionner les produits de traitement et les produits à traiter				10				10	
	5	Participer à la réalisation d'une expertise				10				10	
C6	1	Comprendre le principe de fonctionnement des matériels et des installations				10				10	
	2	Réceptionner des matériels et procéder aux essais				10				10	
	3	Effectuer la première mise en service				10				10	

## **UNITÉS COMMUNES À PLUSIEURS SPÉCIALITÉS DE BTS**

### **FRANÇAIS**

L'unité "Français" du brevet de technicien supérieur "Traitement des matériaux" et l'unité "Français" des brevets de techniciens supérieurs du secteur industriel (groupe I) sont communes.

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés des épreuves correspondant à l'unité "Français".

Les bénéficiaires de l'unité "Français" au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés des épreuves correspondant à l'unité "Français".

### **MATHÉMATIQUES**

L'unité "Mathématiques" du brevet de technicien supérieur "Traitement des matériaux" et l'unité "Mathématiques" des brevets de techniciens supérieurs appartenant au groupement B défini par la note de service n°2000-215 du 28 novembre 2000 sont communes.

Les titulaires de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, dispensés des épreuves correspondant à l'unité "Mathématiques".

Les bénéficiaires de l'unité "Mathématiques" au titre de l'une des spécialités susmentionnées qui souhaitent présenter une autre de ces spécialités sont, à leur demande, pendant la durée de validité du bénéfice, dispensés des épreuves correspondant à l'unité "Mathématiques".

## Table d'équivalence entre les options A et B du brevet de technicien supérieur "Traitements des Matériaux"

Les candidats possédant le BTS traitement des matériaux dans une option et désirant se présenter à l'autre option gardent pendant cinq le bénéfice des unités tel que défini dans le tableau suivant :

ÉPREUVES		TITULAIRES DE L'OPTION A DÉSIRANT PASSER L'OPTION B	TITULAIRES DE L'OPTION B DÉSIRANT PASSER L'OPTION A
<b>E1 Français</b>	<b>U1</b>	Acquis	Acquis
<b>E2 Langue vivante étrangère</b>	<b>U2</b>	Acquis	Acquis
<b>E3 Mathématiques</b>	<b>U3</b>	Acquis	Acquis
<b>E4 Sciences et techniques</b> ⊗ <i>Sous-épreuve commune aux deux options :</i> <b>Sciences physiques appliquées</b>	<b>U4.1</b>	Acquis	Acquis
⊗ <i>Sous-épreuve commune aux deux options :</i> <b>Sciences et techniques industrielles</b>	<b>U4.2</b>	Acquis	Acquis
⊗ <i>Sous-épreuve spécifique à chaque option :</i> <b>Sciences physiques appliquées</b>	<b>U4.3</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option B</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option A</b>
⊗ <i>Sous-épreuve spécifique à chaque option :</i> <b>Sciences et techniques industrielles</b>	<b>U4.4</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option B</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option A</b>
<b>E5 Travaux pratiques de sciences et techniques</b> <i>Épreuve spécifique à chaque option</i>		<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option B</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option A</b>
⊗ <i>Sous-épreuve :</i> <b>Travaux pratiques de sciences physiques appliquées</b>	<b>U5.1</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option B</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option A</b>
⊗ <i>Sous-épreuve :</i> <b>Travaux pratiques de sciences et techniques industrielles</b>	<b>U5.2</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option B</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option A</b>
<b>E6 Épreuve professionnelle de synthèse</b>			
⊗ <i>Sous-épreuve spécifique à chaque option :</i> <b>Réalisation d'un projet</b>	<b>U6.1</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option B</b>	<b>Passer l'épreuve spécifique à l'option A</b>
⊗ <i>Sous-épreuve commune aux deux options :</i> <b>Rapport de stage en milieu professionnel</b>	<b>U6.2</b>	Acquis	Acquis



Brevet de Technicien Supérieur  
"TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

Annexe II

Stage en milieu  
Professionnel

## **I. OBJECTIFS**

Le candidat au Brevet de technicien supérieur "Traitements des Matériaux" devra effectuer en fin de première année un stage en entreprise d'une durée minimale de huit semaines.

Le stage en milieu professionnel est obligatoire quelle que soit la voie d'accès au diplôme.

Le stage en milieu professionnel répond à plusieurs objectifs :

⊕ connaître l'entreprise pour :

- en saisir les données constitutives et organisationnelles, le positionnement économique, le mode de gestion, les indicateurs de rentabilité ;
- en comprendre le fonctionnement dans sa forme juridique ;
- en comprendre le savoir-faire, les aspects techniques, les obligations réglementaires ;
- participer à des activités telles que conception, mise au point et développement, gestion de production, mise en service de matériel et communication, études des sécurités et de l'environnement ;

⊕ tester sa capacité d'adaptation au domaine du traitement des matériaux ;

⊕ enrichir la formation.

Les candidats rédigent un rapport où sont abordés les points suivants :

- ⊕ présentation de l'entreprise, de sa structure organisationnelle, juridique, économique et sociale ;
- ⊕ présentation des principales tâches accomplies, de leur aspect technique, des réflexions et conclusions que le stagiaire a tirées de son activité.

## **II. ORGANISATION**

### **A. Voie scolaire**

Le stage, organisé avec le concours des milieux professionnels, est placé sous le contrôle des autorités académiques dont relève l'étudiant et, le cas échéant, des services du conseiller culturel auprès de l'ambassade de France du pays d'accueil pour un stage à l'étranger. Il est effectué dans une entreprise comportant différents services.

Chaque période de stage en entreprise fait l'objet d'une convention entre l'établissement fréquenté par l'étudiant et l'entreprise d'accueil. Cette convention est établie conformément aux dispositions en vigueur. Toutefois, elle pourra être adaptée pour tenir compte des contraintes imposées par la législation du pays d'accueil.

La recherche du stage est assurée conjointement par l'étudiant et par l'équipe pédagogique et éducative sous la responsabilité du chef d'établissement.

Pendant le stage en entreprise, l'étudiant a obligatoirement la qualité d'étudiant stagiaire et non de salarié.

Un candidat qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'effectue qu'une partie du stage obligatoire, peut être autorisé par le recteur à se présenter à l'examen, le jury étant tenu informé de sa situation.

Afin d'en assurer le caractère formateur, le stage est placé sous la responsabilité pédagogique des professeurs assurant les enseignements professionnels. Mais l'équipe pédagogique dans son ensemble est responsable de l'explicitation de ses objectifs, de sa mise en place, de son suivi, de l'exploitation qui en est faite. Elle doit veiller à informer les responsables des entreprises d'accueil, notamment le tuteur, des objectifs du stage et plus particulièrement des compétences qu'il vise à développer.

