

# Programme d'enseignement

## ETN

Année universitaire 2023-2024

Ecole polytechnique de Nantes Université

13 novembre 2023

# Table des matières

<b>I Tableaux des unités d'enseignements</b>	<b>2</b>
<b>Semestre 5 - parcours <i>ETN 3</i></b>	<b>3</b>
Bases des systèmes électroniques S5 . . . . .	3
Physique S5 . . . . .	3
Humanités S5 . . . . .	3
Mathématiques S5 . . . . .	3
Totaux du semestre . . . . .	4
<b>Semestre 6 - parcours <i>ETN 3</i></b>	<b>5</b>
Technologies de l'électronique analogique S6 . . . . .	5
Signaux et systèmes électroniques S6 . . . . .	5
Humanités S6 . . . . .	5
Technologies de l'informatique S6 . . . . .	5
Stage 3A . . . . .	6
Totaux du semestre . . . . .	6
<b>Semestre 7 - parcours <i>ETN 4</i></b>	<b>7</b>
Humanités S7 . . . . .	7
Electronique et traitement de l'information S7 . . . . .	7
Circuits et systèmes numériques et informatiques S7 . . . . .	7
Ingénierie des systèmes S7 . . . . .	7
Parcours S7 . . . . .	8
Totaux du semestre . . . . .	8
<b>Semestre 8 - parcours <i>ETN 4</i></b>	<b>9</b>
Réseaux et multimedia S8 . . . . .	9
Ingénierie des systèmes S8 . . . . .	9
Humanités - S8 . . . . .	9
Systèmes de télécommunications S8 . . . . .	9
Systèmes embarqués S8 . . . . .	10
Stage 4A . . . . .	10
Parcours S8 . . . . .	10
Totaux du semestre . . . . .	10
<b>Semestre 9 - parcours <i>SCM 5</i></b>	<b>11</b>
Projet technique S9 . . . . .	11
Option SCM S9 . . . . .	11
Humanités S9 . . . . .	11
Totaux du semestre . . . . .	11
<b>Semestre 9 - parcours <i>SETR 5</i></b>	<b>12</b>
Projet technique S9 . . . . .	12
Option SETR S9 . . . . .	12
Humanités S9 . . . . .	12
Totaux du semestre . . . . .	13

<b>Semestre 9 - parcours <i>SMTR 5</i></b>	<b>14</b>
Projet technique S9 . . . . .	14
Option SMTR S9 . . . . .	14
Humanités S9 . . . . .	14
Totaux du semestre . . . . .	15
<b>Semestre 10 - parcours <i>ETN 5</i></b>	<b>16</b>
Stage de fin d'études . . . . .	16
Totaux du semestre . . . . .	16
<b>II  Fiches des matières</b>	<b>17</b>
<b>Anglais Professionnel 3 - s7</b>	<b>18</b>
<b>Contrôle Continu (bis) - s7</b>	<b>19</b>
<b>Contrôle Continu (bis) - s8</b>	<b>20</b>
<b>Entrepreneuriat S7</b>	<b>21</b>
<b>Entrepreneuriat S8</b>	<b>22</b>
<b>Entreprise : Analyse d'entreprise</b>	<b>23</b>
<b>Entreprise : Approches critiques de l'entreprise</b>	<b>25</b>
<b>Entreprise : Concevoir le management du futur</b>	<b>27</b>
<b>Entreprise : Connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat</b>	<b>28</b>
<b>Entreprise : Démarche QSE 1</b>	<b>30</b>
<b>Entreprise : Démarche QSE 2</b>	<b>32</b>
<b>Entreprise : Gestion de projet 1</b>	<b>34</b>
<b>Entreprise : Gestion de projet 2</b>	<b>35</b>
<b>Entreprise : Histoire de l'entreprise et Simulation de gestion d'entreprise</b>	<b>37</b>
<b>Entreprise : Management des personnes</b>	<b>38</b>
<b>Explorations interculturelles - s8</b>	<b>40</b>
<b>Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7</b>	<b>41</b>
<b>Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8</b>	<b>42</b>
<b>Grammaire et anglais professionnel 1 - s5</b>	<b>43</b>
<b>Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6</b>	<b>44</b>
<b>Humains : Education physique et sportive 1</b>	<b>45</b>
<b>Humains : Education physique et sportive 2</b>	<b>47</b>
<b>Humains : Education physique et sportive 3</b>	<b>49</b>
<b>Humains : Education physique et sportive 4</b>	<b>50</b>
<b>Humains : Négociations individuelles et collectives</b>	<b>51</b>

Humains : Projet Professionnel 5 (journée compétences et simulations d'entretien)	52
Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette	54
Humains : Projet professionnel 2 (CV)	56
Humains : Projet professionnel 3 (réseaux sociaux)	57
Humains : Projet professionnel 4	58
Humains : Savoir-être	60
Langue vivante 2 - espagnol - s7	62
Langue vivante 2 - espagnol - s8	63
Langue vivante 2 - japonais - s7	64
Langue vivante 2 - japonais - s8	65
Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S7	66
Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S8	67
Préparation au Toeic - s7	68
Préparation au Toeic - s8	69
Recherche S7	70
Recherche S8	71
S10-Stage de fin d'études	72
S5-Algorithmme et langage C	73
S5-Analyse Complexe	74
S5-Analyse et approximation	76
S5-Electromagnétisme	78
S5-Electronique Numérique	79
S5-Electronique de base	81
S5-Mathématiques de base pour les ingénieurs	82
S5-Physique des semiconducteurs et composants	83
S5-Projet Tuteuré	85
S5-Propagation guidée	86
S6-Automatique	87
S6-Energie électrique	88
S6-Fonctions de l'électronique	89
S6-Microprocesseurs	91
S6-Méthodes numériques	92

<b>S6-Probabilités, Statistiques</b>	<b>93</b>
<b>S6-Signaux déterministes et systèmes linéaires</b>	<b>95</b>
<b>S6-Stage de 3e année</b>	<b>97</b>
<b>S6-Systèmes informatiques</b>	<b>98</b>
<b>S7-Compatibilité électromagnétique</b>	<b>99</b>
<b>S7-Conception de circuits numériques</b>	<b>100</b>
<b>S7-Electronique des moyennes fréquences</b>	<b>101</b>
<b>S7-Evaluation stage 3A</b>	<b>103</b>
<b>S7-Microélectronique</b>	<b>104</b>
<b>S7-Programmation Objet</b>	<b>105</b>
<b>S7-Projet transversal I</b>	<b>106</b>
<b>S7-Systèmes à microprocesseurs</b>	<b>107</b>
<b>S7-Traitement des signaux aléatoires</b>	<b>109</b>
<b>S8-Bases de données</b>	<b>110</b>
<b>S8-Communications numériques - fondements et techniques</b>	<b>111</b>
<b>S8-Conception de systèmes temps réel</b>	<b>113</b>
<b>S8-Electronique Hyper-Fréquences</b>	<b>114</b>
<b>S8-Executifs temps réels</b>	<b>115</b>
<b>S8-Industrialisation</b>	<b>116</b>
<b>S8-Introduction à l'écoconception</b>	<b>117</b>
<b>S8-Optimisation</b>	<b>118</b>
<b>S8-Projet transversal II</b>	<b>119</b>
<b>S8-Réseaux informatiques</b>	<b>120</b>
<b>S8-SOPC, Synthèse et implantation sur FPGA</b>	<b>121</b>
<b>S8-Signaux multimédia</b>	<b>122</b>
<b>S8-Stage de 4e année</b>	<b>123</b>
<b>S9-C1 : Systèmes RF : circuits et antennes</b>	<b>124</b>
<b>S9-C2 : Radar</b>	<b>126</b>
<b>S9-C3 : Communications numériques : Architectures radionumériques</b>	<b>127</b>
<b>S9-C4 : Conception des objets connectés et Autonomie</b>	<b>129</b>
<b>S9-C5 : Conception d'un dispositif électronique, du cahier des charges au prototype industrialisable</b>	<b>130</b>

<b>S9-C6 : Ingénierie des systèmes de télécommunications mobiles</b>	<b>132</b>
<b>S9-C7 : Sécurité des données</b>	<b>133</b>
<b>S9-CME : Intelligence Artificielle &amp; Embarquée</b>	<b>134</b>
<b>S9-E1 : Conception des systèmes embarqués</b>	<b>135</b>
<b>S9-E2 : Conception de SoC</b>	<b>136</b>
<b>S9-E3 : Conception conjointe des systèmes Hw/Sw</b>	<b>137</b>
<b>S9-E4 : Logiciels embarqués</b>	<b>138</b>
<b>S9-E5 : Architecture des objets connectés</b>	<b>140</b>
<b>S9-Evaluation Stage 4A</b>	<b>141</b>
<b>S9-M1 : Internet et multimédia</b>	<b>142</b>
<b>S9-M2 : Normes et services multimédia</b>	<b>143</b>
<b>S9-M3 : Architecture à jeu d'instructions ouvert</b>	<b>145</b>
<b>S9-M4 : Architectures IoT et technologies de communication</b>	<b>146</b>
<b>S9-M5 : Programmation parallèle sur CPU multicoeurs</b>	<b>147</b>
<b>S9-M6 : Architectures GPUs embarqués-Programmation CUDA et applications IA</b>	<b>148</b>
<b>S9-M7 : Sécurité des objets connectés (Partie II)</b>	<b>150</b>
<b>S9-ME1 : Ingénierie logicielle dirigée par les modèles</b>	<b>151</b>
<b>S9-ME2 : Langages matériels, réutilisation et intégration</b>	<b>152</b>
<b>S9-ME3 : Systèmes temps-réel</b>	<b>153</b>
<b>S9-ME4 : Sécurité des Objets Connectés</b>	<b>154</b>
<b>S9-ME5 : Intelligence Artificielle &amp; Embarquée (Partie Pratique)</b>	<b>155</b>
<b>S9-Projet technique</b>	<b>156</b>
<b>Société : Débats socio-économiques et Outils pour la transition</b>	<b>157</b>
<b>Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1</b>	<b>159</b>
<b>Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2</b>	<b>160</b>
<b>Société : Economie circulaire</b>	<b>161</b>
<b>Transition Ecologique et Sociétale S8</b>	<b>162</b>
<b>Transition écologique et sociétale S7</b>	<b>163</b>

