

B.T.S. TRAITEMENTS DES MATERIAUX

OPTION A

REFERENTIEL DE CERTIFICATION

SAVOIRS ASSOCIES

B.T.S. TRAITEMENTS DES MATERIAUX

OPTION A : TRAITEMENTS THERMIQUES

S1 : Sciences physiques appliquées

S1AB : Partie commune aux options A et B

S1A : Partie spécifique à l'option A

S2 : Pratiques de Laboratoire

S2AB : Partie commune aux options A et B

S2A : Partie spécifique à l'option A

S3 : Sciences et Techniques Industrielles

S3AB : Partie commune aux options A et B

S3A : Partie spécifique à l'option A

S4 : Mise en œuvre des procédés

S4AB : Partie commune aux options A et B

S4A : Partie spécifique à l'option A

S1 – SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES :

OBJECTIF :

- Posséder les bases théoriques servant de base 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.

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
S1AB : Partie commune aux options A et B:	
<p>S1AB1 – <u>GENERALITES SUR LES MESURES</u> :</p> <p>Grandeurs mesurables ; systèmes d'unités ; unités de base et unités dérivées du système international..</p> <p>Equations aux dimensions ; chiffres significatifs d'un résultat numérique ; traitement statistique simple d'une série de mesures.</p>	<p>Connaître les unités principales du système international.</p> <p>Savoir vérifier l'homogénéité d'une formule.</p> <p>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.</p>
<p>S1AB2- <u>TEMPÉRATURE-THERMOMÉTRIE</u> :</p> <p>Notion de température ; échelles empiriques de température (Celsius, Fahrenheit) ; échelle de température absolue.</p> <p>Différents dispositifs de détermination de la température (thermomètres à dilatation, thermomètres à résistance, thermocouples, thermistances C.T.N.).</p>	<p>Comprendre la distinction entre grandeur repérable et grandeur mesurable.</p> <p>Savoir convertir une température d'une échelle dans une autre.</p> <p>Connaître les lois de variation, avec la température, des grandeurs physiques associées aux thermomètres usuels.</p>
<p>S1AB3 - <u>ETAT GAZEUX -GAZ PARFAIT</u> :</p> <p>Modèle du gaz parfait ; équation d'état $pV = nRT$</p> <p>Eléments de théorie cinétique des gaz :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energie cinétique moyenne - Vitesse quadratique moyenne - Pression cinétique <p>- Distribution des vitesses (loi de Maxwell)</p> <p>- Libre parcours moyen.</p>	<p>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.</p> <p>Connaître la définition de la vitesse quadratique moyenne V_{qm} et sa relation avec l'énergie cinétique moyenne d'une particule du gaz : $E_{c\ moy} = \frac{1}{2} m_0 V_{qm}^2$.</p> <p>Savoir interpréter la pression d'un gaz parfait comme résultant des chocs élastiques des particules sur les parois.</p> <p>La loi de distribution de Maxwell n'est pas à mémoriser.</p> <p>Connaître la relation simplifiée donnant le libre parcours moyen.</p>
<p>S1AB4 - <u>CHANGEMENTS D'ÉTAT PHYSIQUE D'UN CORPS PUR</u> :</p> <p>Diagramme (p,T) d'état du corps pur ; point triple ; point critique.</p>	<p>Connaître les propriétés du point triple et du point critique.</p>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p>Transformations de première espèce d'un corps pur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fusion, solidification ; vaporisation, liquéfaction ; sublimation, condensation à l'état solide. - Transformations allotropiques. <p>Formule de Clapeyron.</p>	<p>Savoir qu'une transformation de première espèce d'un corps pur est isobare et isotherme. Connaître l'allure de la courbe température - temps correspondante.</p>
<p>Transformation de seconde espèce d'un corps pur : Transformations ordre - désordre dans certains alliages binaires ; transition ferromagnétisme – paramagnétisme (point de Curie).</p>	<p>En relation avec la partie thermodynamique physique, connaître les critères distinctifs des deux espèces de transformations.</p>
<p>S1AB5 – <u>THERMODYNAMIQUE PHYSIQUE</u> :</p> <p>Aspect microscopique et aspect macroscopique de la thermodynamique. Vocabulaire et définitions (système, état d'équilibre, variables d'état, divers types de transformations, grandeurs intensives, grandeurs extensives, fonction d'état). Energie interne U d'un système. Premier principe : $\Delta U = W + Q$.</p> <p>Fonction enthalpie $H = U + pV$</p> <p>Applications à la calorimétrie. Capacités thermiques (isobare, isochore) Relation de Mayer. Chaleur latente de changement d'état. Insuffisance du premier principe. Enoncé de Prigogine du second principe : $dS = \frac{\delta Q}{T} + \delta S_{\text{créée}}$</p> <p>Fonction entropie ; signification physique de l'entropie. Fonction enthalpie libre $G = H - T.S$ Fonction énergie libre : $F = U - T.S$</p>	<p>Savoir reconnaître le caractère intensif ou extensif d'une grandeur.</p> <p>Savoir utiliser les principes dans des situations simples. Connaître les lois de Joule relatives à un gaz parfait (U et H ne dépendent que de T). Savoir établir une équation calorimétrique.</p> <p>Savoir que pour une transformation réversible $\delta S_{\text{créée}} = 0$. Savoir que pour une transformation irréversible $\delta S_{\text{créée}} > 0$.</p> <p>Savoir établir la relation $dG = Vdp - SdT$.</p>
<p>S1AB6 - <u>TRANSFERTS THERMIQUES</u> :</p> <p>Modes de transferts thermiques (conduction ; convection ; rayonnement). Notion d'équilibre thermique. Régime permanent ou stationnaire ; régime transitoire. Flux thermique ϕ et vecteur densité de flux thermique \mathbf{J}. Conduction : Première loi de Fourier : $\mathbf{J} = -\lambda \cdot \text{grad } T$.</p>	<p>Mémoriser les 3 modes de transferts.</p> <p>Connaître les lois de Fourier et de Newton. Savoir intégrer la loi de Fourier dans des situations simples (conduction unidirectionnelle à travers une plaque parallépipédique ; conduction à travers un manchon cylindrique, une coquille sphérique).</p>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p>Conductivité thermique λ. Résistance thermique. Convection : modes de convection (forcée, naturelle). Loi de Newton. $\phi = hS(T - T_a)$. Coefficient de convection h.</p> <p>S1AB7 – OPTIQUE :</p> <p>Lentilles minces ; vergence d'une lentille mince. Lois de Descartes (conjugaison et grandissement). Association de lentilles minces.</p> <p>Le microscope : description du microscope réduit ; grandissement, grossissement ; grossissement commercial ; puissance ; puissance intrinsèque ; cercle oculaire ; ouverture numérique ; pouvoir séparateur.</p> <p>S1AB8 – NOTIONS DE MECANIQUE DES FLUIDES : Statique des fluides: Pression au sein d'un fluide en équilibre. Relation $dp = -\rho g dz$. Poussée d'Archimède. Capillarité ; Tension superficielle ; Loi de Jurin ; loi de Tate. Dynamique des fluides : Régimes d'écoulement d'un fluide. Fluide parfait incompressible et théorème de Bernoulli. Effet Venturi. Viscosité : fluides newtoniens ; viscosités dynamique et cinématique ; pertes de charge ; unités SI et unités pratiques.</p> <p>S1AB9 - NOTIONS ÉLÉMENTAIRES DE CHIMIE :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les bonnes pratiques de laboratoire. • Ions et composés ioniques : Principaux ions ; formule ionique ; formule stœchiométrique d'un composé ionique. Solubilité. Différentes expressions de la concentration d'une espèce chimique. • Equilibrage des équations- bilans : • Acides et bases : Produit ionique de l'eau ; notion de pH ; force des acides et des bases ; couple acide/base ; notion de pKa. 	