Un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou son représentant, attestant de la présence de l'étudiant. À ce certificat est joint un tableau récapitulatif des activités conduites pendant le stage indiquant le degré de responsabilité de l'étudiant dans leurs réalisations ainsi qu'une appréciation globale du tuteur sur le stagiaire.

Le certificat doit figurer dans le rapport qui fait l'objet d'une soutenance lors de la sous-épreuve "rapport d'activité en entreprise" (U6.2).

Un candidat qui n'a pas présenté ces pièces ne peut être admis à subir cette sous-épreuve.

La durée globale du stage, effectué à temps plein, est de huit semaines.

## **B. Voie de l'apprentissage**

Pour les apprentis, les certificats de stage sont remplacés par la photocopie du contrat de travail ou par une attestation de l'employeur confirmant le statut du candidat comme apprenti dans son entreprise.

Les activités effectuées au sein de l'entreprise doivent être en cohérence avec les exigences du référentiel du Brevet de technicien supérieur "Traitements des Matériaux".

Les objectifs pédagogiques, supports de l'épreuve U6.2, sont les mêmes que ceux qui ont été définis pour les candidats scolaires.

## **C. Voie de la formation continue**

Les candidats qui se préparent au Brevet de technicien supérieur "Traitements des Matériaux" par la voie de la formation continue rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

### *1. Candidats en situation de première formation ou en situation de reconversion*

La durée de stage est de 8 semaines. Elle s'ajoute à la durée de formation dispensée dans le centre de formation continue en application de l'article 11 du décret n° 95-665 du 9 mai 1995 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur.

L'organisme de formation peut concourir à la recherche de l'entreprise d'accueil.

Le stagiaire peut avoir la qualité de salarié d'un autre secteur professionnel.

Lorsque cette préparation s'effectue dans le cadre d'un contrat de travail de type particulier, le stage obligatoire est inclus dans la période de formation dispensée en milieu professionnel si les activités effectuées sont en cohérence avec les exigences du référentiel du Brevet de technicien supérieur "Traitements des Matériaux" et conformes aux objectifs et aux modalités générales définis ci-dessus.

### *2. Candidats en situation de perfectionnement*

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail attestant que l'intéressé a été occupé dans le domaine du traitement des matériaux en qualité de salarié à temps plein pendant six mois au cours de l'année précédant l'examen ou à temps partiel pendant un an au cours des deux années précédant l'examen. Les activités effectuées doivent être en cohérence avec les exigences du référentiel.

Les candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

#### **D. Candidats en formation à distance**

Les candidats relèvent, selon leur statut (voie scolaire, apprentissage, formation continue), de l'un des cas précédents.

#### **E. Candidats qui se présentent au titre de leur expérience professionnelle:**

Le certificat de stage peut être remplacé par un ou plusieurs certificats de travail justifiant la nature et la durée de l'emploi occupé.

Ces candidats rédigent un rapport sur leurs activités professionnelles dans le même esprit que le rapport de stage.

#### **III. AMENAGEMENT DE LA DUREE DU STAGE**

La durée normale du stage est de 8 semaines. Pour une raison de force majeure dûment constatée ou dans le cadre d'une formation aménagée ou d'une décision de positionnement, la durée de stage peut être réduite mais ne peut être inférieure à 4 semaines.

Toutefois, les candidats qui produisent une dispense (notamment au titre de la validation des acquis professionnels) ne sont pas tenus d'effectuer ce stage.

Le recteur est seul autorisé à valider les aménagements de la durée de stage ou les dispenses.

#### **IV. CANDIDATS SCOLAIRES AYANT ECHOUÉ A UNE SESSION ANTERIEURE DE L'EXAMEN**

Les candidats ayant échoué à une session antérieure de l'examen ont le choix entre présenter le précédent rapport de stage, modifier ce rapport ou en élaborer un autre après avoir effectué un autre stage.

Les candidats redoublants qui ont obtenu l'unité U 6.2 doivent s'impliquer normalement dans les activités professionnelles organisées par leur établissement en deuxième année.

Les candidats apprentis redoublants peuvent présenter à la session suivant celle au cours de laquelle ils n'ont pas été admis :

- ⊕ soit leur contrat d'apprentissage initial prorogé d'un an ;
- ⊕ soit un nouveau contrat conclu avec un autre employeur (en application des dispositions de l'article L117-9 du code du travail).

# Brevet de Technicien Supérieur

## "TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

### Annexe III

## Horaires

(Formation initiale sous statut scolaire)

<b>Disciplines</b>	<b>1<sup>ERE</sup> ANNEE Total [cours+TD + TP]</b>	<b>À titre indicatif Horaire global de 1ère année</b>	<b>2<sup>EME</sup> ANNEE Total [cours+TD+TP]</b>	<b>À titre indicatif Horaire global de 2<sup>ème</sup> année</b>
Français	<b>3</b> [2+1+0]	90	<b>3</b> [2+1+0]	90
Langues vivantes	<b>3</b> [2+1+0]	90	<b>3</b> [2+1+0]	90
Mathématiques	<b>3</b> [2+1+0]	90	<b>3</b> [2+1+0]	90
Économie et gestion d'entreprise	<b>1</b> [1+0+0]	30		
Sciences physiques appliquées	<b>13</b> [8+1+4]	390	<b>13</b> [8+1+4]	390
Sciences et techniques industrielles	<b>11</b> [3+0+8 <sup>(a)</sup> ]	330	<b>12</b> [4+0+8 <sup>(b)</sup> ]	360
<b>Total</b>	<b>34 h</b>	1020 h	<b>34 h</b>	1020 h

(a) Travaux pratiques d'atelier

(b) Travaux pratiques d'atelier dont 1/3 de l'horaire annuel est consacré à l'étude de cas industriel.

