

Programme d'enseignement

Matériaux

Année universitaire 2022-2023

Ecole polytechnique de Nantes Université

3 octobre 2022

Table des matières

I Tableaux des unités d'enseignements	2
Semestre 5 - parcours <i>MAT 3</i>	3
Accueil	3
Mathématiques et informatique appliquées I	3
Physique appliquée I	3
Chimie des matériaux I	3
Humanités 5	4
Organisation à l'état solide	4
Totaux du semestre	4
Semestre 6 - parcours <i>MAT 3</i>	5
Mathématiques et informatique appliquées II	5
Mécanique et matériaux I	5
Humanités 6	5
Physique appliquée II	5
Chimie des matériaux 2	6
Stage 3A	6
Totaux du semestre	6
Semestre 7 - parcours <i>MAT 4</i>	7
Sciences Pour l'Ingénieur	7
Méthodes de caractérisation	7
Durabilité des matériaux et stockage de l'énergie électrique	7
Physique des matériaux et applications	7
Humanités 7	8
Rhéologie, plasticité et procédés de mise en forme	8
Parcours S7	8
Totaux du semestre	8
Semestre 8 - parcours <i>MAT 4</i>	9
Physique numérique et mécanique des matériaux	9
Polymères et Composites	9
Céramiques, semi-conducteurs et procédés de mise en forme	9
Matériaux métalliques	9
Humanités 8	10
Stage 4A	10
Parcours S8	10
Totaux du semestre	10
Semestre 9 - parcours <i>MAPI 5 - Composites</i>	11
Humanités 9	11
[MAPI] Compléments scientifiques et techniques	11
[MAPI] Stage et projet industriel	11
[MAPI] Parcours Composites	11
Totaux du semestre	12

Semestre 9 - parcours <i>MAPI 5 - Métallurgie</i>	13
Humanités 9	13
[MAPI] Compléments scientifiques et techniques	13
[MAPI] Stage et projet industriel	13
[MAPI] Parcours Métallurgie : Procédés	13
[MAPI] Parcours Métallurgie : Matériaux	14
Totaux du semestre	14
Semestre 9 - parcours <i>MAPI 5 - RD</i>	15
Humanités 9	15
[MAPI] Compléments scientifiques et techniques	15
[MAPI] Stage et projet industriel	15
[MAPI] Parcours RD-Outils de la R&D en entreprise	15
[MAPI] Parcours RD : Compléments scientifiques et techniques 2	16
Totaux du semestre	16
Semestre 9 - parcours <i>Soudage</i>	17
[Soudage] Conception et contrôle	17
[Soudage] Matériaux	17
[Soudage] Fabrication	17
Humanités 9	17
[Soudage] Procédés de soudage	18
Totaux du semestre	18
II Fiches des matières	19
Adhésion, collage, interface	20
Algorithmique et programmation	21
Algèbre linéaire et analyse complexe	22
Analyse des cordons de soudures	24
Analyse des surfaces	25
Anglais Professionnel 3 - s7	26
CAO Thermomécanique	27
CFAO	28
Capteurs et mesures	29
Capteurs, instrumentation et mesures	30
Chimie des matériaux inorganiques I	32
Chimie des matériaux inorganiques II	33
Comportement rhéologique et thermomécanique des polymères	35
Conception et calcul des assemblages soudés	37
Conduite de réunion	38
Contrôle Continu (bis) - s7	39
Contrôle Continu (bis) - s8	40
Contrôle non destructif	41

Contrôle non destructif des soudures	42
Cycle spécialisé conférences, cours, TP ENR/NANO	43
Céramiques et verres	44
De l'élaboration au produit fini	46
Dessin assisté par ordinateur (accueil)	47
Diffusion dans les matériaux	48
Distributions, transformations intégrales, équations aux dérivées partielles	50
Durabilité : corrosion et dépôts électrochimiques	52
Economie de la R&D	54
Electrochimie : stockage et conversion de l'énergie décarbonée	55
Electrotechnique	56
Entrepreneuriat S8	58
Entrepreneuriat s7	59
Entreprise : Analyse d'entreprise	60
Entreprise : Approches critiques de l'entreprise	62
Entreprise : Concevoir le management du futur	64
Entreprise : Démarche QSE 1	65
Entreprise : Démarche QSE 2	67
Entreprise : Gestion de projet 1	69
Entreprise : Gestion de projet 2	70
Entreprise : Histoire, connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat	72
Entreprise : Management des personnes	74
Entreprise : Simulation de gestion d'entreprise	76
Evaluation stage 3A	77
Evaluation stage 4A	78
Explorations interculturelles - s8	79
Fabrication, fonctionnement et exploitation des constructions soudées	80
Formation pratique	81
Fracture-Fatigue-Fluage	82
Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7	84
Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8	85
Gestion de Projet R&D	86

Grammaire et anglais professionnel 1 - s5	87
Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6	88
Humains : Education physique et sportive 1	89
Humains : Education physique et sportive 2	91
Humains : Education physique et sportive 3	93
Humains : Education physique et sportive 4	94
Humains : Négociations individuelles et collectives	95
Humains : Projet Professionnel 4	96
Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette	97
Humains : Projet professionnel 2	99
Humains : Projet professionnel 3	100
Humains : Savoir-être	102
Initiation aux transferts thermiques	104
Innovation	105
Interdisciplinaire S7	106
Interdisciplinaire S8	107
La vie des matériaux métalliques	108
Langue vivante 2 - Langue des signes française - s8	109
Langue vivante 2 - allemand - s7	110
Langue vivante 2 - allemand - s8	111
Langue vivante 2 - chinois - s7	112
Langue vivante 2 - chinois - s8	113
Langue vivante 2 - espagnol - s7	114
Langue vivante 2 - espagnol - s8	115
Langue vivante 2 - japonais - s7	116
Langue vivante 2 - japonais - s8	117
Langue vivante 2 -Langue des signes française - s7	118
Les alliages métalliques industriels	119
Les matériaux et leur comportement en soudage	120
Liaison chimique	122
Matériaux composites	123
Matériaux diélectriques - Matériaux magnétiques	124

Matériaux en couches minces	125
Matériaux et applications (accueil)	126
Matériaux et dispositifs semiconducteurs	127
Micro-projets céramiques et matériaux inorganiques	128
Micro-projets matériaux métalliques	129
Micro-projets matériaux polymères	130
Microscopies et spectroscopies	131
Mécanique des composites	133
Mécanique des solides déformables	135
Mécanique générale	137
Métallurgie générale	138
Métallurgie physique	140
Méthodes numériques 1	142
Méthodes numériques I	143
Méthodes numériques II	144
Optique et matériaux	145
Physicochimie des polymères	147
Physique (accueil)	148
Physique du solide	150
Physique du solide 1	152
Physique et matériaux TP	153
Plans d'expérience	155
Plans d'expériences avancés	156
Plasticité des métaux et procédés de mise en forme	157
Pratique de la caractérisation	159
Pratiques industrielles actuelles dans les matériaux	160
Pratiques industrielles actuelles dans les procédés	161
Probabilités et statistiques	162
Procédés de mise en forme des composites	163
Procédés et matériels de soudage	165
Projet	167
Projet - Etude de cas - Conduite de réunion	168

Propriétés thermophysiques des polymères et composites	169
Préparation au Toeic - s7	171
Préparation au Toeic - s8	172
Radiocristallographie	173
Recherche S7	174
Recherche S8	175
Société : Débats socio-économiques	176
Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1	178
Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2	179
Société : Economie circulaire	180
Soudage-fonderie	181
Stage de 3ème année	182
Stage de 4ème année	183
Symétrie	184
Synthèse bibliographique	185
Thermodynamique des matériaux - 1	186
Thermodynamique des matériaux - 2	187
Traitement numérique de données expérimentales	188
Traitements thermomécaniques	189
Transition Ecologique et Sociale S8	190
Transition écologique et sociale S7	191

Première partie

Tableaux des unités d'enseignements

Semestre 5 - parcours *MAT 3*

Accueil

Responsable : *CROSNIER Olivier*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Dessin assisté par ordinateur (accueil)	1.25		7.5				0
• Matériaux et applications (accueil)		2.5					0
1.4.2 { ▷ Chimie organique (accueil)		6					0
▷ Mathématiques (accueil)		18					0
▷ Physique (accueil)		7.5					0
▷ TP Chimie des matériaux (accueil)			20				0
TOTAL	min	1.25	8.5	27.5	0	0	0
	max	1.25	28	27.5	0	0	0

Mathématiques et informatique appliquées I

ECTS : 6

Responsable : *CHAUVET Olivier*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Algèbre linéaire et analyse complexe		26				13	40
• Algorithmique et programmation		13.5	10.5			13	40
• Traitement numérique de données expérimentales			7.5			4	20
TOTAL	0	39.5	18	0	0	30	

Physique appliquée I

ECTS : 5

Responsable : *TESSIER Pierre-Yves*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Capteurs, instrumentation et mesures	10	10.5				11	40
• Mécanique générale		12				6	25
• Optique et matériaux		16.5				9	35
TOTAL	10	39	0	0	0	26	

Chimie des matériaux I

ECTS : 5

Responsable : *JOUBERT Olivier*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Chimie des matériaux inorganiques I	7.5	9				9	35
• Physicochimie des polymères		16.5				9	35
• Thermodynamique des matériaux - 1		12				6	30
TOTAL	7.5	37.5	0	0	0	24	

Humanités 5

ECTS : 8

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Histoire, connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat	15	15				4	20
• Humains : Education physique et sportive 1		21				2	20
• Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette	1.5	16.5				4.5	20
• Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1			6				5
• Grammaire et anglais professionnel 1 - s5		40					35
TOTAL	16.5	92.5	6	0	0	10.5	

Organisation à l'état solide

ECTS : 6

Responsable : JOUBERT Olivier

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Liaison chimique		30				15	50
• Symétrie	13.75	13.5				14	50
TOTAL	13.75	43.5	0	0	0	29	

Totaux du semestre

		CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	min	49	260.5	51.5	0	0	119.5	30
	max	49	280	51.5	0	0	119.5	
Total présentiel		341 à 373						

Semestre 6 - parcours *MAT 3*

Mathématiques et informatique appliquées II

ECTS : 4

Responsable : CUENOT Stéphane

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Distributions, transformations intégrales, équations aux dérivées partielles		23				12	40
• Probabilités et statistiques		13.5				7	20
• Méthodes numériques 1		22.5				12	40
TOTAL	0	59	0	0	0	31	

Mécanique et matériaux I

ECTS : 8

Responsable : BERTRAND Emmanuel

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Mécanique des solides déformables		31.5	18			25	45
• Métallurgie générale	8.75	21	26			27	55
TOTAL	8.75	52.5	44	0	0	52	

Humanités 6

ECTS : 8

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Simulation de gestion d'entreprise		12	12			5	13
• Humains : Education physique et sportive 2		21				2	13
• Humains : Savoir-être		7.5					13
• Entreprise : Gestion de projet 1	4.5		3			2	13
• Société : Débats socio-économiques		18				10	13
• Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6		39	2				35
TOTAL	4.5	97.5	17	0	0	19	

Physique appliquée II

ECTS : 5

Responsable : ANGLERAUD Benoit

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Capteurs et mesures			24			12	25
• Initiation aux transferts thermiques	1.25	10.5				6	25
• Physique et matériaux TP			24			12	25
• Physique du solide 1	6.25	4.5				6	25
TOTAL	7.5	15	48	0	0	36	

Chimie des matériaux 2

ECTS : 3

Responsable : PAYEN Christophe

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Chimie des matériaux inorganiques II	15	9				12	55
• Diffusion dans les matériaux		7.5				4	20
• Thermodynamique des matériaux - 2		12				6	25
TOTAL	15	28.5	0	0	0	22	

Stage 3A

ECTS : 2

Responsable : CROSNIER Olivier

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Stage de 3ème année					8		0
TOTAL	0	0	0	0	8	0	

Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	35.75	252.5	109	0	8	160	30
Total présentiel	397.25						

Semestre 7 - parcours *MAT 4*

Sciences Pour l'Ingénieur

ECTS : 5

Responsable : ANGLERAUD Benoit

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Electrotechnique		13.5	8			12	35
• Méthodes numériques I		22.5				12	40
• Plans d'expérience	6.25	6				8	25
TOTAL	6.25	42	8	0	0	32	

Méthodes de caractérisation

ECTS : 5

Responsable : COUTURIER Laurent

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Microscopies et spectroscopies	8.75	2.5				14	25
• Pratique de la caractérisation			36			18	35
• Radiocristallographie	8.75	12				8	40
TOTAL	17.5	14.5	36	0	0	40	

Durabilité des matériaux et stockage de l'énergie électrique ECTS : 3

Responsable : CROSNIER Olivier

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Durabilité : corrosion et dépôts électrochimiques	8.75	9				10.5	45
• Electrochimie : stockage et conversion de l'énergie décarbonée	11.75	10.5				10	55
TOTAL	20.5	19.5	0	0	0	20.5	

Physique des matériaux et applications

ECTS : 4

Responsable : CHAUVET Olivier

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Matériaux diélectriques - Matériaux magnétiques	10	4.5				10	30
• Physique du solide	21.25	13.5				18	70
TOTAL	31.25	18	0	0	0	28	

Humanités 7

ECTS : 7

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Analyse d'entreprise	4.5	6				3	15
• Humains : Education physique et sportive 3		21				2	10
• Humains : Négociations individuelles et collectives	3	7.5				2	10
• Entreprise : Démarche QSE 1		4.5	3				10
• Humains : Projet professionnel 2		6				6	10
• Anglais Professionnel 3 - s7		19	2				26.25
• Société : Economie circulaire	4.5	3				6	10
▷ Contrôle Continu (bis) - s7							8.75
▷ Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7		18					8.75
▷ Langue vivante 2 - allemand - s7		18					8.75
▷ Langue vivante 2 - chinois - s7		18					8.75
▷ Langue vivante 2 - espagnol - s7		18					8.75
▷ Langue vivante 2 - japonais - s7		18					8.75
▷ Préparation au Toeic - s7		18					8.75
▷ Langue vivante 2 -Langue des signes française - s7		18					8.75
TOTAL	12	85	5	0	0	19	

Rhéologie, plasticité et procédés de mise en forme

ECTS : 4

Responsable : TANCRET Franck

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Comportement rhéologique et thermomécanique des polymères	10	14				12	55
• Plasticité des métaux et procédés de mise en forme	3.75	13.5				13	45
TOTAL	13.75	27.5	0	0	0	25	

Parcours S7

ECTS : 2

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Evaluation stage 3A							0
▷ Recherche S7				32			0
▷ Entrepreneuriat s7				32			0
▷ Interdisciplinaire S7				32			0
▷ Transition écologique et sociale S7				32			0
TOTAL	0	0	0	32	0	0	

Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	101.25	206.5	49	32	0	164.5	30
Total présentiel	388.75						

Semestre 8 - parcours *MAT 4*

Physique numérique et mécanique des matériaux

ECTS : 3

Responsable : *TANCRET Franck*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Fracture-Fatigue-Fluage	10	13.5				10	65
• Méthodes numériques II			20			10	35
TOTAL	10	13.5	20	0	0	20	

Polymères et Composites

ECTS : 4

Responsable : *LESTRIEZ Bernard*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Adhésion, collage, interface	11.25	6				10	35
• Matériaux composites	5	12				10	35
• Micro-projets matériaux polymères				17.5		8	30
TOTAL	16.25	18	0	17.5	0	28	

Céramiques, semi-conducteurs et procédés de mise en forme ECTS : 6

Responsable : *BROUSSE Thierry*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Céramiques et verres	12.5	8				10	25
• Matériaux en couches minces	10	6				7	20
• Matériaux et dispositifs semiconducteurs	13.75	4.5	12			16	30
• Micro-projets céramiques et matériaux inorganiques				32		16	25
TOTAL	36.25	18.5	12	32	0	49	

Matériaux métalliques

ECTS : 4

Responsable : *PAILLARD Pascal*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Micro-projets matériaux métalliques				32		14	35
• Métallurgie physique		18				10	45
• Soudage-fonderie	15	3				9.5	20
TOTAL	15	21	0	32	0	33.5	

Humanités 8

ECTS : 6

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Approches critiques de l'entreprise		9				3	13
• Humains : Education physique et sportive 4		21				2	13
• Humains : Projet professionnel 3		12				5	13
• Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2	1.5	9				10	13
• Explorations interculturelles - s8		18					17.5
• Entreprise : Démarche QSE 2		7.5					13
1 opt { ▷ Contrôle Continu (bis) - s8							17.5
▷ Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8		18					17.5
▷ Langue vivante 2 - allemand - s8		18					17.5
▷ Langue vivante 2 - chinois - s8		18					17.5
▷ Langue vivante 2 - espagnol - s8		18					17.5
▷ Langue vivante 2 - japonais - s8		18					17.5
▷ Préparation au Toeic - s8		18					17.5
▷ Langue vivante 2 - Langue des signes française - s8		18					17.5
TOTAL	1.5	94.5	0	0	0	20	

Stage 4A

ECTS : 5

Responsable : LOUARN Guy

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Stage de 4ème année					13		0
TOTAL	0	0	0	0	13	0	

Parcours S8

ECTS : 2

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
1 opt { ▷ Recherche S8				32			0
▷ Entrepreneuriat S8				32			0
▷ Interdisciplinaire S8				32			0
▷ Transition Ecologique et Sociale S8				32			0
TOTAL	0	0	0	32	0	0	

Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	79	165.5	32	113.5	13	150.5	30
Total présentiel	390						

Semestre 9 - parcours *MAPI 5 - Composites*

Humanités 9

ECTS : 4

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Management des personnes		10.5				6	30
• Humains : Projet Professionnel 4		12				2	5
• Entreprise : Gestion de projet 2		15				3	35
• Entreprise : Concevoir le management du futur	3	6				3	30
▷ Préparation TOEIC - s9		15					0
TOTAL	min max	3 3	43.5 58.5	0 0	0 0	0 0	14 14

[MAPI] Compléments scientifiques et techniques

ECTS : 3

Responsable : LOUARN Guy

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• CAO Thermomécanique		9				5	25
• CFAO			9			5	25
• Conduite de réunion	2.5	2				3	20
• Contrôle non destructif	9.75	1				6	30
TOTAL	12.25	12	9	0	0	19	

[MAPI] Stage et projet industriel

ECTS : 14

Responsable : CUENOT Stéphane

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Projet				140		70	75
• Evaluation stage 4A						20	10
• Synthèse bibliographique	9			25		13	15
TOTAL	9	0	0	165	0	103	

[MAPI] Parcours Composites

ECTS : 9

Responsable : SOBOTKA Vincent

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Mécanique des composites	15	1.5	12			15	30
• Procédés de mise en forme des composites	22	13.5	24			30	50
• Propriétés thermophysiques des polymères et composites	15	1.5				9	20
TOTAL	52	16.5	36	0	0	54	

Totaux du semestre

		CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	min	76.25	72	45	165	0	190	30
	max	76.25	87	45	165	0	190	
Total présentiel		358.25 à 373.25						

Semestre 9 - parcours *MAPI 5* - *Métallurgie*

Humanités 9

ECTS : 4

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Management des personnes		10.5				6	30
• Humains : Projet Professionnel 4		12				2	5
• Entreprise : Gestion de projet 2		15				3	35
• Entreprise : Concevoir le management du futur	3	6				3	30
▷ Préparation TOEIC - s9		15					0
TOTAL	min max	3 3	43.5 58.5	0 0	0 0	0 0	14 14

[MAPI] Compléments scientifiques et techniques

ECTS : 3

Responsable : LOUARN Guy

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• CAO Thermomécanique		9				5	25
• CFAO			9			5	25
• Conduite de réunion	2.5	2				3	20
• Contrôle non destructif	9.75	1				6	30
TOTAL	12.25	12	9	0	0	19	

[MAPI] Stage et projet industriel

ECTS : 14

Responsable : CUENOT Stéphane

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Projet				140		70	75
• Evaluation stage 4A						20	10
• Synthèse bibliographique	9			25		13	15
TOTAL	9	0	0	165	0	103	

[MAPI] Parcours Métallurgie : Procédés

ECTS : 5

Responsable : BERTRAND Emmanuel

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• De l'élaboration au produit fini	24	1				13	55
• Pratiques industrielles actuelles dans les procédés	8	0.5				5	20
• Traitements thermomécaniques	12	0.5				7	25
TOTAL	44	2	0	0	0	25	

[MAPI] Parcours Métallurgie : Matériaux

ECTS : 4

Responsable : *COUTURIER Laurent*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• La vie des matériaux métalliques	8	0.5				5	20
• Les alliages métalliques industriels	26	1				14	60
• Pratiques industrielles actuelles dans les matériaux	8	0.5				5	20
TOTAL	42	2	0	0	0	24	

Totaux du semestre

		CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	min	110.25	59.5	9	165	0	185	30
	max	110.25	74.5	9	165	0	185	
Total présentiel		343.75 à 358.75						

Semestre 9 - parcours *MAPI 5 - RD*

Humanités 9

ECTS : 4

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Management des personnes		10.5				6	30
• Humains : Projet Professionnel 4		12				2	5
• Entreprise : Gestion de projet 2		15				3	35
• Entreprise : Concevoir le management du futur	3	6				3	30
▷ Préparation TOEIC - s9		15					0
TOTAL	min	3	43.5	0	0	0	14
	max	3	58.5	0	0	0	14

[MAPI] Compléments scientifiques et techniques

ECTS : 3

Responsable : LOUARN Guy

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• CAO Thermomécanique		9				5	25
• CFAO			9			5	25
• Conduite de réunion	2.5	2				3	20
• Contrôle non destructif	9.75	1				6	30
TOTAL	12.25	12	9	0	0	19	

[MAPI] Stage et projet industriel

ECTS : 14

Responsable : CUENOT Stéphane

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Projet				140		70	75
• Evaluation stage 4A						20	10
• Synthèse bibliographique	9			25		13	15
TOTAL	9	0	0	165	0	103	

[MAPI] Parcours RD-Outils de la R&D en entreprise

ECTS : 3

Responsable : CUENOT Stéphane

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Economie de la R&D	1.5	6				4	25
• Gestion de Projet R&D	12					6	40
• Innovation	9					5	35
TOTAL	22.5	6	0	0	0	15	

[MAPI] Parcours RD : Compléments scientifiques et techniques 2
ECTS : 6

Responsable : CUENOT Stéphane

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Analyse des surfaces	8.75	1.5				6	20
• Cycle spécialisé conférences, cours, TP ENR/NANO	45					23	60
• Plans d'expériences avancés		6				3	20
TOTAL	53.75	7.5	0	0	0	32	

Totaux du semestre

		CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	min	100.5	69	9	165	0	183	30
	max	100.5	84	9	165	0	183	
Total présentiel		343.5 à 358.5						

Semestre 9 - parcours *Soudage*

[Soudage] Conception et contrôle

ECTS : 6

Responsable : PAILLARD Pascal

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• CAO Thermomécanique		9				5	15
• CFAO			9			5	15
• Conception et calcul des assemblages soudés	28	1.5				15	40
• Contrôle non destructif	9.75	1				6	15
• Contrôle non destructif des soudures	3.5		7			6	15
TOTAL	41.25	11.5	16	0	0	37	

[Soudage] Matériaux

ECTS : 5

Responsable : PAILLARD Pascal

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Analyse des cordons de soudures			10				15
• Les matériaux et leur comportement en soudage	57.75	1.5				26	85
TOTAL	57.75	1.5	10	0	0	26	

[Soudage] Fabrication

ECTS : 8

Responsable : PAILLARD Pascal

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Fabrication, fonctionnement et exploitation des constructions soudées	24.5	1.5				9	30
• Projet - Etude de cas - Conduite de réunion	2.5	2		52.25		29	55
• Evaluation stage 4A						20	15
TOTAL	27	3.5	0	52.25	0	58	

Humanités 9

ECTS : 4

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Management des personnes		10.5				6	30
• Humains : Projet Professionnel 4		12				2	5
• Entreprise : Gestion de projet 2		15				3	35
• Entreprise : Concevoir le management du futur	3	6				3	30
▷ Préparation TOEIC - s9		15					0
TOTAL	min	3	43.5	0	0	0	14
	max	3	58.5	0	0	0	14

[Soudage] Procédés de soudage

ECTS : 7

Responsable : PAILLARD Pascal

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Formation pratique			35				20
• Procédés et matériels de soudage	56	1.5				29	80
TOTAL	56	1.5	35	0	0	29	

Totaux du semestre

		CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	min	185	61.5	61	52.25	0	164	30
	max	185	76.5	61	52.25	0	164	
Total présentiel		359.75 à 374.75						

Deuxième partie

Fiches des matières

Adhésion, collage, interface

Adhesion, bonding, interfaces

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
11.25	6				10

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

- Physico-chimie de l'adhérence (liaisons, travail thermodynamique d'adhésion) énergie d'adhérence
- Évaluation de l'adhérence. Propriétés mécaniques d'interfaces. Tests de clivage, de cisaillement, et de pelage.
- Conception et Dimensionnement des assemblages collés (approche de Volkersen).
- Préparation des surfaces. Lois du mouillage et de l'imprégnation.
- Soudage des polymères.
- Technologie des adhésifs.
 - o Adhésifs à mise en oeuvre physique
 - o Adhésifs à mise en oeuvre chimique (mécanismes d'activation et de polymérisation)
 - o Exemples d'application
- Assurance qualité du collage et Conclusion.