## Première partie

# Tableaux des unités d'enseignements

# Semestre 5 - parcours *ETN 3*

## Bases des systèmes électroniques S5

ECTS : 10

Responsable : GRAZIOTIN Patrice

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S5-Algorithmes et langage C	6.25	12	21			15	0.25
• S5-Electronique Numérique	3.75	22	30			20	0.3
• S5-Electronique de base	6.25	12	9			10	0.25
• S5-Projet Tuteuré		2		27		20	0.2
TOTAL	16.25	48	60	27	0	65	

## Physique S5

ECTS : 6

Responsable : GOULLET Antoine

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S5-Electromagnétisme	8.75	6				9	0.2
• S5-Physique des semiconducteurs et composants	7.5	20.5	9			15	0.6
• S5-Propagation guidée	5	9	3			8	0.2
TOTAL	21.25	35.5	12	0	0	32	

## Humanités S5

ECTS : 8

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat	3	13.5				4	0.13
• Humains : Education physique et sportive 1		21				2	0.13
• Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette	1.5	12				4.5	0.13
• Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1	1.5	13.5					0.13
• Entreprise : Gestion de projet 1	4.5		3			2	0.13
• Grammaire et anglais professionnel 1 - s5		40					0.35
TOTAL	10.5	100	3	0	0	12.5	

## Mathématiques S5

ECTS : 6

Responsable : WANG Yide

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S5-Analyse Complexe	6.25	10.5				8	0.2
• S5-Analyse et approximation	8.75	16.5				10	0.4
• S5-Mathématiques de base pour les ingénieurs	11.25	11.5				10	0.4
TOTAL	26.25	38.5	0	0	0	28	



## Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	74.25	222	75	27	0	137.5	30
Total présentiel	398.25						

# Semestre 6 - parcours *ETN 3*

## Technologies de l'électronique analogique S6

ECTS : 5

Responsable : *GOURET Vincent*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S6-Energie électrique	7.5	10.5	12			10	0.3
• S6-Fonctions de l'électronique	7.5	13.5	21			20	0.7
TOTAL	15	24	33	0	0	30	

## Signaux et systèmes électroniques S6

ECTS : 8

Responsable : *CHARGE Pascal*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S6-Automatique	3.75	5.5	3			6	0.1
• S6-Méthodes numériques	3.75	6	15			10	0.25
• S6-Probabilités, Statistiques	10	15				10	0.25
• S6-Signaux déterministes et systèmes linéaires	11.25	15	13.75			15	0.4
TOTAL	28.75	41.5	31.75	0	0	41	

## Humanités S6

ECTS : 8

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Histoire de l'entreprise et Simulation de gestion d'entreprise	9	10.5	12			5	0.15
• Humains : Education physique et sportive 2		21				2	0.15
• Humains : Savoir-être		7.5					0.15
• Société : Débats socio-économiques et Outils pour la transition		21				10	0.15
• Humains : Projet professionnel 2 (CV)		4.5					0.05
• Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6		39	2				0.35
TOTAL	9	103.5	14	0	0	17	

## Technologies de l'informatique S6

ECTS : 7

Responsable : *PILLEMENT Sébastien*

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S6-Microprocesseurs	7.5	15.5	27			25	0.6
• S6-Systèmes informatiques	7.5	9	24			15	0.4
TOTAL	15	24.5	51	0	0	40	

## Stage 3A

ECTS : 2

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S6-Stage de 3e année							1
TOTAL	0	0	0	0	0	0	

## Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	67.75	193.5	129.75	0	0	128	30
Total présentiel	391						

# Semestre 7 - parcours *ETN 4*

## Humanités S7

ECTS : 7

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Analyse d'entreprise	4.5	6				3	0.15
• Entreprise : Démarche QSE 1		3	3				0.1
• Humains : Education physique et sportive 3		21				2	0.1
• Humains : Négociations individuelles et collectives	3	7.5				2	0.1
• Humains : Projet professionnel 3 (réseaux sociaux)		6				6	0.1
• Société : Economie circulaire	4.5	3				6	0.1
• Anglais Professionnel 3 - s7		19	2				0.2625
1 opt { ▷ Contrôle Continu (bis) - s7							0.0875
▷ Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7		18					0.0875
▷ Langue vivante 2 - espagnol - s7		18					0.0875
▷ Langue vivante 2 - japonais - s7		18					0.0875
▷ Préparation au Toeic - s7		18					0.0875
TOTAL	12	83.5	5	0	0	19	

## Electronique et traitement de l'information S7

ECTS : 8

Responsable : DIOURIS Jean-François

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S7-Electronique des moyennes fréquences	12.5	22.5	27			30	0.5
• S7-Microélectronique	2.5	13.5	9			10	0.25
• S7-Traitement des signaux aléatoires		13.5	9			10	0.25
TOTAL	15	49.5	45	0	0	50	

## Circuits et systèmes numériques et informatiques S7

ECTS : 9

Responsable : LE NOURS Sebastien

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S7-Conception de circuits numériques	3.75	18	18			15	0.3
• S7-Programmation Objet	0.75	10.5	21			15	0.3
• S7-Systemes à microprocesseurs	2.5	18	21			20	0.4
TOTAL	7	46.5	60	0	0	50	

## Ingénierie des systèmes S7

ECTS : 4

Responsable : MAHE Yann

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S7-Compatibilité électromagnétique		7.5				8	0.15
• S7-Projet transversal I				30		30	0.85
TOTAL	0	7.5	0	30	0	38	

## Parcours S7

ECTS : 2

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S7-Evaluation stage 3A							1
↳ Entrepreneuriat S7				32			1
↳ Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S7				32			1
↳ Recherche S7				32			1
↳ Transition écologique et sociétale S7				32			1
TOTAL	0	0	0	32	0	0	

## Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	34	187	110	62	0	157	30
Total présentiel	393						

# Semestre 8 - parcours *ETN 4*

## Réseaux et multimedia S8

ECTS : 3

Responsable : RAMSTEIN Gérard

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S8-Bases de données	0.75	1.5	9			4	0.3
• S8-Réseaux informatiques	2.5	9	12			10	0.3
• S8-Signaux multimédia	5	4.5	13.5			12	0.4
TOTAL	8.25	15	34.5	0	0	26	

## Ingénierie des systèmes S8

ECTS : 6

Responsable : MAHE Yann

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S8-Industrialisation	12	1				6	0.15
• S8-Introduction à l'écoconception	1.5	2				3	0
• S8-Optimisation		7.5	12			12	0.2
• S8-Projet transversal II				70		35	0.65
TOTAL	13.5	10.5	12	70	0	56	

## Humanités - S8

ECTS : 6

Responsable : KINGSTON John

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Approches critiques de l'entreprise		9				3	0.13
• Entreprise : Démarche QSE 2		6					0.13
• Humains : Education physique et sportive 4		19.5				2	0.13
• Humains : Projet professionnel 4		12				5	0.13
• Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2		9				10	0.13
• Explorations interculturelles - s8		18					0.175
1 opt { ▷ Contrôle Continu (bis) - s8		18					0.175
▷ Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8		18					0.175
▷ Langue vivante 2 - espagnol - s8		18					0.175
▷ Langue vivante 2 - japonais - s8		18					0.175
▷ Préparation au Toeic - s8		18					0.175
TOTAL	0	91.5	0	0	0	20	

## Systèmes de télécommunications S8

ECTS : 4

Responsable : RAZBAN HAGHIGHI Tchangviz

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S8-Communications numériques - fondements et techniques	6.25	15	12			15	0.5
• S8-Electronique Hyper-Frequences	8.75	13.5	15			15	0.5
TOTAL	15	28.5	27	0	0	30	

## Systèmes embarqués S8

ECTS : 4

Responsable : PASQUIER Olivier

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S8-Conception de systèmes temps réel	3.75	15				8	0.4
• S8-Executifs temps réels	3.75	7.5	9			10	0.3
• S8-SOpC, Synthèse et implantation sur FPGA	3.75	3	9			8	0.3
TOTAL	11.25	25.5	18	0	0	26	

## Stage 4A

ECTS : 5

Responsable : MAHE Yann

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S8-Stage de 4e année							1
TOTAL	0	0	0	0	0	0	

## Parcours S8

ECTS : 2

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
1 opt { ▷ Entrepreneuriat S8				32			1
▷ Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S8				32			1
▷ Recherche S8				32			1
▷ Transition Ecologique et Sociétale S8				32			1
TOTAL	0	0	0	32	0	0	

## Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	48	171	91.5	102	0	158	30
Total présentiel	412.5						

# Semestre 9 - parcours *SCM 5*

## Projet technique S9

ECTS : 10

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S9-Evaluation Stage 4A						20	0.15
• S9-Projet technique				120			0.85
TOTAL	0	0	0	120	0	20	