**NOTA :**

*Afin de faciliter l'utilisation du matériel, les séances de travaux pratiques d'atelier se dérouleront, dans la mesure des possibilités locales sur deux demi-journées consécutives.*

Brevet de Technicien Supérieur  
"TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX"

**Annexe IV - Règlement d'examen**

ÉPREUVES			Candidats				
			<b>Scolaires</b> (établissements publics ou privés sous contrat) <b>Apprentis</b> (CFA ou sections d'apprentissage habilités), <b>Formation professionnelle continue</b> dans les établissements publics habilités	<b>Formation professionnelle continue</b> (établissements publics habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS)	<b>Scolaires</b> (établissements privés hors contrat), <b>Apprentis</b> (CFA ou sections d'apprentissage non habilités), <b>Formation professionnelle continue</b> (établissements privés et établissements publics non habilités à pratiquer le CCF pour ce BTS) <b>Candidats justifiant de 3 ans d'expérience professionnelle</b> <b>Enseignement à distance</b>	Forme	Durée
Nature des épreuves	Unités	Coef	Forme	Durée	Forme	Forme	Durée
<b>E1 Français</b>	<b>U1</b>	<b>4</b>	Ponctuelle écrite	4 h	CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	4 h
<b>E2 Langue vivante étrangère</b>	<b>U2</b>	<b>2</b>	Ponctuelle écrite	2 h	CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	2 h
		<b>1</b>	Ponctuelle orale	0h 20	CCF 1 situation	Ponctuelle orale	0h 20
<b>E3 Mathématiques</b>	<b>U3</b>	<b>3</b>	Ponctuelle écrite	2 h	CCF 2 situations	Ponctuelle écrite	2 h
<b>E4 Sciences et techniques</b>		<b>8</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>Sous-épreuve commune aux deux options :</u></li> </ul> <b>Sciences appliquées physiques</b>	<b>U4.1</b>	<b>2</b>	Ponctuelle écrite	2 h	Ponctuelle écrite 2 h	Ponctuelle écrite	2 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>Sous-épreuve commune aux deux options :</u></li> </ul> <b>Sciences et techniques industrielles</b>	<b>U4.2</b>	<b>2</b>	Ponctuelle écrite	2 h	Ponctuelle écrite 2 h	Ponctuelle écrite	2 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>Sous-épreuve spécifique à chaque option :</u></li> </ul>	<b>U4.3</b>	<b>2</b>	Ponctuelle écrite	2 h	Ponctuelle écrite 2 h	Ponctuelle écrite	2 h

*Brevet de Technicien supérieur "Traitements des matériaux"*

<b>Sciences physiques appliquées</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Sous-épreuve <u>spécifique à chaque option</u> :</i></li> </ul> <b>Sciences et techniques industrielles</b>	<b>U4.4</b>	<b>2</b>	Ponctuelle écrite	2 h	Ponctuelle écrite 2 h	Ponctuelle écrite	2 h
<b>E5 Travaux pratique de sciences et techniques</b> <i>Épreuve spécifique à chaque option</i>		<b>6</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Sous-épreuve :</i></li> </ul> <b>Travaux pratiques de sciences physiques appliquées</b>	<b>U5.1</b>	<b>3</b>	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle pratique et orale	4h
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Sous-épreuve :</i></li> </ul> <b>Travaux pratiques de sciences et techniques industrielles</b>	<b>U5.2</b>	<b>3</b>	CCF 2 situations		CCF 2 situations	Ponctuelle pratique et orale	4h
<b>E6 Épreuve professionnelle de synthèse</b>		<b>6</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Sous-épreuve <u>spécifique à chaque option</u> :</i></li> </ul> <b>Réalisation d'un projet</b>	<b>U6.1</b>	<b>4</b>	Oral (soutenance)	1h10	CCF 1 situation	Oral (soutenance)	1h10
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Sous-épreuve <u>commune aux deux options</u> :</i></li> </ul> <b>Rapport de stage en milieu professionnel</b>	<b>U6.2</b>	<b>2</b>	Oral (soutenance)	0h30	CCF 1 situation	Oral (soutenance)	0h30

## Annexe V

# Définition des épreuves ponctuelles et situations d'évaluation en cours de formation

U1	Épreuve E1 : Français	Coefficient 4
----	-----------------------	---------------

### **re Définition de l'unité de français**

L'unité de "français" englobe les compétences établies par l'arrêté du 30 mars 1989 « objectifs, contenus de l'enseignement et référentiel du domaine de l'expression française pour les brevets de technicien supérieur » (*BO n° 21 du 25 mai 1989*).

### **re Objectif**

L'objectif visé est de certifier l'aptitude des candidats à communiquer avec efficacité dans la vie courante et la vie professionnelle.

L'évaluation sert donc à vérifier les capacités des candidats à :

- communiquer par écrit ou oralement ;
- s'informer, se documenter ;
- appréhender un message ;
- réaliser un message ;
- apprécier un message ou une situation.

(*Arrêté du 30 mars 1989 - BO n° 21 du 25 mai 1989*)

### **re Formes de l'évaluation**

③ **Évaluation ponctuelle**

Épreuve écrite, durée : 4 heures, coefficient 4 (cf. annexe III de l'arrêté du 30 mars 1989 ; B.O. n° 21 du 25 mai 1989).

③ **Contrôle en cours de formation**

L'unité de français est constituée de quatre situations d'évaluation de poids identiques :

- deux situations relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit ;
- deux situations relatives à l'évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

– Première situation d'évaluation (durée indicative : 2 heures) :

a) *Objectif général :*

Évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

b) *Compétences à évaluer :*

- respecter les contraintes de la langue écrite ;
- appréhender et reformuler un message écrit (fidélité à la signification globale du texte et pertinence dans le relevé de ses éléments fondamentaux) ;
- réaliser un message écrit cohérent (pertinence par rapport à la question posée, intelligibilité, précision des idées, pertinence des exemples, valeur de l'argumentation, exploitation opportune des références culturelles et de l'expérience personnelle, netteté de la conclusion).

c) *Exemple de situation :*

- résumer par écrit un texte long (900 mots environ) portant sur un problème contemporain ;
- le commenter en fonction de la question posée et du destinataire.

– Deuxième situation d'évaluation (durée indicative : 2 heures) :

a) *Objectif général :*

Évaluation de la capacité du candidat à appréhender et réaliser un message écrit.

b) *Compétences à évaluer :*

- respecter les contraintes de la langue écrite ;
- synthétiser des informations : fidélité à la signification des documents, exactitude et précision dans leur compréhension et leur mise en relation, pertinence des choix opérés en fonction du problème posé et de la problématique retenue par le candidat, cohérence de la problématique comme de la production (classement et enchaînement des éléments, équilibre des parties, densité du propos, efficacité du message) ;
- apprécier un message et présenter un point de vue brièvement argumenté.

c) *Exemple de situation :*

Réalisation d'une synthèse à partir de plusieurs documents (4 ou 5) de nature différente (textes littéraires, textes non littéraires, messages graphiques, tableaux statistiques...) centrés sur un problème précis, chacun étant daté et situé dans son contexte. Cette synthèse est suivie d'une brève appréciation ou proposition personnelle liée à la fois aux documents de synthèse et au destinataire.