Objectifs

Les objectifs sont de savoir traiter un problème de collage dans son ensemble, depuis la conception jusqu'à la réalisation. Sans être des experts, les étudiants auront suffisamment de notions pour aborder toute la complexité du collage et savoir échanger avec des spécialistes.

Références

SCHINDEL E.H. - Pratique du collage industriel. Lavoisier, Tec & Doc (1992), COUV RAT P. - Le collage structural moderne. Lavoisier, Tec & Doc (1992), COGNARD J. - Science et technologie du collage. Presse polytechniques et universitaires romandes romande (2000). J-J VILLENAVE - Assemblage par collage. Dunod (2005). E. DARQUE-CERETTI, E. FELDER - Adhésion et adhérence. CNRS Editions (2003). GEORGES J.M. Frottement, usure et lubrification Editions Eyrolles et CNRS éditions (2000).

Prérequis

Rhéologie des polymères, physico-chimie et synthèse des polymères. Notions de base en mécanique et résistance des matériaux, chimie et physique des matériaux.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir dimensionner des assemblages collés	.	✓	.	.	.
• Savoir évaluer la résistance d'un assemblage collé	.	✓	.	.	.
• Savoir préparer une surface en vue de son collage	.	✓	.	.	.
• Savoir utiliser un adhésif technique	.	✓	.	.	.
• Savoir contrôler un assemblage collé	.	✓	.	.	.

Responsable : Bernard LESTRIEZ

Algorithmique et programmation

Algorithmic and programming

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	13.5	10.5			13

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser la programmation de "base" (graphique, calcul matriciel, polynôme, recherche des extrema, Traitement de signal)	.	.	✓	.	.
• Maîtriser l'utilisation des procédures "fonction" pré-programmées ou non	.	.	✓	.	.
• Maîtriser la visualisation graphique des données (2D, 3D)	.	.	✓	.	.

Responsable : Stéphane CUENOT

Algèbre linéaire et analyse complexe

Linear algebra and complex analysis

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	26				13

Évaluation

2 évaluations :

- *DS1*
- *DS2*

Présentation

Cet EC vise à doter le futur ingénieur Matériaux des outils mathématiques indispensables à l'exercice de son métier d'ingénieur, que ce soit pour la description des phénomènes physiques, leur modélisation ou la modélisation des systèmes. Il se répartit sur les deux semestres de 1ère année du cycle ingénieur.

Plan

1) Eléments d'algèbre linéaire

Structures algébriques, Applications linéaires, déterminants et systèmes linéaires, Vecteurs valeurs et sous espaces propres, Diagonalisation et triangularisation, application à la résolution de systèmes linéaires différentiels

2) Fonctions d'une variable complexe

Fonctions holomorphes, Fonctions usuelles, Fonctions analytiques, Intégration dans le plan complexe, Méthode des résidus

Objectifs

A l'issue de cet EC, les élèves seront en mesure de maîtriser les techniques mathématiques de base en algèbre linéaire et analyse dans le plan complexe pour les applications en sciences des matériaux

Références

L. Schwartz ; « Cours d'analyse » ; Hermann

R. Petit ; « L'outil mathématique » ; Dunod

N. Boccara ; « Fonctions analytiques » ; Ellipses

J. Dixmier ; « Cours de Mathématiques » ; Gauthiers-Villars

P. Benoist-Gueutal et M. Courbage ; « Mathématiques pour la physique » ; Eyrolles

Prérequis

- notions d'algèbre linéaire, résolution de systèmes linéaires
- notions concernant les suites et les séries
- bonne maîtrise du calcul différentiel et intégral pour les fonctions de la variable réelle
- bonne maîtrise des équations différentielles linéaires du 1er et 2nd ordre à coefficients constants
- notions sur les fonctions à plusieurs variables, différentielle, dérivées partielles, intégrales multiples

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• MAT-1 : Appliquer les outils mathématiques et les méthodes statistiques	·	·	✓	·	·
• MAT-11 : Appliquer les outils mathématiques analytiques, statistiques, numériques pour résoudre des problèmes complexes déjà formalisés	·	·	✓	·	·
• MAT-10 : Expliciter, modéliser et résoudre un problème complexe, même incomplètement défini	·	✓	·	·	·

Responsable : Olivier CHAUVET

Analyse des cordons de soudures

Weld analysis

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		10			

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Plan

Il s'agit d'une mini projet au laboratoire comportant des observations macrographiques et micrographiques de cordons de soudure et de caractérisations mécaniques (essais choc, traction, pliages).

Objectifs

Il s'agit de réaliser l'expertise de cordons de soudure en vue de valider les paramètres de soudage. Il s'agit de caractériser la qualité de cordons

Prérequis

Les cours de métallurgie, de caractérisations des matériaux et de comportement des matériaux au cours du soudage doivent être acquis.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Caractériser un cordon de soudure	.	.	✓	.	.
• Interpréter la présence de défauts	.	.	✓	.	.
• Donner des solutions en cas de défauts	.	.	✓	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Analyse des surfaces

Surface Analysis

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	1.5				6

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

- 1) Introduction sur le besoin de techniques de caractérisation spécifiques à partir d'exemples du domaines de la physique et la chimie des matériaux
- 2) Spectroscopies d'électrons (XPS/ESCA, Auger)
- 3) Technique RBS (Rutherford Backscattering Spectrometry)
- 4) Spectrométrie de masse d'ions secondaires (technique SIMS)
- 5) Comparaison techniques - Stratégies de démarche d'analyse

Objectifs

Connaître le panorama des techniques d'analyse de surface, leur principe et leurs caractéristiques et spécifications principales. Savoir choisir une technique d'analyse de surface en fonction d'un problème spécifique.

Références

Analyse structurale et chimique des matériaux - J.P. Eberhart (Dunod) ; Surfaces, interfaces et films minces - B. Agius, M. Froment et co-auteurs (Dunod) ; Semiconductor material and device characterization - Dieter K. Schroder (John Wiley and Sons)

Prérequis

Connaissances générales des grandes classes de matériaux : verres, céramiques, polymères, métaux, semiconducteurs. Orbitales électroniques. Physique et chimie des matériaux.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir choisir une technique d'analyse de surface d'un matériau en fonction d'une problématique spécifique	.	✓	.	.	.
• Savoir interpréter les spectres issus des analyses XPS, AES, RBS, SIMS	.	✓	.	.	.

Responsable : Pierre-Yves TESSIER

Anglais Professionnel 3 - s7

Professional English 3

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	19	2			

Évaluation

3 évaluations :

- *CC*
- *Tutorat*
- *DS*

CAO Thermomécanique

CAD - Thermomechanics

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	9				5

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

Thèmes abordés :

- importation de dessins 2D et 3D de Catia vers Comsol
- analyse statique (2D et 3D), forces ponctuelles ou non, influence du maillage ;
- dilatation thermique différentielle
- thermomécanique en conduction (régime permanent)

Objectifs

Résoudre des problèmes multiphysiques par simulation numérique en mécanique et thermomécanique 2D et 3D.

Gérer les problèmes liés aux maillages et aux choix de modélisation

Logiciel utilisés : Comsol et Catia

Prérequis

Mécanique des solides indéformables ; Mécanique des solides déformables ; Notions de conduction thermique

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Modéliser un problème de thermomécanique sur Comsol	.	.	✓	.	.
• Gérer les problèmes liés aux maillages et aux singularités	.	.	✓	.	.
• Transférer un modèle réalisé avec Catia	.	.	✓	.	.

Responsable : Jérémie RUPIL

CFAO

Computer aided design

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		9			5

Évaluation

Une évaluation : *Travail à rendre*

Responsable : Guy LOUARN

Capteurs et mesures

Electronics for measurement systems - laboratory

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		24			12

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

Microprojet - Capteurs et chaîne de mesures - Etude de filtres analogiques - Echantillonnage, Acquisition et traitement numérique du signal

Objectifs

Apprendre des techniques de mesures sur des systèmes électroniques traitant des signaux analogiques et numériques. Réaliser un projet de fabrication d'une chaîne de mesure allant du capteur jusqu'à l'acquisition de données

Références

Acquisition de données - Du capteur à l'ordinateur - G. Asch - Dunod ; Electronique des systèmes de mesures - Mise en oeuvre des procédés analogiques et numériques - Tran Tien Lang - Masson ; Les capteurs en instrumentation industrielle - G. Asch - Dunod

Prérequis

Cours Capteurs, Instrumentation et Mesures du semestre 5

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Réaliser une conduite de projet en binôme dans un temps défini avec des spécifications techniques contraintes : organiser son travail, savoir coopérer, savoir travailler en équipe, gérer son stress, faire des choix, s'adapter aux moyens disponibles.	.	✓	.	.	.
• Concevoir, réaliser et tester une chaîne de mesure et de régulation de température comprenant un capteur, un pont, des montages à amplificateurs opérationnels assurant des fonctions de traitement et de contrôle du signal analogique et des DEL assurant des fonctions d'affichage et d'alerte.	.	✓	.	.	.
• Savoir utiliser une carte d'acquisition pour réaliser l'échantillonnage et l'évaluation du spectre de fréquence d'un signal continu du temps.	.	.	✓	.	.
• Savoir mesurer le gain et le déphasage d'un quadripôle linéaire en régime sinusoïdal établi. Evaluer la bande passante.	.	.	✓	.	.

Responsable : Pierre-Yves TESSIER

Capteurs, instrumentation et mesures

Sensors, instrumentation and measurements

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
10	10.5				11

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Plan

1. Signaux 1.1. Présentation 1.2. Signaux continus 1.3. Discrétisation des signaux continus - Echantillonnage
2. Systèmes 2.1. Présentation 2.2. Systèmes continus 2.3. Systèmes discrets
3. Traitement des signaux 3.1. Amplification 3.2. Filtrage analogique 3.3. Contrôle et conversion des signaux - Convertisseur analogique-numérique
4. Composants semiconducteurs 4.1. Diodes à jonction p-n 4.2. Transistors bipolaires
5. Chaîne de mesures 5.1. Présentation 5.2. Capteurs 5.3. Conditionneurs 5.4. Amplificateurs d'instrumentation 5.5. Exemples

Objectifs

Présenter différents principes de transduction de capteur liés à des propriétés physiques de matériaux. Présenter le conditionnement des capteurs. Donner les connaissances de base sur la structure et le fonctionnement d'une chaîne de mesures et d'acquisition de données. Donner des notions de base de traitement du signal continu et discret du temps.

Références

Acquisition de données - Du capteur à l'ordinateur - G. Asch - Dunod ; Electronique des systèmes de mesures - Mise en oeuvre des procédés analogiques et numériques - Tran Tien Lang - Masson ; Les capteurs en instrumentation industrielle - G. Asch - Dunod

Prérequis

Calcul d'une fonction de transfert d'un quadripôle en régime sinusoïdal - Diagramme de Bode - Calcul d'un gain et d'un déphasage - Théorèmes et techniques de base de calcul sur les circuits en régime linéaire : Kirchoff, Thévenin, Norton, Ponts diviseurs, Millman, Impédance équivalente

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
<ul style="list-style-type: none"> • Concevoir les éléments d'une chaîne de mesure et d'acquisition de données comprenant les capteurs et leur intégration dans des ponts de mesure, les conditionneur, les fonctions d'amplification et de filtrage analogique, les multiplexeurs analogiques, les filtres anti-repliements, les échantillonneurs-bloqueurs et la conversion numérique-analogique 	.	✓	.	.	.
<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les principes de base amenant à la fonction spécifique de transduction dans un capteur liés aux propriétés du matériau utilisé et/ou à des effets géométriques. 	.	✓	.	.	.
<ul style="list-style-type: none"> • Fixer les conditions d'échantillonnage d'un signal continu du temps : fréquence d'échantillonnage (critère de Shannon) et nombre d'échantillons et connaître les outils permettant d'évaluer le spectre de fréquence d'un signal continu ou d'un signal discret. 	.	.	✓	.	.
<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les montages de base à amplificateur opérationnel utilisés dans le traitement et contrôle des signaux analogiques (amplificateur, comparateur, trigger, convertisseur). 	.	.	✓	.	.
<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les caractéristiques électriques de base des diodes à jonction (redressement, commutation, DEL, photodiodes) et savoir prévoir le comportement de montages à diodes dans l'approximation de la diode idéale. 	.	.	✓	.	.

Responsable : Pierre-Yves TESSIER

Chimie des matériaux inorganiques I

Solid state chemistry I

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
7.5	9				9

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

- Chapitre I – Les atomes A - Les éléments chimiques - La classification périodique
- B - Les orbitales
- C - Leurs interactions - La liaison chimique a - L'électronégativité b - La notion de degré d'oxydation
- c - Les divers types de liaison chimique
- Chapitre II - La chimie de coordination
- A - Description structurale : les ligands - les différentes coordinences
- B - La théorie des orbitales moléculaires : le cas des complexes octaédriques, les interactions s, les interactions p.
- C - La théorie du champ cristallin : 1 - L'éclatement de champ cristallin 2 - L'effet Jahn-Teller

Objectifs

Consolider les bases de la chimie des matériaux. Connaître précisément les orbitales et leur peuplement électronique. Posséder un ensemble de notions essentielles : électronégativité, degrés d'oxydation, types de liaison chimique. Tracer des diagrammes d'énergie des orbitales d'un complexe de coordination et leur peuplement électronique.

Références

- Chimie des solides - J.F. Marucco - EDP Sciences
- Solid State Chemistry - L. Smart and E. Moore - Chapman et Hall
- Chimie Inorganique - Huheey, Keiter et Keiter - De Boeck Université

Prérequis

Connaissances de base de chimie - Contenu des cours "Liaison Chimique" et "Symétrie" vus peu de temps avant au même semestre.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les éléments chimiques, leur classement et les grands traits de leur comportement	.	.	✓	.	.
• Connaître les notions de base de la chimie du solide : électronégativité, degrés d'oxydation, types de liaison chimique	.	.	✓	.	.
• Connaître les différents types de liaison chimique	.	.	✓	.	.
• Etablir un diagramme d'orbitales de complexes	.	.	✓	.	.

Responsable : Olivier JOUBERT

Chimie des matériaux inorganiques II

Materials Chemistry II

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
15	9				12

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Présentation

Cet enseignement présentiel est dispensé sous forme de cours magistraux, cours intégrés et travaux dirigés. Il fait suite à l'EC "Chimie des matériaux inorganiques I" assuré au semestre 5.

Plan

- Chapitre III - La chimie du solide
 - III.1 Description structurale des solides
 - III.2 Liaison ionique
 - III.3 Liaison ionocovalente
 - III.4 Structures électroniques (de bandes) des solides
 - III.5 Liaison métallique
- Chapitre IV - Le solide réel
 - IV.1 Défauts ponctuels
 - IV.2 Propriétés optiques liées aux défauts
 - IV.3 Mobilité des défauts - Conductivité ionique
- Chapitre V- Elaboration des matériaux (poudres et céramiques)
 - V.1 Intérêts industriels des matériaux céramiques et des verres
 - V.2 Synthèse et préparation des poudres
 - V.3 Le frittage

Objectifs

Analyser des structures cristallines simples. Décrire, en lien avec les compositions chimiques, les structures cristallines et les propriétés des matériaux, les grands types de liaison chimique (ionique, covalente et métallique) et de structures électroniques (isolants, semi-conducteur, métal). Étudier l'influence des défauts sur les propriétés des matériaux. Décrire les principales méthodes d'élaboration des matériaux inorganiques non métalliques (synthèse des poudres et mise en forme céramique).

Références

- Chimie des solides - J.F. Marucco - EDP Sciences
- Solid State Chemistry - L. Smart and E. Moore - Chapman et Hall
- Chimie Inorganique - Huheey, Keiter et Keiter - De Boeck Université
- J. M Haussonne, C. Carry, P. Bowen, and J. Barton. Céramiques et verres : principes et techniques d'élaboration. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

Prérequis

Ce cours est la suite directe des l'EC "Chimie des Matériaux Inorganiques I" et "Symétrie" du semestre 5 et ne demande pas d'autres pré-requis.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Analyser la structure cristallographique d'un solide	.	.	✓	.	.
• Connaître et comprendre l'impact des défauts sur les propriétés des matériaux	.	✓	.	.	.
• Connaître et comprendre les liens entre structures cristalline, liaisons chimiques, structure électronique et propriétés des matériaux	✓
• Connaître les principales méthodes de synthèse des poudres (matériaux inorganiques)	✓

Responsable : Christophe PAYEN

Comportement rhéologique et thermomécanique des polymères

Rheology and thermomechanics of polymers

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
10	14				12

Évaluation

2 évaluations :

- *DS1*
- *DS2*

Plan

- A - Viscoélasticité
 - Expériences de fluage-recouvrance et de relaxation
 - Modèles analogiques (Maxwell, Kelvin-Voigt)
 - Mesures mécaniques dynamiques
- B - Lois de comportements rhéologiques des différents types de fluides
- C - Rhéologie des polymères
 - Équivalence Temps - Température (loi WLF)
 - Comportement thermomécanique des polymères à l'état solides
 - o Spectroscopie mécanique (relations structure-propriétés)
 - o Détermination des caractéristiques à long terme (durée de vie)
 - o Détermination des caractéristiques instantanées (contrôle qualité)
 - Comportement thermomécanique des polymères à l'état fondu

Objectifs

Les objectifs sont d'introduire aux comportements rhéologiques des matériaux viscoélastiques en situation d'usage et de transformation ; et d'étudier plus particulièrement les matériaux polymères avec le rôle de leur composition et des facteurs externes (temps et température)

Références

Mc GRUM N.G., BUCKLEY C.P., BUCKNALL C.B. - Principles of polymer engineering 2nd ed. Oxford University Press (1997).

Les techniques de l'ingénieur :

CARROT C., GUILLET J. -Viscoélasticité linéaires des polymères fondus (AM 3 620) et Viscoélasticité non linéaires des polymères fondus (AM 3630).

KRAWCZAK P., - Essais mécaniques des plastiques (AM 3 510) (AM 3 511) (AM 3 512).

CHATAIN M., - Comportement physique et thermomécanique des plastiques (A 3 110).

Prérequis

Connaissance de base des matériaux polymères

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître le comportement thermomécanique des polymères en général, à l'état solide et à l'état fondu	.	.	✓	.	.
• Connaître l'effet de la nature chimique du polymère sur le comportement thermomécanique	.	.	✓	.	.
• Savoir évaluer (mesurer) le comportement thermomécanique d'un polymère en fonction d'une application/un procédé	.	✓	.	.	.
• Savoir choisir un polymère du point de vue de ses propriétés thermomécaniques pour une application/un procédé	.	✓	.	.	.
• Savoir utiliser les modèles viscoélastiques pour prédire le comportement des matériaux viscoélastiques	.	✓	.	.	.

Responsable : Bernard LESTRIEZ

Conception et calcul des assemblages soudés

Design of welded components

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
28	1.5				15

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Plan

Conception des joints pour le soudage et le brasage fort
Principes de conception en soudage
Comportement des structures soudées sous différents types de charge
Conception des structures soudées sous charge essentiellement statique
Comportement des structures soudées sous charge cyclique
Conception des structures soudées sous charge cyclique
Conception des équipements sous pression soudés
Conception de structures en alliages d'aluminium

Objectifs

Savoir calculer et concevoir des structures soudées soumises à différents types de sollicitation : mécaniques statiques ou dynamiques, thermiques

Références

MANFRED A., Conception des charpentes métalliques, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2002

BLONDEAU R., Métallurgie et mécanique du soudage, Lavoisier , Hermès science, 2001

MANFRED A., Construction métallique : notions fondamentales et méthodes de dimensionnement, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2001

MOREL J., Guide de calcul des structures métalliques : CM 66 additif 80 - Eurocode 3, Eyrolles, 1997.

Construction métallique et mixte acier-béton : calcul et dimensionnement selon les Eurocodes 3 et 4 - Tome 1, Eyrolles, 1996.

Construction métallique et mixte acier-béton : conception et mise en oeuvre - Tome 2, Eyrolles, 1996

Prérequis

Cours de Mécanique de la rupture et de résistance des matériaux de 3ème et 4ème année

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre le comportement de structures soudées sous différentes types de charges	.	.	✓	.	.
• Calculer et dimensionner des joints soudés	.	.	✓	.	.
• Concevoir des structures soudées	.	.	✓	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Conduite de réunion

Meeting management

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
2.5	2				3

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Plan

Organiser une réunion : aspects matériel, objectifs, communication

Méthodologie de la résolution de problèmes en groupe.

Outils pour la résolution de problème en groupe : outils de tri, de choix, d'analyses, de présentation, etc...

Objectifs

Connaître les principes de l'organisation, de la conduite de réunion et de la résolution de problèmes en groupe.

Prérequis

Communication.

Négociation.

Travail en groupe.

Outils mathématiques et statistiques de base.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Organiser une réunion	.	✓	.	.	.
• Conduire une réunion	.	✓	.	.	.
• Résolution de problèmes en groupe	.	✓	.	.	.

Responsable : Thierry BROUSSE

Contrôle Continu (bis) - s7

Continuous Assessment (bis)

Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Contrôle Continu (bis) - s8

Continuous Assessment(bis)

Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Contrôle non destructif

Non destructive testing

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
9.75	1				6

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

Organisation et utilité des contrôles et analyses non destructives au sein d'une entreprise, lien avec l'assurance qualité.

Les contrôles non destructifs, déclinaison des principales techniques et de leur champs d'application : contrôles visuels (dont holographie interférentielle, imagerie radar, etc.), ressuage, courant de Foucault, magnétoscopie, radiographie, contrôle par ultrasons et émission acoustique, thermographie infrarouge.

Objectifs

Connaître les principales méthodes de contrôles non destructifs applicables aux matériaux métalliques, aux céramiques et verres et aux polymères et composites, et être capable de les préconiser sur une pièce donnée.