## Option SCM S9

ECTS : 14

Responsable : DIOURIS Jean-François

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S9-C1 : Systèmes RF : circuits et antennes	39		21	12		20	4
• S9-C2 : Radar	9		6				1
• S9-C3 : Communications numériques : Architectures radionumériques	24		6			15	3
• S9-C4 : Conception des objets connectés et Autonomie	9		12			15	2
• S9-C5 : Conception d'un dispositif électronique, du cahier des charges au prototype industrialisable			15			6	1
• S9-C6 : Ingénierie des systèmes de télécommunications mobiles	12		6			10	1
• S9-C7 : Sécurité des données	15					10	1
• S9-CME : Intelligence Artificielle & Embarquée	6					3	1
TOTAL	114	0	66	12	0	79	

## Humanités S9

ECTS : 4

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Concevoir le management du futur	3	6				3	0.3
• Entreprise : Gestion de projet 2		15				3	0.35
• Entreprise : Management des personnes		10.5				6	0.3
• Humains : Projet Professionnel 5 (journée compétences et simulations d'entretien)		12				2	0.05
• Préparation TOEIC - s9		10					0
TOTAL	3	53.5	0	0	0	14	

## Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	117	53.5	66	132	0	113	28
Total présentiel	368.5						



# Semestre 9 - parcours *SETR 5*

## Projet technique S9

ECTS : 10

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S9-Evaluation Stage 4A						20	0.15
• S9-Projet technique				120			0.85
TOTAL	0	0	0	120	0	20	

## Option SETR S9

ECTS : 14

Responsable : PASQUIER Olivier

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S9-CME : Intelligence Artificielle & Embarquée	6					3	1
• S9-E1 : Conception des systèmes embarqués	6	18				10	2
• S9-E2 : Conception de SoC	4.5	15	9			15	2
• S9-E3 : Conception conjointe des systèmes Hw/Sw	9		18			15	2
• S9-E4 : Logiciels embarqués	12		18			15	2
• S9-E5 : Architecture des objets connectés	10.5		9			10	1
• S9-ME1 : Ingénierie logicielle dirigée par les modèles	3	3	6			10	1
• S9-ME2 : Langages matériels, réutilisation et intégration	3		12			10	1
• S9-ME3 : Systèmes temps-réel	4.5	1.5	9			5	1
• S9-ME4 : Sécurité des Objets Connectés	6		9			10	1
• S9-ME5 : Intelligence Artificielle & Embarquée (Partie Pratique)			6			2	1
TOTAL	64.5	37.5	96	0	0	105	

## Humanités S9

ECTS : 4

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Concevoir le management du futur	3	6				3	0.3
• Entreprise : Gestion de projet 2		15				3	0.35
• Entreprise : Management des personnes		10.5				6	0.3
• Humains : Projet Professionnel 5 (journée compétences et simulations d'entretien)		12				2	0.05
• Préparation TOEIC - s9		10					0
TOTAL	3	53.5	0	0	0	14	

## Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	67.5	91	96	120	0	139	28
Total présentiel	374.5						

# Semestre 9 - parcours *SMTR 5*

## Projet technique S9

ECTS : 10

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S9-Evaluation Stage 4A						20	0.15
• S9-Projet technique				120			0.85
TOTAL	0	0	0	120	0	20	

## Option SMTR S9

ECTS : 14

Responsable : SAADANE Abdelhakim

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S9-CME : Intelligence Artificielle & Embarquée	6					3	1
• S9-M1 : Internet et multimédia	3		12			10	1
• S9-M2 : Normes et services multimédia	18		12			15	2
• S9-M3 : Architecture à jeu d'instructions ouvert	3		6			10	1
• S9-M4 : Architectures IoT et technologies de communication	3		12	12			3
• S9-M5 : Programmation parallèle sur CPU multicœurs	6		12				1
• S9-M6 : Architectures GPUs embarqués-Programmation CUDA et applications IA	3	3	15			8	1
• S9-ME1 : Ingénierie logicielle dirigée par les modèles	3	3	6			10	1
• S9-ME2 : Langages matériels, réutilisation et intégration	3		12			10	1
• S9-ME3 : Systèmes temps-réel	4.5	1.5	9			5	1
• S9-ME4 : Sécurité des Objets Connectés	6		9			10	1
• S9-ME5 : Intelligence Artificielle & Embarquée (Partie Pratique)			6			2	1
• S9-M7 : Sécurité des objets connectés (Partie II)			6				1
TOTAL	58.5	7.5	117	12	0	83	

## Humanités S9

ECTS : 4

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• Entreprise : Concevoir le management du futur	3	6				3	0.3
• Entreprise : Gestion de projet 2		15				3	0.35
• Entreprise : Management des personnes		10.5				6	0.3
• Humains : Projet Professionnel 5 (journée compétences et simulations d'entretien)		12				2	0.05
• Préparation TOEIC - s9		10					0
TOTAL	3	53.5	0	0	0	14	

## Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	61.5	61	117	132	0	117	28
Total présentiel	371.5						

# Semestre 10 - parcours *ETN 5*

Stage de fin d'études

ECTS : 30

Matière	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	Coef
• S10-Stage de fin d'études							1
TOTAL	0	0	0	0	0	0	

Totaux du semestre

	CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers	ECTS
Totaux	0	0	0	0	0	0	30
Total présentiel							

Deuxième partie

Fiches des matières

---

## Anglais Professionnel 3 - s7

*Professional English 3*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	19	2			

### Évaluation

3 évaluations :

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

---

## 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*

---

# Entrepreneuriat S7

*Entrepreneurship S7*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

## Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : John KINGSTON*

---

# Entrepreneuriat S8

*Entrepreneurship S8*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

## Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : John KINGSTON*

---

# Entreprise : Analyse d'entreprise

*Business analysis*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
4.5	6				3

## Évaluation

Une évaluation : *Etude de cas*

## 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 : Connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat

*Business knowledge and entrepreneurship*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3	13.5				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 : Démarche QSE 1

*Quality, security and environmental approaches (QSE1)*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	3	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
	6				

## 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 : *DS*

---

# 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 de l'entreprise et Simulation de gestion d'entreprise

*History of organizations and Accounting business game*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
9	10.5	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*

---

# 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*

---

## Explorations interculturelles - s8

*Intercultural explorations*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	18				

### Évaluation

Une évaluation : *CC*

---

## 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*

---

# 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
	19.5				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 5 (journée compétences et simulations d'entretien)

*Professional project 5*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12				2

## Évaluation

Une évaluation : *Présence*

## 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	12				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'approprier 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](http://www.16personalities.com)
- [www.acnv.com](http://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 (CV)

*Professional Project 2*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	4.5				

### Évaluation

Une évaluation : *CV rendu*

*Responsable : Sylvaine GAUTIER*

---

## Humains : Projet professionnel 3 (réseaux sociaux)

*Professional project 3*

---

### 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 4

*Professional Project 4*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	12				5

## Évaluation

Une évaluation : *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 BESSEY*

---

## 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*

---

# Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S7

*Transition Engineering and Interdisciplinarity S7*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

## Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : Bruno AUVITY*

---

# Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S8

*Transition Engineering and Interdisciplinarity S8*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

## Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : Bruno AUVITY*



---

## 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*

---

## Recherche S7

*Research S7*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

### Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : Antoine GOULLET*

---

## Recherche S8

*Research S8*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

### Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : Antoine GOULLET*

---

## S10-Stage de fin d'études

*Final project*

---

### Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

### Évaluation

Une évaluation : *Note*

*Responsable : Sebastien LE NOURS*

---

# S5-Algorithmme et langage C

*Algorithmic and C language*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6.25	12	21			15

## Évaluation

3 évaluations :

- *Ecrit*
- *TPs*
- *TDs*

## Plan

1. Accueil informatique
2. Algorithmie
3. Bases de la programmation
4. langage C, concepts avancés
5. Complexité algorithmique
6. Récursivité
7. Structures de données avancées

## Objectifs

Ce cours présente les fondements de l'algorithmie et de la programmation en langage C. Il définit les bases indispensables pour résoudre un problème précis et coder la solution dans un langage de programmation structuré.

## Références

Thomas H.Cormen , Charles E.Leiserson , Ronald L. Rivest et Clifford Stein ;  
Introduction à l'algorithmie ; Dunod, 2002, 1146 p.  
Rémy Malgouyres ; Initiation à l'algorithmie et aux structures de données en C ,Dunod, 2011  
Claude Delannoy ; Programmer en langage C ; Eyrolles, 2009, 267 p.

## Prérequis

aucun

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Définir les concepts de la programmation structurée : structures itératives et conditionnelles, appel de méthodes	.	.	✓	.	.
• Connaissance du langage C	.	.	✓	.	.
• Définir les concepts majeurs de l'algorithmie et connaître les structures avancées : tableaux dynamiques, tables de hachage, listes chaînées, arbres binaires.	.	.	✓	.	.
• Concevoir un algorithme et l'implanter dans le langage C	.	.	✓	.	.

*Responsable : Gérard RAMSTEIN*

---

# S5-Analyse Complexe

*Complex analysis*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6.25	10.5				8

## Évaluation

Une évaluation : *Écrit*

## Plan

Rappel sur les nombres complexes  
Fonctions holomorphes et harmoniques  
Transformations conformes  
Intégration dans le plan complexe  
Théorème d'intégrale de Cauchy  
Développement en séries de Laurent  
Théorème des résidus  
Calcul des intégrales réelles à l'aide du théorème des résidus.

## Objectifs

Ce cours est une branche importante des mathématiques appliquées pour les ingénieurs en électroniques et en télécommunication. Beaucoup de matières dispensées dans le département ETN utilisent les concepts et les outils d'analyse complexe. Il vise à donner aux élèves une base indispensable sur l'analyse des fonctions à variables complexes et à valeurs complexes.