<p>Savoir définir une résistance thermique. Savoir établir dans les hypothèses de Newton la loi de refroidissement "normal " (décroissance exponentielle de la température en fonction du temps).</p> <p>Savoir tracer la marche d'un rayon lumineux à travers une lentille mince. Connaître les formules de conjugaison et de grandissement. Connaître les formules donnant le grandissement, le grossissement, la puissance, le pouvoir séparateur linéique d'un microscope. Connaître l'influence des propriétés de l'œil sur les grandeurs puissance et grossissement. Connaître la distance minimale de vision distincte d'un œil standard.</p> <p>Savoir intégrer la relation $dp = -\rho g dz$ dans quelques cas simples. Connaître l'expression de la poussée d'Archimède. Connaître les expressions des lois de Jurin et Tate.</p> <p>Connaître le théorème de Bernoulli et savoir l'appliquer à quelques cas simples. Savoir définir un fluide newtonien. Connaître les unités SI et pratiques. Savoir effectuer les conversions.</p> <p>Maîtriser les bonnes pratiques de laboratoire</p> <p>Savoir écrire la formule ionique ou la formule stœchiométrique d'un composé ionique. Savoir calculer une concentration.</p> <p>Savoir équilibrer une équation-bilan.</p> <p>Connaître les notions élémentaires relatives aux acides et aux bases.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p>S1AB10 - <u>STRUCTURE DE LA MATIÈRE</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> L'atome : Particules subatomiques : électron ; proton ; neutron. Le noyau : nombre de masse ; nombre de charge. Élément ; nucléide ; isotope. Masse atomique relative. Nuage électronique ; nombres quantiques n ,l, m, s. Configuration électronique de l'atome à l'état fondamental : règle de Klechkowski, principe de Pauli, règle de Hund. Les liaisons chimiques : Liaisons fortes (covalentes, ioniques, métalliques). Liaisons faibles (de Van Der Waals, hydrogène). <p>S1AB11 – <u>THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> Grandeurs de réaction et thermochimie : Description d'un système fermé ; Equation-bilan et avancement ξ de la réaction ; nombres stœchiométriques ν_i . Grandeurs (énergie interne, enthalpie, entropie, enthalpie libre) de réactions : $\Delta_r Z = \left(\frac{\partial Z}{\partial \xi}\right)_{p,T}$ avec $Z \in \{U, H, S, G\}$ Etat standard d'un constituant physico-chimique. Grandeurs standard de réaction. Enthalpie standard de réaction ; Loi de Hess. Variation de ces grandeurs avec la température. Evolution d'un système fermé. Equilibre : Critère d'évolution spontanée d'un équilibre. Notion de potentiel chimique et d'activité. Expression de l'enthalpie libre réactionnelle : $\Delta_r G = \Delta_r G^0 + RT \ln(\prod_i a_i^{\nu_i})$ Equilibre chimique : Condition d'équilibre ; constante d'équilibre $K^0(T)$. Variation de K^0 avec la température ; loi de Van't Hoff. Déplacement d'équilibre <p>Variance d'un système ; loi de Gibbs.</p>	<p>Connaître les constituants de l'atome.</p> <p>Connaître la notation : ${}^A_Z X$.</p> <p>Connaître les définitions (élément, nucléide, isotope).</p> <p>Savoir relier la configuration électronique de l'atome à la classification périodique des éléments.</p> <p>Connaître les ordres de grandeur des énergies de liaison.</p> <p>Savoir définir un avancement de réaction à partir de $d\xi = \frac{dn_i}{\nu_i}$ (les nombres stœchiométriques étant négatifs pour un réactif et positifs pour un produit). Savoir calculer des grandeurs standard de réactions à partir de données thermodynamiques.</p> <p>Aucun calcul de coefficient d'activité n'est exigible. Savoir relier le signe de l'enthalpie libre de réaction au sens d'évolution spontanée d'un système.</p> <p>Connaître la relation : $\Delta_r G^0 = -RT \ln K^0$ Connaître l'implication des valeurs extrêmes de K^0 sur les proportions relatives de réactifs et de produits à l'équilibre. Connaître les lois qualitatives de déplacement de l'équilibre. Savoir calculer la variance d'un système et interpréter la valeur obtenue.</p>
<p>S1AB12 – <u>REACTIONS EN SOLUTION AQUEUSE</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> Conductivité des électrolytes en solution aqueuse : Conductance ; conductivité. 	<p>Savoir calculer la conductivité d'une solution ionique.</p>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p>Cas des électrolytes forts (loi de Kohlrausch) Cas des électrolytes faibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réactions acide – base : Définition de Brönsted des acides et des bases. Calcul du pH des solutions aqueuses. Solutions tampons. • Réactions de précipitation : Solubilité et produit de solubilité. Condition de précipitation. Effet d'ion commun. Influence du pH sur la solubilité. • Réaction de complexation : Définition d'un complexe; nomenclature. Stabilité, dissociation des complexes: constantes K_{st} et K_d. Complexations compétitives. Complexation et précipitation. Complexation et pH. • Oxydo-réduction : Couple redox ; définition. Nombre d'oxydation. Potentiel redox standard. Formule de Nernst. Prévision des réactions. Détermination des constantes d'équilibre. Introduction à l'étude des électrolyses. 	<p>Savoir interpréter qualitativement, dans des cas simples, l'allure d'une courbe de dosage conductimétrique. Savoir déterminer les domaines de prédominance d'espèces acido-basiques. Savoir calculer le pH de solutions aqueuses dans des cas simples. Connaître le mode de préparation de solutions tampons de $pH = pK_a$ donné.</p> <p>Savoir définir la solubilité et le produit de solubilité. Savoir calculer la solubilité d'un sel dans quelques cas simples.</p> <p>Connaître la nomenclature des complexes usuels. Connaître les expressions des constantes de dissociation et de stabilité (ou de formation) d'un complexe.</p> <p>Savoir équilibrer une équation d'oxydo-réduction.</p> <p>Connaître et savoir appliquer la formule de Nernst.</p>
<p>S1AB13 - <u>NOTIONS DE CINÉTIQUE CHIMIQUE</u> :</p> <p>Définition générale de la vitesse de réaction (dans le cas d'un réacteur fermé, parfaitement agité et à volume constant). Ordre expérimental d'une réaction. Constante de vitesse. Etude d'une réaction d'ordre 1 et d'une réaction d'ordre 2. Influence de la température : loi d'Arrhénius. Notion de catalyse.</p>	<p>Connaître la définition générale de la vitesse de réaction dans le cas d'un réacteur fermé maintenu à volume constant. Connaître la définition de l'ordre expérimental d'une réaction. Signaler l'existence de réactions sans ordre. Savoir établir les lois cinétiques $v = f(t)$ dans les cas simples de réactions d'ordre 1 ou 2. Connaître la loi d'Arrhénius. Connaître la définition d'un catalyseur et les caractères généraux de la catalyse.</p>