Connaître les différents modes d'organisation des contrôles au sein d'une entreprise.

Références

Techniques de l'ingénieur

Non-Destructive Testing, B. HULL, Springer-Verlag, New-York, 1988

Prérequis

Chimie du solide, Physique du solide

Techniques de caractérisation des matériaux

Mise en forme et utilisation des polymères et composites

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principales méthodes de contrôles non destructifs	.	.	✓	.	.
• Connaître les principaux modes d'organisation des contrôles au sein d'une entreprise	✓
• Préconiser une ou des méthodes de CND sur une pièce donnée	.	.	✓	.	.

Responsable : Thierry BROUSSE

Contrôle non destructif des soudures

Non destructive testing of welds

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.5		7			6

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

Panorama général des END appliqués au soudage
Ressuage
Magnétoscopie
Courant de Foucault
Ultrason (classiques, TOFD, Multi éléments)
Radiographie

Objectifs

Connaissance des contrôles non destructifs appliqués aux soudures

Références

ALTHOUSE A.D., BRAMAT M., MAYER, VILLENEUVE M., Technologie des métaux, contrôles et essais des soudures, De Boeck Edition 2008

Caractérisation ultrasonore par TOFD de défauts de soudures, Publication du CETIM, 2004

Prérequis

Cours de Physique

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les différents moyens de contrôles et leurs applications dans le domaine du soudage	.	.	✓	.	.
• Connaître les limites des différents moyens	.	.	✓	.	.
• Savoir utiliser les moyens de contrôles classiques	.	✓	.	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Cycle spécialisé conférences, cours, TP ENR/NANO

Specializes lectures by professional lecturers

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
45					23

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Responsable : Stéphane CUENOT

Céramiques et verres

Ceramics and glasses

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
12.5	8				10

Évaluation

3 évaluations :

- *DS1*
- *DS2*
- *Projet*

Plan

Introduction : analogies et différences avec les métaux, polymères, composites

Synthèses et caractérisations de poudres : voie solide, sol-gel, chimie douce, autres synthèses, caractérisations (diffractions, microscopies, analyses de surface, granulométrie...)

Techniques de mise en forme des céramiques : compaction, formulation et mise en forme de barbotines, frittage avec et sans phase liquide, etc...

Synthèse et mise en forme de verres

Les liants : synthèse, caractérisations et utilisation,...

Propriétés thermomécaniques des céramiques (élasticité, ténacité, effet de la porosité, statistiques de rupture, choc thermique, tenue en température...)

Exemples d'applications actuelles des céramiques et des verres

Objectifs

Connaître les principales méthodes d'élaboration et de caractérisation physico-chimiques et thermo-mécaniques des céramiques et des verres, savoir les mettre en oeuvre pour : choisir et/ou synthétiser un matériau céramique ou un verre avec des propriétés spécifiques pour une application donnée, établir un cahier des charges, effectuer une analyse de défaillance & préconiser des solutions

Références

J.M. Haussonne, C. Carry, P. Bowen, J. Barton, "Traité des matériaux", vol. 16, "Céramiques et verres - principes et techniques d'élaboration", PPUR.

W.D. Kingery, H. K. Bowen, D.R. Uhlmann, "Introduction to Ceramics", Wiley

D. Munz, T. Fett, "Ceramics : Mechanical Properties, Failure Behaviour, Materials Selection", Springer

Prérequis

Chimie du solide

Symétrie cristalline

Diagrammes de phases

Physique des solides magnétiques et diélectriques

Bases de mécanique des matériaux (élasticité, mécanique de la rupture)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les caractéristiques principales des céramiques et des verres	.	.	.	✓	.
• Connaître les méthodes d'élaboration des céramiques et des verres et les caractérisations associées	.	.	✓	.	.
• Etre capable d'établir un cahier des charges pour élaborer un nouveau matériau ou améliorer un matériau existant	.	.	✓	.	.
• Etre capable de choisir un matériau, une poudre, un procédé de fabrication en fonction d'une application ou d'un environnement	.	.	✓	.	.
• Etre capable d'interpréter des défaillances et de proposer des remèdes à ces défaillances	.	.	✓	.	.

Responsable : Thierry BROUSSE

De l'élaboration au produit fini

From elaboration to final product

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
24	1				13

Évaluation

Une évaluation : *Oral*

Plan

Métallurgie extractive
Procédés de mise en forme de produits semi-finis
Procédés de mise en forme de produits finis
Procédés d'assemblage

Objectifs

Savoir comment sont produits les matériaux métalliques, du minerai jusqu'au matériau.
Savoir comment les matériaux métalliques sont mis sous forme de produits semi-finis ou finis.
Savoir quelles propriétés peuvent être obtenues.

Responsable : Laurent COUTURIER

Dessin assisté par ordinateur (accueil)

Computer aided drawing

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
1.25		7.5			

Plan

Règles de base du dessin industriel
Représentations conventionnelles : filetages, engrenages
Perspectives, méthodes de modélisation en 3D
TP : Prise en main du logiciel CATIA par construction de mécanismes, comprenant la modélisation 3D et la mise en plan

Objectifs

Comprendre un dessin technique
Utiliser un logiciel de DAO en mode volumique

Références

Memotech-Productique : conception et dessin
par C. Carlier et R. Bourgeois - Editions Casteilla

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir lire et comprendre un dessin technique	.	.	✓	.	.
• Savoir utiliser un logiciel de DAO en mode volumique pour dessiner un montage simple	.	.	✓	.	.

Responsable : Jérémie RUPIL

Diffusion dans les matériaux

Diffusion in solids

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	7.5				4

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

Sauts atomiques et physique statistique
Les équations de Fick
Influence du temps et de la température sur la diffusion
Mécanismes et coefficients de diffusion associés :
- autodiffusion
- diffusion des lacunes
- hétérodiffusion : en milieu infiniment dilué et interdiffusion
Diffusion dans les solides inoïques
Diffusion et défauts cristallins
Diffusion réactive

Objectifs

Acquérir les connaissances de base en diffusion en phase solide : équations régissant la diffusion et mécanismes du phénomène.

Sensibiliser les étudiants à l'omniprésence de ce phénomène en science des matériaux (souvent sous-jacent à d'autres phénomènes plus complexes) et donc au fait qu'ils le réutiliseront souvent dans la suite de leur formation.

Références

Phase transformations in Metals and Alloys, Third Edition, D. A. Porter, K. E. Easterling and M. Y. Sherif, CRC Press Taylor & Francis Group

Diffusion in Solids, Field Theory, Solid-State Principles, and Applications, M. E. Glicksman, Wiley Inter-Science

Prérequis

bases de mathématiques et de physique

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir manipuler les équations de Fick pour résoudre un problème de diffusion.	.	✓	.	.	.
• Comprendre l'influence du temps et de la température sur le phénomène de diffusion.	.	✓	.	.	.
• Comprendre que la diffusion est un phénomène gouvernant de nombreux autres phénomènes plus complexes en science des matériaux.	✓
• Maîtriser la terminologie utilisée dans le domaine de la diffusion afin d'être à même de chercher dans la littérature scientifique les données nécessaires à la résolution d'un problème de diffusion.	.	.	✓	.	.

Responsable : Laurent COUTURIER

Distributions, transformations intégrales, équations aux dérivées partielles

Generalized functions, integral transforms and partial differential equations

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	23				12

Évaluation

2 évaluations :

- *DS1*
- *DS2*

Présentation

Cet EC fait suite à l'EC « Algèbre linéaire, analyse complexe » du semestre 5 et vise à doter le futur ingénieur Matériaux des outils mathématiques indispensables à l'exercice de son métier d'ingénieur, que ce soit pour la description des phénomènes physiques, leur modélisation ou la modélisation des systèmes, ou encore l'exploitation des données.

Plan

- 1) Analyse fonctionnelle
Distribution de Dirac, Produit de convolution, Transformées de Fourier, Séries de Fourier, Transformées de Laplace des fonctions et distributions
- 2) Analyse différentielle
Compléments sur les équations différentielles
Compléments sur les équations aux dérivées partielles (EDP)

Objectifs

A l'issue de cet EC, l'étudiant pourra mettre en oeuvre les notions de base et les calculs élémentaires basés sur l'analyse fonctionnelle (distributions, convolutions, transformées de Fourier ou de Laplace) ou différentielle pour des applications en sciences des matériaux en général, en traitement des données et des signaux d'autre part.

Références

- L. Schwartz ; « Cours d'analyse » ; Hermann
- R. Petit ; « L'outil mathématique » ; Dunod
- R. Roddier ; « Distributions et transformations de Fourier » ; Ediscience
- J. Dixmier ; « Cours de Mathématiques » ; Gauthiers-Villars
- G. Gasquet et P. Witomski ; « Analyse de Fourier et applications » ; Masson

Prérequis

- même prérequis que le cours du S5 "algèbre linéaire, analyse complexe"

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• MAT-1 : Appliquer les outils mathématiques et les méthodes statistiques	.	.	✓	.	.
• MAT-11 : Appliquer les outils mathématiques analytiques, statistiques, numériques pour résoudre des problèmes complexes déjà formalisés	.	.	✓	.	.
• MAT-10 : Expliciter, modéliser et résoudre un problème complexe, même incomplètement défini	.	✓	.	.	.

Responsable : Olivier CHAUVET

Durabilité : corrosion et dépôts électrochimiques

Durability : corrosion and electrochemical coating deposition

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	9				10.5

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Présentation

Ensemble de cours, TD, cours-TD et interventions industrielles couvrant les mécanismes, la thermodynamique et la cinétique de la corrosion, ainsi que les moyens de la combattre ou de l'éviter, notamment par le biais de traitements de surface et de revêtements obtenus par voie électrochimique.

Plan

1. Thermodynamique de la corrosion :
 - Oxydation, électronégativité, enthalpie libre
 - Oxydation à chaud (Ellingham)
 - Potentiel électrochimique (Nernst, Pourbaix)
2. Cinétique de la corrosion aqueuse :
 - Cinétique contrôlée par le transfert de charge (Butler-Volmer, Tafel, Evans...)
 - Cinétique contrôlée par la diffusion
 - Passivation et dépassivation
3. Etudes de cas industriels et mécanismes :

Corrosion généralisée, par piqûre, caverneuse, galvanique, intergranulaire, par courants vagabonds, sous contrainte
4. Mise en oeuvre des traitements de surfaces et revêtements :
 - Traitements préparatoires : décapage, dégraissage, polissage
 - Dépôts chimiques (par déplacement, chimiques autocatalytiques), électrolytiques et par immersion dans des bains de métaux fondus
 - Anodisation
5. Applications des traitements de surfaces et revêtements :
 - Protection contre la corrosion : épaisseur, sous-couche, autres propriétés physico-chimiques (dureté, résistance à l'abrasion...)
 - Autres utilisations : MEMS, capteurs...

Objectifs

- Fournir au futur ingénieur matériaux :
- les notions physiques et chimiques de base conduisant à la compréhension et la caractérisation des phénomènes de corrosion ;
 - une illustration de la pratique industrielle de maîtrise et d'expertise de la corrosion ;
 - les connaissances scientifiques et technologiques permettant de mettre en oeuvre des stratégies de protection contre la corrosion, faisant notamment appel à des procédés de revêtement par voie électrochimique.

Références

- Dieter Landoldt ; Corrosion et chimie de surface des matériaux ; PPUR, 1993
- Mars G. Fontana ; Corrosion Engineering ; Mc Graw-Hill, 1987, www.corrosiondoctors.org/
- MODERN ELECTROPLATING, Fifth Edition, Edited by MORDECHAY SCHLESINGER & MILAN PAUNOVIC, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010, ISBN 978-0-470-16778-6

Prérequis

Thermodynamique, bases en chimie et en métallurgie générale

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir appliquer les lois de l'électrochimie à la caractérisation de la corrosion	.	.	✓	.	.
• Etre capable de prendre en compte la corrosion lors de la conception d'un système (corrodabilité, vitesse de corrosion)	.	.	✓	.	.
• Pouvoir porter un diagnostic sur un dégât dû à la corrosion	.	✓	.	.	.
• Etre en mesure de choisir un traitement de surfaces / un revêtement pour lutter contre la corrosion	.	.	✓	.	.
• Savoir mettre en oeuvre un traitement de surfaces / un revêtement	.	.	✓	.	.

Responsable : Franck TANCRET

Economie de la R&D

R&D economy

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
1.5	6				4

Évaluation

Une évaluation : *Etude de cas*

Plan

CHAPITRE 1 : LA VALEUR, MOTEUR DE L'INNOVATION ; L'INNOVATION, MOTEUR DE LA CROISSANCE ECONOMIQUE

- I. La notion de valeur d'innovation
- II. L'innovation : un vecteur de la croissance économique

CHAPITRE 2 : ZOOM SUR L'ENTREPRISE : LES MODES D'EVALUATION ET DE FINANCEMENT DE L'INNOVATION

- I. Evaluer les performances de l'innovation
- II. Financer les projets d'innovation

Objectifs

Comprendre les relations entre mécanismes et grandeurs économiques d'une part et innovation d'autre part

Au niveau macroéconomique, répondre à ces questions : quelle est l'influence de l'innovation sur la croissance d'un pays ? Sur l'emploi ? Sur la demande de qualification de la main d'oeuvre ? sur l'environnement ?

Références

GUELLEC D, "Economie de l'innovation", Repères La Découverte
LACHMANN J., "le finacement des stratégies de l'innovation", Paris, Economica
BETBEZE J.P (2005), "Financer la R&D", Conseil d'analyse économique

Prérequis

Concepts de base en économie générale

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les liens entre grandeurs économiques et innovation	✓
• Connaître les problématiques économiques de l'économie de l'innovation suivant les pays et les périodes	.	✓	.	.	.

Responsable : Emmanuel CHENE

Electrochimie : stockage et conversion de l'énergie décarbonée

Electrochemistry : storage and conversion of decarbonated energy

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
11.75	10.5				10

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Plan

Une première partie est consacrée aux bases de l'électrochimie notamment en milieu liquide en abordant les notions de stabilité thermodynamique des espèces en fonction du potentiel et du pH. La deuxième partie traite les générateurs électrochimiques en utilisant les bases précédentes. Les batteries, les piles à combustibles et les supercapacités y sont détaillés.

Objectifs

Acquérir des connaissances théoriques et pratiques sur les divers systèmes de conversion et de stockage électrochimique de l'énergie.

Prérequis

Notions de chimie générale niveau terminale scientifique

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les bases de l'électrochimie	.	.	✓	.	.
• Connaître les différents systèmes de stockage et de conversion électrochimique de l'énergie	.	.	✓	.	.

Responsable : Olivier JOUBERT

Electrotechnique

Electrical engineering

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	13.5	8			12

Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *CR*

Présentation

Enseignement sous la forme de séances de Cours-TD et TP. Les bases de l'électricité technique et industrielle sont présentées avec les calculs et formules associées. Le réseau de distribution et de production de l'énergie électrique et les principales machines électriques industrielles sont présentées.

Travaux pratiques d'électrotechnique

Réalisation en autonomie de montages électriques utilisant des machines électriques et appareils de mesures industrielles : Transformateurs, Moteurs, Wattmètre, pinces de puissance.

Relevés de mesures et calculs numériques associées ; Etude du comportement des machines électriques

Plan

Plan du Cours-TD :

Présentation des matériaux utilisés en électrotechnique en fonction de leurs propriétés. Matériaux conducteurs, isolants, et magnétiques.

Réseaux d'alimentation électrique monophasé et triphasé - Calculs des puissances - Notion de sécurité électrique - Circuits de protection

Circuits magnétiques et transformateurs d'énergie monophasés et triphasés

Alternateurs

Moteur et génératrices à courant continu vitesse variable

Moteur à courant alternatif vitesse variable

Plans des Travaux pratiques :

Mesures en régime triphasé - Transformateur triphasé variable - mesures de puissances - couplage étoile et triangle sur charge inductive variable

Transformateur monophasé : essais à vide et en court circuit - mesures sur charge inductive variable - évaluation du rendement et mesure directe - fonctionnement d'un moteur monophasé

Caractéristiques moteur à courant continu commandé par l'induit - observation des signaux caractéristiques essentiels - mesures de rendement - régulation de vitesse

Machines asynchrones associées : caractéristiques glissement-couple - Variation de vitesse en alternatif par variateur de fréquence - mesures de rendement - régulateur de vitesse

Objectifs

les objectifs sont d'acquérir les bases de l'électrotechnique, de la sécurité électrique ainsi que d'acquérir les connaissances permettant le choix d'un matériau en fonction de ses propriétés électriques et de son application potentielle dans un appareillage

Cet enseignement très appliqué permet de donner les bases de cette science de l'ingénieur aux étudiants du département Matériaux.

Les travaux pratiques ont pour objectif de familiariser les élèves ingénieurs aux appareils et aux mesures rencontrés dans des systèmes électriques industrielles. Les notions de sécurité électrique sont appliquées dans les montages des circuits électriques.

Références

titre : Matériaux de l'Electrotechnique
 auteurs : P. Robert
 éditeur : Presses Polytechniques Romande date : 1998 ISBN : 2-88074-419-9
 titre : Les Bases de l'Electrotechnique auteurs : I. BERKES
 éditeur : Vuibert date : 1998 ISBN : 2-7117-8879-2
 titre : Electrotechnique Industrielle
 auteurs : G. SEGUIER, F. NOBLET
 éditeur : Lavoisier date : 2006 ISBN 2-7430-0791-5
 titre : Electrotechnique
 auteurs : T. WILDI
 éditeur : Deboeck, Université date : 2005 ISBN 2-8041-4892-0
 titre : Electrotechnique
 auteurs : MERAT
 éditeur : Nathan date : 1997 ISBN 2-09-177992-7

Prérequis

Electricité générale, électrostatique, magnétostatique, électromagnétisme

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les matériaux utilisés en électrotechnique en fonction de leurs propriétés et des applications visées	.	✓	.	.	.
• Connaître les principes de fonctionnement des moteurs à courant continu, moteurs asynchrones, génératrices, transformateurs et alternateurs	.	✓	.	.	.
• Evaluer les puissances actives, réactives, apparentes, les courants de ligne et le facteur de puissance d'un réseau électrique monophasé et triphasé en régime sinusoïdal établi	.	.	✓	.	.
• Evaluer et mesurer le rendement d'une machine électrique	.	.	✓	.	.
• Connaître et appliquer les bases élémentaires de la sécurité électrique	.	✓	.	.	.
• Choisir les composants adaptés pour composer un circuit et/ou pour faire fonctionner et contrôler une machine électrique	.	✓	.	.	.
• Faire fonctionner différentes machines électriques (moteurs et transformateurs monophasés et triphasés, moteur et génératrice à courant continu)	.	.	✓	.	.
• Définir et utiliser un système de contrôle et de régulation d'un moteur	.	✓	.	.	.
• Réalisation de montages utilisant des machines électriques industrielles	.	✓	.	.	.

Responsable : Benoit ANGLERAUD

Entrepreneuriat S8

Entrepreneurship S8

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

Responsable : Bruno AUVITY

Entrepreneuriat s7

Entrepreneurship S7

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

Responsable : Bruno AUVITY

Entreprise : Analyse d'entreprise

Business analysis

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
4.5	6				3

Évaluation

Une évaluation : *Etude de cas+QCM*

Présentation

Comprendre la dynamique de fonctionnement de l'entreprise, de ses salariés, de ses réseaux et de ses parties prenantes à travers l'analyse de sa gouvernance, de ses modes de décision, de son écosystème d'affaire et d'innovation et de l'ensemble de ses performances.

Plan

- Parties intéressées, Enjeux, Gouvernance et prise de décision
- Diagnostic stratégique, démarche stratégique
- Analyse de la performance au sens large : indicateurs et tableau de bord
- Droits et devoirs du salarié, responsabilités, engagements et autorités.

Objectifs

- Appréhender la démarche stratégique d'un organisme, ses enjeux et ses impacts
- Connaître les droits et devoirs du salarié au sein de son écosystème de travail
- Interpréter les divers indicateurs de performance de l'entreprise.

Références

- A de Baynast, J Lendrevie, J Levy ; Mercator" ; Dunod. Dernières éditions
- F Canart ; Management de la qualité ; Gualino L Extenso Editions
- Henri Mintzberg, Structure et dynamique des organisations (Éd. d'organisation)
- M.Crozier ; A quoi sert la sociologie des organisations (Éd. Seli Arslan)
- S. Robbins, D. DeCenzo, M. Coulter ; Management, l'essentiel des concepts et des pratiques (9ème éd) Ed. Pearson
- <https://www.l-expert-comptable.com/dossiers/evaluer-l-entreprise-reprendre-grace-l-analyse-economique.html>
- <https://www.fao.org/capacity-development/resources/practical-tools/analyse-organizational-performance/fr/>

Prérequis

- Modules :
- Connaissance de l'entreprise
 - Histoire de l'entreprise
 - Simulation de gestion

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	.	✓	.	.	.
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓

Responsable : Gwenael THOREL

Entreprise : Approches critiques de l'entreprise

Critical approaches of the firm

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	9				3

Évaluation

Une évaluation : *Exposé*

Présentation

Aborder des visions alternatives à l'entreprise classique et financiarisée.

Plan

- Séance 1 (1h30) : présentation des attendus, introduction aux 4 thèmes d'entreprises alternatives, constitution des groupes, définition classique de l'entreprise, la financiarisation et ses impacts
- Séance 2 (3h) : travail de groupe, réponse aux questions de chaque groupe sur son thème
- Séance 3 (3h) : soutenance des 4 groupes avec à chaque fois un débat.

Objectifs

- Objectif 1 : Rappeler la définition historique classique de l'entreprise
- Objectif 2 : Comprendre les causes et conséquences de la financiarisation des entreprises
- Objectif 3 : Produire une vision « gouvernance » alternative (SCOP et Entreprise à Mission)
- Objectif 4 : Produire une vision « management » alternative (Entreprise libérée et délibérée)

Références

- Carney, B. M., & Getz, I. (2016). Freedom, Inc : How Corporate Liberation Unleashes Employee Potential and Business Performance. International Creative Management.
- Detchessahar, M. (2019). L'entreprise délibérée : refonder le management par le dialogue. Nouvelle cité.
- Dujarier, M.-A. (2017). Le management désincarné : enquête sur les nouveaux cadres du travail. La découverte.
- Gomez, P.-Y. (2013). Le travail invisible : enquête sur une disparition. Paris : F. Bourin.
- Les statuts juridiques de l'entreprise (Dessine-moi l'éco)
- Rendre le travail visible : la solution pour sortir de la crise (Dessine moi l'éco)

Prérequis

Avoir suivi les modules :
Entreprise : histoire et connaissance de l'entreprise (S5)
Entreprise : simulation d'entreprise (S6)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	✓

Responsable : Roland BESSEY

Entreprise : Concevoir le management du futur

Designing the tomorrow's management

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3	6				3

Évaluation

Une évaluation : *Grille d'évaluation*

Présentation

Amener les étudiants à concevoir un jeu sérieux qui permet aux joueurs de rencontrer et d'arbitrer des situations possibles coopérations de dons et d'engagement.

Plan

3H CM : Présentation des concepts nécessaires à la conception d'un jeu sérieux

3H TD : Conception et test du jeu

1H30 TD : Amélioration du jeu

1h30 TD : Test final du jeu

Objectifs

Partie "don" :

- Définition économique et sociologique du don
- Modèle des 4 étapes d'une dynamique de don
- Illustration par un cas concret

Partie "mise en place d'une méthode de conception d'un jeu sérieux" :

- Présentation des théories du fun et du flow
- Présentation des spécificités des jeux sérieux
- Présentation du fonctionnement d'un jeu.