## Références

Polycopié du cours ;  
Kurt ARBENZ et Alfred WOHLHAUSER : Variable Complexe, Presse Polytechniques Romandes ;  
Michel BALABANE, Marie DUFLO, Marc FRISCH, Dominique GUEGAN : Sommes, fonctions de variables complexe. Maths en kit 4, Vuibert Université  
Jean-François PABION : Eléments d'Analyse Complexe, Licence de mathématiques, Ellipses  
Murray R. SPIEGEL : Variables Complexes, cours et problèmes, Série Schuman

## Prérequis

Base d'analyse  
Nombre complexe  
Algèbre

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Manipuler correctement et efficacement les opérations sur les nombres complexes	.	.	✓	.	.
• Savoir si une fonction de variable complexe à valeur complexe est holomorphe et ses propriétés ainsi que la relation entre les fonctions holomorphes et les fonctions harmoniques	.	.	✓	.	.
• Effectuer des transformations conformes, en particulier, l'inversion et les transformations homographiques	.	.	✓	.	.
• Calculer l'intégrale dans le plan complexe	.	.	✓	.	.
• Utiliser le théorème des résidus, le théorème d'intégrale de Cauchy pour effectuer l'intégrale réelle, notamment la transformée de Fourier	.	✓	.	.	.

*Responsable : Yide WANG*



---

# S5-Analyse et approximation

*Analysis and approximation*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	16.5				10

## Évaluation

2 évaluations :

- *Contrôle interméd.*
- *Contrôle final*

## Plan

L'étude du développement en série de Fourier (fonctions périodiques ou périodisées), de la transformée de Fourier, de la transformée de Laplace et du produit de convolution sont au coeur de ce cours. Il commence par l'étude de différentes convergences de suites et séries de fonctions. Les espaces vectoriels normés et de Hilbert sont ensuite abordés, afin notamment d'introduire les notions de normes et produits scalaires. Ensuite, le développement de fonctions T-périodiques (ou périodisées) en séries de Fourier est décrit pour différents types de fonctions. Viennent enfin la convolution et les transformées de Fourier et de Laplace.

1. Suites et séries de fonctions - Convergences
2. Espaces vectoriels normés - Normes
3. Espaces de Hilbert - Produit scalaire
4. Séries de Fourier (fonctions périodiques)
5. Transformée de Fourier et produit de convolution
6. Transformée de Laplace - Equations différentielles

## Objectifs

L'objectif principal de ce cours est d'acquérir la maîtrise du développement en série de Fourier de fonctions périodiques, et le calcul du produit de convolution et des transformées de Fourier et de Laplace (directes et inverses) de fonctions réelles. Ces différentes notions sont indispensables pour les cours de traitement de signal, de physique, d'optimisation, d'électronique analogique et de télécommunications.

## Références

- P. Bénichou, R. Bénichou, N. Boy, J.-P. Pouget, Séries de Fourier - Transformation de Laplace, Ellipses, 1995  
H. Lacombe, Analyse fonctionnelle, Masson  
M. Samuelides, L. Touzillier, Analyse harmonique, Cépaduès-éditions, 1990

## Prérequis

Mathématiques de base pour les ingénieurs (limites, continuité, intégrales)  
Analyse complexe

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître et savoir utiliser les différents types de convergences de suites et de séries de fonctions	.	✓	.	.	.
• Savoir reconnaître et utiliser les notions de norme et de produit scalaire	.	✓	.	.	.
• Savoir développer en série de Fourier une fonction périodique ou périodisée	.	.	✓	.	.
• Calculer le produit de convolution de deux fonctions et connaître sa relation avec la transformée de Fourier	.	.	✓	.	.
• Maîtriser le calcul de transformées de Fourier directes et inverses	.	.	✓	.	.
• Maîtriser le calcul de transformées de Laplace directes et inverses, et leur application à la résolution d'équations différentielles	.	.	✓	.	.

*Responsable : Pascal CHARGE*

---

# S5-Electromagnétisme

*Electromagnetism*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	6				9

## Évaluation

Une évaluation : *Ecrit*

## Plan

Introduction à l'électromagnétisme et rappel des bases de l'analyse vectorielle.

1. Electrostatique, loi de Coulomb et champ électrique.
2. Potentiel électrostatique.
3. Capacités de conducteurs.
4. Electrocinétique
5. Bases de magnétostatique.

## Objectifs

L'objectif de cet enseignement est de renforcer les bases en physique de l'électricité et de l'électromagnétisme. Le but est de savoir utiliser le formalisme de l'électromagnétisme sous forme d'expressions analytiques locales et intégrales et de comprendre les phénomènes physiques mis en jeu. Ces éléments sont des prérequis pour étudier la propagation électromagnétique libre et guidée.

## Références

Electromagnétisme; Paul roux; Ed ellipses (1993)

## Prérequis

notions de vecteurs, produit scalaire et produit vectoriel; coordonnées catésiennes, cylindriques et sphériques

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir utiliser le formalisme mathématique, dont l'analyse vectorielle, appliqué à l'EM	.	✓	.	.	.
• Savoir traiter des exemples classiques de l'électrostatique	.	.	✓	.	.
• Etablir l'équation d'une résistance et d'une capacité quelconque	.	.	✓	.	.
• Savoir décrire et résoudre les phénomènes magnétiques en régime statique	.	✓	.	.	.
• Comprendre l'origine des équations de Maxwell	✓	.	.	.	.
• Comprendre le lien entre le formalisme local et intégral	.	✓	.	.	.

*Responsable : Antoine GOULLET*

---

# S5-Electronique Numérique

*Digital Electronic*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	22	30			20

## Évaluation

4 évaluations :

- *CR de MP 0.2*
- *CR de TP 0.1*
- *DS 2 (janvier) 0.35*
- *DS 1 (Novembre) 0.35*

## Plan

- 1) Représentation binaire des nombres
- 2) Algèbre de Boole
- 3) Représentation et simplification des équations logiques
- 4) Logique combinatoire

Fonctions standards - Implantation basée sur des blocs standards - Implantation basée sur une mémoire : Look Up Table

- 5) Logique séquentielle

Définition d'un circuit séquentiel - Difficultés spécifiques du séquentiel - Performances d'un circuit séquentiel - Modèle de la Machine de Moore/Mealy - Les bascules - Fonctions séquentielles standards - Modèles de spécification : l'automate à état fini - Technique d'implantation d'une Machine de Moore

- 6) Bases de VHDL

Structure d'un modèle VHDL - Types de base - Exemples de modèles basiques - Modèles de la machine de Moore

## Objectifs

Maîtriser les principales fonctions numériques standards : dé/codage, dé/multiplexage, arithmétique binaire, mémorisation, comptage. Savoir modéliser et implanter une fonction séquentielle quelconque sur la base de la Machine de Moore. Savoir écrire les modèles VHDL de ces fonctions.

## Références

- Lang TRAN TIEN : Electronique numérique, Masson 1995  
R. H. KATZ & G. BORRIELLO : Contemporary logic design, Prentice Hall 2005  
J. F. WAKERLY : Digital design : Principles and practices, Prentice Hall 2005

## Prérequis

Aucun pré-requis particulier car le cours commence par aborder les bases du domaine.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir modéliser une fonction logique combinatoire quelconque, et en proposer une implantation faisant appel à des fonctions standards	.	.	✓	.	.
• Savoir implanter une fonction logique combinatoire quelconque en écrivant un modèle VHDL synthétisable	.	.	✓	.	.
• Savoir modéliser une fonction logique séquentielle quelconque, et en proposer une implantation faisant appel à des fonctions standards	.	.	✓	.	.
• Savoir implanter une fonction logique séquentielle quelconque en écrivant un modèle VHDL synthétisable	.	.	✓	.	.
• Savoir modéliser par une Machine de Moore une fonction logique séquentielle quelconque, et en maîtriser l'implantation	.	.	✓	.	.

*Responsable : Safwan EL ASSAD*

---

## S5-Electronique de base

*Basis of electronic*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6.25	12	9			10

### Évaluation

2 évaluations :

- *Controle Final*
- *TP*

### Plan

- 1- Réseaux de Kirchhoff, dipôles et sources
- 2- Approximations courant continu, hautes fréquences
- 3- Grands théorèmes et approfondissements
- 4- Diodes et amplificateurs opérationnels, applications
- 5- Transistors bipolaires et transistors à effet de champ.

### Objectifs

Permettre aux étudiants d'effectuer l'analyse d'un circuit électronique simple en régime de fonctionnement quelconque. Des rappels et des compléments concernant les réseaux de Kirchhoff sont présentés.

Les outils d'analyse sont mis en place et illustrés. L'enseignement pratique met l'accent sur les mesures de base en électronique (oscilloscope, incertitudes).

### Références

Théorie des réseaux de Kirchhoff, Boite & Neirynek - Théorie des réseaux et systèmes linéaires, M. Feldmann - Cours d'électronique (AOP et composants actifs, 4 tomes), M. Girard

### Prérequis

Electrocinétique pour les circuits RLC en régime continu et sinusoïdal.  
Calcul complexe.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les lois de Kirchhoff et les appliquer aux circuits simples.	.	.	✓	.	.
• Connaître et utiliser les méthodes de mesure à l'oscilloscope (gain/phase, tensions/durées).	.	.	✓	.	.
• Analyse d'un circuit simple en régime quelconque.	.	✓	.	.	.
• Savoir utiliser un simulateur de circuits.	.	✓	.	.	.