<p>S1AB14 - <u>CRISTALLOGRAPHIE</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure cristalline des métaux : <p>Réseau ; motif cristallin ; les réseaux de Bravais. Systèmes cubiques, centré et à faces centrées ; système hexagonal compact.</p>	<p>Pour ces trois systèmes, connaître les mailles élémentaires, l'indice de coordination. Savoir établir les relations donnant la masse volumique, la compacité.</p>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p>Empilements atomiques. Sites tétraédriques et octaédriques dans les systèmes CC et CFC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Défauts cristallins : Ponctuels : lacunes ; interstitiels. Linéaires : dislocations. Surfaciques : (joints de grains ; sous-joints ; défauts d'empilements(macles). <p>S1AB15 - SOLUTIONS SOLIDES ET COMPOSÉS DÉFINIS :</p> <p>Solutions solides d'insertion et de substitution. Solution solide continue.</p> <p>Solution solide primaire ; solubilité ; règles de Hume-Rothery. Solutions solides intermédiaires. Solutions solides ordonnées. Composés définis (intermétalliques ; semi-métalliques).</p> <p>S1AB16 - DIAGRAMMES BINAIRES D'ÉQUILIBRES DE PHASES :</p> <p>Diagramme à un seul fuseau ; à deux fuseaux. Notion de lacune de miscibilité. Diagramme présentant un eutectique ; un péritectique. Diagramme comportant un composé défini (stable ou instable). Triangle de Tammann. Diverses lignes de transformations. Règles de l'horizontale et des segments inverses.</p> <p>S1AB17 - DIAGRAMMES FER-CARBONE :</p> <p>Diagramme à cémentite ; diagramme à graphite. Transformation eutectoïde. Notation des lignes de transformation. Influence des éléments d'addition ou d'élaboration sur les lignes de transformation et sur la composition de l'eutectoïde.</p> <p>S1AB18 - PHÉNOMÈNES LIÉS A LA SOLIDIFICATION :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solidification d'un métal pur : Germination homogène, hétérogène. Surfusion. Taille critique et croissance des germes. 	<p>Savoir retrouver le nombre, la position et les dimensions des sites interstitiels dans les systèmes CC et CFC. Savoir reconnaître les formes limites de dislocations (coin; vis) Savoir dessiner un circuit de Burgers et le vecteur de Burgers associé. Retenir l'importance des dislocations pour la déformation plastique des matériaux métalliques.</p> <p>Savoir passer d'une fraction massique à une fraction molaire pour un alliage binaire et inversement. Savoir établir les formules donnant les masses volumiques des solutions solides binaires d'insertion et de substitution.</p> <p>Pour les composés électroniques (ou phases de Hume - Rothery) β, γ, ϵ, la connaissances des valeurs des concentrations électroniques n'est pas exigible.</p> <p>Savoir étudier le refroidissement d'un alliage binaire liquide dans les conditions d'équilibre dans les différents types de diagrammes mentionnés ci-contre.</p> <p>Savoir tracer ou/et utiliser un triangle de Tammann. Connaître les lignes usuelles de transformations. Maîtriser les règles de lecture des diagrammes.</p> <p>Savoir étudier le refroidissement d'un alliage liquide Fe-C dans les deux types de diagrammes. Connaître les notations A_1, A_2, A_3, A_{cm}. Savoir définir les caractères gammagènes, alphagènes, carburigènes des éléments.</p> <p>Savoir décrire qualitativement ces phénomènes.</p>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<ul style="list-style-type: none"> • Solidification des alliages : Ségrégation mineure ; homogénéisation. Autres ségrégations (majeure, structurale,..). <p>S1AB19 - TRANSFORMATIONS DE PHASES SOLIDES :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Austénitisation : • Transformations de l'austénite en conditions isothermes après refroidissement : Principe d'obtention des diagrammes TTT. Cinétique de transformation. Diagrammes TTT. <p>Influence des éléments d'alliage sur l'allure des diagrammes TTT.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformations de l'austénite en refroidissement continu : Méthodes d'étude de ces transformations. Nature des constituants. Diagrammes TRC. Notion de trempabilité. Facteurs influant sur la trempabilité. 	<p>Savoir 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.</p> <p>Connaître la relation définissant l'indice G de grosseur de grain par $N = 8 \times 2^G$. Savoir utiliser le paramètre d'austénitisation Pa.</p> <p>Connaître le principe d'obtention des diagrammes TTT à partir de l'analyse dilatométrique. Connaître la relation cinétique de Johnson-Mehl-Avrami. Savoir interpréter un diagramme TTT. Connaître la relation de Koistinen-Marburger.</p> <p>Connaître les constituants hors d'équilibre (de type perlitique, bainite, martensite). Connaître la formule donnant la vitesse instantanée de refroidissement dans le diagramme TRC :</p> $v = - \frac{1}{2,3t} \cdot \frac{\theta_2 - \theta_1}{\log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)}$ <p>Connaître les définitions des vitesses critiques de trempé bainitique et martensitique. Savoir interpréter un diagramme TRC.</p>
S1A : Partie spécifique à l'option A :	
<p>S1A1 - ELECTROMAGNETISME :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrostatique ; électrocinétique : Champ électrique E ; potentiel électrique V. Condensateurs : relation charge - tension ; capacité ; énergie emmagasinée. • Circuits électriques ; loi des nœuds ; loi des mailles. Résistance et résistivité. Loi d'Ohm. <p>Electromoteurs linéaires. Circuits actifs linéaires.</p> <p>Puissance et énergie électriques. Loi de Joule.</p>	<p>Connaître la relation $q_A = C(V_A - V_B)$ ainsi que l'expression de la capacité C d'un condensateur plan :</p> $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{e}$ <p>Savoir mettre en œuvre les techniques d'analyse des circuits électriques afin de comprendre le principe de différentes méthodes utilisées en mesures physiques. Connaître le cas d'un pont de Wheatstone en léger déséquilibre (détecteur de type catharomètre en chromatographie ; pont d'extensométrie ; etc.).</p> <p>Connaître les applications au chauffage.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Magnétisme ; milieux aimantés : Vecteur champ magnétique B ; champs créés par des courants. Vecteur excitation magnétique H. Action d'un champ magnétique sur un élément de courant, sur une particule en mouvement. Diamagnétisme ; paramagnétisme ; ferromagnétisme ; point de Curie. Aimantation du fer et de l'acier ; cycle d'hystérésis. Champ rémanent et excitation coercitive. • Faisceaux d'électrons et microscopie électronique : Canon à électrons ; lentilles électromagnétiques. <p>Onde associée à une particule : relation de De Broglie. Domaine classique et domaine relativiste. Description sommaire du microscope électronique à balayage (MEB) et du microscope électronique à transmission (MET).</p> • Induction électromagnétique : Flux du champ magnétique. Induction électromagnétique : Lois de Lenz et de Faraday. Auto-induction. Inductance d'une bobine longue. Courants de Foucault. Courants induits de haute fréquence. Effet de peau. • Régimes variables ; régime sinusoïdal : Grandeurs relatives aux courants périodiques. Cas particulier du régime sinusoïdal : intensité et tension efficaces ; impédance ; déphasage tension –courant ; puissance moyenne ; facteur de puissance. <p>S1A2 - OPTIQUE - SPECTROSCOPIE :</p> • La lumière : Aspects ondulatoire et corpusculaire. Lumière complexe et lumière monochromatique. Domaines spectraux (UV, visible, IR). 	<p>Connaître des sources de champ magnétique uniforme (bobines de Helmholtz, etc.).</p> <p>Savoir énoncer les lois de Laplace et de Lorentz.