Références

Partie don :

L'entreprise une affaire de don (Collectif, 2016)

Recevoir pour donner (Collectif, 2016)

Partie Jeux sérieux :

Theory of Fun for Game Design, Raph Koster, O'Reilly Media; Second edition, ISBN ? 978-1449363215

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	.	.	✓	.	.
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	.	✓	.	.
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	.	.	✓	.	.
• Animer une organisation et la faire évoluer	.	.	✓	.	.
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	.	.	✓	.	.

Responsable : Roland BESSEY

Entreprise : Démarche QSE 1

Quality, security and environmental approaches (QSE1)

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	4.5	3			

Évaluation

Une évaluation : *QCM+exercices*

Présentation

- Comprendre les leviers des systèmes de management QSE et de la maîtrise opérationnelle QSE pour pouvoir contribuer à son niveau (Salarié, Hiérarchique, Pilote de processus...)
- Maitriser les outils SWOT, PDCA, AMDEC, Pareto, Ishikawa, etc.

Plan

QSE partie 1 : Démarche qualité (7h30)

1. Termes et définitions (1h15)

? Différence Norme et réglementation avec des exemples

? Différence certification et label avec des exemples

? QCM et correction

2. Ecosystème réglementaire et normatif général (1h15)

? Organisation générale de la réglementation française

? Organisation générale de la normalisation

? Présentation du groupe AFNOR et de son rôle

? La structure commune des normes ISO

? QCM et correction

3. Introduction à la certification intégrée (1h30)

? Les 7 principes de la qualité et intérêt de la certification

? Termes et définitions de l'ISO 9001 : 2015

? QCM et correction

4. Approche processus et évaluation des risques (1h30)

? Chapitre 4 avec approche processus et élaboration d'une analyse SWOT et AMDEC

? Etude de cas : échec de la voiture LOGAN en Inde

5. Les 6 chapitres de la normes ISO 9001 (1h30)

? Chapitres 5, 6, 7, 8, 9 et 10

? Exercice de Pareto et 5M pour gérer les non conformités

? Etude de cas : Autoévaluation du SMQ d'un aéroport.

Objectifs

- Comprendre l'intérêt de la certification intégrée QSE ainsi que la structure des normes ISO avec les 10 chapitres et la roue de Deming PDCA.
- Identifier, prendre en compte et contribuer à satisfaire les parties prenantes internes et externes pour l'ISO 9001 (Qualité), ISO 14001 (Environnement) et ISO 45001 (SST)
- Maitriser la cartographie des processus avec des exercices pratiques
- Maitriser les outils d'analyse SWOT et AMDEC
- Réaliser une autoévaluation des 3 systèmes de management QSE
- Comprendre les techniques d'audit avec réalisation d'un programme et plan d'audit.

Références

- Ressources documentaires disponibles sur madoc :
- o Le Code du travail numérique
 - o Code de l'environnement LEGIFRANCE
 - o Les aventures de Napo vidéos d'animation INRS pour sensibilisation à la sécurité au travail
 - o Publications et outils de l'INRS Institut national de recherche et de sécurité
 - o AIDA : Site web des textes réglementaires du Ministère en charge de l'environnement
 - o Les fiches sur le fonctionnement des principales institutions de la République, l'organisation de l'Union européenne et les relations internationales

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
● Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
● Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	.	✓	.	.	.
● Animer une organisation et la faire évoluer	✓
● Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	✓

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Démarche QSE 2

Quality, security and environmental approaches (QSE2)

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	7.5				

Évaluation

Une évaluation : *QCM+exercices*

Présentation

- Comprendre les enjeux liés aux exigences réglementaires et normatives
- Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche d'information
- Maîtriser le QQOQCCP, l'Ishikawa, l'ITaMaMI, Le DU et l'arbre des causes.

Plan

QSE partie 2 : Démarche SSE (7h30)

I. Démarche SST ISO 45001 (3h30)

? Les fondamentaux de la Santé et Sécurité au Travail (SST) avec les termes et définitions de la norme.

? QCM et correction

? Droits et obligations au travail

? Dangers, risques et prévention INRS

? Exercice d'élaboration de Document Unique DU

? Gestion des accidents et situations d'urgence

? Exercice d'analyse d'accident de travail avec ITaMaMi

II. Démarche Environnementale ISO 14001 (4h)

1. La réglementation ICPE (1h)

? Présentation de la réglementation et du statut SEVESO

? Présentation des deux règlements européens REACH et CLP ainsi que l'étude de danger

? QCM et correction

? Utilisation et simulation du risque chimique avec ALOHA

2. Etude de cas d'un accident industriel (3h)

? Exemple d'un accident industriel : Bhopal

? Présentation vidéo du déroulement de l'accident

? Elaboration d'une analyse avec les 3 outils QQOQCCP, 5M (Ishikawa) et la séquence des événements

? Proposition des 10 sujets d'accidents industriels à étudier

Chaque binôme évalue un accident industriel en se basant sur le rapport ARIA et l'exemple de l'étude de cas Bhopal

? Présentation orale de 10 min de l'accident étudié.

Objectifs

? Connaître les exigences normatives de l'ISO 45001 et de l'ISO 9001

? Réaliser un Document Unique DU à partir de situations à risques

? Prendre en compte les enjeux environnementaux avec la réglementation ICPE et la familiarisation avec l'outil de classement SEVESO d'une installation

? Prendre en compte les conséquences du non-respect des exigences avec le cas d'accident industriel Bhopal (Utilisation de la séquence/arbre des événements INERIS)

? Réaliser une étude REX d'un accident industriel en utilisant les outils MARP

? Présenter oralement l'accident industriel avec les enseignements tirés.

Références

Références ou ressources documentaires disponibles sur madoc :

- Les fiches sur le fonctionnement des principales institutions de la République, l'organisation de l'Union européenne et les relations internationales
- Publications et outils de l'INRS Institut national de recherche et de sécurité
- Rapports détaillés des accidents industriels sur la base de donnée ARIA
- Outils MARP de Techniques de l'Ingénieur.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	.	✓	.	.	.
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	✓

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Gestion de projet 1

Project management 1

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
4.5		3			2

Évaluation

Une évaluation : *Vidéo*

Présentation

Avoir une vision d'ensemble de la gestion de projet en français et en anglais

Plan

3h CM : Présentation et contextualisation des outils, des approches et des méthodes de la gestion de projet

1.5h CM : Revue de vocabulaire de gestion de projet en anglais

1.5h TD : Exercice de gestion des risques en utilisant une AMDEC

1.5h TD : Exercice de motivation d'un collectif.

Objectifs

- Caractériser le vocabulaire de la gestion de projet
- Caractériser les différentes formes de projet (scope boxing, time boxing, entrepreneuriat, recherche)
- Connaître les méthodes et outils de la gestion de projet
- Différencier les postures des parties intéressées (MOA, AOA, MOE, utilisateur final, client, Scrum Master, Product Owner, Chef de projet...)
- Aborder la gestion du risque et sa fiabilité
- Aborder les moteurs de la motivation
- Aborder la Communication non violente (CNV).

Références

- HEAGNEY, Joseph. Fundamentals of project management. Amacom, 2016
- BOURGEOIS, Jean-Paul. Gestion de projet. Ed. Techniques Ingénieur, 1997
- MARSHALL B. ROSENBERG Communication Non-Violente et Pouvoir - Les clés d'un langage instaurant adhésion et confiance, ISBN-13 : 978-2729620851.

Prérequis

Consultation préalable de la valise méthodologique sur madoc

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	✓
• Travailler dans un contexte international et multiculturel	✓

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Gestion de projet 2

Project management 2

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	15				3

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Appréhender les aspects financiers de la gestion de projet et notamment le retour sur investissement (ROI)

Analyser, décrire et quantifier un travail réellement réalisé.

Entendre un retour d'expérience ou une présentation de la gestion de projet dans un secteur économique proche de la spécialité technique et professionnelle des étudiants.

Plan

3h CM : Retour d'expérience d'un acteur du secteur socio-économique proche de la spécialité de l'étudiant

7.5h TD : Finance

4.5h TD : Analyse du travail

Objectifs

Partie finance (7.5h TD) :

- Connaître les notions de taux d'intérêt simples et composés
- Savoir calculer un emprunt et une renégociation d'emprunt
- Savoir calculer simplement un retour sur investissement et intégrer dans cette réflexion le choix du mode de financement

Partie analyse du travail (4.5h TD) :

- Caractériser les temps de travail valorisés, visibles, masqués
- Caractériser les espaces de libertés au travail
- Caractériser les outils de mesure du travail
- Caractériser le travail « bien fait » ou « reconnu »
- Aborder les notions de harcèlement moral, d'injonctions contradictoires et de souffrance au travail

Partie retour d'expérience métier (3h CM) :

- Présentation et discussion autour de la gestion de projet avec un intervenant du monde socio-économique proche de la spécialité de l'étudiant.

Références

Partie analyse du travail : PIERRE VERMERSCH, 1994 « L'entretien d'explicitation », ESF éditeur

Prérequis

Le cours de Gestion de Projet 1 au semestre 6 favorise la compréhension de cours Gestion de Projet 2.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	.	✓	.	.	.
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	.	✓	.	.	.

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Histoire, connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat

History, business knowledge and entrepreneurship

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
15	15				4

Évaluation

Une évaluation : *Etude de cas*

Présentation

Acquérir une culture descriptive et historique de l'entreprise ou de l'organisation et une compréhension des logiques liées à l'entrepreneuriat.

Plan

Partie Histoire (10.5h) : présentation historique (vocabulaire, courants, typologies)

Partie Entrepreneuriat (4.5h) :

3h : Présentation de la démarche de vente et exercices de ventes

1.5h : Utilité du business plan, exemples et BMC

Partie Connaissance de l'entreprise (15h) :

- Organisation de l'entreprise : structure et moyens de coordination, parties prenantes (internes et externes)

- Fonctions de l'entreprise : achats, logistique, production, R&D, marketing, Ressources Humaines, finance/comptabilité

Pour chaque fonction, seront abordés les enjeux (productivité/flexibilité, qualité, SST,...), l'évolution, les différents métiers et le positionnement de l'ingénieur.

Objectifs

- Expliquer l'importance de la perspective historique pour l'analyse de toute entreprise
- Connaître les enjeux et les missions des différentes fonctions de l'entreprise
- Mesurer l'importance de la communication inter-fonctions et du système d'information
- Appréhender les enjeux et les contraintes pour l'ingénieur, en relation avec ces différentes fonctions et les différentes parties prenantes
- Prendre en compte la notion d'entrepreneuriat et le business model canvas : expliquer la signification et le périmètre de la notion d'entrepreneuriat du modèle d'entreprise (Business model) et du Business model Canvas
- Initier une démarche de vente.

Références

? Cyr, A. (2009). Les représentations entrepreneuriales, sous la direction de Louis Jacques Filion et Christian Bourion, Paris, Eska, 2008, 262 p. Revue internationale PME Économie et gestion de la petite et moyenne entreprise, 22(3-4), 174-176.

? Henri Mintzberg, Structure et dynamique des organisations (Éd. d'organisation)

? <http://www.laurentdehouck.fr/enseignements/histoire-des-idees-sur-les-organisations/>

? M. Bidan et Y. Livian (2022), les grands auteurs aux frontières du management (Editions EMS)

? M.Crozier ; A quoi sert la sociologie des organisations (Éd. Seli Arslan)

? Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models : Origins, present, and future of the concept. *Communications of the association for Information Systems*, 16(1), 1.

? Ramadani, V. (2009). Business angels : who they really are. *Strategic Change : Briefings in Entrepreneurial Finance*, 18(7?8), 249-258.

? S. Robbins, D. DeCenzo, M. Coulter ; *Management, l'essentiel des concepts et des pratiques* Ed. Pearson.

? Sarasvathy, S. D. (2001). Causation and effectuation : Toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *Academy of management Review*, 26(2), 243-263.

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	✓

Responsable : Luc OILI

Entreprise : Management des personnes

People and team management

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	10.5				6

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Présentation

Comprendre le rôle d'un manager et ses paradoxes, les enjeux du management du travail, les comportements individuels et collectifs.

Se préparer à assumer un jour des fonctions d'encadrement d'équipe.

Plan

- 1) Apports et vidéos E.MORIN / complexité
- 2) Histoire tailleur de pierre + exercice dictionnaire + video leadership Cristol
- 3) Auto-évaluation PCM + exercice "je suis formidable" + pyramide personnalité
- 4) Mise en situation / styles de management et canaux de communication
- 5) Mise en situation boîte à outils managériale
- 6) Divers exercices d'intelligence collective et de cohésion d'équipe

Objectifs

- 1) Comprendre les nouveaux enjeux du management « moderne », la complexité de notre système et paradoxes du management dans la complexité (TPN1)
- 2) Se positionner dans son rôle de manager, vis-à-vis de l'équipe, et être reconnue par elle. Différencier manager et leader, identifier les complémentarités, caractériser les différentes postures (TPN6)
- 3) Repérer que sa façon spontanée de manager est liée à sa personnalité. Mieux se connaître pour mieux s'adapter (TPN2)
- 4) Gérer la relation managériale en utilisant les bons canaux de communication et un langage adapté...en fonction de la personnalité dominante de mon interlocuteur (TPN2)
- 5) Connaître les grands types d'outils du manager pour piloter l'activité et savoir les utiliser de façon pertinente (TPN4)
- 6) Donner à son management une dimension collective, cultiver l'esprit d'équipe. Appréhender les comportements collectifs (TPN 2&4)

Références

- Le chaos Management / Tom Peters / Interditions
- Manager dans la complexité / Dominique Genelot / Insep Editions
- Les responsables porteurs de sens / Vincent Lenhardt / Insep Editions
- De la performance à l'excellence / Jim Collins / Village Mondial
- Comment leur dire / Gérard Collignon / Interditions
- Communiquer, motiver, manager en personne / Taibi Kahler / Interditions
- Vidéos d'Edgar Morin sur la complexité / Youtube
- Management et communication : 100 exercices / Denis Cristol / ESF editeur

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	✓

Responsable : Anouk GREVIN

Entreprise : Simulation de gestion d'entreprise

Accounting business game

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12	12			5

Évaluation

Une évaluation : *Soutenance + CC*

Présentation

Appréhender le marketing, la stratégie d'entreprise et la gestion d'entreprise de façon ludique sur la base d'une mise en application simulant la gestion d'entreprise sur plusieurs années, le tout dans un univers concurrentiel.

Plan

- Points théoriques en marketing, gestion et communication
- Simulation de gestion d'entreprise en groupe
- Oral de présentation de l'expérience vécue.

Objectifs

- Objectif 1 : acquérir les bases du marketing et de la gestion
- Objectif 2 : Mettre en application les éléments théoriques sur la base de la simulation dans laquelle il est demandé, tout au long de la simulation, de rendre des calculs précis et de rendre compte de la stratégie déployée
- Objectif 3 : Savoir rendre compte de manière synthétique de l'expérience vécue au sein d'un groupe
- Objectif 4 : savoir travailler en groupe et prendre en compte les divergences et les avis de chacun.

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	.	✓	.	.	.

Responsable : Chrystèle GONCALVES

Evaluation stage 3A

3A Internship Assesment

Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

Responsable : Bruno AUVITY

Evaluation stage 4A

Evaluation internship 4th year

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
					20

Évaluation

Une évaluation : *Un rapport écrit de*

Plan

Exemples de projets :

Développement d'une méthode de fabrication de films minces de graphène pour des applications photovoltaïques

Etude des champs de déformation induits par l'hydrogène dans des matériaux en couches minces

Synthèse et caractérisation de nanofils pour application au traitement des eaux usées et au développement de nouveaux capteurs

Etude du soudage par friction de l'alliage d'aluminium 6061

Etude métallurgique du comportement en corrosion d'aluminium brasé utilisé dans des échangeurs de chaleur

Objectifs

Mener un projet de spécialité Matériaux de 12 semaines minimum à l'étranger dans un laboratoire de recherche ou une entreprise

Prérequis

Niveau de fin de 4ème année Matériaux

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir postuler pour un stage dans un laboratoire étranger ou une entreprise étrangère	.	.	✓	.	.
• Savoir mobiliser des connaissances pluridisciplinaires et les appliquer à un projet particulier de spécialité Matériaux	.	.	✓	.	.
• Savoir interagir quotidiennement en anglais avec des collègues étrangers	.	.	✓	.	.
• Savoir rédiger un rapport final en anglais	.	.	✓	.	.

Responsable : Bernard LESTRIEZ

Explorations interculturelles - s8

Intercultural explorations

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Fabrication, fonctionnement et exploitation des constructions soudées

Fabrication, operation and exploitation of welded components

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
24.5	1.5				9

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Plan

Introduction à l'assurance qualité en fabrication soudée
Contrôle qualité en cours de fabrication
Contraintes résiduelles et déformations
Moyens de production, gabarits et montages
Hygiène et sécurité
Défauts et critères d'acceptation
Aspects économiques et productivité

Objectifs

Aborder les problèmes de fabrications soudées depuis la normalisation jusqu'à la mise en oeuvre dans un atelier de fabrication

Références

Fumée de soudage : efficacité des différents systèmes de protection du soudeur et de son environnement en soudage, Edition du CETIM, 2005

BLONDEAU R., Procédés et applications industrielles du soudage, Lavoisier , Hermès science, 2001

Prérequis

RAS

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaitre et savoir appliquer les normes dans le domaine du soudage	.	.	✓	.	.
• Connaitre l'effet du soudage sur la santé	.	.	✓	.	.
• Connaitre l'effet des opérations de soudage sur la qualité des constructions soudées	.	.	✓	.	.
• Connaitre les paramètres prépondérants sur l'augmentation de la productivité en construction soudée	.	✓	.	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Formation pratique

Practical training

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		35			

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Plan

Soudage oxygaz
Soudage à l'électrode enrobée
Soudage MIG-MAG
Soudage TIG

Objectifs

Pratique de différents procédés de soudage

Références

RAS

Prérequis

Cours théoriques sur les procédés de soudage de 4ème et 5ème années

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir pratiquer les différents procédés de soudage	.	✓	.	.	.
• Appréhender l'influence des paramètres de soudage	.	✓	.	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Fracture-Fatigue-Fluage

Fracture-Fatigue-Creep

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
10	13.5				10

Évaluation

2 évaluations :

- *DS1*
- *DS2*

Plan

Partie I : Mécanique de la rupture

- Mécanismes de rupture (fragile, ductile, inter- ou transgranulaire, fractographie...)
- Approche mécanique (facteur d'intensité de contrainte, ténacité, mesures...)
- Approche énergétique (bilan énergétique, G , G_c , mesures, relations avec K_{Ic})
- Rupture élastoplastique (corrections de plasticité, intégrale J , travail de rupture)

Partie II : Fatigue des matériaux

- Amorçage des fissures de fatigue (mécanismes, critères triaxiaux...)
- Propagation des fissures de fatigue (mécanismes, loi de Paris, fractographie)
- Courbes S-N, limite d'endurance, étude paramétrique de la fatigue
- Accumulation d'endommagement (Palmgren-Miner, accumulation non-linéaire...)
- Fatigue plastique (courbes de chargement cyclique, loi de Coffin-Manson...)

Partie III : Fluage des matériaux

- Mécanismes de déformation (fluage-dislocations, fluage-diffusion...)
- Modèles et lois de comportement
- Mécanismes d'endommagement et de renforcement
- Méthodes d'extrapolation de la durée de vie (Monkman-Grant, Rabotnov-Kachanov, Larson-Miller, Wilshire...)

Objectifs

Fournir au futur ingénieur matériaux une culture des modes de ruine des matériaux par voie (thermo)mécanique (rupture par propagation de fissure, fatigue, fluage), en lien avec leur nature et leur microstructure, ainsi que des connaissances et des outils permettant d'appréhender les phénomènes en termes expérimentaux (caractérisation) et applicatifs (dimensionnement, durabilité, contrôle, expertise...).

A noter que l'endommagement par choc thermique est traité dans un autre enseignement.

Références

- J. B. Leblond, "Mécanique de la rupture fragile et ductile" (Hermès)
- D. Miannay, "Mécanique de la rupture" (EDP Sciences)
- C. Bathias, A. Pineau, "Fatigue des matériaux et des structures" (Hermès)

Prérequis

- Bases de mécanique des milieux continus (contraintes, déformations, élasticité)
- Bases de science des matériaux (microstructures, essai de traction)
- Bases sur les critères de plasticité (Tresca, von Mises)
- Bases de métallurgie physique (glissement dans les cristaux, écrouissage, diffusion)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les bases de la mécanique de la rupture et les différents types de comportements à la rupture des matériaux	.	.	✓	.	.
• Connaître le comportement des matériaux soumis à la fatigue et les principaux mécanismes d'endommagement	.	.	✓	.	.
• Savoir dimensionner une structure simple vis-à-vis de la présence de défauts et/ou soumis à la fatigue	.	✓	.	.	.
• Pouvoir expertiser une surface de rupture	.	.	✓	.	.
• Connaître le comportement des matériaux en fluage et les mécanismes associés	.	.	✓	.	.

Responsable : Franck TANCRET

Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7

French as a Foreign Language for engineering students

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8

French as a Foreign Language for engineering students

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Gestion de Projet R&D

R&D Project management

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
12					6

Évaluation

Une évaluation : *Projet+exposés*

Plan

Le projet et l'innovation dans l'entreprise : Marché, Idée, Protection (secret, brevet, droits d'auteur, enveloppe soleau...), Financement.

Pourquoi la gestion de projet ? Les avantages - Notions essentielles - Déroulement de la gestion de projet - Décomposition en tâches élémentaires, organisation, planification -

Les outils de la gestion de projet - Le besoin : Analyses fonctionnelle et cahier des charges fonctionnel, analyse de risque - Pilotage de projet et communication dans l'entreprise

Objectifs

Introduire l'intérêt et les bases de la gestion de projet en entreprise, et la nécessité d'une protection des inventions de la R&D (propriété industrielle et brevets)

Références

Manager par projets. [Valentine CHAPUS-GILBERT NATHAN / Les échos.fr]

L'Auto qui n'existait pas - Management des projets et transformation de l'entreprise. [Christophe MIDLER DUNOD]

La méthode APTE (Analyse fonctionnelle). [Bertrand DE LA BRETESCHE PETRELLE]

Pratique de l'AMDEC. [Jean FAUCHER DUNOD / L'usine Nouvelle]

Prérequis

Connaissances de base sur le fonctionnement de l'entreprise acquises en stage et lors des enseignements Hommes Entreprise Société (Pas de prérequis scientifiques et techniques particuliers)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les différentes stratégies de protection et de financement de l'innovation	✓
• Réaliser une analyse de besoin simple	.	✓	.	.	.
• Préparer/Organiser un projet simple	.	✓	.	.	.
• Comprendre le rôle du chef de projet et la nécessité d'anticiper les risques	✓

Responsable : Emmanuel CHENE

Grammaire et anglais professionnel 1 - s5

Grammar and professional English 1

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	40				

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6

Grammar, ToEIC and professional English 2

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	39	2			

Évaluation

3 évaluations :

- *CC*
- *Tutorat*
- *ToEIC*

Humains : Education physique et sportive 1

Physical education and sport 1

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	21				2

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
 - 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	.	✓	.	.	.
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	.	✓	.	.	.
• Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche	✓
- Trouver l'information pertinente - Compétence informationnelle	✓
• Développer des relations inclusives, constructives et collaboratives au travail	✓
• Prendre sa juste place dans une organisation	✓
• Développer ses capacités physiques, psychiques et émotionnelles	✓

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Education physique et sportive 2

Physical education and sport 2

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	21				2

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
- 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	.	✓	.	.	.
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	.	✓	.	.	.
• Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche	✓
- Trouver l'information pertinente - Compétence informationnelle	✓
• Développer des relations inclusives, constructives et collaboratives au travail	✓
• Prendre sa juste place dans une organisation	✓
• Développer ses capacités physiques, psychiques et émotionnelles	✓

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Education physique et sportive 3

Physical education and sport 3

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	21				2

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
- 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	.	✓	.	.	.
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	.	✓	.	.	.