– Troisième situation d'évaluation (durée indicative : 30 minutes) :

a) *Objectif général :*

Évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

b) *Compétences à évaluer :*

- s'adapter à la situation (maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectif) et aux besoins du destinataire (choix des moyens d'expression appropriés, prise en compte de l'attitude et des questions du ou des interlocuteurs) ;
- organiser un message oral : respect du sujet, structure interne du message (intelligibilité, précision et pertinence des idées, valeur de l'argumentation, netteté de la conclusion, pertinence des réponses...).

c) *Exemple de situation :*

À partir d'un dossier fourni au préalable et portant soit sur une question d'actualité, soit sur une situation professionnelle, présenter un relevé de conclusions et répondre, au cours d'un entretien, aux questions d'un ou plusieurs interlocuteurs. Le dossier peut être constitué de documents de même nature (ex : revue de presse) ou de documents de natures diverses, textuels et non textuels tels qu'organigrammes, tableaux statistiques, schéma, graphiques, diagrammes, images...).

– Quatrième situation d'évaluation (durée indicative : 30 minutes) :

a) *Objectif général :*

Évaluation de la capacité du candidat à communiquer oralement.

b) *Compétences à évaluer :*

- s'informer, se documenter ;
- analyser une situation, une expérience, des données ; en établir une synthèse ;
- faire le point au cours d'une discussion ou d'un débat ; dégager des conclusions ;
- s'adapter à un contexte de communication ;
- utiliser un langage approprié.

c) Exemples de situation :

- compte-rendu oral d'une activité professionnelle (stage en entreprise par exemple) ou d'une activité culturelle (compte-rendu de lecture, de spectacle, de visite d'une exposition...) suivi d'un entretien ;
- animation d'un groupe de réflexion et réalisation de la synthèse finale.

<b>Épreuve E2 : Langue vivante étrangère</b>	
<b>U2</b>	<b>Coefficient 3</b>

re **Définition de l'unité de langue vivante étrangère**

L'unité englobe l'ensemble des capacités et compétences incluses dans le référentiel.

Dans l'unité de langue vivante étrangère figurent trois axes fondamentaux :

Les objectifs essentiellement professionnels qui impliquent la maîtrise de la langue vivante étrangère en tant que langue véhiculaire ou non.

Les compétences fondamentales :

- compréhension écrite de documents professionnels, brochures, dossiers, articles de presse...
- compréhension orale d'informations à caractère professionnel ;
- expression écrite : prise de notes, rédaction de comptes-rendus, de messages...
- expression orale : langue de communication, conversations simples au téléphone...

Les connaissances :

- bases linguistiques du programme des classes terminales ;
- morpho-syntaxe de la langue utilisée dans les situations professionnelles ciblées ;
- terminologie, lexique du domaine professionnel.

re **Objectif :**

L'épreuve a pour but d'évaluer :

**1a. La compréhension de la langue vivante étrangère écrite**

Il s'agit de vérifier la capacité du candidat à exploiter des textes ou divers documents à caractère professionnel dans la langue étrangère choisie en évitant toute spécialisation ou difficultés techniques excessives.

Éventuellement :

**1b. La compréhension de la langue vivante étrangère orale**

Il n'est pas exclu que l'un des documents soit un enregistrement proposé à l'écoute collective.

**2. L'expression écrite dans la langue vivante étrangère choisie**

Il s'agit de vérifier la capacité du candidat à s'exprimer par écrit dans la langue vivante étrangère choisie, de manière intelligible, à un niveau acceptable de correction.

**3. L'expression orale dans la langue vivante étrangère choisie**

Il s'agit de vérifier la capacité du candidat à participer utilement à un dialogue, conduit dans une perspective professionnelle, dans la langue vivante étrangère choisie

## rc Formes de l'évaluation

**NB. L'USAGE D'UN DICTIONNAIRE BILINGUE EST AUTORISÉ PENDANT LES ÉVALUATIONS ÉCRITES**

### ⊕ *Évaluation ponctuelle :*

Épreuve écrite d'une durée de 2 heures et épreuve orale d'une durée de 30 minutes (plus une préparation de 30 minutes).

La partie écrite entrera dans la note pour 2/3 et la partie orale pour 1/3.

#### – Épreuve écrite :

Cette partie doit permettre de vérifier les capacités du candidat à :

- lire et rendre compte d'une lettre à caractère technique ; comprendre des articles de revues spécialisées ;
- utiliser des notices, modes d'emploi, diagrammes et schémas en langue étrangère, concernant des matériels étrangers.

Elle comprendra d'abord la traduction ou le compte rendu en français d'un texte ou d'un passage extrait d'un document technique ; lui fera suite la rédaction en langue étrangère d'un texte ou de réponses à des questions se rapportant au document proposé.

#### – Épreuve orale :

Cette partie consiste en un entretien en langue étrangère, prenant appui sur des documents en relation avec l'activité professionnelle et permettant d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- dialoguer dans une perspective professionnelle ;
- exploiter des sources d'information professionnelles dans la langue considérée. Elle peut prendre des formes diverses : brève présentation en continu du document, réponses en langue étrangère à des questions simples, échanges plus larges, résumé...

### ⊕ *Contrôle en cours de formation :*

L'unité de langue vivante étrangère est constituée de quatre situations d'évaluation, correspondant aux quatre capacités :

- compréhension écrite ;
- compréhension orale ;
- expression écrite ;
- expression orale.

#### – Première situation d'évaluation :

##### - *Compréhension écrite :*

Évaluer à partir d'un ou de deux supports liés à la pratique de la profession la compréhension de la langue vivante étrangère par le biais de résumés, traductions, réponses à des questions factuelles, comptes rendus rédigés en français ou en langue vivante étrangère,...

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- repérage, identification, mise en relation des éléments identifiés, hiérarchisation des informations, inférence ;
- exactitude dans le rapport des faits, pertinence et intelligibilité.

#### – Deuxième situation d'évaluation :

##### - *Compréhension orale :*

Évaluer à partir d'un support audio-oral l'aptitude à comprendre le message auditif exprimé en langue vivante étrangère par le biais de :

- questions factuelles simples ;

- questions à choix multiple ;
- reproductions des éléments essentiels d'information issus du document ;
- résumés rédigés en langue vivante étrangère ou en français.

Le candidat devra faire la preuve des compétences suivantes :

- anticipation ;
- repérage, identification des éléments prévisibles ;
- sélection, organisation, hiérarchisation des informations ;
- inférence.

– Troisième situation d'évaluation :

- *Expression écrite* :

Évaluer la capacité à s'exprimer par écrit dans la langue choisie au moyen de :

- la production de prises de notes ;
- la rédaction de résumés de support proposé ;
- la rédaction de comptes rendus de support proposé ;
- la rédaction de messages liés à l'exercice de la profession.