</p> <p>Savoir définir les vecteurs moment magnétique M et intensité d'aimantation J d'un matériau ainsi que la susceptibilité magnétique χ et la perméabilité magnétique relative μ_R.</p> <p>Savoir énoncer et appliquer le théorème d'Ampère. Connaître la relation de définition de la réluctance d'une portion de circuit magnétique.</p> <p>Connaître le principe de la déviation d'un faisceau homocinétique d'électrons traversant un champ électrique ou magnétique uniforme.</p> <p>Mémoriser la relation $\lambda = h/p$ et retenir que les longueurs d'onde obtenues par rapport à celles de la lumière visible permettent d'augmenter le pouvoir séparateur.</p> <p>Connaître la définition du flux d'un champ uniforme à travers une surface plane. Savoir énoncer ces deux lois. Savoir établir la relation donnant l'inductance d'une bobine longue. Connaître la formule donnant l'épaisseur de peau. Savoir prendre en compte la dépendance de cette épaisseur vis-à-vis de la température et de la fréquence.</p> <p>Savoir définir les notions de fréquence, période, valeur moyenne, valeur efficace. Citer les relations importantes sans les démontrer. Se limiter au domaine monophasé. Savoir traiter le problème du relèvement du facteur de puissance.</p> <p>Retenir que les deux aspects (dualité photon- onde) sont indissociables. Citer quelques phénomènes illustrant les deux aspects. Mémoriser les limites 0,4 μm et 0,8 μm du spectre visible.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Dispersion de la lumière par un prisme, par un réseau. • Spectrocolorimétrie en solution aqueuse : Absorbance ; transmittance. Loi de Beer –Lambert. • Spectrométrie atomique : Spectres d'émission ; d'absorption. Absorption atomique ; photométrie de flamme. • Les lasers : Propriétés du faisceau laser. Applications diverses. 	<p>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. Savoir définir le pas a du réseau. Savoir définir l'ordre du spectre. Savoir que le pouvoir dispersif du réseau est plus élevé que celui du prisme</p> <p>Savoir définir ces deux grandeurs. Savoir établir la loi de Beer-Lambert à partir de : $dI = -kICdx$; connaître ses conditions de validité.</p> <p>Connaître les notions de spectres continus et de spectres de raies. Savoir décrire sommairement le principe d'un spectromètre d'absorption atomique ou d'un photomètre de flamme. Connaître les caractéristiques du rayonnement émis (directivité, durée, finesse spectrale, puissance) ainsi que différents types de lasers ; savoir citer des applications en métallurgie.</p>
<p><u>S1A3 - CRISTALLOGRAPHIE ET RADIO-CRISTALLOGRAPHIE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure cristalline des métaux : • Les rayons X : • Diffraction des rayons X : • Méthode des poudres de Debye-Scherrer. 	<p>Se limiter aux systèmes cubiques CC et CFC. Savoir 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. Savoir définir leur nature et décrire leur production. Savoir énoncer la loi d'absorption des RX par la matière. Savoir décrire les spectres d'absorption et spectres d'émission. Savoir formuler la relation de Bragg.</p> <p>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.</p>
<p><u>S1A4 - DEFORMATION PLASTIQUE DES MATERIAUX :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elasticité des solides : 	<p>Connaître, dans le cas d'un solide homogène et isotrope, les trois déformations simples : traction uniaxiale, cisaillement simple et compression uniforme. Savoir définir les modules d'Young, de Coulomb et de compressibilité volumique. Connaître la relation entre ces trois modules.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Déformation plastique des solides cristallins : Systèmes de glissement. Loi de Schmid et Boas. Dislocations et déformation plastique. <p>Déplacement, déformation, multiplication des dislocations. Source de Frank- Read.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modes de déformation à froid : • Viscoélasticité –Viscoplasticité : • Fluage : <p><u>S1A5 - DIFFUSION A L'ETAT SOLIDE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Différents modes de diffusion : Autodiffusion, hétérodifusion, interdiffusion. • Mécanismes de diffusion : • Lois de Fick : • Solutions de la deuxième loi de Fick dans quelques situations simples : • Interdiffusion ; effet Kirkendall : 	<p>Savoir donner l'allure d'une courbe de traction conventionnelle et/ou rationnelle. Savoir décrire les paramètres influant sur la limite d'élasticité.</p> <p>Savoir définir un système de glissement. Savoir définir le facteur de Schmid. Connaître les différents types de dislocations. Savoir définir la densité des lignes de dislocations ainsi que l'énergie linéique emmagasinée par les dislocations. Savoir expliquer le mécanisme de Frank – Read qui permet d'interpréter le phénomène de multiplication des dislocations. Savoir citer le glissement simple, le glissement dévié et le maillage. Savoir représenter la courbe de réponse en déformation à une contrainte de type créneau afin de présenter ces deux phénomènes. Savoir définir le phénomène et représenter les courbes schématiques $\epsilon = f(t)$ reliant la déformation au temps, à température et contrainte constantes, dans le cas des métaux et alliages. Connaître les divers modes (primaire, secondaire, tertiaire)</p> <p>Savoir définir ces différents modes. Savoir 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. Savoir formuler les deux lois de Fick dans le cas d'une diffusion unidirectionnelle. Connaître les conditions de validité</p> <p>Dans toutes les situations simples envisagées, le coefficient de diffusion D est constant. Connaître la solution relative au cas d'une concentration maintenue constante en surface).</p> <p>Savoir décrire l'effet Kirkendall ; connaître le principe de la détermination du coefficient de diffusion chimique par la méthode de Matano.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p><u>S1A6 - TRANSFORMATIONS DE PHASES SOLIDES :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformations eutectoïdes : • Transformations martensitiques : • Recristallisation d'un alliage écroui : • Précipitation et durcissement structural : <p><u>S1A7 -TRANSFERTS THERMIQUES :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Conduction : Flux et densité de flux thermique ; conductivité thermique ; loi de Fourier ; puissance thermique volumique ; diffusivité thermique. Equation de la chaleur. • Convection : Convection naturelle et convection forcée ; notion de couche limite thermique. Coefficient de convection ; loi de Newton. Nombres de Nusselt, de Prandtl, de Grashof, de Reynolds. Applications. • Rayonnement thermique : Nature du rayonnement thermique. Notion d'angle solide. <p>Grandeurs (énergétiques et spectrales) associées aux sources de rayonnement : flux, intensité, luminance, émittance. Eclairement d'un récepteur. Le corps noir : concept et définition. Lois de Planck, de Wien, de Stefan. Corps opaques non noirs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Applications diverses : Transfert thermique le long d'une barre métallique semi-infinie. Drasticité d'un fluide de trempe. 	<p>Se limiter au cas de l'eutectoïde du diagramme d'équilibre fer – carbone. Savoir expliquer le mécanisme de formation de la perlite dans le cas d'un alliage eutectoïde.