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Education physique et sportive 4

Physical education and sport 4

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	21				2

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
- 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	.	✓	.	.	.
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	.	✓	.	.	.

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Négociations individuelles et collectives

Negotiations

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3	7.5				2

Évaluation

Une évaluation : *Vidéo*

Présentation

Mettre en situation de négociation individuelle ou collective

Plan

3h CM : Cours sur l'argumentation, l'éthique et le périmètre de négociation, et explication de l'attendu. Début de travail de réalisation d'une vidéo.

4,5h TD : Ateliers de négociations par tranche d'1.5h, gagnant/gagnant, gagnant/perdant, RH, etc.

3h TD : Ateliers d'animation d'une réunion et de prises de décisions collectives.

Objectifs

- Ateliers de mise en situation
- Amener chacun à vivre et conduire une négociation.

Références

Stimec A. ; « La négociation » ; Dunod

Fisher, Ury ; « Comment réussir une négociation » ; Seuil

Prérequis

Visionner en préalable la valise pédagogique.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	.	✓	.	.	.
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	✓	.	.	.
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓

Responsable : John KINGSTON

Humains : Projet Professionnel 4

Professional project 4

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12				2

Évaluation

Une évaluation : *Pas d'évaluation*

Présentation

Faciliter l'intégration de l'étudiant dans l'environnement professionnel.

Plan

1. Journée compétences : Organisation d'ateliers d'a minima 45 min, animer par des intervenants professionnels experts dans différentes thématiques en lien avec l'organisation et le développement de l'entreprise, la gestion technique, la gestion humaine, l'organisation professionnelle et l'animation d'équipe.
2. Simulations d'entretiens : Mises en situation (format job dating)

Objectifs

Aider l'étudiant à effectuer son propre bilan de fin de parcours et lui transmettre quelques clés et outils afin de faciliter son insertion professionnelle; notamment en :

- ? Favorisant sa recherche de stage de fin d'étude en lien avec son projet professionnel,
- ? Sachant se présenter à un futur recruteur de manière structurée, avec réalisme quant à ses compétences validées et restant à acquérir; basant son argumentation sur des exemples concrets
- ? Sachant interagir et communiquer sereinement et efficacement avec les différents clients et professionnels, quelle que soient leurs fonctions et statuts.
- ? Ayant notion d'outils facilitant le travail en équipe
- ? Apprenant à trouver son équilibre vie personnelle et vie professionnelle (valeurs, besoins, gestion du temps et de son bien-être) - logique gagnante pour soi et l'entreprise.

Références

Ressources : Évolueront selon les thématiques choisies par les intervenants - en lien avec les TPN et les objectifs de ce module.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	✓
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	✓
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	✓
• Travailler dans un contexte international et multiculturel	✓

Responsable : Sylvaine GAUTIER

Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette

Professional project 1

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
1.5	16.5				4.5

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Se positionner de façon ajustée dans la relation interpersonnelle.

Plan

PARTIE 1 (12h) : SE CONNAITRE, FAIRE CONNAISSANCE et COMMUNIQUER

Séance 1 (3h) : Faire un point d'étape sur mon parcours

Séance 2 (3h) : Mieux me connaître

Séances 3 et 4 (2x3h) : Les fondamentaux de la communication interpersonnelle.

PARTIE 2 (4.5h) : CONSTRUIRE ET AMELIORER SON CV

Objectifs

- Découvrir les éléments fondamentaux de la communication
- Mieux comprendre son mode de fonctionnement
- Savoir expliquer son mode de fonctionnement en relevant ses atouts et axes de progression
- S'appropriier les bases d'une communication efficace : attitude assertive, écoute active, message clair et structuré, éviter les tensions et les conflits
- Construire et consolider des outils facilitateurs dans la recherche d'emploi

Références

- DE LASSUS René, L'analyse transactionnelle : une méthode révolutionnaire pour bien se connaître et mieux communiquer, Marabout (Savoir pratique n3516), 2013, 288 p., ISBN 2501085493
- DE LASSUS René, La communication efficace par la PNL, Marabout (Bien-être - Psy), 2019, 288 p., ISBN 2501089499
- DE LASSUS René, L'ennéagramme : les 9 types de personnalités, Marabout (Poche Psy n3568), 2019, 288 p., ISBN 2501084950
- DE MONICAULT Frédéric / RAVARD Olivier, 100 questions posées à l'entretien d'embauche, Jeunes Editions (Guides J), 2004 (3e édition), 182 p., ISBN-10 : 2844724221 / ISBN-13 : 978-2844724229
- LEONARD Thomas J., The portable coach, Simon & SCHUSTER, 1999, 336 p., ISBN-10 : 0684850419 / ISBN-13 : 9780684850412
- ROSENBERG Marshall B., Les mots sont des fenêtres (ou bien ce sont des murs) : initiation à la communication non-violente, La Découverte, 2016, 320 p., ISBN 2707188794
- www.16personalities.com
- www.acnv.com

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	·	✓	·	·	·
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	·	✓	·	·	·

Responsable : Sylvaine GAUTIER

Humains : Projet professionnel 2

Professional project 2

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	6				6

Évaluation

Une évaluation : *Profil linkedin+rdv*

Présentation

Démontrer une capacité à organiser des RDV professionnels et à en tirer profit.

Objectifs

Organiser des entretiens en ligne ou en réel.

Références

Grant : Givers & Takers TED

Prérequis

Projet professionnel 1

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	.	.	✓	.	.
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	.	✓	.	.	.
• Travailler dans un contexte international et multiculturel	.	✓	.	.	.

Responsable : John KINGSTON

Humains : Projet professionnel 3

Professional Project 3

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12				5

Évaluation

Une évaluation : *Note synthèse + oral*

Présentation

Clarifier son projet professionnel et savoir le présenter à l'oral dans différentes circonstances (entretien réseau, entretien d'embauche individuel ou collectif, salon étudiants...)

Plan

Format : 4 séances de 3h TD

Séance 1 : Mes caractéristiques et compétences personnelles et professionnelles

I- Présentation du module, de ses objectifs, des attendus pour l'évaluation

II- Rappels et échanges autour de la notion de projet

III- Travail sur son profil (valeurs, aspirations, compétences, savoir-être, traits de personnalité)

Séance 2 : Explorer mon secteur, choix de mon option, définition de mon projet

I- Recherche sur le secteur de métier et le marché

II- Repérer deux entreprises et remplir la fiche de renseignement

Séances 3 et 4 : Présentation orale de mon projet / Finalisation du dossier écrit

Objectifs

? Comprendre et décrypter les sources d'informations relatives au marché de l'emploi selon les secteurs et métiers envisagés

? Identifier ses compétences, caractéristiques et savoir-faire et savoir les mettre en lien avec le projet repéré

? Construire et déployer un argumentaire à l'écrit et à l'oral permettant de se mettre en avant.

Références

"Le Carnet de Route universitaire et professionnel" - SUIO de l'Université de Nantes - 2008

Prérequis

Avoir suivi les modules :

- Projet professionnel 1 (S5)

- Connaissance de l'entreprise (S5)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	✓
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	✓
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	✓
• Travailler dans un contexte international et multiculturel	✓

Responsable : Sylvaine GAUTIER

Humains : Savoir-être

Soft skills

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	7.5				

Évaluation

Une évaluation : *Examen :cas pratique*

Présentation

Préparer le stage de « découverte de l'entreprise » de fin de 3A :

- en proposant de voir l'entreprise avant tout comme un collectif humain plutôt que comme un ensemble de contrats entre individus
- en montrant que "savoir-être" en entreprise consiste avant tout à gérer des relations interpersonnelles.

Plan

Séance 1 (3h) :

- Présentation du cours et de ses objectifs
- Théorie des jeux et coopération
- La coopération suppose la confiance.

Séance 2 (3h) :

- Récapitulatif séance 1
- La confiance suppose des dynamiques de don
- Fonctionnement des dynamiques de don
- Etude d'un cas blanc

Séance 3 (1.5h) :

- Récapitulatif séance 2
- Correction du cas blanc
- Examen final : cas noté.

Objectifs

- Mieux comprendre son propre comportement en entreprise
- Connaître le dilemme du prisonnier et ses limites
- Comprendre comment la confiance entre collègues évolue avec le temps
- Comprendre la notion de point de vue
- Mettre en articulation/dialogue différents points de vue
- Comprendre ce qu'est une observation d'analyse du travail
- Comprendre ce que signifie le don en entreprise.

Références

- La confiance en gestion : un regard pluridisciplinaire (Boissieu & Oguchi, 2011)
- Trust Rules : How the World's Best Managers Create Great Places to Work (Lee, 2017)
- Give and Take : A Revolutionary Approach to Success (Grant, 2013)
- L'entreprise une affaire de don (Collectif, 2016)
- La théorie des jeux - Science étonnante
- Jeu sur l'évolution de la confiance
- The Office (NBC, 2005)
- Mad Men (HBO, 2007)

Prérequis

- S5 - Humains : projet professionnel 1
- S5 - Entreprise : connaissance de l'entreprise

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation	✓
• Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie	✓
• Comprendre et s'adapter au fonctionnement de l'entreprise dans ses différentes dimensions et dans ses dynamiques organisationnelles	✓
• Identifier et et poser une analyse critique des valeurs, règles et pratiques explicites et implicites de l'entreprise	✓
• Développer des relations inclusives, constructives et collaboratives au travail	✓
• Prendre sa juste place dans une organisation	✓
• Interagir avec les différents interlocuteurs d'une organisation	✓
• Faire vivre ses compétences tout au long de la vie	✓
• Construire un projet professionnel réaliste et cohérent avec ses aspirations personnelles	✓

Responsable : Roland BESSENEY

Initiation aux transferts thermiques

Fundamentals of heat transfer

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
1.25	10.5				6

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

Introduction générale (Les différentes formes d'énergie, Les conversions d'énergie, Les transferts thermiques). Conduction thermique (Loi de Fourier, Equation de la chaleur, résolution en stationnaire). Convection (Convection forcée et naturelle, Régimes laminaire et turbulent, Correlations usuelles). Rayonnement (Aspects physiques, Emission-absorption des surfaces opaques, Méthode des radiosités).

Objectifs

Ce cours a pour ambition de fournir les concepts de base nécessaires à toute approche des phénomènes de transferts thermiques. Les connaissances acquises permettent de faire face à des situations classiques et d'appréhender correctement les situations fréquentes où l'on doit tenir compte du comportement thermique de la matière

Références

J.F Sacadura, "Initiation aux transferts thermiques", Editions TEC&DOC, 2000. F.P. Incropera, D.R. De Witt, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", John Wiley and Sons, 1996.

Prérequis

Thermodynamique générale

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir reconnaître les modes de transfert de la chaleur	.	.	✓	.	.
• Savoir établir un bilan thermique	.	✓	.	.	.

Responsable : Ahmed GUELED

Innovation

Innovation

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
9					5

Évaluation

Une évaluation : *Soutenances projets*

Plan

Pourquoi innover? Les formes d'innovation dans l'entreprise - Analyse du marché - Faisabilités d'un projet - Financement de l'innovation - Description des 6 étapes du processus d'innovation

Objectifs

Connaitre les étapes du processus d'innovation et de valorisation des résultats de la R&D

Prérequis

Connaissances de base sur le fonctionnement de l'entreprise acquises en stage et lors des enseignements Hommes Entreprise Société (Pas de prérequis scientifiques et techniques particuliers)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaitre les étapes du processus d'innovation et leurs acteurs	✓	·	·	·	·

Responsable : Emmanuel CHENE

Interdisciplinaire S7

Interdisciplinary S7

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

Responsable : Bruno AUVITY

Interdisciplinaire S8

Interdisciplinary S8

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

La vie des matériaux métalliques

Life cycle of metallic materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8	0.5				5

Évaluation

Une évaluation : *SO*

Plan

Phénomènes de dégradation et moyens de s'en prémunir
Viellissement des microstructures et dégradations des propriétés associées
Mécanismes de corrosion et moyens de protection/limitation
Phénomènes d'usure
Recyclage des alliages métalliques

Objectifs

Etre à même de comprendre et d'anticiper l'évolution des propriétés des matériaux en utilisation.
Connaitre les contraintes s'exerçant sur le recyclage des matériaux métalliques et pourvoir les prendre en compte dans le développement de nouveaux matériaux et /ou de nouveaux procédés.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Etre capable de mettre en oeuvre des matériaux susceptibles de se dégrader au cours de leur utilisation et prévoir les moyens pour lutter contre cela	.	.	✓	.	.
• Etre capable d'anticiper le recyclage des matériaux métalliques en imposant la bonne gestion et utilisation de ces matériaux tout au long de leur cycle de vie	.	.	✓	.	.
• Réaliser un état de l'art et en faire un exposé oral	.	.	.	✓	.

Responsable : Emmanuel BERTRAND

Langue vivante 2 - Langue des signes française - s8

Second foreign language - Sign language

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - allemand - s7

Second foreign language - German

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - allemand - s8

Second foreign language - German

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - chinois - s7

Second foreign language - Chinese

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - chinois - s8

Second foreign language - Chinese

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - espagnol - s7

Second foreign language - Spanish

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - espagnol - s8

Second foreign language - Spanish

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - japonais - s7

Second foreign language - Japanese

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - japonais - s8

Second foreign language - Japanese

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 -Langue des signes française - s7

Second foreign language - Sign language

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Les alliages métalliques industriels

Industrial metallic alloys

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
26	1				14

Évaluation

Une évaluation : *Oral*

Plan

- I/ Alliages à base fer
- I.1/ Alliages à base fer-carbone : aciers et fontes
- I.2/ Aciers inoxydables
- II/ Alliages légers
- II.1/ Les aluminiums trempants
- II.2/ Les aluminiums non-trempants
- II.3/ Les alliages à base magnésium
- III/ Alliages à base titane (et Zr)
- IV/ Alliages à base nickel (et Co)
- V/ Alliages à base cuivre

Objectifs

Connaitre les différentes grandes familles d'alliages métalliques utilisés dans l'industrie, leurs gammes de propriétés ainsi que leurs principaux emplois.

Découvrir comment il est possible de jouer sur leurs microstructures pour adapter leurs propriétés à un emploi spécifique.

Prérequis

métallurgie générale, métallurgie physique, microprojets matériaux métalliques, thermodynamique, corrosion, plasticité, mécanique

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaitre les grandes familles d'alliages métalliques industriels, leurs principales propriétés et leurs principaux domaines d'emploi	✓	·	·	·	·
• Connaitre et savoir utiliser les désignations des différents alliages métalliques utilisées en industrie	·	·	✓	·	·
• Comprendre le lien existant entre les microstructures et les propriétés de ces alliages métalliques	·	·	·	✓	·
• Etre en capacité de proposer des traitements thermomécaniques pour adapter les propriétés d'un matériau métallique à un cahier des charges	·	·	✓	·	·

Responsable : Emmanuel BERTRAND

Les matériaux et leur comportement en soudage

Welding metallurgy

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
57.75	1.5				26

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Plan

Comportement des aciers de construction lors du soudage par fusion
Phénomènes de fissuration dans les joints soudés
Traitements thermiques des joints soudés
Aciers de construction (non alliés)
Aciers à haute résistance
Applications des aciers de construction et à haute résistance
Fluage et aciers résistant au fluage
Aciers pour applications cryogéniques
Aciers inoxydables et réfractaires
Fontes et aciers moulés
Cuivre et alliages de cuivre
Nickel et alliages de nickel
Aluminium et alliages d'aluminium
Titane et alliages de titane

Objectifs

Acquérir les principes fondamentaux de la métallurgie du soudage de tous les types d'aciers de construction, les aciers inoxydables, les alliages d'aluminium, de titane, de cuivre...

Références

KOU S., *Welding Metallurgy*, John Wiley, 2005
BOUCHER C., *L'aluminium et ses alliages*, Publications du soudage et de ses applications, 2000
GRANJON H., *Bases métallurgiques du soudage*, Publications du soudage et de ses applications, 1995
GRANJON H., *Bases métallurgiques du soudage*, Soudure Autogène, 1989
ALTHOUSE A.D., BRAMAT M., MAYER, VILLENEUVE M., *Technologie des métaux, contrôles et essais des soudures*, De Boeck Edition 2008

Prérequis

Cours de Métallurgie et de Métallurgie Physiques de 3^{ème} et 4^{ème} années

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître l'influence des opérations de soudage sur les modifications métallurgiques des alliages	.	.	✓	.	.
• Choisir un procédé de soudage en fonction de l'alliage à souder	.	.	✓	.	.
• Comprendre des endommagements des matériaux susceptibles d'apparaître au cours de l'opération de soudage et proposer des remèdes	.	.	✓	.	.
• Choisir un matériau métallique pour une application donnée	.	.	✓	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Liaison chimique

Chemical bonding

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	30				15

Évaluation

3 évaluations :

- *CC*
- *DS1*
- *DS2*

Plan

Mécanique quantique : postulats, puits profond, dégénérescence. ; Atome d'hydrogène : harmoniques sphériques, orbitales, spin. ; Atomes à plusieurs électrons : classification périodique, électronégativité. ; Orbitales moléculaires : molécules diatomiques, méthode de Hückel. De la molécule au solide : Analogie orbitales moléculaires - orbitales de Bloch (OB) ; Diagramme d'énergie, vecteur d'onde, zone de Brillouin ; Notions de bandes de valence, de conduction et interdite, niveau de Fermi. Construction du diagramme de bande à partir de la CLOA ; Paramètres influant sur la dispersion des bandes ($E(k)$) (recouvrement orbitalaire, distances...) ; Construction d'une OB pour un système 1D (chaîne infinie d'hydrogène) ; Extension aux systèmes 2D et 3D. Relation structures-propriétés (lien entre la structure de bandes et les propriétés électroniques des matériaux).

Objectifs

Ce cours est une introduction à la détermination théorique de la structure électronique des solides. Il fournit les bases nécessaires à la compréhension des relations structure-propriétés exposées dans les cours de Chimie du Solide et de Physique du solide.

Prérequis

Notions de physique et de liaison chimique de niveau BAC +2

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir construire la classification périodique et comprendre l'évolution des propriétés des atomes	.	.	✓	.	.
• Savoir appliquer les méthodes de Slater, de Combinaison Linéaire des Orbitales Atomiques et de Hückel	.	.	✓	.	.
• Savoir construire et utiliser les orbitales de Bloch	.	.	✓	.	.
• Connaître les outils d'analyse de la structure électronique des solides	.	✓	.	.	.
• Comprendre les relations entre structure à l'échelle atomique et propriétés chimiques et physiques des solides.	✓

Responsable : Olivier CROSNIER

Matériaux composites

Composite materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
5	12				10

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

PARTIE 1 : Les matériaux composites

Les renforts : verre, carbone, fibres organiques

Les résines : Thermoplastiques, Thermodurcissables

Procédés de mise en oeuvre : Au contact, Autoclave, Non autoclavé, Sandwich, Injection, Compression.

PARTIE 2 : mécanique des matériaux stratifiés

- Comportement élastique d'un matériau composite unidirectionnel

- Comportement élastique d'un matériau composite orthotrope. (Comportement anisotrope 2D, repère du pli, coefficients de souplesse et raideur)

- Matériau composite en dehors de ses axes principaux

- Modélisation du comportement mécanique des stratifiés et des sandwiches

- Critères de rupture classique - Règles de conception d'une pièce composite

Objectifs

Avoir des connaissances sur les matériaux composites à matrice organique : mise en oeuvre, contrôle et caractérisation des matières premières et du produit fini.

Caractérisations mécaniques : Essais, comportement et modélisation, Conception et exemples dans l'aéronautique, le naval et l'automobile.

Prérequis

Connaissances en chimie des polymères et en mécanique des matériaux (RDM et SMD)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Décrire les différents composants constituant les matériaux composites structuraux	.	.	✓	.	.
• Déterminer les essais mécaniques pertinents pour la caractérisation et la modélisation	.	.	✓	.	.
• Déterminer les propriétés mécaniques d'une structure stratifiée simple	.	.	✓	.	.
• Connaître les mécanismes de rupture	.	✓	.	.	.
• Déterminer la limite à rupture d'un matériau stratifié à partir de critères de Tsai-Hill et autres	.	✓	.	.	.

Responsable : Guy LOUARN

Matériaux diélectriques - Matériaux magnétiques

Dielectric materials -Magnetic materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
10	4.5				10

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Présentation

Cet enseignement présentiel est dispensé sous forme de cours magistraux, cours intégrés et travaux dirigés.

Plan

Polarisation et permittivité électrique - Pertes diélectriques - Capacité, claquage et rigidité - Piézo-électricité - Pyro et ferroélectricité - Classes de matériaux diélectriques et applications - Magnétostatique des courants et des matériaux - Ferromagnétisme - Matériaux magnétiques durs - Matériaux magnétiques doux et pertes en régime d'induction variable - Matériaux supraconducteurs

Objectifs

Décrire les classes de matériaux diélectriques ou magnétiques, leurs applications, et leurs procédés de mise en forme. Décrire et expliquer l'origine des propriétés physiques à la base des applications.

Références

"Matériaux de l'électronique - Volume II, P. Robert, Traité d'électricité de l'EPFL, PPR" « Magnétisme - Fondements, Matériaux et Applications », Presses Universitaires de Grenoble - « Matériaux magnétiques en génie électrique », Lavoisier et Hermès science

Prérequis

Notions d'électromagnétisme. Notions de chimie et de physique des matériaux. Notions sur les procédés de mise en forme des matériaux.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les grandeurs permettant de caractériser et choisir des matériaux diélectriques ou magnétiques pour une application définie	.	.	✓	.	.
• Connaître les fonctions des matériaux diélectriques ou magnétiques au sein d'un dispositif industriel	.	.	✓	.	.
• Evaluer les pertes d'énergie dans un matériau diélectrique ou magnétique en régime variable	.	✓	.	.	.
• Connaître et comprendre les effets de forme et de la microstructure sur les propriétés des matériaux magnétiques ou diélectriques	.	.	✓	.	.

Responsable : Christophe PAYEN

Matériaux en couches minces

Thin film materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
10	6				7

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

- 1- Panorama des applications
- 2- Survol de l'ensemble des procédés
- 3- Notion de physique des surfaces
- 4- Rappel de théorie cinétique des gaz
- 5- Evaporation thermique
- 6- Ablation laser
- 7- Pulvérisation ionique
- 8- Exemples

Objectifs

Connaître les grands domaines d'application des matériaux en couches minces et avoir une connaissance du panorama des techniques de synthèse de matériaux en couches minces.

Références

Thin films - R.A. Powell, S.M. Rossmagel - Academic Press

Prérequis

Notions de thermodynamique : distribution de Maxwell-Boltzman, Loi de Clapeyron - Pression de vapeur saturante. Notion de cristallographie : réseaux de Bravais.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les grands domaines d'application des matériaux en couches minces et le panorama des techniques de dépôt de couches minces.	.	.	✓	.	.
• Connaître les mécanismes de surface à la base de la croissance d'une couche mince	.	.	✓	.	.
• Savoir choisir une technique de dépôt de couches minces en fonction d'une application donnée.	.	✓	.	.	.
• Connaître le principe de la pulvérisation cathodique, de l'évaporation thermique, de l'ablation laser et du dépôt chimique en phase vapeur.	.	.	✓	.	.
• Evaluer des flux d'espèces évaporées ou pulvérisées. Evaluer des vitesses de dépôt et des taux de contamination par le gaz résiduel.	.	.	✓	.	.