Le candidat devra faire preuve des compétences suivantes :

- mémorisation
- mobilisation des acquis ;
- aptitude à la reformulation ;
- aptitude à combiner les éléments linguistiques acquis en énoncés pertinents et intelligibles ;
- utilisation correcte et précise des éléments linguistiques contenus dans le programme de consolidation de seconde :
  - éléments fondamentaux : déterminants, temps, formes auxiliaires, modalités, connecteurs, compléments adverbiaux...
  - éléments lexicaux : pratique des termes tirés des documents à caractère professionnel utilisés ;
- construction de phrases simples, composées et complexes.

– Quatrième situation d'évaluation :

- *Expression orale* :

Évaluer la capacité à s'exprimer oralement en langue vivante étrangère de façon pertinente et intelligible. Le support proposé permettra d'évaluer l'aptitude à dialoguer en langue vivante étrangère dans une situation liée au domaine professionnel au moyen de phrases simples, composées et complexes.

Le candidat devra faire preuve des compétences suivantes :

- mobilisation des acquis aptitude à la reformulation juste et précise ;
- aptitude à combiner des éléments acquis en cours de formation en énoncés pertinents et intelligibles ;
- exigences lexicale et grammaticale (cf. programme de consolidation de la classe de seconde).

**re Détermination de la note à l'épreuve :**

La note moyenne obtenue à la première et à la troisième situations d'évaluation a un coefficient 2 et la note moyenne obtenue à la deuxième et à la quatrième situations d'évaluation a un coefficient 1.

## Épreuve E3 : Mathématiques

U3

Coefficient 3

### re Définition de l'unité de mathématiques

L'unité de mathématiques englobe l'ensemble des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur établies par l'arrêté du 30 mars 1989 (BO n° 21 du 25 mai 1989).

### re Organisation et correction de l'épreuve de mathématiques

- L'organisation de l'épreuve est conforme aux dispositions de la note de service n° 95-238 du 26 octobre 1995 BO n° 41 du 9 novembre 1995.
- L'épreuve sera corrigée par un professeur de la discipline.

### re Objectif

Cette épreuve a pour objet :

- d'apprécier la solidité des connaissances des candidats et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées ;
- de vérifier leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée ;
- d'apprécier leurs qualités dans le domaine de l'expression écrite et de l'exécution de tâches diverses (tracés graphiques, calculs à la main ou sur machine).

Par suite, il s'agit d'évaluer les capacités des candidats à :

- posséder les connaissances figurant au programme ;
- utiliser des sources d'information ;
- trouver une stratégie adaptée à un problème donné ;
- mettre en œuvre une stratégie :
  - mettre en œuvre des savoir-faire mathématiques spécifiques à chaque spécialité,
  - argumenter,
  - analyser la pertinence d'un résultat ;
- communiquer par écrit voire oralement.

### re Formes de l'évaluation

#### ⊙ Évaluation ponctuelle :

Épreuve écrite, durée 2 heures

Les sujets comportent deux exercices de mathématiques. Ces exercices porteront sur des parties différentes du programme et devront rester proches de la réalité professionnelle.

L'épreuve porte à la fois sur des applications directes des connaissances du cours et sur leur mobilisation au sein de problèmes plus globaux.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématiques excessives. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire n°99-018 du 1<sup>er</sup> février 1999 (BO n°6 du 11 février 1999).

En tête des sujets doivent figurer les deux rappels suivants :

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

⊕ **Contrôle en cours de formation :**

Il comporte trois situations d'évaluation, chacune comptant pour un tiers du coefficient attribué à l'unité de mathématiques.

– Deux de ces trois situations d'évaluation sont situées respectivement dans la seconde partie et en fin de formation et respectent les points suivants :

🗨 Ces évaluations sont écrites et la durée de chacune est voisine de celle correspondant à l'évaluation ponctuelle du BTS considéré.

❶ Les situations d'évaluation comportent des exercices de mathématiques recouvrant une part très large du programme. Dans chaque spécialité les thèmes mathématiques qu'ils mettent en jeu portent principalement sur les chapitres les plus utiles pour les autres enseignements.

Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leurs travaux.

Lorsque ces situations s'appuient sur d'autres disciplines, aucune connaissance relative aux disciplines considérées n'est exigible des candidats pour l'évaluation des mathématiques et toutes explications et indications utiles doivent être fournies dans l'énoncé.

☀ Les situations d'évaluation permettent l'application directe des connaissances du cours mais aussi la mobilisation de celles-ci au sein de problèmes plus globaux.

🗨 Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessives.

La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

🗨 L'utilisation des calculatrices pendant chaque situation d'évaluation est définie par la réglementation en vigueur aux examens et concours relevant de l'éducation nationale.

☀ Les deux points suivants doivent être impérativement rappelés au candidat :

☐ La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies ;

☐ L'usage des calculatrices et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

– Une troisième situation d'évaluation est la réalisation écrite (individuelle ou en groupe restreint) et la présentation orale (individuelle) d'un dossier comportant la mise en œuvre de savoir-faire mathématiques en liaison directe avec la présente spécialité.

Au cours de l'oral dont la durée maximale est de vingt minutes, le candidat sera amené à répondre à des questions en liaison directe avec le contenu mathématique du dossier.

<b>E4</b>	<b>Épreuve E4 : Sciences et techniques</b>	<b>Coefficient : 8</b>
-----------	--	------------------------

**Finalités et objectifs :**

Cette épreuve devra permettre de vérifier les connaissances scientifiques et techniques du candidat :

- sa compréhension des phénomènes physico-chimiques et mécaniques appliqués aux traitements des matériaux ;
- ses facultés d'interprétation de documents scientifiques et techniques ;
- son aptitude à choisir des matériaux, des traitements, des opérations de contrôle et des équipements.

Le sujet portera sur le programme de sciences physiques appliquées et de sciences et techniques industrielles.

L'épreuve E4 comporte quatre unités.

<b>U4.1</b>	<b>Sous - épreuve : Sciences physiques appliquées</b> <i>Commune aux deux options</i>	<b>Coefficient 2</b>
-------------	--	----------------------

⊙ **Forme de l'évaluation :**

Ponctuelle écrite (durée 2 heures, coefficient 2).

Correcteurs : professeurs de sciences physiques appliquées.

⊙ **Contenu :**

Cette sous-épreuve évaluera les connaissances relatives à la partie commune aux options A et B (S1AB) du programme de sciences physiques appliquées.

⊙ **Critères d'évaluation :**

L'évaluation portera sur :

- les connaissances en sciences physiques appliquées,
- les démarches de résolution de problèmes,
- la rigueur et la clarté du raisonnement et des analyses.