</p> <p>Connaître les principales caractéristiques des transformations martensitiques. Connaître les différentes étapes : restauration, recristallisation, croissance des grains. Connaître l'exemple du duralumin.</p> <p>Savoir définir la grandeur diffusivité et montrer qu'elle possède la même dimension que le coefficient de diffusion. Résoudre cette équation dans quelques cas simples avec ou sans production d'énergie thermique.</p> <p>Savoir formuler la loi de Newton. L'expression littérale de ces nombres adimensionnels n'est pas à mémoriser.</p> <p>Savoir définir la nature de ce rayonnement. Savoir définir l'angle solide d'un cône élémentaire. Connaître l'unité d'angle solide (stéradian). Savoir formuler chacune de ces grandeurs et donner les unités SI correspondantes.</p> <p>Savoir définir un corps noir. Savoir formuler les lois de Wien, de Stefan. Savoir définir l'absorptivité et l'émissivité. Retenir que dans le cas des corps gris ces grandeurs sont égales et indépendantes de la longueur d'onde.</p> <p>Connaître les trois phases (caléfaction, ébullition, convection) observables sur les courbes de refroidissement d'un échantillon métallique chaud plongé dans un fluide froid.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
<p>Pyrométrie optique.</p> <p><u>S1A8 - CHAUFFAGE SUPERFICIEL AVANT TREMPE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Chauffage par induction : Principe et objectifs. Effet de peau et fréquence du courant. Puissance surfacique transmise à la pièce. Notion de rendement optimal. <p>Notions relatives aux convertisseurs de fréquence. Transfert thermique dans la pièce ; épaisseur chauffée ; épaisseur trempée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chauffage au chalumeau. • Chauffage par torche de plasma. • Chauffage par faisceau d'électrons. • Chauffage par laser. <p><u>S1A9 - LE VIDE :</u></p> <p>Catégories de vide.</p> <p>Mesure des basses pressions.</p> <p>Applications du vide.</p> <p>Propriétés de l'état gazeux aux basses pressions.</p> <p>Production du vide.</p> <p>Mesure des basses pressions.</p>	<p>Savoir citer quelques exemples de pyromètres optiques (à disparition de filament, monochromatique, à radiation totale, etc.).</p> <p>Connaître le principe du chauffage en liaison avec la partie induction électromagnétique.</p> <p>Connaître l'importance du rendement et celle du couplage inducteur – pièce. Se limiter à des explications sommaires. Connaître les solutions analytiques dans le seul cas d'une conduction unidirectionnelle dans une pièce assimilée à un demi - espace infini de frontière plane.</p> <p>Pour chacun des cas ci-contre savoir donner une explication sommaire du principe de fonctionnement.</p> <p>Savoir citer le vide primaire (grossier, moyen), le vide secondaire (poussé, ultravide).</p> <p>Savoir utiliser et convertir les unités de pressions légale et pratiques. Savoir énoncer des applications du vide en relation avec la spécialité (métallurgie, traitements et dépôts sous vide).</p> <p>Savoir définir quelques propriétés (libre parcours moyen, régimes d'écoulement, décharges électriques sous faibles pressions, interactions avec les surfaces, etc.).</p> <p>Citer différentes catégories de pompes à vide (volumétriques, à entraînement, à condensation). Connaître le principe sommaire de quelques manomètres (de MacLeod, de Pirani, à bille en lévitation,...).</p>
<p><u>S1A10 - TRAITEMENTS THERMOCHIMIQUES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cémentation : <p>Généralités : Définition et objectifs. Divers modes de cémentation. Profil de la concentration en carbone depuis la surface.</p>	<p>Connaître les divers procédés (en caisse, en bains de sels, gazeuse, basse pression, ionique). Connaître 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. Bien noter le caractère théorique de cette solution.</p>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p>Profondeur de cémentation. Cémentation gazeuse : Equilibres chimiques mis en œuvre. Notion de potentiel carbone. Transfert du carbone de l'atmosphère à l'acier.</p> <p>Contrôle du potentiel carbone et réglage des atmosphères. Cémentation et dépôt de suie. Notions relatives au diagramme de Richardson.</p> <p>Cémentation basse pression et cémentation assistée par plasma :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carbonituration : <p>Définition, objectifs, caractéristiques du traitement. Rôle de l'azote. Importance de la température sur la composition des couches carbonitrurées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nituration : <p>Définitions ; objectifs. Divers procédés de nituration. Composition et propriétés des couches superficielles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autres traitements : <p>Boruration, chromisation, sulfonituration,...</p>	<p>Énoncer la définition normalisée. Connaître les équations des principaux équilibres. Savoir le définir et le relier à l'activité du carbone dans l'austénite (formule d'Ellis). Connaître la notion de coefficient de transfert et comprendre ses implications. Citer différentes méthodes et exposer leur principe (fil résistant, sonde à oxygène, mesure de point de rosée, analyseur à absorption IR). Comprendre le principe d'établissement et d'utilisation de ce diagramme ainsi que ses limites. Savoir exposer le principe de mise en œuvre et les intérêts de ces technologies.</p> <p>Savoir expliquer la différence entre carbonituration et nitrocarburation. Savoir 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. Pour chacun des procédés : nituration liquide ; gazeuse ; ionique, connaître le principe du traitement. Savoir donner un aperçu du mécanisme de formation des couches niturées ainsi que de l'aspect thermodynamique de la stabilité des nitures. Savoir définir chacun de ces traitements ainsi que leurs objectifs et propriétés.</p>
<p>S1A11 - <u>ATMOSPHERES DE TRAITEMENTS THERMIQUES</u> :</p> <p>Combustions dans l'air d'hydrocarbures gazeux.</p> <p>Générateurs endothermiques ; exothermiques. Atmosphères fabriquées à partir d'ammoniac. Atmosphères azote –méthanol. Atmosphères fabriquées par craquage de liquides organiques. Atmosphères réactives ; protectrices. Notions de sécurité.</p>	<p>Connaître les divers types de combustion (complète, catalytique, etc.) Savoir définir le rapport air – gaz et le facteur d'air. Connaître sommairement leur principe. Savoir déterminer une formule brute équivalente à un mélange de liquides organiques. Savoir choisir une atmosphère en fonction du traitement thermique à effectuer. Savoir prendre en compte les risques liés à la présence des gaz.</p>
<p>S1A12 - <u>NOTIONS DE CORROSION</u> :</p> <p>Processus, morphologie, facteurs de corrosion. Corrosion électrochimique : piles de corrosion. Corrosion uniforme ; corrosion localisée.</p> <p>Lutte contre la corrosion : protection par revêtements ; protection cathodique et anodique ; passivation ; inhibition. Corrosion sèche : Idées simples sur le mécanisme.</p>	<p>Connaître les différents cas de corrosion localisée (intergranulaire, par piqûres, par crevasses, sous contrainte, fragilisation par l'hydrogène, etc.). Connaître les grandes lignes des moyens de protection à mettre en œuvre.</p>