Responsable : Pierre-Yves TESSIER

Matériaux et applications (accueil)

Materials and applications (accueil)

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	2.5				

Présentation

Cet enseignement propose une description générale de la science et du génie des matériaux (grandes familles et exemples de matériaux, de propriétés, de procédés...), en lien avec la maquette d'enseignement sur les trois années, les profils des enseignants et les compétences nécessaires pour un ingénieur matériaux.

Plan

- Matériaux et Humanité
- Les grandes familles de matériaux
- Les grandes catégories de propriétés
- Les grandes familles de procédés
- Etudes de cas
- Recherche et innovation
- Les compétences d'un ingénieur matériaux
- La maquette d'enseignement

Objectifs

- (Re)découvrir la science et le génie des matériaux, pour donner à tous les élèves une culture commune du domaine, quelle que soit leur origine académique.
- Prendre conscience de la structure de la maquette (sciences fondamentales et de l'ingénieur => sciences de la spécialité matériaux => pratique industrielle), qui permet de couvrir l'ensemble du domaine et des compétences d'un ingénieur matériaux.
- Découvrir la contribution de l'école au domaine à travers la recherche qu'elle mène.

Prérequis

Physique et chimie (début de premier cycle).

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître et savoir appliquer les sciences des matériaux	✓
• Appréhender les enjeux environnementaux	✓
• Appréhender les enjeux de la société	✓
• Construire un projet professionnel réaliste et cohérent avec ses aspirations personnelles	✓

Responsable : Franck TANCRET

Matériaux et dispositifs semiconducteurs

Semiconducting materials and devices

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
13.75	4.5	12			16

Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *TP*

Responsable : Pierre-Yves TESSIER

Micro-projets céramiques et matériaux inorganiques

Ceramics and inorganic materials - laboratory project

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		16

Évaluation

2 évaluations :

- *CR*
- *SO*

Plan

28 heures de travail de laboratoire. 4 heures consacrées aux soutenances finales. 2 encadrants pour 16 étudiants. Travail en binômes.

Exemples de sujets :

Synthèse de matériaux pour batteries Li-ion et supercondensateur électrochimique

Réalisation d'une lampe de Nernst

Synthèse et caractérisation de matériaux pour pile à combustible solide haute température (SOFC)

Objectifs

Mener un projet expérimental modeste en semi-autonomie portant sur les matériaux céramiques

Prérequis

Etre capable de faire une synthèse d'oxydes (par voie céramique, sol gel, hydrothermale,...)

Savoir utiliser les équipements d'analyse et de caractérisation du laboratoire (Diffraction des rayons X, microscope électronique à balayage, équipements d'électrochimie, fours...)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir organiser et réaliser un projet modeste (planification et répartition des tâches) en un temps limité et un accès limité aux moyens matériels et humains mis à disposition	.	.	✓	.	.
• Savoir mobiliser des connaissances pluridisciplinaires et les appliquer aux céramiques et aux matériaux inorganiques	.	.	✓	.	.
• Savoir présenter ses résultats à l'écrit et à l'oral, de manière claire, positive et convaincante	.	.	✓	.	.
• Porter un regard critique sur son travail et sur celui des autres - Savoir positionner son travail par rapport à celui des autres	.	.	✓	.	.
• Savoir analyser les causes d'échec et adapter sa démarche en fonction de ces échecs	.	.	✓	.	.

Responsable : Olivier CROSNIER

Micro-projets matériaux métalliques

Metallic materials - laboratory project

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		14

Évaluation

2 évaluations :

- *CR*
- *S0*

Plan

28 heures de travail de laboratoire. 4 heures consacrées aux soutenances finales. 2 encadrants pour 16 étudiants. Travail en binômes.

Exemples de sujets :

Effet TRIP de l'acier inoxydable TRIP 304L

Corrosion intergranulaire dans l'acier inoxydable 304L après cémentation

Inoculation en cours de fabrication additive fil-arc d'un alliage d'aluminium

Effet de la taille de grain sur la transformation martensitique d'un acier faiblement allié

Soudage hétérogène d'aciers inoxydables

Objectifs

Mener un projet expérimental modeste en semi-autonomie portant sur les matériaux métalliques

Prérequis

Etre capable d'utiliser les équipements du laboratoire (machine de traction, microscope optique, microduromètre, microscope électronique à balayage, diffractomètre X, équipements d'électrochimie, fours...)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir organiser et réaliser un projet modeste (planification et répartition des tâches) en un temps limité et un accès limité aux moyens matériels et humains mis à disposition	.	.	✓	.	.
• Savoir mobiliser des connaissances pluridisciplinaires et les appliquer aux matériaux métalliques	.	.	✓	.	.
• Savoir présenter ses résultats à l'écrit et à l'oral, de manière claire, positive et convaincante	.	.	✓	.	.
• Porter un regard critique sur son travail et sur celui des autres - Savoir positionner son travail par rapport à celui des autres	.	.	✓	.	.
• Savoir analyser les causes d'échec et adapter sa démarche en fonction de ces échecs	.	.	✓	.	.

Responsable : Emmanuel BERTRAND

Micro-projets matériaux polymères

Polymeric materials - laboratory project

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			17.5		8

Évaluation

2 évaluations :

- *Rapport*
- *SO*

Plan

- 1) Propriétés thermomécaniques des thermoplastiques
 - Elaboration et caractérisation en fluage d'un adhésif
 - Etude de la rhéologie de fluides non-newtoniens
 - Essais de traction - Influence de la température - Relaxation
 - Essais de Choc Charpy - Influence de la température
 - Etude du procédé de thermoformage
- 2) Elaboration et caractérisation d'un matériau composite verre-époxy
 - Suivi de polymérisation par Calorimétrie Différentielle à Balayage
 - Suivi de polymérisation par spectrométrie Infra-Rouge
 - Mise en oeuvre
 - Analyse thermique et essais de perte au feu
 - Essais de flexion

Objectifs

Les objectifs sont de savoir caractériser les propriétés rhéologiques et mécaniques de matériaux polymères en prêtant attention à l'influence de leur composition et de facteurs externes (temps, température). Les objectifs sont aussi de savoir mettre en oeuvre un matériaux composite manuellement, savoir suivre sa réaction de polymérisation et définir le cycle de cuisson approprié.

Prérequis

Connaissance de base des matériaux polymères et composites

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir suivre la réaction de prise d'une résine thermodurcissable	.	.	✓	.	.
• Savoir déterminer le cycle de cuisson d'un matériau composite	.	✓	.	.	.
• Savoir caractériser les propriétés rhéologiques d'un fluide complexe (non-newtonien)	.	.	✓	.	.
• Savoir caractériser les propriétés thermomécaniques de matériaux polymères et composites à l'état solide	.	.	✓	.	.
• Savoir caractériser les propriétés d'adhésion des adhésifs sensibles à la pression	.	.	✓	.	.

Responsable : Bernard LESTRIEZ

Microscopies et spectroscopies

Microscopies and spectroscopies

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	2.5				14

Évaluation

Une évaluation : *Examen*

Plan

- Rudiments d'analyse d'images
- Microscopie optique
- Microscopie électronique
- Interactions électrons-matière
- Technologie des microscopes
- Spécificités du SEM
- Spécificités du TEM
- Techniques de caractérisation associées
- RX : production et interactions matière
- Spectroscopies RX (EDS/WDS, XRF, XAS, XPS)
- Spectroscopies électroniques (EELS, Auger)
- Identification d'orientations cristallines (EBSD, ACOM)

Objectifs

Donner les bases de microscopie optique, microscopie électronique (à balayage et en transmission) et de quelques techniques associées (spectroscopies et diffractions), appliquées à l'étude des matériaux. Présenter et comprendre les possibilités et les limites de chaque technique.

Références

Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J.I. Goldstein, C.E. Lyman, D.E. Newbury, E. Lifshin, P. Echlin, L. Sawyer, D.C. Joy, J.R. Michael, Springer, 2003.

Caractérisation microstructurale des matériaux, Analyse par les rayonnements X et électroniques, C. Esnouf, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2011.

Prérequis

réflexion, réfraction et diffraction de la lumière; lentilles optiques; optique de Gauss; électrons; photons; rayons X; effet thermoélectrique; champs magnétique et électrique; structure de la matière; microstructure des matériaux; diffraction par un cristal; tableau périodique; modèle atomique; niveaux d'énergie des couches électroniques

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principales caractéristiques des techniques de microscopie : résolution, profondeur de champ et contraste	.	.	✓	.	.
• Connaître le principe de la microscopie optique, électronique en transmission et électronique à balayage, les principales caractéristiques associées à chaque technique, et les préparations d'échantillons requises	.	.	.	✓	.
• Connaître les avantages et limites des différents modes d'observation en microscopie électronique	.	.	✓	.	.
• Etre capable de choisir l'une des techniques présentées selon la nature de ce que l'on cherche à observer ou à mesurer dans le matériau que l'on étudie	.	.	✓	.	.
• Connaître le principe de base des différentes spectroscopies présentées ainsi que les principales caractéristiques associées à chaque technique	.	.	✓	.	.
• Savoir comment fonctionne un microscope électronique du canon à l'échantillon	.	✓	.	.	.
• Savoir comment il est possible de déterminer la structure cristallographique d'un grain et son orientation en microscopie électronique	✓

Responsable : Laurent COUTURIER

Mécanique des composites

Mechanical properties of composite materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
15	1.5	12			15

Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *CR*

Plan

CM+TD :

1. Généralités sur l'effet du renforcement mécanique par des fibres
2. Lois de comportement anisotropes en élasticité linéaire
3. Comportement mécanique des plaques stratifiées : théorie simplifiée de Kirschhoff-Love, matrices de rigidité intégrées

4. Mécanismes de rupture et critères de dimensionnement

5. Thermo-élasticité et contraintes résiduelles dans les composites

6. Exercices d'application

TP, conception des pièces composites fibres longue sur CATIA V5.

1 -Règles de conceptions des pièces composites

2- Définition d'empilement virtuelle, Module CATIA « Composite Design »

3- Calcul de structure, Module CATIA « Structural Analysis »

Objectifs

Fournir les connaissances de base sur les effets mécaniques du renforcement par des fibres, les lois de comportement anisotropes en élasticité linéaire. Comprendre les effets de l'agencement des plis pour les composites stratifiés, notamment le phénomène de couplage traction-flexion. Etre capable de concevoir l'architecture d'un stratifié composite pour un chargement donné.

Références

Matériaux Composites, J-M Berthelot, Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 2005.

Matériaux Composites, F. Gay, Hermès Science Publications, 2005.

Généralités sur les matériaux composites, L. Gornet, Ecole Centrale de Nantes, 2008

Prérequis

Connaissances de base en mécanique des milieux continus et mécanique des matériaux (contraintes, déformations, lois de comportement en mécanique)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les grands principes du renforcement par des fibres	.	.	✓	.	.
• Maîtriser les concepts d'élasticité anisotrope et les conséquences des symétries matérielles sur le comportement macroscopique	.	.	✓	.	.
• Comprendre le principe de la théorie des plaques	.	✓	.	.	.
• Savoir concevoir et dimensionner un composite stratifié pour un état mécanique donné	.	✓	.	.	.

Responsable : Vincent SOBOTKA

Mécanique des solides déformables

Mechanics of deformable solid body

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	31.5	18			25

Évaluation

2 évaluations :

- *Cours-TD (2DS+CR)*
- *TP (CR+SO)*

Plan

- I. Introduction générale
- II. Concepts et notions fondamentales en MSD
Concept de continuité matérielle, notion de VER (Volume Elementaire Représentatif)
Cinématique du solide déformable
Notion de déformation
Notion de contrainte
Relation de comportement
Caractérisation des matériaux : essais de traction, flexion, torsion
Généralisation au cas 3D
- III. Introduction à la théorie des poutres
Hypothèses fondamentales
Simplifications en théorie des poutres
- IV. Méthode pratique de résolution d'un problème avec la théorie des poutres
Du chargement mécanique externe aux sollicitations internes
Dimensionnement en traction/compression
Détermination des caractéristiques d'une section
Flexion plane simple
- V. Résolution approchée par la méthode des éléments finis
Principe de base de la méthode
Applications numériques sous CATIA V5
- VI. Théorie des poutres : Torsion, cisaillement et sollicitations combinées
Cisaillement-Torsion
Sollicitations combinées
- VII. Relations fondamentales pour la résolution d'un problème 3D
Equation d'équilibre local
Relation de comportement
Critères de limite d'élasticité

Objectifs

Introduire les notions de déplacement, d'état de contrainte et de déformation (tenseurs) dans un matériau.

Introduire la mesure de déformation par jauge d'extensométrie.

Connaître les relations fondamentales de la mécanique des solides déformables : relation de comportement (élasticité linéaire), relation d'équilibre local, relation déformation/déplacement.

Connaître l'analyse graphique de Mohr des états de contrainte et de déformation en théorie de l'élasticité.

Savoir résoudre analytiquement un problème pour une structure formée de solides de type "poutre" :
calcul des sollicitations internes, des contraintes, des déformations et des déplacements.
Dimensionner à l'aide de critères de résistance.

Références

- S. TIMOSHENKO & J. GOODIER, Théorie de l'élasticité, éd. Béranger, 1961
 P. GERMAIN, Cours de Mécanique des Milieux Continus, éd. Masson, 1973
 J. DUC & D. BELLET, Mécanique des solides réels - Elasticité, Cepadues , 1977
 Résistance des matériaux par Giet & Géminard - Editions Dunod
 Résistance des matériaux par Kerguignas & Caignaert - Editions Dunod
 Résistance des Matériaux par A. Bazergui - Editions Polytech. Montréal

Prérequis

- Mécanique du solide indéformable
 Notions d'algèbre tensorielle

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les notions d'état de déformation et d'état de contrainte exprimés par leurs tenseurs respectifs ainsi que leurs propriétés respectives	.	.	✓	.	.
• Savoir analyser graphiquement des mesures de déformations élastiques (rosettes, jauges de contrainte) pour établir l'état de déformation dans le repère principal et en déduire l'état de contrainte à son origine	.	✓	.	.	.
• Calculer contraintes, déformations et déplacements dans une structure type "poutre". Dimensionner la structure à l'aide de critères.	.	.	✓	.	.

Responsable : Jérémie RUPIL

Mécanique générale

General mechanics

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12				6

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

Rappels de mathématiques, repérage et paramétrage
Modélisations des actions mécaniques
Géométrie des masses (centre de masse, matrice d'inertie)
Lois de comportement : Loi de Newton (Principe Fondamental), lois de Coulomb
Etudes de cas

Objectifs

Repérer et paramétrer un ensemble de solides indéformables
Modéliser les actions mécaniques
Etablir les équations d'équilibre afin de calculer les inconnues efforts et positions

Références

Mécanique générale par JC. Bône - Editions Dunod
Engineering Mechanics par McLean & Nelson - Editions Schaum

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Repérer et paramétrer un ensemble de solides indéformables	.	.	✓	.	.
• Modéliser les actions mécaniques	.	.	✓	.	.
• Calculer les inconnues efforts et positions	.	.	✓	.	.

Responsable : Jérémie RUPIL

Métallurgie générale

General metallurgy

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	21	26			27

Évaluation

3 évaluations :

- *CC*
- *DS*
- *TP*

Plan

Introduction

Propriétés mécaniques des métaux (Courbes de traction, effet de grandeurs physiques (température, structure cristalline...), réalisation pratique d'un essai de traction, dureté et résilience)

Thermodynamique des systèmes métalliques (Relation entre l'enthalpie libre et les diagrammes de phases)

Les phases des alliages métalliques (structures cristallines, solutions solides)

Solidification (germination homogène et hétérogène, croissance, cellules et dendrites, ségrégation, solidification d'un lingot)

Transformations à l'état solide (barrière d'énergie, germination-croissance des transformations diffusives, transformations displacives)

Objectifs

Être capable d'interpréter un diagramme de phase et de prédire une microstructure de solidification

Connaître les principales transformations à l'état liquide et à l'état solide dans les matériaux métalliques

Savoir caractériser les propriétés mécaniques d'un matériaux métalliques

Références

Métallurgie, du minerai au matériau, Jean Philibert, Alain Vignes, Yves Bréchet, Pierre Combrade, Dunod, 2002

Publication : 2002 Métallurgie : Élaboration, structures-propriétés, normalisation de Jean Barralis et Gérard Maeder, Afnor-Nathan, 2005

Matériaux : Tome 1, Propriétés, applications et conception de Michael-F Ashby, David-R-H Jones, Yves Bréchet et Joël Courbon, Dunod, 2008

Matériaux : Tome 2, Microstructures, mise en oeuvre et conception de Michael-F Ashby, David R. H. Jones, Joël Courbon et Michel Dupeux, Dunod, 2008

Prérequis

Thermodynamique, Résistance des matériaux, Chime du solide

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principes de la solidification dans les alliages métalliques et les principales caractéristiques chimiques et microstructurales des alliages bruts de solidification	.	.	✓	.	.
• Connaître les principaux types de transformations de phases à l'état solide dans les alliages métalliques (diffusives, displacives) et les microstructures associées à ces transformations	.	.	✓	.	.
• Savoir prédire la microstructure d'un alliage binaire à l'aide d'un diagramme de phase	.	.	✓	.	.
• Savoir prédire la microstructure d'un acier à l'aide d'un diagramme TRC ou TTT	.	.	✓	.	.
• Connaître les bases thermodynamiques des diagrammes de phases	.	.	✓	.	.
• Connaître le rôle du carbone comme élément interstitiel dans les aciers	.	.	✓	.	.

Responsable : Emmanuel BERTRAND

Métallurgie physique

Physical metallurgy

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				10

Évaluation

Une évaluation : *DS sur table*

Plan

Introduction
Dislocations (théorie des dislocations, plans et directions de glissement, Moulin de Frank-Read, Facteur de Schmid)
Mécanismes de durcissement (écrouissage, précipitation, solution solide, taille de grains)
Défauts ponctuels (lacunes, auto-interstitiels, activation thermique)
Restauration et recristallisation (écrouissage-restauration-recristallisation, grossissement de grains)
Joints de grains (Classification, Germination, fragilisation)
Diffusion (origine du coefficient de diffusion dans les métaux, effet Kirkendall)
Interactions diffusion-plasticité (Effet PLC, recristallisation dynamique)

Objectifs

Comprendre les phénomènes s'activant lors de traitements thermiques, d'une déformation à froid ou à chaud dans un alliage métallique. Connaître théorie des dislocations, les mécanismes de durcissement, la diffusion à l'échelle microscopique et les phénomènes de restauration/recristallisation.

Résoudre des problèmes de problèmes de déformation des métaux et de traitements thermomécaniques, vus à l'échelle de la microstructure et à l'échelle atomique. Ce cours complète le cours de métallurgie générale de 3^{ème} année.

Références

Métallurgie, du minéral au matériau. J. Philibert, A. Vignes, Y. Bréchet, P. Combrade. Masson Editeur. 1998.

Les défauts ponctuels dans les métaux. Y. Quéré. Masson Editeur. 1967.

La diffusion dans les solides. J. Philibert. Les éditions de physique. 1985.

Éléments de métallurgie physique. Y. Adda, J.M. Dupouy, J. Philibert, Y. Quéré. La documentation française. 6 tomes. 1987-1991.

Physical Metallurgy Principles. R. Abbaschian, L. Abbaschian, R. E. Reed-Hill. Cengage Learning. 2009.

Prérequis

structure de la matière; cristallographie; contrainte; déformation; microstructure des matériaux; bases de thermodynamique statistique; barrière de potentiel; concentration; potentiel chimique; mathématiques de niveau L1

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principaux types de défauts dans les matériaux cristallins : lacunes, dislocations, soluté substitutionnel, soluté interstitiel, joints de grains	.	.	✓	.	.
• Connaître le principe de diffusion à l'état solide à l'échelle atomique (mécanismes de diffusion)	.	.	✓	.	.
• Connaître les mécanismes de déformation, d'écrouissage et de durcissement en relation avec la notion de dislocation	.	.	✓	.	.
• Connaître les mécanismes de maclage, recristallisation et restauration dans les métaux déformés	.	.	✓	.	.
• Comprendre les phénomènes s'opérant lors d'un traitement thermique, de déformation à froid ou à chaud dans un métal	.	.	✓	.	.

Responsable : Emmanuel BERTRAND

Méthodes numériques 1

Numerical methods 1

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	22.5				12

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Responsable : Stéphane CUENOT

Méthodes numériques I

Numerical methods I

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	22.5				12

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

Systèmes d'équation linéaire (Pivot de Gauss, méthodes itératives : Jacobi, Gauss-Seidel), Interpolation polynomiale (Polynôme de Lagrange, Polynôme d'Hermite), Intégration Numérique (Formule du Trapèze, Formule de Simpson), Dérivation Numérique (Développement de Taylor, différences progressives, régressives, centrées), Equations différentielles (Méthode d'Euler, Schéma prédicteur-correcteur, Méthode de Runge-Kutta) Tous les chapitres des cours-TD sont suivis d'exercices simples permettant d'apprendre à calculer les différentes méthodes numériques. Les séances de TP correspondantes permettent d'apprendre à programmer et utiliser ces méthodes numériques.

Objectifs

Maîtriser le calcul des différentes méthodes numériques. Savoir programmer et utiliser les différentes méthodes numériques (sous Matlab)

Prérequis

Mathématiques, Programmation sous Matlab

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser le calcul des différentes méthodes numériques	.	.	✓	.	.
• Savoir utiliser les méthodes numériques (programmation sous Matlab)	.	✓	.	.	.
• Maîtriser les notions de convergence et de stabilité d'une méthode numérique	.	.	✓	.	.

Responsable : Stéphane CUENOT

Méthodes numériques II

Numerical methods II

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		20			10

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

Modélisation en 2D et 3D d'un problème physique (Dessin), Créer et contrôler un maillage en 2D, Optimiser le maillage pour une pièce donné, Prise en compte des conditions limites d'un problème, Post-traitement et visualisation, Convergence d'une solution numérique en fonction du maillage, Relation maillage-temps de calcul, Modélisation de problèmes multi-physiques

Objectifs

Savoir utiliser un logiciel de modélisation par éléments finis, Modéliser un problème (multi)physique, Maîtriser la relation de convergence d'une solution numérique en fonction du maillage, Maîtriser la relation maillage-temps de calcul

Prérequis

Connaître les méthodes de calcul numérique, Notion de programmation sous Matlab

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser les étapes de modélisation d'un problème simple (dessin, conditions limites, propriétés physiques, maillage, résolution)	·	·	✓	·	·
• Maîtriser la convergence d'une solution numérique (maillage, temps de calcul)	·	·	✓	·	·
• Connaître les différentes étapes de modélisation d'un problème multi-physique	·	✓	·	·	·

Responsable : Stéphane CUENOT

Optique et matériaux

Optics and materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	16.5				9

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Présentation

Enseignement de Cours-TD orienté sur l'interaction entre la lumière et les matériaux avec des applications dans le domaine de l'optique.