*Responsable : Vincent GOURET*

---

# S5-Mathématiques de base pour les ingénieurs

*Basic mathematics for engineers*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
11.25	11.5				10

## Évaluation

2 évaluations :

- *DS1*
- *DS2*

## Plan

1. Fonction à une seule variable réelle : Limite, continuité, dérivée, développement limité, intégrale et équation différentielle. 2. Fonction de plusieurs variables : Fonction à 2, 3 et plusieurs variables, dérivées partielles, formule de Taylor, intégrales curviligne et double. 3. Analyse vectorielle : Champs scalaire et vectoriel, flux, gradient, rotationnel, divergence, laplacien. 4. Calcul matriciel : Addition, produit, déterminant, Inversion, valeur et vecteur propre, diagonalisation.

## Objectifs

Selon le niveau des étudiants, tout d'abord ce cours leur permet soit de se mettre à niveau ou de rappeler des notions de base sur une fonction réelle à une variable et à plusieurs variables. Les intégrale curviligne, double et l'analyse vectorielle sont également enseignées. Le dernier chapitre est dédié à la manipulation des matrices.

## Prérequis

Notion sur les fonctions à une seule variable : continuité, dérivée, développement limité, équation différentielle du premier et second ordres, intégrale.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Dériver les fonctions usuelles, des produits de fonctions et des fonctions composées à une seule variable.	.	.	✓	.	.
• Calculer l'intégrale des fonctions usuelles et d'une fonction rationnelle. Maîtriser le changement de variable, l'intégration par parties.	.	.	✓	.	.
• Résoudre une équation différentielle linéaire du premier et second ordres.	.	.	✓	.	.
• Calculer un rotationnel, gradient divergence, une dérivée partielle, une intégrale double et curviligne.	.	.	✓	.	.
• Multiplier 2 matrices, inverser une matrice, calculer les vecteurs et valeurs propres, résoudre un système linéaire.	.	.	✓	.	.

Responsable : Yide WANG

---

# S5-Physique des semiconducteurs et composants

*Physics of semiconductors and components*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
7.5	20.5	9			15

## Évaluation

3 évaluations :

- *Final*
- *intermediaire*
- *TP*

## Plan

1. Eléments de physique quantique
2. Interaction rayonnement matière
3. Structure de bandes des solides et semiconducteurs
4. Semiconducteur intrinsèque et extrinsèque
5. Phénomènes de transport : courant de dérive et diffusion
6. Equation de continuité des porteurs
7. Introduction aux techniques de fabrication
8. Diode à jonction PN

## Objectifs

En s'appuyant sur les propriétés fondamentales de la matière, le cours présente les propriétés spécifiques des semiconducteurs et les utilise pour comprendre le fonctionnement des composants électroniques de base (diodes, transistors bipolaires). Les techniques de fabrication microélectroniques seront abordées lors de séances de fabrication virtuelle par CAO.

## Références

- H. Mathieu, Physique des semiconducteurs et des composants électroniques ; Masson
- A. Vapaille, R. Castagné, Dispositifs et circuits intégrés semiconducteurs ; Dunod
- B. Boittiaux, Cours d'Electronique : Les composants semiconducteurs ; Tec&Doc/Lavoisier
- C. et H. Ngô, Les semiconducteurs : de l'électron aux dispositifs ; Dunod, 2003
- F. Cerf, Les composants optoélectroniques ; Hermès, 2000

## Prérequis

équations différentielles



## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre l'origine de la structure de bande d'un matériau semiconducteur et la notion de masse effective	✓	.	.	.	.
• Savoir calculer la concentration des porteurs de charges (électrons et trous) et tracer le diagramme d'énergie d'un semiconducteur	.	.	✓	.	.
• Savoir calculer les courants de conduction et de diffusion	.	.	✓	.	.
• Savoir manipuler les équations de continuité des porteurs de charges avec ou sans éclairnement	.	✓	.	.	.
• Connaître le principe de fonctionnement et les spécificités des composants présentés et établir leur modèles électriques	.	✓	.	.	.
• Faire le lien entre la fabrication des dispositifs et les propriétés des composants	✓	.	.	.	.

*Responsable : Antoine GOULLET*

---

# S5-Projet Tuteuré

*Tutored Project*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	2		27		20

## Évaluation

3 évaluations :

- *Soutenance*
- *Rapport*
- *Concours*

## Plan

- 1- analyse du cahier des charges
- 2- description comportementale et délimitation de l'environnement
- 3- décomposition fonctionnelle et attribution des tâches
- 4- conception, réalisation, test des sous-ensembles
- 5- intégration, test
- 6- rédaction du rapport et préparation soutenance
- 7- compétition

## Objectifs

Ce module est une approche des différentes facettes de la formation. Le support consiste en la réalisation de robots par des équipes de 6 étudiants à partir d'un kit de composants et du règlement. En fin de module, les équipes remettent l'ensemble des documents techniques décrivant leur solution et se mesurent sur un parcours chronométré.

## Références

documents internes fournis

## Prérequis

- 1- connaissances en électricité
- 2- connaissances basiques en électronique
- 3- connaissances de base en programmation
- 4- maîtrise de l'oscilloscope et du multimètre

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir décrire un comportement par automate	.	✓	.	.	.
• Savoir modéliser une fonction analogique par ajustement de fonction	.	✓	.	.	.
• Savoir rédiger un rapport et réaliser une présentation orale	.	✓	.	.	.
• Connaître les étapes d'un projet technique	.	.	✓	.	.
• Connaître les contraintes du travail en groupe	.	.	✓	.	.

*Responsable : Yann MAHE*

---

# S5-Propagation guidée

*Guided propagation*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
5	9	3			8

## Évaluation

Une évaluation : *Final*

## Plan

1. Introduction à la propagation - Contexte : Principales applications des micro-ondes et de l'optique
2. Qu'est-ce qu'une onde plane? - Propagation en milieu infini
3. Réflexion d'une onde plane sur un conducteur plan en incidence normale - Notion de cavité
4. Réflexion d'une onde plane sur un conducteur plan en incidence oblique - Notion de guide d'onde
5. Phénomènes de réflexion/réfraction à l'interface entre deux diélectriques
6. Equation et diagramme de dispersion - Application aux guides à plans parallèles et aux guides d'ondes métalliques fermés
7. Méthode générale d'étude des guides d'onde - Tracé de cartographies de champs électriques et magnétiques dans un guide métallique plan
8. Application à la conception d'un joint tournant pour radar de veille

## Objectifs

Avoir compris la nécessité de la montée en fréquence, comprendre sous quelles conditions une structure guidante peut propager un signal, comprendre ce qu'est un mode de propagation, comprendre quels modes peuvent se propager dans un guide d'onde et comment ils se caractérisent (modes TE, TM, TEM, modes d'ordre n, cartographies de champs électriques et magnétiques)

## Références

André DUBOST : "Propagation libre et guidée des ondes électromagnétiques. Applications", MASSON

Paul COMBES "Micro-ondes", DUNOD, 1997, tomes 1 et 2, ISBN 2100027530

Marc HELIER "Techniques Micro-ondes", ELLIPSES, 2001, Collection Supélec, ISBN 2729804978

## Prérequis

Electromagnétisme

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Avoir compris la nécessité de la montée en fréquence	✓	.	.	.	.
• Comprendre sous quelles conditions une structure guidante peut propager un signal	.	✓	.	.	.
• Comprendre ce qu'est un mode de propagation	.	✓	.	.	.
• Comprendre quels modes peuvent se propager dans un guide d'onde et comment ils se caractérisent (modes TE, TM, TEM, modes d'ordre n, cartographies de champs électriques et magnétiques)	.	✓	.	.	.

*Responsable : Anne CHOUSSEAUD*

---

# S6-Automatique

*Control engineering*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	5.5	3			6

## Évaluation

Une évaluation : *DS*

## Plan

1. Les systèmes asservis analogiques
2. La synthèse des correcteurs analogique
3. Les systèmes asservis numériques
4. La synthèse des correcteurs numériques

## Objectifs

L'objectif est d'aborder les techniques de bases de l'automatique pour la modélisation et la régulation des systèmes dans le domaine analogique et échantillonné.

## Références

Y. GRANJON, "Automatique : Systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'état", Dunod, Paris, 2e édition, 2010.

B. PRADIN, "Automatique continue", Cours INSA Toulouse, 2009.

J-F. DIOURIS, "Systèmes asservis", Cours ETN, Polytech'Nantes, 2010.

## Prérequis

Signaux déterministes, Systèmes linéaires, Transformations de Laplace et en Z

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser les concepts de base de l'automatique linéaire (critères de stabilité et précision des systèmes bouclés...)	.	.	✓	.	.
• Savoir régler les paramètres d'un asservissement analogique simple (type PID)	.	✓	.	.	.
• Savoir faire la synthèse d'un correcteur numérique simple	.	✓	.	.	.

*Responsable : Pascal CHARGE*

---

# S6-Energie électrique

*Electrical energy*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
7.5	10.5	12			10

## Évaluation

2 évaluations :

- *DS (0.7)*
- *TP (0.3)*

## Plan

- Outils : Valeurs moyennes, efficaces, Puissances, harmoniques
- Redressement monophasé en conduction continue et discontinue
- Alimentation à découpage
- Onduleur Monophasé. Application à l'amplificateur audio classe D

## Objectifs

L'objectif est de comprendre les mécanismes de base de la conversion d'énergie et de mettre en place les outils nécessaires à l'analyse des phénomènes rencontrés dans les systèmes électroniques modernes.