Connaissances	Commentaires et limites d'exigence
<p>S1A13 - <u>CONTROLES NON DESTRUCTIFS</u> :</p> <p>Radiographie (rayons X et gamma).</p> <p>Contrôle par ultrasons</p> <p>Magnétoscopie.</p> <p>Courants de Foucault.</p> <p>Ressuage.</p>	<p>Connaître le principe général de ces contrôles. Connaître des notions simples sur la radioactivité. et la radioprotection. Savoir définir les doses et équivalents de doses et connaître les unités associées.</p> <p>Connaître les notions générales relatives aux ultrasons et aux techniques de contrôles associées. Connaître le principe de ces différents contrôles.</p>

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.

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
S2AB : Partie commune aux options A et B:	
<p>S2AB1 -<u>THERMOMÉTRIE</u> :</p> <p>Thermomètre à résistance de platine. Thermistance C.T.N.</p> <p>Thermocouples.</p> <p>S2AB2-<u>ÉLECTRICITÉ - ÉLECTRONIQUE</u> :</p> <p>Mesures de résistances thermométriques.</p> <p>Etude d'un thermomètre électronique.</p> <p>Régulation de température.</p> <p>S2AB3 - <u>CALORIMÉTRIE</u> :</p> <p>Mesures de diverses grandeurs calorimétriques.</p> <p>S2AB 4- <u>OPTIQUE</u> :</p> <p>Etude d'un microscope optique.</p> <p>S2AB5- <u>MÉCANIQUE DES FLUIDES</u> :</p> <p>Mesures de masse volumique et de densité d'un solide ou d'un liquide. Mesures de viscosité.</p>	<p>Savoir vérifier ou établir les lois reliant la température à la grandeur physique associée au capteur. Maîtriser la notion de temps de réponse d'un capteur. Savoir effectuer une correction de soudure froide lors de l'utilisation d'un thermocouple.</p> <p>Maîtriser différentes techniques de mesures de résistances (ohmmètres, ponts, etc.). Illustrer la notion de chaîne électronique par la construction ou l'étude d'un thermomètre électronique. Maîtriser la programmation d'un régulateur (régulation en tout ou rien, P., P.I , P.I.D , P+ CAS,).</p> <p>Savoir mesurer des capacités thermiques massiques ou molaires de solides ou de liquides, des enthalpies de changements d'état physiques ou de réactions chimiques.</p> <p>Savoir mesurer un grandissement, un grossissement, une puissance, par la méthode de la chambre claire et/ou par utilisation de micromètres objectifs et oculaires. Mesurer une ouverture numérique à l'aide d'un apertomètre.</p> <p>Appréhender diverses techniques de mesures de densités ou de masses volumiques. Mesurer une viscosité cinématique et une viscosité dynamique. Vérifier la loi d'Andrade.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
Mesures de tension superficielle.	Maîtriser la technique de l'arrachement d'anneau pour la mesure d'une tension superficielle. Savoir vérifier et/ou appliquer les lois de Jurin et de Tate.
S2AB6 – <u>ANALYSE THERMIQUE</u> :	
Analyse thermique simple et/ou différentielle.	Savoir appliquer le principe de la construction d'un diagramme d'équilibre de phases. Savoir construire et exploiter un triangle de Tammann.
Analyse dilatométrique et/ou thermogravimétrique.	Déterminer un coefficient d'expansion thermique. Savoir interpréter un dilatoigramme dans des situations simples.
S2AB7 - <u>PRÉPARATION DE SOLUTIONS TITRÉES</u> :	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.
A partir d'une substance solide ou liquide.	
Réalisation de dilutions.	
S2AB8 - <u>DOSAGES VOLUMÉTRIQUES</u> :	
Acido-basiques (utilisation d'indicateurs colorés).	Se limiter à des solutions acides ou basiques utilisées dans le domaine des traitements thermiques ou de surfaces.
Par précipitation.	Exploiter la méthode de Mohr et la méthode de Charpentier-Volhard.
Par complexation à l'E.D.T.A.	Maîtriser le dosage de quelques ions métalliques ainsi que la détermination de la dureté totale d'une eau.
Par oxydo-réduction.	Exploiter les techniques de manganimétrie, iodométrie, chromimétrie, etc. Mettre en œuvre un dosage direct, un dosage en retour, un dosage indirect ou par substitution.
S2AB9- <u>MÉTHODES CONDUCTIMÉTRIQUES</u>:	
Mesures conductimétriques.	Maîtriser l'usage d'un conductimètre. Mesurer une constante d'équilibre telle qu'une constante d'acidité, un produit de solubilité.
Dosages acido-basiques.	Savoir doser des sulfates, analyser un bain de cuivrage acide ; etc.
Dosages par précipitation.	
S2AB10- <u>MÉTHODES ÉLECTROCHIMIQUES</u> :	
PH-métrie.	Savoir choisir et utiliser des électrodes diverses (Ag ; Pt ; ECS ; ESM) pour des dosages par électroargentimétrie, oxydo-réduction, etc.
Potentiométrie (à courant nul).	
Electrogravimétrie.	Se limiter au spectre visible ou au proche UV. Etablir une gamme d'étalonnage et utiliser cette gamme afin de réaliser un dosage. Savoir déterminer un coefficient d'extinction.
S2AB11 - <u>SPECTROCOLORIMÉTRIE</u> :	