Plan

- Ondes progressives
- Vitesse de phase; vitesse de groupe; relation de dispersion; exemples
- Propagation d'une onde électromagnétique
- Onde plane; polarisation; indice de réfraction; coefficients d'absorption, de réflexion, de transmission.
- Energie électromagnétique; notion de photons; pression de radiation
- Ondes électromagnétiques guidées;
- Guides onde métalliques; Introduction aux fibres optiques - principe - types de fibres - construction - applications
- Propagation de la lumière dans les milieux anisotropes
- Biréfringence; anisotropie
- Matériaux pour l'optique
- propriétés; courbes de transmission; filtres; choix des matériaux
- Laser et applications
- Principe de l'effet laser; lasers à gaz - solides; applications

Objectifs

L'objectif est de présenter les bases de l'interaction lumière-matériau. Ce cours mène au calcul des facteurs d'absorption, de réflexion, de transmission d'un matériau vis à vis de la lumière. La compréhension des mécanismes de la polarisation de la lumière par des matériaux biréfringents, et de la propagation de la lumière dans les fibres optiques est recherchée. Le but visé est de savoir caractériser et choisir un matériau par rapports à ses propriétés optiques.

Références

- titre : Manuel d'Optique
- auteurs : G. Chartier
- éditeur : Hermès date : 1997 ISBN 2 86 601634 3
- titre : Optique
- auteurs : J.P. Pérez
- éditeur : Dunod date : 2000 ISBN 2 10 004890 2
- titre : Fibres optiques Théories et applications
- auteurs : S. Ungar
- éditeur : Bordas-Dunod date : 1989 ISBN 2 04 018763 4

titre : Ondes élastiques dans les solides ; Tome 1 : Propagation libre et guidée ; Tome 2 : Génération, Interaction acousto-optique, Applications

auteurs : D. Royer

éditeur : Masson date : 1996 - 1999 ISBN 2 2258 5422 X et 2 2258 34415

titre : Electromagnétisme

auteurs : J.P. Pérez

éditeur : Dunod date : 2002 ISBN 2 10 005574 7

auteurs : E. Hecht

titre : Optique

éditeur : Série Schaum - Mac Graw Hill date : 1985 ISBN 2 7042 1021 7

titre : Lasers

auteurs : P.W. Milonni

éditeur : Wiley-Interscience date : 1988 ISBN 0 47 162731 3

Prérequis

Electricité. Physique ondulatoire (vibrations, ondes stationnaires, interférences, diffraction). Optique géométrique. Electrostatique, magnétostatique, Electromagnétisme

Contenu de l'EC "Physique Accueil" du S5

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Pouvoir choisir un matériau pour l'optique en fonction de ses propriétés	.	.	✓	.	.
• Savoir calculer les coefficients d'absorption, de réflexion et de transmission de la lumière pour un matériau donné	.	.	✓	.	.
• Savoir décrire et interpréter les effets d'une onde électromagnétique (lumière en particulier) sur un matériau	.	.	✓	.	.
• Connaître les bases des interactions onde-matériau	.	✓	.	.	.
• Connaître les mécanismes de propagation et de guidage de la lumière	.	✓	.	.	.

Responsable : Benoit ANGLERAUD

Physicochimie des polymères

Physics and chemistry of polymers

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	16.5				9

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

1. CHIMIE MACROMOLECULAIRE

Réactions de polymérisation en chaîne, Copolymérisations ; Polymérisation par étapes

2. PHYSICO-CHIMIE DES POLYMERES EN SOLUTION

Configuration ; Statistique de chaîne et conformation ; Comportement en solution et influence de la concentration ; Techniques expérimentales de caractérisation

3. PHYSIQUE DES POLYMERES A L'ETAT CONDENSE

Les polymères amorphes ; les polymères semi-cristallins ; Etat Caoutchoutique ; Propriétés mécaniques à l'état solide.

Objectifs

Comprendre par des représentations simples, la chimie des polymères.

Connaitre les principaux outils de caractérisation des polymères.

Déduire les différences de comportement des matériaux polymères en fonction des structures chimiques et spatiales.

Connaitre les principaux polymères industriels et leurs propriétés.

Prérequis

Connaissance élémentaire de chimie organique

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Décrire les voies de synthèse des polymères	✓
• Connaitre les outils de caractérisation des matériaux polymères	.	.	✓	.	.
• Connaitre les différentes structures macromoléculaires (homo et copolymères) et leurs propriétés	.	.	✓	.	.
• Connaitre le comportement thermomécaiques des différents polymères	.	✓	.	.	.
• Connaitre les vieillissements et la valorisation en fin de vie	✓

Responsable : Guy LOUARN

Physique (accueil)

Physics (upgrade-refresher training)

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	7.5				

Présentation

Cet enseignement sous la forme de Travaux dirigés avec rappels de notions et résolution de beaucoup d'exercices permet d'acquérir les bases nécessaires pour aborder les cours du semestre 5 de "Optique et Matériaux" et de "Capteurs Instrumentation et Mesures".

Ils donnent aussi les bases pour les enseignements de 4^{ème} année (semestre 7 et 8) de "Physique des Semi-conducteurs", "Physique du solide", "Electrotechnique", et "Magnétisme".

Plan

- Unités - systèmes d'unités
- Calculs d'incertitudes
- Outils mathématiques
- Opérateurs différentielles Circulation et flux d un vecteur
- Electrostatique
- Loi de Coulomb Théorème de Gauss Equations de poisson, de Laplace
- Magnétostatique
- Lois de Biot et Savart, Laplace, Lorentz, théorème d'Ampère
- Passage de courant dans les conducteurs loi d'Ohm ; loi de Joule
- Etude des régimes variables en fonction du temps - Electromagnétisme
- Induction électromagnétique Equation de propagation du champ électromagnétique
- Signaux en électronique analogique
- Signaux à temps et valeurs continus
- Signaux périodiques
- Signaux sinusoïdaux
- Notations
- Réseaux électriques linéaires
- Réseaux électriques
- Lois de Kirchhoff
- Dipôles linéaires
- Théorèmes généraux
- Fonction de transfert

Objectifs

Homogénéiser les connaissances en physique des étudiants issus de diverses origines (IUT, CPGE, BTS, L2, prépa intégrée Polytech)

Références

- titre : Electromagnétisme
- auteurs J.P. Pérez
- éditeur : Dunod date : 2002 ISBN 2-1000-5574-7
- titre : Electronique linéaire
- auteurs Blot
- éditeur Dunod date 1993 ISBN 2-1000-1777-5

titre : Physique 1ère année Cours et exercices corrigés
 auteurs : M.N. Sanz, A.E. Badel, F. Clausset
 éditeur : Dunod date 2002 ISBN 2 10 005373 6

Prérequis

Physique générale (optique, électronique, électricité) de 1er cycle

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir présenter des résultats numériques avec le bon format et les bonnes unités	.	.	✓	.	.
• Savoir faire un calcul d'incertitudes sur des résultats expérimentaux	.	.	✓	.	.
• Connaître et savoir appliquer les lois et les formules principales de base de l'électrostatique, de la magnétostatique et de l'électromagnétisme	.	.	✓	.	.
• Connaître les principales propriétés électriques des matériaux	.	.	✓	.	.
• Connaître les effets du courant électrique sur les matériaux	.	✓	.	.	.
• Savoir calculer la fonction de transfert d'un quadripôle linéaire du premier ordre en régime sinusoïdal établi	.	.	✓	.	.
• Savoir calculer l'impédance complexe d'un dipôle linéaire constitué d'un assemblage de résistance, inductance et capacités	.	.	✓	.	.
• Savoir tracer et interpréter le diagramme de Bode d'un circuit du premier ordre	.	.	✓	.	.
• Savoir utiliser des théorèmes et des techniques de base de calcul sur les circuits : Kirchhoff, Ponts diviseurs, Millman	.	.	✓	.	.

Responsable : Benoit ANGLERAUD

Physique du solide

Solid state physics

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
21.25	13.5				18

Évaluation

2 évaluations :

- *CC (quizz+DM)*
- *Examen final*

Présentation

Cet EC vise à donner au futur ingénieur les clés de compréhension, modélisation et évolution en fonction de l'environnement des propriétés physiques des matériaux fonctionnels, hors propriétés mécaniques. Un accent est porté sur le lien entre la structure microscopique/cristalline et les propriétés physiques (électroniques, thermiques, magnétiques, optiques). Certaines applications associées à ces propriétés sont décrites mais les systèmes technologiques ne sont pas traités.

Plan

Introduction

Le gaz d'électrons libres classique, modèle de Drude : les métaux

Le gaz d'électrons libres quantique, modèle de Drude Sommerfeld : les métaux

Les électrons presque libres : conducteurs et isolants

Phonons et propriétés thermiques

Phénomènes de transport électronique

Propriétés magnétiques des solides

Eléments de spectroscopies magnétiques

Objectifs

A l'issue de cet EC, le futur ingénieur sera en mesure de :

- ? Comprendre l'origine des propriétés physiques et le lien entre elles des grandes classes des matériaux, en lien avec leur structure microscopique
- ? Connaître l'ordre de grandeur des propriétés physiques des différentes classes de matériaux
- ? Etre capable de choisir un matériau pour une application donnée
- ? Etre sensibilisé aux spectroscopies magnétiques

Références

C. Kittel : Introduction à la physique du solide, Dunod, Paris

M. Gerl, JP. Issy, Traité des matériaux : physique des matériaux, tome 8, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne

N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics, Saunders, Philadelphie

Prérequis

Mécanique quantique de base

Chimie quantique de base et liaisons chimiques

Structure des solides, éléments de cristallographie

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• MAT-3 : décrire et résoudre un problème de physique	.	.	✓	.	.
• MAT-6 : Etre capable d'appliquer la physique et/ou la chimie dans le domaine des matériaux	.	.	✓	.	.
• MAT-8 : Pouvoir faire le lien entre les différents champs scientifiques, prendre en compte leurs interactions, et avoir suffisamment de recul pour en faire la synthèse sur des cas complexes dans le domaine des matériaux	.	✓	.	.	.
• MAT-13 : Choisir et utiliser les outils de caractérisation des matériaux ; interpréter, analyser et exploiter les résultats	✓

Responsable : Olivier CHAUVET

Physique du solide 1

Solid state physics 1

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6.25	4.5				6

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Responsable : Olivier CHAUVET

Physique et matériaux TP

Physics and materials - laboratory

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		24			12

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Présentation

Travaux pratiques et micro-projet de Physique.

Plan

Etude de la dispersion d'un verre - Détermination de l'indice optique de verres
Etude du rayonnement laser - Réglage d'un laser HeNe - Etude d'une diode laser
Etude de la Polarisation de la lumière - Biréfringence - lames retard - polaroids
Micro-projet capteur - Mesures de température - Thermocouples, Sonde de platine, thermistance.
Etalonnage d'un capteur
Etude des ultrasons - caractérisation de matériaux par ultrasons - Contrôle non destructif

Objectifs

L'objectif de ces TP est de donner les bases pratiques et expérimentales de méthodes de mesures dans les domaines variés : étalonnage de capteurs, mesure de puissances lumineuses, détermination d'indices optiques, détermination de propriétés mécaniques d'un matériau, caractérisation de la biréfringence d'un matériau anisotrope.

Références

titre : Manuel d'Optique
auteurs : G. Chartier
éditeur : Hermès date : 1997 ISBN 2 86 601634 3
titre : Optique
auteurs : J.P. Pérez
éditeur : Dunod date : 2000 ISBN 2 10 004890 2
titre : Fibres optiques Théories et applications
auteurs : S. Ungar
éditeur : Bordas-Dunod date : 1989 ISBN 2 04 018763 4
titre : Ondes élastiques dans les solides ; Tome 1 : Propagation libre et guidée ; Tome 2 : Génération, Interaction acousto-optique, Applications
auteurs : D. Royer
éditeur : Masson date : 1996 - 1999 ISBN 2 2258 5422 X et 2 2258 34415
titre : Electromagnétisme
auteurs : J.P. Pérez
éditeur : Dunod date : 2002 ISBN 2 10 005574 7
auteurs : E. Hecht
titre : Optique
éditeur : Série Schaum - Mac Graw Hill date : 1985 ISBN 2 7042 1021 7
titre : Lasers

auteurs : P.W. Milonni

éditeur : Wiley-Interscience date : 1988 ISBN 0 47 162731 3

Prérequis

Accueil de physique du S5

Cours-TD de l'EC "optique et Matériaux"

Electricité. Physique ondulatoire (vibrations, ondes stationnaires, interférences, diffraction). Optique géométrique. Electrostatique, magnéto statique, Electromagnétisme

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir déterminer des propriétés mécaniques d'un matériau par ultrasons	.	.	✓	.	.
• Faire du contrôle non destructif d'un matériau par ultrasons	.	✓	.	.	.
• Choisir, utiliser et étalonner des capteurs de température	.	.	✓	.	.
• Savoir décrire et mettre en évidence les effets d'un matériau anisotrope sur la polarisation de la lumière	.	✓	.	.	.
• Savoir déterminer et mesurer les grandeurs caractéristiques d'un laser	.	✓	.	.	.

Responsable : Benoit ANGLERAUD

Plans d'expérience

Design of experiments

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6.25	6				8

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

Introduction : stratégies expérimentales, stratégie gagnante
Les plans factoriels à p facteurs et deux niveaux 2p
Les plans fractionnaires 2k-p
Traitement des données
Incertitudes
Notions sur les autres types de plans : méthode Tagushi, plans composites centrés

Objectifs

Maîtriser l'utilisation des plans factoriels 2p et fractionnaires 2k-p.

Références

- « La méthode des plans d'expériences », J.Goupy, Dunod, Paris 1988.
- « Introduction à la méthode des plans d'expériences par la méthode Tagushi », M.Pillet, Les éditions d'organisation université, 1991.
- « Plans d'expériences pour surfaces de réponse », J. Goupy, Dunod, Paris 1999

Prérequis

Calculs matriciels
Statistiques de base

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Elaborer un plan factoriel 2p, le mettre en oeuvre et analyser les résultats	.	.	✓	.	.
• Elaborer un plan factoriel fractionnaire 2k-p, le mettre en oeuvre et analyser les résultats	.	.	✓	.	.

Responsable : Thierry BROUSSE

Plans d'expériences avancés

Design of experiments : advanced course

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	6				3

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Plan

Régression multilinéaire, évaluation de la qualité des modèles
Analyse de variance
Transmission des erreurs, incertitudes sur les réponses prédites
Critère d'optimalité
Etude du modèle du second degré
Analyses canoniques R et RT
Différents types de plans d'expériences

Objectifs

Connaître l'analyse de variance et pratiquer l'analyse canonique.
Connaître les différents types de plans d'expériences et leurs caractéristiques

Références

« Plans d'expériences pour surfaces de réponse », J. Goupy, Dunod, Paris 1999

Prérequis

Notions avancées sur les plans factoriels complets et fractionnaires.
Calculs matriciels.
Statistiques

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principes de l'analyse de variance	.	✓	.	.	.
• Pratiquer l'analyse canonique R et RT	.	✓	.	.	.

Responsable : Thierry BROUSSE

Plasticité des métaux et procédés de mise en forme

Plasticity of metals and metal forming

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	13.5				13

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Présentation

Un ensemble de cours, TD et cours-TD permettant de couvrir la plasticité des métaux et alliages du point de vue de la mécanique (critères de plasticité, loi d'écoulement...), des matériaux (lois de comportement) et des procédés de mise en forme par déformation plastique. A noter que le fluage est détaillé dans un autre enseignement.

Plan

Partie I : Aspects mécaniques de la plasticité

- Mécanique des milieux continus (rappels, invariants, déviateur, grandeurs généralisées)
- Loi d'écoulement plastique, critères de plasticité (Tresca, von Mises, Hill)
- Lois de comportement plastique des métaux à froid et à chaud

Partie II : Aspects technologiques de la plasticité : procédés de mise en forme

- Chapitres : Laminage, forgeage, filage, tréfilage, étirage, emboutissage...

Objectifs

Fournir au futur ingénieur matériaux un ensemble de connaissances et compétences de base permettant de comprendre le comportement plastique des métaux et alliages à des fins de caractérisation des lois de comportement, de dimensionnement des structures et de mise en oeuvre des procédés de mise en forme par déformation plastique.

Références

G.E. Dieter, "Mechanical metallurgy" (McGraw-Hill)

B. Jaoul, J. Friedel, C. Crussard, "Etude de la plasticité et application aux métaux" (Presses Mines ParisTech)

Prérequis

Bases de mécanique des milieux continus (tenseurs des contraintes et déformations, contraintes principales, cercles de Mohr, élasticité...)

Bases de métallurgie générale (microstructure des matériaux polycristallins)

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir faire des calculs simples de mécanique des milieux continus appliqués à la plasticité (critères de plasticité, loi d'écoulement, lois de comportement)	.	✓	.	.	.
• Connaître les grandes familles de procédés de mise en forme par déformation plastique ; savoir choisir un procédé de mise en forme pour une pièce donnée	.	✓	.	.	.

Responsable : Franck TANCRET

Pratique de la caractérisation

Characterisation methods - laboratory

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		36			18

Évaluation

2 évaluations :

- *CR*
- *SO*

Plan

Caractérisation de polymères semi-cristallins par analyse thermique (DSC) - Propriétés de surface des matériaux

Identification et caractérisation de polymères par spectroscopie infrarouge (FTIR) et fluorescence X (ED-XRF)

Introduction à la rhéologie et aux comportements viscoélastiques des matériaux élastomères et polymères

Caractérisation de générateurs électrochimiques

Etude expérimentale de matériaux par Diffraction des Rayons X (DRX)

Synthèse et mise en forme de céramiques

Surface spécifique et granulométrie de poudres déterminées par la méthode B.E.T.

Initiation à l'utilisation d'un Microscope Electronique à Balayage (MEB)

Objectifs

L'objectif de ces TP est de permettre aux étudiants de découvrir et/ou utiliser différentes méthodes de caractérisation couramment employées pour investiguer les propriétés des matériaux. Méthodes qu'ils mettront à profit à court terme lors des micro-projets de second semestre et lors de stage ingénieur de 4e année, et à plus long terme au cours de leur carrière d'ingénieur.

Prérequis

Connaître les principes de bases utiles à la compréhension des techniques expérimentales utilisées

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les informations accessibles par chaque technique	.	.	✓	.	.
• Connaître les limites et complémentarités entre les techniques	.	.	✓	.	.
• Savoir utiliser les différentes techniques présentées	.	✓	.	.	.
• Savoir présenter ses résultats à l'écrit et à l'oral	.	.	✓	.	.

Responsable : Laurent COUTURIER

Pratiques industrielles actuelles dans les matériaux

Current industrial applications in materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8	0.5				5

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

Cycle de conférences données par des ingénieurs de l'industrie des matériaux métalliques (sujets dépendants des conférenciers)

Objectifs

Acquérir une expérience de développements d'alliages métalliques innovants et/ou complexes issus du développement de la technicité des pièces métalliques à travers des exemples issus de l'industrie actuelle

Prérequis

alliages métalliques industriels

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaitre quelques exemples de développement de matériaux métalliques innovants et/ou complexes	✓	·	·	·	·
• Etre capable d'extraire les informations importantes d'une présentation orale pour les synthétiser par écrit	·	·	✓	·	·

Responsable : Emmanuel BERTRAND

Pratiques industrielles actuelles dans les procédés

Current industrial applications in processes

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8	0.5				5

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

Cycle de conférences données par des ingénieurs de l'industrie des matériaux métalliques (sujets dépendants des conférenciers)

Objectifs

Acquérir une expérience de procédés innovants et/ou complexes issus du développement de la technicité des pièces métalliques à travers des exemples issus de l'industrie actuelle.

Prérequis

procédés d'élaboration, de mise en forme et d'assemblage

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître quelques exemples de développement de procédés récents et/ou complexes	✓	·	·	·	·
• Etre capable d'extraire les informations importantes d'une présentation orale pour les synthétiser par écrit	·	·	✓	·	·

Responsable : Laurent COUTURIER

Probabilités et statistiques

Probabilities and statistics

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	13.5				7

Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *DM*

Plan

Introduction : probabilités et statistiques pour l'ingénieur

Statistiques descriptives univariées

Probabilités discrètes : définitions, combinatoire, formule de Bayes

Variables aléatoires, lois discrètes, lois continues

Statistiques inférentielles : estimations, intervalles de confiance

Statistiques inférentielles : tests statistiques- du Khi-2, tests d'effectifs, paramétriques

Régression linéaire : régression simple, régression multiple

Statistique multivariée : analyse en composantes principales, analyse factorielle des correspondances

Références

A. Mansour : Probabilités et statistiques pour les ingénieurs, Hermes, Lavoisier, 2007

G. Saporta : Probabilités, analyse de données et statistiques, Technip, Eyrolles, 2006

G. Demengel ; Probabilités, statistique inférentielle, fiabilité, outils pour les ingénieurs, Ellipses, 1997

Prérequis

Probabilités de terminale scientifique

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser les outils statistiques simples pour décrire et analyser des données	.	.	✓	.	.
• Effectuer des estimations et chiffrer des intervalles de confiance	.	.	✓	.	.
• Effectuer des tests statistiques simples d'ajustements et des tests paramétriques en précisant les risques statistiques	.	✓	.	.	.
• Mettre en place des analyses multivariées (ACP, AFC) et en extraire l'information	✓
• Déployer les outils de probabilités et statistiques pour formaliser un problème réel d'ingénieur	.	✓	.	.	.

Responsable : Guy LOUARN

Procédes de mise en forme des composites

Shaping of composite materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
22	13.5	24			30

Évaluation

3 évaluations :

- *CR1*
- *CR2*
- *TP*

Plan

1. Contenu des CM
 - Généralités
 - Constituants des composites (matrices, renforts)
 - Principaux procédés de mise en forme
 - Verrous communs à l'ensemble des procédés
 - Le procédé Resin Transfer Molding
 - La Loi de Darcy
 - Les transferts de chaleur pendant la cuisson
 - Les transferts de chaleur dans les outillages.
2. Contenu des TD
 - Présentation du logiciel PAM-Rtm®.
 - Simulation du remplissage et de la cuisson des composites.
 - Etude de l'influence des paramètres physiques et numériques.
3. Contenu des TP

Réalisation d'une éprouvette composite sur le moule PVTa : Etude et analyse des évolutions dimensionnelles de la pièce lors d'un cycle de mise en forme avec le couplage entre les transferts de chaleur et de transformation chimique. Détermination des coefficients d'expansion thermique et de retrait chimique

Objectifs

L'objectif est d'appréhender les procédés de mise en forme des composites par voie liquide et notamment le procédé Resin Transfer Molding (RTM). Les différents phénomènes physiques couplés inhérents à ce procédé sont présentés et modélisés. Les verrous technologiques et scientifiques sont mis avant. Les paramètres de contrôle du procédé permettant la réalisation de pièces de qualité sont étudiés. L'étudiant est formé à la simulation du procédé RTM (logiciel PAMRTM) ainsi qu'à la réalisation expérimentale d'une éprouvette composite.

Références

J.-P. Pascault, H. Sautereau, J. Verdu, R.J.J. Williams ; « Thermosetting polymers » ; Marcel Dekker Inc., ISBN 0-8247-0670-6.

Heat Transfers in Polymer Composite Materials : Forming Processes, ISTE Ltd. (nov. 2015), ISBN-13 : 978-1848217614.