## Références

[1] Batard, C.; Poitiers, F., Millet C., Ginot, N : Chapter 3, 'Simulation of Power Converters using Matlab-Simulink', 26 pages, ouvrage 'Matlab - A fundamental tool for Scientific Computing and Engineering Applications - Volume 1', INTECH, ISBN 978-953-51-0750-7, Sept 2012

[2] Mohan, Undeland et Robbins, 'Power Electronics : Converters, Applications and Design' - Wiley

[3] J. Bonal, G. Séguier, 'Rappels d'électronique de puissance et d'automatique - Les variateurs de vitesse' Tech & doc - Prométhée

## Prérequis

- Bases de l'électronique

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principes de la conversion d'énergie électrique	.	.	✓	.	.
• Connaître le fonctionnement des convertisseurs d'électronique de puissance	.	✓	.	.	.
• Connaître les principaux systèmes de conversion d'énergie électrique	.	✓	.	.	.

*Responsable : Yann MAHE*

---

# S6-Fonctions de l'électronique

*Electronic functions*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
7.5	13.5	21			20

## Évaluation

2 évaluations :

- *DS final (0.5)*
- *Évaluation TP (0.5)*

## Plan

Partie I, le filtrage

- Notion de gabarit simplifié
- Fonctions d'approximation
- Filtres électroniques actifs

Partie II, l'amplification

- Circuits de base à transistor
- Les amplificateurs de tension
- Approche synthétique de la contre-réaction dans l'amplification

Partie III, les oscillations

- Oscillateurs à relaxation
- Stabilité des systèmes linéaires
- Oscillateurs sinusoïdaux, théorie linéaire.

## Objectifs

1- permettre aux étudiants d'analyser des schémas de filtres actifs et de concevoir ces filtres d'ordre quelconque (la conception part d'un gabarit simplifié).

2- permettre aux étudiants d'analyser la plupart des schémas d'amplificateurs de tension intégrés ou non.

3- permettre aux étudiants d'analyser des schémas d'oscillateurs et leur permettre de concevoir des dispositifs simples.

## Références

1- Paul bildstein, fonctions de transfert des filtres électriques, pages E3 110-1-E3 11030, techniques de l'ingénieur, 2002

2- M. Hassler & J. Neiryneck, Filtres électriques, presses polytechniques romandes, Dunod 1981

3- Sylvain Larribe, traitement analogique du signal - le filtrage analogique, CNAM Saclay, Paris, 2006

3- Michel Girard, amplificateurs de puissance, McGraw-Hill, Paris 1988

4- Michel Girard, Composants actifs discrets, McGraw-Hill, 1990

5- E.P. Popov, dynamics of automatic control systems, Pergamon press, 1961

6- A. Vatasesco, H. Sinnreich, St. Gavat, R. Stere & R. Piringier, circuits à semi-conducteurs dans l'industrie, tome 2, amplificateurs et oscillateurs, Masson, Paris, 1972

## Prérequis

Niveau honorable en électronique de base et en physique des semi-conducteurs. Connaissances basiques sur les systèmes linéaires et leur stabilité.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Analyser un schéma de filtre actif	.	.	✓	.	.
• Concevoir un filtre actif (basse fréquences)	.	.	✓	.	.
• Analyser un schéma d'amplificateur de tension	.	.	✓	.	.
• Concevoir un amplificateur de tension	.	✓	.	.	.
• Analyser un schéma d'oscillateur sinusoïdal	.	.	✓	.	.
• Concevoir un oscillateur sinusoïdal simple	.	✓	.	.	.

*Responsable : Vincent GOURET*

---

# S6-Microprocesseurs

*Microprocessors*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
7.5	15.5	27			25

## Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *TP*

## Plan

- Généralités sur les systèmes à micro-processeurs et microcontrôleurs
- Langages et outils (software et hardware)
- Vue interne d'un C, coeur et périphériques
- Carte à base de micro-P
- Initiation au langage assembleur
- Analyse des accès (timings)
- Mise en oeuvre de périphériques classiques

## Objectifs

Appréhender tant les aspects matériels spaciaux-temporels (architecture, caractéristiques dynamiques), que les aspects logiciels (jeu d'instructions, programmation) des micro-contrôleurs / micro-processeurs 8 bits.

Utiliser une carte à microP 8-bits et un microC 8-bit.

## Références

- JF WAKERLY ; Digital Design, Principles and practices ; Prentice Hall, 1990
- RH KATZ ; Contemporary logic design ; Benjammin Cummings, 1994

## Prérequis

Langage C, VHDL, Electronique Numérique

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître le vocabulaire de la discipline	.	.	✓	.	.
• Etre capable de comprendre l'architecture interne d'un micro-processeur, pour identifier ses ressources matérielles	.	.	✓	.	.
• Etre capable d'analyser et comprendre le jeu d'instructions d'un microprocesseur en lien avec ses ressources matérielles	.	.	✓	.	.
• Etre capable d'analyser la structure d'un microsysteme pour en exploiter les ressources	.	.	✓	.	.
• Etre capable de définir le schéma d'une carte basée sur un microprocesseur	.	.	✓	.	.

Responsable : Sébastien PILLEMENT



---

# S6-Méthodes numériques

*Numerical methods*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	6	15			10

## Évaluation

3 évaluations :

- *TP*
- *Final*
- *TD*

## Plan

1- Introduction aux méthodes numériques, 2- Représentation des nombres réels en machine et ses conséquences, 3- Résolution des systèmes linéaires, 4- Approximation numérique des fonctions, 5- Résolution d'équations non-linéaires, 6- Dérivation et intégration numériques, 7- Résolution numérique des équations différentielles (ordinaires).

## Objectifs

Connaitre les classes de base des problèmes de calcul numérique, ainsi que les algorithmes de résolution associés. Savoir implanter ces algorithmes en langage C. Connaitre le coût de ces algorithmes (temps/resources) ainsi que leur résultat (précision).

## Références

Méthodes numériques, Alfio Quarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri - Analyse numérique pour ingénieurs, André Fortin - Elementary numerical analysis, Samuel D. Comte, Carl de Boor - Analyse numérique et équations différentielles, J.P. Demailly

## Prérequis

Connaissances de base en analyse des fonctions réelles, algèbre linéaire, suites et séries.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaitre les classes de problèmes de base en méthodes numériques.	.	.	✓	.	.
• Connaitre les algorithmes et leurs propriétés permettant la résolution numérique des problèmes de base.	.	.	✓	.	.
• Programmer en langage C les algorithmes présentés.	.	.	✓	.	.
• Transcrire un problème d'ingénierie en un problème de calcul numérique et le dimensionner (coût/précision).	.	✓	.	.	.

*Responsable : Vincent GOURET*

---

# S6-Probabilités, Statistiques

*Probabilities, Statistics*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
10	15				10

## Évaluation

2 évaluations :

- *Inter*
- *Final*

## Plan

Rappel d'analyse combinatoire  
Probabilités et probabilités conditionnelles  
Dépendance et indépendance des événements  
Théorème des probabilités totales et théorème de Bayes  
Variable aléatoire  
Lois classiques de variable aléatoire  
Fonction d'une variable aléatoire  
Vecteur aléatoire  
Théorème central limite  
Loi de grand nombre  
Intervalle de confiance à un seuil prédéfini  
Test chi-2  
Comparaison de deux moyennes (test d'homogénéité)  
Test de corrélation entre deux populations  
Loi de Student

## Objectifs

Ce cours présente la probabilité, la probabilité conditionnelle, les différentes lois de probabilité pour modéliser un phénomène physique. Il introduit également les bases de statistiques nécessaires pour les élèves ingénieurs telles que le théorème central limite, la loi de grand nombre, l'estimation par intervalle de confiance, le test de la comparaison, le test de chi-2, la loi de Student.

## Références

Polycopié du cours ;  
MR. Spiegel ; Probabilités et statistiques ; Mac Graw-Hill, Schaum

## Prérequis

Analyse de base  
Algèbre

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Manipuler une probabilité conditionnelle	.	.	✓	.	.
• Appliquer la loi binomiale, la loi de Poisson, la loi hypergéométrique, la loi géométrique et la loi gaussienne	.	.	✓	.	.
• Calculer la densité de probabilité et la fonction de répartition d'une variable aléatoire. Calculer les moments, notamment la moyenne et la variance d'une variable aléatoire	.	.	✓	.	.
• Calculer la loi d'une fonction de variable aléatoire de loi connue	.	.	✓	.	.
• Utiliser et appliquer le théorème central limite. Maîtriser le concept d'intervalle de confiance	.	.	✓	.	.
• Calculer la moyenne, l'écart type à partir d'une série d'échantillons et comprendre leur signification physique	.	.	✓	.	.