<b>U4.2</b>	<b>Sous - épreuve : sciences et techniques industrielles</b> <i>Commune aux deux options</i>	<b>Coefficient 2</b>
-------------	---	----------------------

⊙ **Forme de l'évaluation :**

Ponctuelle écrite (durée 2 heures, coefficient 2).

Correcteurs : professeurs de sciences et techniques industrielles.

⊙ **Contenu :**

Cette sous-épreuve évaluera les connaissances relatives à la partie commune aux deux options A et B (S3AB) du programme de sciences et techniques industrielles.

① **Critères d'évaluation :**

L'évaluation portera sur :

- les connaissances en sciences physiques appliquées ;
- les démarches de résolution de problèmes ;
- la justification des choix relatifs aux matériaux et aux procédés ;
- la rigueur et la clarté du raisonnement et des analyses.

② **Forme du sujet**

L'épreuve évalue :

- des champs de connaissances transversales qui concernent à la fois les traitements thermiques et les traitements de surfaces ;
- des champs de connaissances relatives aux traitements thermiques ;
- des champs de connaissances relatives aux traitements de surfaces.

☞ **Connaissances transversales :**

- S3AB1** Désignation des alliages industriels
- S3AB2** Essais mécaniques
- S3AB4** Procédés d'obtention des produits semi-finis
- S3AB8** Alliages d'aluminium de corroyage
- S3AB9** Traitements superficiels
- S3AB10** Préparation des surfaces
- S3AB14** Gestion de la production
- S3AB15** Qualité

☞ **Traitements thermiques :**

- S3AB3** Phénomènes d'élasticité, plasticité et rupture
- S3AB5** Diagramme Fe-Fe<sub>3</sub>C
- S3AB6** Traitements thermiques dans la masse des aciers de construction non alliés et faiblement alliés
- S3AB7** Courbes de transformation

☞ **Traitements de surfaces :**

- S3AB11** Procédés de traitements et revêtements de surfaces
- S3AB12** Désignation normalisée des procédés
- S3AB13** Gammes de traitements et revêtements de surfaces

**Chaque catégorie représente, dans le sujet, un tiers du poids de l'épreuve.**

<b>U4.3</b>	<b>Sous - épreuve : Sciences physiques appliquées</b> <i>Spécifique à chaque option</i>	<b>Coefficient 2</b>
-------------	--	----------------------

⊕ **Formes de l'évaluation :**

Ponctuelle écrite (durée 2 heures, coefficient 2).

Correcteurs : professeurs de sciences physiques appliquées.

⊕ **Contenu :**

Cette sous-épreuve évaluera les connaissances spécifiques à chaque option (S1A ou S1B) du programme de sciences physiques appliquées.

⊕ **Critères d'évaluation :**

L'évaluation portera sur :

- les connaissances en sciences physiques appliquées,
- les démarches de résolution de problèmes,
- la rigueur et la clarté du raisonnement et des analyses.

<b>U4.4</b>	<b>Sous - épreuve : sciences et techniques industrielles</b> <i>Spécifique à chaque option</i>	<b>Coefficient : 2</b>
-------------	---	------------------------

⊕ **Formes de l'évaluation :**

Ponctuelle écrite (durée 2 heures, coefficient 2).

Correcteurs : professeurs de sciences et techniques industrielles.

⊕ **Contenu :**

Cette sous-épreuve évaluera les connaissances spécifiques à chaque option (S3A ou S3B) du programme de sciences et techniques industrielles.

⊕ **Critères d'évaluation :**

L'évaluation portera sur :

- les connaissances en sciences et techniques industrielles,
- les démarches de résolution de problèmes,
- la justification des choix relatifs aux matériaux et aux procédés,
- la rigueur et la clarté du raisonnement et des analyses.

<b>U5</b>	<b>Épreuve E5 : Travaux pratiques de sciences et techniques</b> <b>Spécifique à chaque option</b>	<b>Coefficient : 6</b>
-----------	--	------------------------

**Finalités et objectifs :**

Cette épreuve pratique devra permettre d'apprécier les aptitudes du candidat sur la conduite :

- des essais de laboratoire : réalisation de montages, relevés de mesures, analyse et interprétation de résultats, de dosages ;
- des essais sur matériaux ;
- d'un traitement des matériaux ;
- d'un contrôle de pièces traitées.

<b>U5.1</b>	<b>Sous -épreuve : Travaux pratiques de sciences physiques appliquées</b>	<b>Coefficient : 3</b>
-------------	---	------------------------

**Formes de l'évaluation :**

**Contrôle en cours de formation :**

Le développement des compétences s'effectue tout au long de la période de formation. Cependant il est nécessaire de repérer les situations où le candidat sera évalué, ce qui nécessite la mise en œuvre de critères spécifiques. Ces situations correspondent aux activités professionnelles et permettent la validation des compétences du référentiel de certification. L'évaluation des candidats s'effectue sur la base de deux situations d'évaluation notée chacune sur 20, réparties sur le temps de formation. Ces situations sont complémentaires l'une de l'autre en termes de compétences ; elles sont caractéristiques des différents champs constitutifs du domaine de l'épreuve. Les travaux évalués devront porter sur un problème industriel réel et prendre en compte les contraintes de ce contexte industriel. Ces situations, organisées dans l'établissement de formation par l'équipe pédagogique. Leur degré d'exigence, en particulier, est équivalent à celui requis dans le cadre de l'épreuve ponctuelle.

Contenu de l'épreuve :

Elle prend en compte tout ou partie des compétences et savoirs associés indiqués dans le tableau de l'Unité U5.1.

Chaque contrôle en cours de formation comporte des manipulations portant sur la partie commune aux deux options (S2AB) du référentiel de pratique de laboratoire et des manipulations portant sur la partie spécifique à chaque option (S2A ou S2B) du référentiel de pratique de laboratoire.

Critères d'évaluation : l'évaluation tiendra compte :

- de la conduite de l'expérimentation (méthode, respect des règles de sécurité, connaissance et utilisation des matériels) ;
- de la précision des mesures ;
- de l'interprétation et de l'exploitation des résultats.

Grille d'évaluation : une grille d'évaluation spécifique à l'épreuve U51 est proposée dans le document d'organisation de l'examen par l'académie pilote. Il revient à l'équipe pédagogique d'identifier les compétences évaluées dans chacun des contrôles en cours de formation, d'éviter d'évaluer deux fois une même compétence et de vérifier que l'ensemble des compétences de l'unité puissent être évaluées lors des 2 contrôles.

**Note transmise au jury d'examen.**

Pour les candidats relevant du CCF la note sur 20 points transmise au président du jury d'examen est composée de la moyenne des notes obtenues aux deux situations d'évaluation.

**Évaluation ponctuelle :**

Lieu : laboratoire

Modalités : épreuve pratique (durée : 4 heures).