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
S2AB12 - <u>CINÉTIQUE CHIMIQUE</u> :	Savoir étudier l'influence de facteurs cinétiques sur une vitesse de réaction (température, concentration d'un réactif, catalyseur). Savoir vérifier l'ordre d'une réaction d'ordre 1 ou 2. Savoir déterminer une constante de vitesse.
S2A : Partie Spécifique à l'option A :	
<p>S2A1- <u>ELECTROMAGNETISME</u> :</p> <p>S2A1.1- Condensateurs.</p> <p>S2A1.2- Mesures de faibles résistances et de résistivités.</p> <p>S2A1.3- Champs magnétiques créés par des courants.</p> <p>S2A1.4- Courbe d'aimantation et cycle d'hystérésis.</p> <p>S2A1.5 - Induction électromagnétique.</p> <p>S2A1.6 - Circuit magnétique à entrefer variable.</p> <p>S2A1.7- Courants de haute fréquence ; effet de peau.</p> <p>S2A1.8- Microscope électronique à balayage.</p>	<p>Savoir mesurer la capacité d'un condensateur. Savoir mesurer l'impédance et le déphasage tension - courant d'un dipôle capacitif. Savoir mesurer de faibles résistances et des résistivités par la méthode des quatre points et la méthode du pont de Thomson. Savoir utiliser un teslamètre et sa sonde à effet Hall pour la mesure d'un champ magnétique. Savoir relever le cycle d'hystérésis de différents matériaux ferromagnétiques. Savoir visualiser ce cycle à l'oscilloscope cathodique. Savoir déterminer la perméabilité magnétique relative d'un matériau ferromagnétique et tracer la courbe donnant sa variation en fonction de l'excitation magnétique. Savoir mettre en évidence les phénomènes d'induction et d'auto-induction électromagnétiques dans une bobine et mesurer une f.e.m. Savoir déterminer l'inductance d'une bobine longue. Savoir utiliser un circuit magnétique à entrefer variable en vue de l'application à des mesures d'épaisseur. Savoir vérifier l'influence de la fréquence du courant et de la perméabilité magnétique du matériau sur l'épaisseur de peau. En liaison avec la partie S4A, se familiariser avec l'usage du MEB.</p>
<p>S2A2 - <u>OPTIQUE - SPECTROSCOPIE</u> :</p> <p>S2A2.1- Dispersion de la lumière par un prisme.</p> <p>S2A2.2- Dispersion et diffraction par un réseau.</p> <p>S2A2.3- Dosages spectrophotométriques.</p>	<p>Savoir mesurer l'indice de réfraction d'un prisme. Savoir relever et modéliser la courbe de dispersion, $n = f(\lambda)$ du prisme. Savoir mettre en évidence les phénomènes de diffraction et de dispersion par un réseau. Savoir mesurer le pas d'un réseau ainsi que des longueurs d'onde. Savoir réaliser le dosage de certains éléments d'alliages (chrome, nickel, manganèse, etc.) d'un acier.</p>