« Pam Rtm : Users Guide » ; ESI-Group, <http://www.esi-group.com>

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les procédés de mise en oeuvre des composites thermodurcissables	·	✓	·	·	·
• Analyser les phénomènes thermiques dans les procédés de mise en forme des matériaux composites à base de résine thermodurcissable	·	·	✓	·	·
• Utiliser le logiciel de simulation du procédé RTM (PAM RTM)	·	·	✓	·	·
• Réaliser et analyser la mise en forme d'une éprouvette composite dans des conditions de mise en oeuvre industrielles	·	✓	·	·	·

Responsable : Vincent SOBOTKA

Procédés et matériels de soudage

Welding methods

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
56	1.5				29

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Plan

Procédés oxygaz
Sources de courants
Procédés à l'arc électrique sans protection gazeuse (électrodes enrobées, sous flux solide, ...)
Procédés à l'arc sous protection gazeuse (TIG, MIG MAG, Plasma, ...)
Procédés à haute densité d'énergie (Laser, Faisceau d'électrons)
Procédés de soudage par résistance électrique
Autres procédés de soudage : aluminothermie, diffusion, explosion, ...
Coupage et préparation des bords
Brasage
Mécanisation et robotisation du soudage

Objectifs

Comprendre en détail les développements de tous les procédés de soudage, y compris la terminologie, les normes, les abréviations acceptées, les équipements, les applications, les procédures et les problèmes courants

Références

ALTHOUSE A.D, PAQUET C., BRAMAT M., VILLENEUVE M., Coupage et procédés oxygaz, De Boeck Edition 2008.

PAQUET C., BRAMAT M., VILLENEUVE M., Procédés spéciaux de soudage et coupage, De Boeck Edition 2008.

ALTHOUSE A.D., BRAMAT M., MAYER, VILLENEUVE M., Technologie des métaux, contrôles et essais des soudures, De Boeck Edition 2008.

PAQUET C., LEVESQUE L., BRAMAT M., Procédés de soudage à l'arc, De Boeck Edition 2008.

JORION A., THIEBAULT A., La soudure à l'arc, Edition SAEP, 2007.

CRETIN S., JUBIN L., MACQUET P., Soudage robotisé en construction mécanique : technologies de production, Publication du CETIM, 2005

Prérequis

Cours de Soudage - Fonderie de 4ème année

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaitre les différents procédés de soudage	.	.	✓	.	.
• Connaitre les applications envisageables avec les différents procédés de soudage	.	.	✓	.	.
• Savoir choisir un procédé de soudage en fonction d'une application donnée	.	.	✓	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Projet

Project

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			140		70

Évaluation

Une évaluation : *Rapports + so*

Plan

Sur la période septembre-janvier, nos étudiants de dernière année doivent effectuer un projet à l'école en partenariat avec une entreprise. Les étudiants travaillent par deux, sont encadrés par un enseignant-chercheur de l'école, et disposent de l'ensemble des moyens du département et des laboratoires de recherche. Les étudiants assurent la gestion du projet, avec établissement d'un plan de travail et d'un budget prévisionnel, des réunions d'avancement et compte-rendus de réunions, un rapport final, la définition de livrables...

Objectifs

Mener un projet proposé par une entreprise et restituer les résultats, analyses et conclusions à l'entreprise

Références

Pas de bibliographie

Prérequis

Tous les enseignements de troisième et quatrième année, y compris les enseignements HES

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Mobiliser ses connaissances scientifiques et techniques pour répondre à un objectif proposé par une entreprise	.	.	.	✓	.
• Définir et analyser les besoins matériaux liés à une application industrielle	.	.	✓	.	.
• Concevoir ou proposer, à partir d'un cahier des charges, des matériaux ou procédés innovants	.	.	✓	.	.
• Concevoir, conduire, évaluer un projet, communiquer ses résultats et conclusions	.	.	.	✓	.
• Organiser et planifier son travail personnel et celui d'une équipe	.	.	✓	.	.

Responsable : Stéphane CUENOT

Projet - Etude de cas - Conduite de réunion

Project - case study - meeting management

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
2.5	2		52.25		29

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Plan

Etudes de cas en construction navale
Etudes de cas en construction offshore
Etudes de cas dans le domaine de l'énergie

Objectifs

Il s'agit ici d'avoir des exemples sous forme d'études de cas d'applications pratiques liées à la fabrication mécano-soudée. Les interventions sont données par des industriels du secteur.

Prérequis

Tous les cours de procédés de soudage, de métallurgie du soudage, de conception et de fabrication

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• comprendre les choix des procédés de soudage pour une application donnée	.	.	✓	.	.
• savoir choisir un matériau pour une application donnée	.	.	✓	.	.
• Choisir des conceptions pour une application donnée	.	.	✓	.	.
• Comprendre et mettre en oeuvre un fabrication pour une application donnée	.	.	✓	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Propriétés thermophysiques des polymères et composites

Thermophysical properties of polymers and composites

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
15	1.5				9

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

1. Propriétés thermophysiques des polymères par calorimétrie (DSC) : Description technique de l'appareil, analyse thermique, définition et mesure de la transition vitreuse, de la chaleur spécifique à pression constante, enthalpie de réaction/transformation, effet des paramètres de l'appareil (vitesse de chauffage, calibration, masse de l'échantillon...) sur les mesures. Analyse critique des courbes en fonction des signaux observables et extraction d'informations qualitatives et quantitatives en vue d'une utilisation pour la simulation.

2. Cristallisation des polymères thermoplastiques semi-cristallins et cinétiques de cristallisation : Rapports sur les thermoplastiques et les spécificités des polymères amorphes et semi-cristallins en terme de microstructure. Couplage entre transferts thermiques et cristallisation dans les procédés de mise en forme. Physique de la cristallisation : nucléation, croissance, degré de surfusion, point de fusion thermodynamique. Modèles de nucléation et croissance. Modèles cinétiques : approche globale, équation d'Avrami (cristallisation isotherme), modèle d'Ozawa et Nakamura (cristallisation anisotherme) ; approche microscopique (modèles de Schneider et Haudin-Chenot). Effet d'un écoulement et de la pression. Phénomène de transcristallisation et conséquence sur la cinétique.

3. Volume spécifique des polymères thermoplastiques : Techniques de mesure, diagramme PvT de polymère amorphe et semi-cristallin, aspect pratique pour le calcul des transferts de chaleur. Effet de la pression, des protocoles de mesure, de la vitesse de refroidissement. Modèle de Tait. Analyse qualitative et quantitative de diagramme PvT.

4. Conductivité thermique des polymères et composites : Techniques de mesure (plaque chaude gardée, laser flash, sonde à choc, plan chaud), conductivité dans le plan et transverse, thermo-dépendance, modèles pour prédire la conductivité des composites.

Objectifs

Les propriétés thermophysiques des polymères thermoplastiques sont des données primordiales pour la simulation numérique des procédés de mise en forme. L'ingénieur doit être capable de juger et d'analyser les résultats issus de caractérisation de ces matériaux. Lors de ce cours les bases et les moyens d'analyse critique des propriétés des polymères utilisés pour la mise en forme sont exposés, le but étant leur utilisation correcte dans des codes de simulation.

Références

D.W. Van Krevelen; « Properties of polymers » ; Elsevier, Third completely revised edition

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Utiliser et analyser des diagrammes PVT	.	.	✓	.	.
• Juger et analyser les résultats de caractérisation des propriétés thermophysiques de polymères	.	.	✓	.	.
• Utiliser les modèles de cristallisation et identifier les paramètres	.	.	✓	.	.

Responsable : Vincent SOBOTKA

Préparation au Toeic - s7

Training for Toeic

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Préparation au Toeic - s8

Training for Toeic

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Radiocristallographie

Radiocrystallography

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	12				8

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

Une première partie concerne les généralités sur les rayonnements notamment la production des rayons X et l'acquisition des données de diffraction. Une deuxième partie concerne les lois de diffraction et une troisième sur les méthodes de diffraction, par un monocristal et par les poudres.

Objectifs

L'étude de la diffraction (des rayons X, neutrons ou électrons) et mise en évidence de la relation entre les directions de diffraction et le réseau, ainsi qu'entre l'intensité diffractée et le motif. Applications.

Prérequis

Cours de symétrie MAT3

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir extraire des informations des données de diffraction des rayons X, neutrons et électrons	·	✓	·	·	·
• Connaître l'expression de l'intensité d'une raie de diffraction, du facteur de structure et savoir déterminer les conditions de présence	·	·	✓	·	·
• Pouvoir énoncer les conditions de diffraction dans l'espace directe et réciproque	·	·	✓	·	·

Responsable : Olivier JOUBERT

Recherche S7

Research S7

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

Responsable : Bruno AUVITY

Recherche S8

Research S8

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

Responsable : Bruno AUVITY

Société : Débats socio-économiques

Socio-economic debates

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				10

Évaluation

Une évaluation : *Exposé débat*

Présentation

Acquérir une culture économique en travaillant sur un exposé, en menant et en participant à des débats argumentés sur des problématiques économiques contemporaines.

Plan

6 débats autour des thèmes suivants :

- Principes fondamentaux de l'économie (prix, offre, demande, marché, courants économiques, bourse, actions, obligations)
- Production, répartition, dépenses, politique budgétaire (PIB, croissance économique, décroissance, redistribution, inégalités, fiscalité, dépenses, déficit public, dette publique)
- Economie internationale et mondialisation (interdépendance, compétitivité, taux de change, risque de change, protectionnisme)
- Création monétaire et politique monétaire (banque centrale, taux directeurs, systèmes monétaires, crypto-monnaies)
- Crises financières et autres crises (sanitaires...) (histoire des crises financières, crise Covid-19)

Objectifs

- Connaître les grands principes fondamentaux de l'économie, les notions économiques de base
- Comprendre des raisonnements économiques simples
- Etre capable d'apporter et de prendre en compte des arguments sur des sujets d'économie qui concernent les étudiants en tant que citoyen et en tant que futurs ingénieurs

Références

De nombreuses références seront proposées dans chacun des 6 thèmes (liens vidéos, articles et livres) ; quelques livres de base peuvent cependant servir à tous les thèmes :

- BRAQUET Laurent et MOUREY David, Comprendre les fondamentaux de l'économie, De Boeck, 2015, 475 p., ISBN 978-2-8041-9021-7
- BIASUTTI Jean-Pierre et BRAQUET Laurent, Les débats économiques d'aujourd'hui, Ellipses, 2019, 278p, ISBN 9782340-031210
- DESCAMPS Christian, L'analyse économique en questions, Vuibert, 2005, ISBN 2-71117-7413-9
- SINAÏ Agnès, Penser la décroissance, Sciences Po Les presses, 2018, 210 p, ISBN 9782724613001
- SINAÏ Agnès, Economie de l'après-croissance, Sciences Po Les presses, 2018, ISBN 9782724617559
- PIKETTY Thomas, Capital et idéologie, Seuil, 2019, ISBN 978-2-02-133804-1
- COHEN Daniel, Le monde est clos et le désir infini, Albin Michel, 2015, ISBN 978-2226240293

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓
• Animer une organisation et la faire évoluer	✓
• Identifier un besoin d'information et définir sa méthode de recherche	.	✓	.	.	.
• Évaluer de façon critique l'information obtenue	.	✓	.	.	.
• Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche d'information	.	✓	.	.	.
• Appréhender les enjeux environnementaux	✓
• Prendre en compte les enjeux environnementaux dans les activités de conception	✓
• Appréhender les enjeux de la société	.	✓	.	.	.
• Prendre en compte les besoins de la société dans les activités de conception	✓

Responsable : Chrystèle GONCALVES

Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1

Sustainable development and social responsibility 1

Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers
6

Évaluation

Une évaluation : *Pas d'évaluation*

Présentation

Faciliter le passage à l'action par une meilleure compréhension des phénomènes conduisant au réchauffement climatique.

Plan

Séance 1 (3h) : Jouer le Fresque du climat
Séance 2 (3h) : Inventons nos vies bas carbone (constats et solutions)

Objectifs

- Comprendre l'essentiel des enjeux climatiques : prise de conscience
- Réaliser son propre bilan carbone
- Donner envie de passer à l'action individuellement et collectivement.

Références

- Travaux du GIEC
- Global carbon project

Prérequis

Avoir réalisé son propre bilan carbone

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux et sociétaux	✓

Responsable : Laurence CHARPENTIER

Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2

Sustainable development and social responsibility 2

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
1.5	9				10

Évaluation

Une évaluation : *Rapport+soutenance*

Présentation

Sensibiliser les élèves aux enjeux environnementaux et sociétaux / DDRS pour favoriser le passage à l'action en tant que citoyen et futur ingénieur.

Plan

- Ordres de grandeur liés au réchauffement climatique et à l'épuisement des ressources
- Présentation de la démarche DDRS de Polytech
- Présentation des attendus du module
- Définition et choix des sujets d'études de cas
- Accompagnement et suivi sur les aspects méthodologiques et contenus
- Restitution collective des travaux des groupes

Objectifs

- Comprendre ce que recouvre le DDRS - lien avec les ODD - environnement,
- Connaître les ordres de grandeur liés au réchauffement climatique et à l'épuisement des ressources et les différentes parties prenantes/institutions internationales et nationales (GIEC, COP, accords de Paris, RSE)
- Comprendre les différents enjeux au regard de sa spécialité
- Développer une approche systémique sur une étude de cas, par l'analyse des impacts d'une action de la vie quotidienne ou de sa spécialité.

Références

- Travaux du GIEC
- Global carbon project

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	.	✓	.	.	.
• Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets	.	✓	.	.	.

Responsable : Laurence CHARPENTIER

Société : Economie circulaire

Circular economy

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
4.5	3				6

Évaluation

Une évaluation : *Diagnostic*

Présentation

Connaitre la notion d'économie circulaire et ses composantes, être capable d'établir un diagnostic simple quant à l'inscription ou pas d'une entreprise, d'un secteur d'activité, d'un événement dans l'économie circulaire.

Plan

- Comment en est-on arrivé là ? L'histoire de l'Anthropocène
- La notion d'économie circulaire
#EconomieCirculaire
- Les composantes de l'économie circulaire
#Ecoconception #réseau #fonctionnalité

Objectifs

- Connaitre les grands principes fondamentaux de l'économie circulaire
- Établir un diagnostic simple
- Être capable d'apporter et de prendre en compte des arguments sur des sujets socio-économiques qui concernent les étudiants en tant que citoyens et en tant que futurs ingénieurs.

Références

- AUREZ Vincent, GEORGEAULT Laurent, Economie circulaire, de Boeck
- Cf bibliographie donnée pendant le cours

Prérequis

Module débats socio-économiques S6

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux	✓

Responsable : Chrystèle GONCALVES

Soudage-fonderie

Welding and foundry

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
15	3				9.5

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

- Fonderie et économie
- Histoire de la fonderie
- Les procédés de fonderie
- Les transformations métallurgiques
- Les défauts de fonderie
- Les alliages de fonderie
- Les procédés de soudage
- L'arc électrique
- Déformation en soudage
- Hygiène et sécurité
- Métallurgie du soudage

Objectifs

Panorama des procédés de fonderie et des procédés d'assemblage par soudage ainsi que le comportement des matériaux métalliques au cours de leur mise en forme par ces procédés

Références

DOUR G., Aide mémoire Fonderie, DUNOD, 2004
MURRY G., Aide mémoire Métallurgie, DUNOD, 2004
WEMAN K., Aide mémoire Procédés de soudage, DUNOD, 2004

Prérequis

Cours de Métallurgie et de Métallurgie Physique de 3ème et 4ème années

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaitre les procédés de fonderie	.	.	✓	.	.
• Connaitre les procédés de soudage	.	.	✓	.	.
• Comprendre l'effet des procédés de mise en forme (fonderie et soudage) sur les matériaux métalliques	.	.	✓	.	.

Responsable : Pascal PAILLARD

Stage de 3ème année

Internship 3rd year

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
				8	

Évaluation

Une évaluation : *Validation*

Responsable : Olivier CROSNIER

Stage de 4ème année

Internship 4th year

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
				13	

Évaluation

Une évaluation : *Rapport écrit*

Responsable : Bernard LESTRIEZ

Symétrie

Symmetry

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
13.75	13.5				14

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Plan

- I GENERALITES - LA SYMETRIE MOLECULAIRE - LA CRISTALLOGRAPHIE
- II LA SYMETRIE D'ORIENTATION
- III THEORIE DES GROUPES
- IV LA SYMETRIE DE POSITION - LA CRISTALLOGRAPHIE

Objectifs

Introduire les principes de la théorie des groupes et la base de la cristallographie géométrique, par l'étude des opérations de symétrie, du dénombrement et de la construction des groupes ponctuels, les calculs dans les réseaux, et la construction des groupes d'espace.

Références

"La théorie des groupes en physique et chimie quantiques", J. HLADIK, Ed. MASSON 1995, ISBN : 2 225 84752 3.

"Cristallographie géométrique et radiocristallographie", J.J. Rousseau, Ed. MASON 1995, ISBN 2 225 84990 0

Prérequis

Mathématiques niveau BAC + 2

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir reconnaître et dénombrer les opérations de symétrie d'une molécule, d'un objet ou d'un cristal.	.	.	✓	.	.
• Savoir déterminer un groupe ponctuel d'une molécule	.	.	✓	.	.
• Savoir construire une table de caractères	.	.	✓	.	.
• Savoir représenter et faire des calculs dans les réseaux direct et réciproque	.	.	✓	.	.
• Reconnaître les éléments de symétrie d'un groupe d'espace et les placer dans une maille.	.	.	✓	.	.

Responsable : Olivier JOUBERT

Synthèse bibliographique

Bibliographic survey

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
9			25		13

Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

Plan

Les techniques de recherche documentaire - Les sources d'information pour la recherche scientifique et technique - Les techniques d'interrogation - L'exploitation de l'information et la synthèse bibliographique

Objectifs

Connaitre et utiliser les principales méthodes et les outils de base en recherche bibliographique

Références

Net recherche : le guide pratique pour mieux trouver l'information utile - Armelle Thomas - Sci. et tech. de l'information, 2008

Guide de la recherche documentaire - M Gagnon et F Farley-Chevrier - PUM - 2004

Prérequis

Pas de pré-requis particulier

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Cadrer son besoin d'information et dresser un plan de recherche	.	✓	.	.	.
• Exploiter une base de donnée bibliographique	.	.	✓	.	.
• Organiser sa documentation	.	.	✓	.	.
• Structurer une synthèse documentaire et des références bibliographiques	.	✓	.	.	.

Responsable : Stéphane CUENOT

Thermodynamique des matériaux - 1

Thermodynamics of materials

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12				6

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Présentation

Cet enseignement est dispensé sous forme de travaux dirigés présents via des exercices de découvertes et d'application, avec une approche "classe inversée". Un fascicule de cours écrit est distribué aux étudiants en début de semestre et des rappels de ce cours sont faits, si nécessaire, à l'initiative de l'enseignant ou à la demande des étudiants, avant ou pendant le traitement des exercices.

Plan

Travail, chaleur, capacités thermiques - Premier principe - Entropie, second et troisième principes. Energie et enthalpie libres - Potentiels chimiques - Changements d'état des corps purs, transformations allotropiques - Variations d'enthalpie, d'entropie et d'enthalpie libre pour une réaction chimique - Tables thermodynamiques - Tension interfaciale, germination - Énergie réticulaire - Pression d'oxydation d'un métal.

Objectifs

Introduire et utiliser des outils de la thermodynamique pour l'élaboration, la mise en forme, les traitements de surface ou de volume, et l'utilisation des matériaux.

Références

"Thermodynamique des matériaux", Gérard Lesoult, Traité des matériaux vol. 5, Presses polytechniques et universitaires Romandes - "Thermodynamique des matériaux" : équilibres de phases et métastabilité", P. Desré, F. Hodaj, EDP Sciences

Prérequis

Notions élémentaires de thermodynamique (niveau BAC+1/2)
Mathématiques niveau BAC + 2

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Calculer les grandeurs thermodynamiques pour une transformation physique ou une réaction chimique	.	.	✓	.	.
• Calculer des chaleurs échangées et des variations de température	.	.	✓	.	.
• Utiliser l'enthalpie libre pour prédire le sens des évolutions	.	.	✓	.	.
• Utiliser la tension interfaciale pour décrire la thermodynamique des interfaces	.	✓	.	.	.

Responsable : Christophe PAYEN

Thermodynamique des matériaux - 2

Thermodynamics of materials - 2

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12				6

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Présentation

Cet enseignement est dispensé sous forme de travaux dirigés présentiels via des exercices de découvertes et d'application, avec une approche "classe inversée". Un fascicule de cours écrit est distribué aux étudiants en début de semestre et des rappels de ce cours sont faits, si nécessaire, à l'initiative de l'enseignant ou à la demande des étudiants, avant ou pendant le traitement des exercices.

Plan

Equilibres chimiques (constantes d'équilibres, activités chimiques variance et règle des phases, relation constante d'équilibre- l'enthalpie libre standard, relation de van't Hoff, facteurs d'équilibre, principes de modération et de Le Chatelier) - Diagrammes d'Ellingham (tracés et utilisations) - Atmosphères réactives - Agents réducteurs ou oxydants - Introduction aux dispositifs électrochimiques (relation enthalpie libre - fem, Loi de Nernst).

Objectifs

Introduire et utiliser des outils de la thermodynamique pour l'élaboration, la mise en forme, les traitements de surface ou de volume, et l'utilisation des matériaux.

Références

"Thermodynamique des matériaux", Gérard Lesoult, Traité des matériaux vol. 5, Presses polytechniques et universitaires Romandes - "Thermodynamique des matériaux" : équilibres de phases et métastabilité", P. Desré, F. Hodaj, EDP Sciences

Prérequis

EC "thermodynamiques des matériaux 1" du semestre 5

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les facteurs permettant de contrôler l'évolution d'un équilibre chimique	.	.	✓	.	.
• Evaluer des conditions d'oxydo-réduction d'un matériau (en volume ou en surface) par un autre matériau ou par un milieu gazeux	.	.	✓	.	.
• Utiliser l'équation de Nernst pour calculer la fem d'un système électrochimique	.	.	✓	.	.
• Utiliser les diagrammes d'Ellingham	.	.	✓	.	.

Responsable : *Christophe PAYEN*

Traitement numérique de données expérimentales

Numerical processing of experimental data

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		7.5			4

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

Excel : présentation de graphiques, tableaux de nombres et traitements de données, importation de données brutes, solver

Matlab : présentation de graphiques

Objectifs

Savoir utiliser Excel et Matlab pour présenter des données, les traiter, les analyser et les modéliser

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser la présentation de données avec Excel et Origin	.	.	✓	.	.
• Maîtriser le traitement de données (analyse de courbes) avec Excel	.	.	✓	.	.
• Savoir ajuster des courbes théoriques sur des données expérimentales (optimisation de paramètres)	.	✓	.	.	.

Responsable : Laurent COUTURIER

Traitements thermomécaniques

Thermomechanical treatments

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
12	0.5				7

Évaluation

Une évaluation : *SO*

Plan

1. Traitements d'adoucissement
2. Traitements de durcissement
 - 2.a Traitements thermiques
 - 2.b Traitements mécaniques

Objectifs

Découvrir les traitements thermiques et/ou mécaniques actuellement employés en industrie pour modifier les propriétés de pièces métalliques et comprendre comment ces traitements modifient les microstructures et ainsi les propriétés des alliages métalliques.

Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principaux traitements thermiques employés sur les métaux et leur conséquences	.	.	✓	.	.
• Comprendre les conséquences des traitements thermiques sur les microstructures des métaux	.	.	.	✓	.

Responsable : Laurent COUTURIER

Transition Ecologique et Sociale S8

Ecological and Social Transition S8

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

Responsable : Bruno AUVITY

Transition écologique et sociale S7

Ecological and Social Transition S7

Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
					32

Évaluation

Une évaluation : *Validé ou non validé*

Responsable : Bruno AUVITY