Chaque candidat tirera au sort une manipulation issue d'une liste proposée par l'établissement et validée par les services académiques. Cette liste doit comporter des manipulations portant sur la partie commune aux deux options (S2AB) du référentiel de pratique de laboratoire et des manipulations portant sur la partie spécifique à chaque option (S2A ou S2B) du référentiel de pratique de laboratoire.

L'épreuve fait l'objet d'un compte rendu.

Les contenus de l'épreuve, les critères et la grille d'évaluation sont conformes à la forme et à l'esprit de l'épreuve de contrôle en cours de formation définie ci-dessus.

*Grille d'évaluation* : Il s'agit de la même grille d'évaluation que pour le contrôle en cours de formation, spécifique à l'épreuve U52, qui est proposée dans le document d'organisation de l'examen par l'académie pilote. Il revient à l'équipe pédagogique de vérifier que l'ensemble des compétences de l'unité puissent être évaluées lors de cette épreuve.

La note transmise au président du jury d'examen est la note obtenue à l'épreuve ponctuelle pratique.

<b>Sous - épreuve : Travaux pratiques de sciences et techniques industrielles</b>
<b>U5.2</b> <span style="float: right;"><b>Coefficient : 3</b></span>

**Contrôle en cours de formation :**

*Lieu* : Plateau technique de traitement de surfaces

*Modalités* : épreuve pratique (durée : 4 heures pour chaque situation d'évaluation).

L'épreuve fera l'objet d'un compte rendu.

*Examineurs* : professeurs de sciences et techniques industrielles.

*Contenu de l'épreuve* : elle prend en compte tout ou partie des compétences et savoirs associés indiqués dans le tableau de l'unité U52.

*Critères d'évaluation* : l'évaluation tiendra compte :

- de la conduite de l'expérimentation (méthode, utilisation des normes d'essais et respect des règles de sécurité, connaissance et utilisation des matériels) ;
- de la précision des mesures ;
- de l'interprétation et de l'exploitation des résultats.

Le développement des compétences s'effectue tout au long de la période de formation. Cependant il est nécessaire de repérer les situations où le candidat sera évalué, ce qui nécessite la mise en œuvre de critères spécifiques. Ces situations correspondent aux activités professionnelles et permettent la validation des compétences du référentiel de certification.

L'évaluation des candidats s'effectue sur la base de deux situations d'évaluation, réparties sur le temps de formation. Ces situations sont complémentaires l'une de l'autre en termes de compétences ; elles sont caractéristiques des différents champs constitutifs du domaine de

l'épreuve. Les travaux évalués devront porter sur un problème industriel réel et prendre en compte les contraintes de ce contexte industriel. Ces situations sont organisées dans l'établissement de formation par l'équipe pédagogique, correspondent aux situations de formations proposées durant la formation.

*Grille d'évaluation* : une grille d'évaluation spécifique à l'épreuve U52 est proposée dans le document d'organisation de l'examen par l'académie pilote. Il revient à l'équipe pédagogique d'identifier les compétences évaluées dans chacun des contrôles en cours de formation, d'éviter d'évaluer deux fois une même compétence et de vérifier que l'ensemble des compétences de l'unité puissent être évaluées lors des 2 contrôles.

***Note transmise au jury d'examen.***

La note sur 20 points transmise au président du jury d'examen est composée de la moyenne des notes obtenues aux deux situations d'évaluation.

À l'issue des situations d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat. Le jury pourra éventuellement demander à avoir communication de documents tels que les projets et rapports présentés lors de chaque situation d'évaluation et les prestations réalisées par le candidat à cette occasion. Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale pour la session considérée et jusqu'à la session suivante. Après examen attentif des documents fournis, le jury formule toute remarque et observation qu'il juge utiles et arrête la note.

L'inspection pédagogique régionale veille à la qualité et au bon déroulement des situations d'évaluation ainsi qu'à leur conformité au règlement d'examen.

**Epreuve ponctuelle pratique et orale, durée : 4 heures.**

*Lieu* : Plateau technique de traitement de surfaces installé dans un établissement public habilité accueillant une section de BTS Traitement de surfaces.

*Modalités* : épreuve pratique et orale (durée : 4 heures).

L'épreuve fera l'objet d'un compte rendu.

*Examineur* : un professeur de sciences et techniques industrielles.

*Contenu de l'épreuve* : elle prend en compte tout ou partie des compétences et savoirs associés indiqués dans le tableau de l'unité U52 et respecte les contraintes du contrôle en cours de formation (voir point précédent).

Chaque candidat tirera au sort une manipulation issue d'une liste proposée par l'établissement et validée par les services académiques.

*Grille d'évaluation* : Il s'agit de la même grille d'évaluation que pour le contrôle en cours de formation, spécifique à l'épreuve U52, qui est proposée dans le document d'organisation de l'examen par l'académie pilote. Il revient à l'équipe pédagogique de vérifier que l'ensemble des compétences de l'unité puissent être évaluées lors de cette épreuve.

La note transmise au président du jury d'examen est la note obtenue à l'épreuve ponctuelle pratique.

*Critères d'évaluation* : l'évaluation tiendra compte :

- de la conduite de l'expérimentation (méthode, utilisation des normes d'essais et respect

*Brevet de Technicien supérieur "Traitements des matériaux"*

des règles de sécurité, connaissance et utilisation des matériels) ;

- de la précision des mesures ;
- de l'interprétation et de l'exploitation des résultats.

L'épreuve se déroule en fin de la deuxième année de formation et est organisée par les services rectoraux en charge du BTS.

*Grille d'évaluation* : Il s'agit de la même grille d'évaluation que pour le contrôle en cours de formation, spécifique à l'épreuve U52, qui est proposée dans le document d'organisation de l'examen par l'académie pilote. Il revient à l'équipe pédagogique de vérifier que l'ensemble des compétences de l'unité puissent être évaluées lors de cette épreuve.

***Note transmise au jury d'examen.***

Pour les candidats relevant du contrôle ponctuel, la note transmise au président du jury d'examen est la note obtenue à l'épreuve ponctuelle pratique.

<b>Épreuve E6 : Épreuve professionnelle de synthèse</b>
<b>E.6</b> <span style="float: right;"><b>Coefficient : 6</b></span>

L'épreuve est composée de deux sous épreuves :

- Réalisation d'un projet,
- Rapport de stage en milieu professionnel.

<b>Sous - épreuve : Réalisation d'un projet</b>
<b>U6.1</b> <span style="float: right;"><b>Coefficient : 4</b></span>
<i>Spécifique à chaque option</i>

**Formes de l'évaluation :**

⊙ **Évaluation ponctuelle :**

– Modalités :

Sous-épreuve orale, durée : 1 heure 10 minutes coefficient 4.