<i>Connaissances</i>	<i>Commentaires et limites d'exigence</i>
S2A3- <u>TRANSFERTS THERMIQUES</u> :	
S2A3.1- Etude des transferts thermiques dans une barre métallique.	Savoir déterminer la conductivité thermique du métal et le coefficient d'échange par convection et rayonnement entre le métal et le milieu environnant.
S2A3.2- Drasticité d'un fluide de trempe.	Savoir relever et analyser les courbes donnant la température et la vitesse de refroidissement de l'éprouvette en fonction du temps.
S2A3.3- Rayonnement thermique.	Savoir utiliser un pyromètre optique. Savoir vérifier la loi de Stefan.
S2A4- <u>THERMODYNAMIQUE</u> :	
S2A4.1- Mesures de grandeurs thermodynamiques.	Savoir déterminer une capacité thermique, une enthalpie de réaction, une enthalpie de changement d'état, une enthalpie de transformation à l'état solide.
S2A4.2- Mesure du point de rosée d'une atmosphère.	Savoir relever la courbe de pression de vapeur saturante de l'eau en fonction de la température.
S2A4.2- Mesure du point de rosée d'une atmosphère.	Savoir déterminer la température de rosée d'une atmosphère. Savoir utiliser un appareil de type industriel.
S2A5 - <u>CORROSION</u> :	
S2A5.1- Corrosion bimétallique.	Savoir relever un diagramme d'Evans.
S2A5.2- Polarisation d'un acier dans un milieu corrosif.	Savoir déterminer une vitesse de corrosion. Savoir relever (à l'aide d'un potentiostat) et étudier la courbe de polarisation d'un acier dans un milieu corrosif.
S2A6 - <u>THEMES SPECIFIQUES</u> :	
S2A6.1 - Chromatographie en phase gazeuse.	Savoir déterminer la composition qualitative et quantitative d'un mélange gazeux.
S2A6.2 - Etude des ultrasons.	Savoir 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.
S2A6.3 - Radioactivité.	Vérifier la loi d'absorption du rayonnement par la matière.
S2A6.4 - Analyse chimique.	Savoir utiliser diverses techniques volumétriques ou/et électrochimiques afin de déterminer la composition d'un réactif d'attaque métallographique
S2A6.5 - Radiocristallographie.	Savoir analyser un diagramme Debye - Scherrer.
S2A6.6 - Etude de la flexion d'une lame métallique.	Savoir déterminer, en utilisant un pont d'extensométrie, le module d'Young et le coefficient de Poisson de divers matériaux.
S2A6.7 - Dilatométrie	Savoir relever et étudier un dilatomogramme mettant en évidence des transformations de phases d'intérêt métallurgique.