*Responsable : Yide WANG*

---

# S6-Signaux déterministes et systèmes linéaires

*Deterministic signals and linear systems*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
11.25	15	13.75			15

## Évaluation

3 évaluations :

- *Inter*
- *TP*
- *Final*

## Plan

1. Signaux Continus : Signaux de base, Représentation fréquentielle, Transformée de Fourier, Transformée de Laplace
2. Echantillonnage et numérisation : Echantillonnage impulsionnel, Echantillonnage blocage, Effets du sous échantillonnage, Quantification
3. Signaux Discrets : Représentation fréquentielle, Transformée de Fourier, Transformée de Fourier Discrète, Transformée en Z
4. Caractérisation des Systèmes Linéaires Invariants dans le Temps (SLIT)
5. Filtrage Linéaire : Synthèse des filtres analogiques classiques, Synthèse des filtres numériques récursifs, Synthèse des filtres numériques non récursifs
6. Mise en oeuvre du filtrage : Structures de base des filtres récursifs, Structures de base des filtres non récursifs

## Objectifs

Fournir les bases nécessaires à la compréhension d'un système linéaire invariant dans le temps : Acquisition, Filtrage et Restitution du signal

## Références

1. P.S.R. Diniz, E.A.B DA Silva, S.L. Netto "Digital Signal Processing, System Analysis and Design", Editions Cambridge, 2010
2. M. Weeks "Digital Signal Processing using Matlab and Wavelets" Infinity Science Press LLC Massachusetts, 2007
3. Y.Thomas "Signaux et Systèmes Linéaires" Editions Masson, 1994

## Prérequis

Signaux continus et Transformées associées  
Réponse des systèmes usuels (intégrateur, à constante de temps, du second ordre, à non minimum de phase)  
Filtrage continu (filtres de Butterworth, Chebyshev I et II, Causer)

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser les conversions analogique-numérique et numérique-analogique	.	.	✓	.	.
• Calculer et interpréter la représentation fréquentielle d'un signal discret	.	.	.	✓	.
• Calculer la transformée de Laplace (TL) et la transformée en Z (TZ)	.	.	.	✓	.
• Utiliser la TL et la TZ pour caractériser un système linéaire invariant dans le temps	.	.	.	✓	.
• Synthétiser et implanter des filtres numériques	.	.	✓	.	.

*Responsable : Abdelhakim SAADANE*

---

## S6-Stage de 3e année

*Internship 3rd year*

---

### Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

### Évaluation

3 évaluations :

- *convention /CDD*
- *Rapport d'arrivée*
- *questionnaire éval*

*Responsable : Yann MAHE*

---

# S6-Systèmes informatiques

*Computer systems*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
7.5	9	24			15

## Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *TP*

## Plan

1. Evolution des systèmes informatiques et leurs fonctions
2. Une session de travail UNIX et son environnement
3. Edition, compilation, exécution des programmes
4. Communication entre utilisateurs, utilisation des E/S standard
5. Fonctions système d'exploitation - "primitives système"
6. Développement des applications système
7. Sous-systèmes des fichiers
8. Sous-systèmes E/S, opérations asynchrones
9. Génération des processus
10. Communication entre processus
11. Mécanismes IPC
12. Programmation pour le multitraitement avec plusieurs "threads"

## Objectifs

Dans ce module nous étudions les principales fonctions d'un système d'exploitation professionnel type UNIX. Nous apprenons l'utilisation des commandes et des utilitaires UNIX permettant de gérer et de programmer les applications proches du système d'exploitation. Dans ce but nous utilisons le langage C. Ce langage constitue la base de programmation de tous les systèmes informatiques

## Références

textes de TP, TD, cours - livre

## Prérequis

Programmation en C.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre et connaître le fonctionnement d'un système d'exploitation.	.	.	✓	.	.
• Savoir utiliser le système d'exploitation UNIX.	.	✓	.	.	.
• Savoir programmer des applications simples en langage	.	.	✓	.	.

*Responsable : Sébastien PILLEMENT*

---

# S7-Compatibilité électromagnétique

*Electromagnetic compatibility*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	7.5				8

## Évaluation

Une évaluation : *DS*

## Plan

- Modélisation des composants passifs
- Rayonnement électromagnétique
- Couplages électromagnétiques
- Solutions de filtrage, de blindage et de protection
- Découplages

## Objectifs

Comprendre les mécanismes de base intervenant dans les phénomènes de la CEM

## Prérequis

- Bases de l'électronique

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principes de la CEM	✓	·	·	·	·
• Appréhender des stratégies pour rendre les systèmes et circuits électroniques compatibles par rapport aux normes CEM	✓	·	·	·	·

*Responsable : Yann MAHE*



---

# S7-Conception de circuits numériques

*Digital circuit design*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	18	18			15

## Évaluation

3 évaluations :

- *Final conc circ*
- *Rapport TP*
- *Contrôle cours*

## Plan

- 1-Introduction générale à la conception de systèmes embarqués
- 2- Organisation des ressources logiques au sein des circuits numériques
- 3- Flot de développement des circuits numériques
- 4- Méthodologie pour la conception des circuits électroniques
- 5- Technologies de réalisation de circuits numériques
- 6- Utilisation d'un langage HDL

## Objectifs

Ce module vise à l'apprentissage et à la mise en pratique d'une méthodologie complète de conception de circuits numériques. Ce module porte également sur la compréhension des caractéristiques des différentes technologies de circuits, et sur l'utilisation des langages de description de matériel et des outils de conception.

## Références

- J.-P. Calvez, Spécification et conception des ASICs, Masson, 1993  
D.J. Smith, HDL chip design, 2002  
D.D. Gajsky, Principles of digital design, Prentice Hall, 1997  
R.H. Katz, Contemporary logic design, 1994

## Prérequis

Notions d'électronique numérique

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Appliquer une méthodologie pour la conception de circuits électroniques	.	✓	.	.	.
• Etre capable de faire le choix d'une technologie de circuits selon les contraintes de réalisation	.	✓	.	.	.
• Maîtriser les étapes et les outils de conception de circuits numériques	.	.	✓	.	.
• Connaître les principes associés aux langages de description de matériel	.	✓	.	.	.

*Responsable : Sebastien LE NOURS*

---

# S7-Electronique des moyennes fréquences

*Electronic midrange*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
12.5	22.5	27			30

## Évaluation

3 évaluations :

- *Inter (0.2)*
- *Final (0.4)*
- *TP (0.4)*

## Plan

1. PLL (boucle à verrouillage de phase)
2. Modulations et démodulations analogiques
3. Mélangeurs
4. Bruit
5. Fonctions spécifiques à la M.F.(ampli sélectif à bande étroite et à bande large)
6. Adaptation d'impédances
7. Synthèse sur la transmission des signaux analogiques
8. Ampli de puissance
9. Filtrage passif

## Objectifs

Analyser les fonctions électroniques. Mesurer les signaux. Comprendre un circuit électronique. Comprendre les notions de modulation. Modéliser un signal dans le domaine fréquentiel Modéliser un signal dans le domaine temporel. Décomposer un schéma électrique en schéma-blocs élémentaires. Connaître les limitations des circuits

## Références

- 1) J.C Pérez,... ; Electronique : fondements et applications ; Dunod, 2006,
- 2) F. Manneville , J. Esquieu ; Electronique ; Dunod
- 3) Gray, Hurst, Lewis, Meyer ; Analysis and design of analog integrated circuits ; Wiley
- 4) A. Pacaud ; Electronique radiofréquence ; Ellipse
- 5) Norbert R. Malik ; Analysis, Simulation and Design ; Prentice Hall

## Prérequis

Electronique de base

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir analyser la réponse d'une fonction de transfert grâce à un oscilloscope analogique, savoir mesurer : phase, taux de modulation, indice de modulation	.	.	.	✓	.
• Savoir modéliser un signal dans les domaines temporel et fréquentiel	.	.	✓	.	.
• Savoir décomposer un schéma électrique en schéma-blocs élémentaires. Connaître les limitations des circuits	.	.	✓	.	.

*Responsable : Tchanguiz RAZBAN HAGHIGHI*

---

## S7-Evaluation stage 3A

*S7-3A internship assessment*

---

### Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

### Évaluation

2 évaluations :

- *Rapport*
- *Soutenance*

*Responsable : Yann MAHE*

---

# S7-Microélectronique

*Microelectronics*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
2.5	13.5	9			10

## Évaluation

3 évaluations :

- *Final*
- *Inter*
- *TP*

## Plan

1. Modèles électriques des transistors bipolaires.
2. Introduction aux circuits intégrés logiques bipolaires.
3. Capacité MOS et effet de champ.
4. Modèles électriques des transistors MOS (Spice 1 et 3).
5. Circuits logiques de base en technologie NMOS et CMOS.

## Objectifs

Cet enseignement est principalement axé sur les filières CMOS qui dominent largement le marché des semiconducteurs. L'objectif est de :

- Comprendre les principes de fonctionnement des composants actifs et utiliser des modèles électriques standard (SPICE) appliqués à la simulation et la conception analogique de circuits intégrés.
- Appréhender l'impact des propriétés technologiques et physiques des transistors sur les caractéristiques électriques de fonctions logiques et analogiques.

## Références

Micro et Nano-électronique, Bases Composants Circuits; Hervé Fanet; Ed. Dunod (2006) Physique des semiconducteurs et composants électroniques; Henry Mathieu et Hervé Fanet; Ed. Dunod (2009) Understanding Semiconductor devices; Sima Dimitrijevic; Oxford Univ. Press (2000)

## Prérequis

Physique des semiconducteurs et composants électroniques

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre les principes physiques de fonctionnement des transistors et cellules de base en technologies MOS et bipolaire	.	✓	.	.	.
• Savoir utiliser les modèles électriques paramétrés des transistors en lien avec la technologie de fabrication intégrée	.	✓	.	.	.
• Etre capable avec des outils de CAO de dimensionner des cellules électroniques de base relativement à une application logique	.	✓	.	.	.
• Connaître les principes de base pour le tracé de Layout des circuits intégrés	✓	.	.	.	.

*Responsable : Antoine GOULLET*

---

# S7-Programmation Objet

*Object Oriented Programming*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
0.75	10.5	21			15

## Évaluation

3 évaluations :

- *DS*
- *Rapport TP*
- *TP*

## Plan

1. Introduction au langage Java
2. Concepts objet
3. Héritage
4. Exceptions
5. Interfaces graphiques et applets

## Objectifs

Ce cours présente les concepts essentiels de la programmation objet et les bases du langage Java.