Cette épreuve a pour support le dossier de projet.

– Jury :

Un professeur de sciences et techniques industrielles, un professeur de sciences physiques appliquées, ainsi que des professionnels.

- Soutenance (30 minutes) : exposé du candidat.

- Entretien (40 minutes) : après la soutenance, le jury engage le dialogue avec le candidat.

– **Dossier relatif au projet** :

o Candidats issus de la voie scolaire :

Le dossier, qui est élaboré par le candidat, décrit l'étude conduite à partir d'un thème qui lui est proposé durant une partie de la deuxième année de formation.

Il sera remis aux membres du jury 15 jours avant le début de l'épreuve.

o Autres candidats :

Les candidats qui se présentent individuellement, au titre de la formation professionnelle continue ou de la promotion sociale et les candidats préparés à distance subissent cette épreuve dans un établissement public comportant une section de techniciens supérieurs traitements des matériaux.

Un dossier relatif à un projet industriel est remis au candidat par l'autorité académique un mois avant le début de l'épreuve.

– Contenus de la sous-épreuve :

Elle prend en compte tout ou partie des compétences et savoirs associés indiqués dans le tableau de l'unité U6.1.

– Critères d'évaluation :

L'évaluation porte essentiellement sur :

- o les capacités du candidat à répondre, avec une argumentation pertinente, à des questions techniques concernant le dossier ;
- o la rigueur de la démarche adoptée ;
- o la valeur technique des solutions proposées ;
- o la rigueur et la qualité des travaux présentés ;
- o la qualité de l'exposé oral et des réponses aux questions posées.

⊙ **Contrôle en cours de formation :**

L'évaluation des candidats s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation caractéristiques des différents champs constitutifs du domaine de l'épreuve. Les travaux évalués devront porter sur un problème industriel réel et prendre en compte les contraintes de ce contexte industriel. La situation, organisée dans l'établissement de formation par l'équipe pédagogique, est conforme à la forme et à l'esprit de l'épreuve ponctuelle définie ci-dessus. son degré d'exigence, en particulier, est équivalent à celui requis dans le cadre de l'épreuve ponctuelle.

À l'issue de la situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat. Le jury pourra éventuellement demander à avoir communication de documents. Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale pour la session considérée et jusqu'à la session suivante. Après examen attentif des documents fournis, le jury formule toute remarque et observation qu'il juge utiles et arrête la note.

L'inspection pédagogique régionale veille à la qualité et au bon déroulement des situations d'évaluation ainsi qu'à leur conformité au règlement d'examen.

<b>Sous - épreuve : Rapport de stage en milieu professionnel</b>
<b>U6.2</b> <span style="float: right;"><b>Coefficient : 2</b></span> <i>Commun aux deux options</i>

⊙ **Formes de l'évaluation :**

⊙ **Évaluation ponctuelle :**

– Modalités :

Sous-épreuve orale, durée : 30 minutes, coefficient 2 (10 minutes d'exposé par le candidat et 20 minutes d'entretien).

– Jury :

Un professeur de sciences et techniques industrielles, un professeur de sciences physiques appliquées, un professeur d'économie et gestion, ainsi que des professionnels.

– Contenus de la sous-épreuve :

Cette sous-épreuve prend en compte tout ou partie des compétences formulées dans le référentiel de certification du diplôme.

Selon le statut du candidat, cette épreuve a pour support le rapport de stage en milieu professionnel ou le rapport d'activités professionnelles en entreprise établi par le candidat. Ce sera remis aux membres du jury 15 jours avant le début de l'épreuve.

L'épreuve consiste en une soutenance par le candidat et un entretien avec le jury.

– Critères d'évaluation :

L'évaluation porte essentiellement sur :

- o les capacités du candidat à répondre, avec une argumentation pertinente, à des questions à caractère professionnel concernant le stage (ou l'activité) en entreprise et des questions relatives à l'économie et à la gestion ;
- o la rigueur de la démarche adoptée ;
- o la valeur technique des solutions proposées ;
- o la rigueur et la qualité des travaux présentés ;
- o la qualité de l'exposé oral et des réponses aux questions posées.

④ **Contrôle en cours de formation :**

L'évaluation des candidats s'effectue sur la base d'une situation d'évaluation caractéristiques des différents champs constitutifs du domaine de l'épreuve. Les travaux évalués devront porter sur un problème industriel réel et prendre en compte les contraintes de ce contexte industriel. La situation, organisée dans l'établissement de formation par l'équipe pédagogique, est conforme à la forme et à l'esprit de l'épreuve ponctuelle définie ci-dessus. son degré d'exigence, en particulier, est équivalent à celui requis dans le cadre de l'épreuve ponctuelle. Le rapport de stage ou d'activités professionnelles sera évalué à l'occasion de cette situation d'évaluation.

À l'issue de la situation d'évaluation, l'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury une fiche d'évaluation du travail réalisé par le candidat. Le jury pourra éventuellement demander à avoir communication de documents. Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectorale pour la session considérée et jusqu'à la session suivante. Après examen attentif des documents fournis, le jury formule toute remarque et observation qu'il juge utiles et arrête la note.

L'inspection pédagogique régionale veille à la qualité et au bon déroulement des situations d'évaluation ainsi qu'à leur conformité au règlement d'examen.

## Annexe VI

### B.T.S. "Traitements des matériaux"

Table de correspondance entre les unités  
de l'ancien BTS et du BTS rénové

<i>Arrêté du 30 juillet 1998</i>		<i>Défini par le présent arrêté</i>	
<b>U1</b>	Français	<b>U1</b>	Français
<b>U2</b>	Langues vivantes	<b>U2</b>	Langues vivantes
<b>U3</b>	Mathématiques	<b>U3</b>	Mathématiques
<b>U4.1</b>	Sciences physiques appliquées	<b>U4.1</b> et <b>U4.3</b>	Sciences physiques appliquées  Sciences physiques appliquées
<b>U4.2</b>	Mise en œuvre de processus industriels	<b>U4.2</b> et <b>U4.4</b>	Sciences et techniques industrielles  Sciences et techniques industrielles
<b>U5</b>	Épreuve expérimentale à caractère scientifique et technique	<b>U5.1</b> et <b>U5.2</b>	Travaux pratiques de sciences physiques appliquées  Travaux pratiques de sciences et techniques industrielles
<b>U6.1</b>	Réalisation d'un projet	<b>U6.1</b>	Réalisation d'un projet
<b>U6.2</b>	Activités en entreprise	<b>U6.2</b>	Rapport de stage en milieu professionnel