## Références

Claude Delannoy ; Programmer en Java ; Eyrolles, 2008  
Anne Tasso ; Le livre de Java premier langage ; Eyrolles, 2011  
Michel Divay ; Java et la programmation objet ; Dunod, 2002

## Prérequis

Algorithmie programmation structurée, langage C.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principes de la programmation objet	.	.	✓	.	.
• Connaître le langage Java	.	.	✓	.	.

*Responsable : Gérard RAMSTEIN*

---

## S7-Projet transversal I

*Transdisciplinary project I*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			30		30

### Évaluation

Une évaluation : *Soutenance mi-projet*

### Plan

Le projet est découpé en 2 phases asymétriques sur deux semestres. Le projet démarre en septembre et s'achève fin mai.

Semestre 1 :

- négociation interne : constitution des équipes, identification chef de projets, choix des sujets
- phase bibliographique
- rédaction d'un cahier des charges
- mise en place des outils de gestion de projet
- négociation externe : cahier des charge et convention de collaboration
- pré développement et spécification

### Objectifs

Le projet transversal est une première expérience de projet de longue haleine mené en équipe de 4 à 6 étudiants et proposé par un Client industriel qui joue pleinement son rôle de maître d'oeuvre dans le cadre d'une convention établie entre lui et les étudiants. Il doit être finalisé à travers la réalisation d'un démonstrateur matériel et/ou logiciel présenté au cours du forum terminal.

### Prérequis

pas de pré requis supplémentaire en dehors de l'admission à suivre le semestre

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Gérer la complexité associée à la mise en oeuvre d'un projet (spécification, maîtrise interdisciplinaire, veille industrielle)	.	.	✓	.	.
• Mettre en oeuvre des techniques de gestion de projet	.	✓	.	.	.
• Gérer des relations avec un client vis à vis duquel on a pris des engagements contractuels	.	✓	.	.	.
• Gérer des relations au sein d'une équipe afin d'en augmenter l'efficacité opérationnelle	.	✓	.	.	.
• Apprendre à rechercher et exploiter au mieux des informations non présentes dans les enseignements dispensés	.	✓	.	.	.

*Responsable : Yann MAHE*

---

# S7-Systemes à microprocesseurs

*Microprocessor systems*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
2.5	18	21			20

## Évaluation

3 évaluations :

- *cours cartes microp*
- *final cartes microp*
- *projet cartes microp*

## Plan

- 1- Ressources matérielles d'un système à microprocesseur
  - 1.1- Principe de fonctionnement du coeur
  - 1.2- Organisation du système complet
  - 1.3- Catégories de mémoires
  - 1.4- Gestion des périphériques
  - 1.5- Interconnexions entre systèmes
- 2- Ressources logicielles d'un système à microprocesseur
  - 2.1- Langages de programmation
  - 2.2- Eléments de programmation d'un système à microprocesseur
  - 2.3- Jeu d'instructions
  - 2.4- Gestion des ressources matérielles
  - 2.5- Gestion des interruptions

## Objectifs

Ce module vise à l'apprentissage des mécanismes évolués au sein des systèmes à base de microprocesseurs. Les caractéristiques matérielles des systèmes à base de coeurs 16 et 32 bits sont introduites ainsi que les caractéristiques associées au fonctionnement des ressources logicielles de bas niveau.

## Références

Andrew Tanenbaum, Architecture de l'ordinateur, Pearson, 2005

J. L. Hennessy, D. Patterson, Architecture des ordinateurs une approche quantitative, Vuibert, 2002

Arnold S. Berger, Embedded Systems Design, an introduction to process, tools and techniques, CMP

Books

J. Ganssle, M. Barr, Embedded Systems Dictionary, CMP Books

## Prérequis

Electronique numérique, conception de circuits, systèmes à microprocesseurs 8 bits, bases de programmation structurée



## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser les caractéristiques matérielles des coeurs de micro-processeurs 16 et 32 bits	.	.	✓	.	.
• Etre capable de proposer différentes organisations de systèmes à base de microprocesseur	.	✓	.	.	.
• Maîtriser les outils et langages de base pour la programmation des systèmes à microprocesseurs	.	.	✓	.	.
• Etre capable de développer une application de complexité moyenne sur un système à base microprocesseur et utilisant des périphériques de base	.	✓	.	.	.

*Responsable : Sebastien LE NOURS*

---

# S7-Traitement des signaux aléatoires

*Random signal processing*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	13.5	9			10

## Évaluation

4 évaluations :

- *Test*
- *TP*
- *Final*
- *Evaluation*

## Plan

1. Rappels du traitement des signaux déterministes
2. Rappels de probabilités et variables aléatoires
3. Signaux ou processus aléatoires
4. Modélisation des signaux aléatoires
5. Estimation
6. Détection

## Objectifs

L'objectif de ce cours est de présenter aux étudiants le traitement des signaux aléatoires intervenant dans de nombreuses applications telles que la synthèse des signaux, le codage de source, la compression des signaux, les transmissions analogiques et numériques le RADAR etc...

## Références

- M. Charbit ; Eléments de traitement du signal : aspects aléatoires ; Ellipses, 1996  
Y. Thomas ; Signaux et Systèmes linéaires ; Masson, 1994  
M. Bellanger ; Analyse des Signaux et Filtrage Numérique Adaptatif ; Masson, 1989  
M. Bellanger ; Traitement numérique du signal, théorie et pratique ; Dunod, 2006

## Prérequis

Traitement des signaux déterministe, théorie des probabilités

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Caractériser un signal aléatoire	.	.	✓	.	.
• Modéliser un signal aléatoire	.	.	✓	.	.
• Estimer les paramètres d'un signal aléatoire	.	.	✓	.	.
• Détecter une caractéristique d'un signal aléatoire	.	.	✓	.	.

*Responsable : Jean-François DIOURIS*

---

# S8-Bases de données

*Databases*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
0.75	1.5	9			4

## Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

## Plan

- Introduction
- Modélisation UML
- Le modèle relationnel
- Normalisation des relations
- Les opérations algébriques
- Le langage SQL
- JDBC

## Objectifs

Ce cours est une initiation aux bases de données relationnelles, depuis la modélisation en UML jusqu'à son implémentation en SQL.

## Références

Bases de données de la modélisation au SQL, Laurent Audibert, Ellipses UML 2 pour les bases de données, Christian Soutou et Frédéric Brouard, Eyrolles

## Prérequis

Langage JAVA pour le chapitre JDBC

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Etre capable de modéliser des données en UML et de créer un schéma relationnel	.	.	✓	.	.
• Connaître les concepts essentiels pour la gestion d'une base de données	.	.	✓	.	.
• Connaître le langage SQL	.	.	✓	.	.

*Responsable : Gérard RAMSTEIN*

---

# S8-Communications numériques - fondements et techniques

*Digital communications - foundations and techniques*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6.25	15	12			15

## Évaluation

3 évaluations :

- *Final*
- *TP*
- *Inter*

## Plan

1. Transmission en bande de base sur un canal à bande limitée
  - \* Codes en lignes (linéaire, non linéaire et à réponse partielle), densité spectrale de puissance.
  - \* Interférence Inter-Symboles (I.I.S), probabilité d'erreur
  - \* Techniques d'égalisation, critères de Nyquist, diagramme de l'oeil, répartition optimale de l'égalisation entre émission et réception, transmission-réception à réponse partielle.
2. Transmission avec modulation sur un canal à bande limitée
  - \* intérêts, dégradations radioélectriques, modulations numériques linéaires et non linéaires
  - \* structure générale du modulateur, diagramme de constellation, choix d'une constellation, modulation-démodulation linéaire usuelle (MDA, MDP, MDAQ, )
  - \* canal équivalent en bande de base, I.I.S, diagramme de l'oeil, probabilité d'erreur
3. Théorie de l'information
  - \* Incertitude, quantité d'information (entropie), débit, efficacité, et redondance de sources et de codes, capacité d'un canal, codes à décodage unique, codes optimaux (Fano-Shannon, Huffman)
  - \* Codage de canal : codes de Hamming, codes cycliques : principe, polynôme générateur, codage par division, codage par multiplication, détection des erreurs, Circuits de codage-décodage.

## Objectifs

- Apprendre les traitements et les techniques de transmission de l'information
- Etre capable de concevoir et réaliser des systèmes de communication numériques tant en bande de base que par modulation numérique de porteuse(s)

## Références

- Alain Glavieux, Michel Joindot  
« Communications numériques » ; Masson, 1996
- Geneviève Baudoin et all  
« Radiocommunications numériques/1 » ; Dunod, 2002
- John G. Proakis  
« Digital communications » ; McGRAW-HILL, 1995
- "Communications numériques 1 : fondements et techniques"  
Safwan El Assad et Dominique Barba  
ISTE Editions Ltd 2020, 306 pages  
ISBN : 978-1-78405-669-8 (print)  
ISBN : 978-1-78406-669-7 (e-book)
- "Communications numériques 2 : travaux dirigés et pratiques"

Safwan El Assad et Dominique Barba  
 ISTE Editions Ltd 2020, 317 pages  
 ISBN : 978-1-78405-670-4 (print)  
 ISBN : 978-1-78406-670-3 (e-book)  
 "Digital Communications 1 : Fundamentals and Techniques"  
 Safwan El Assad, Dominique Barba  
 ISTE/WILEY Ltd 2020, 299 pages  
 ISBN : 978-1-78630-541-1 (print)  
 "Digital Communications 2 : Directed and Practical Work"  
 Safwan El Assad, Dominique Barba  
 ISTE/WILEY Ltd 2020, 310 pages  
 ISBN : 978-1-78630-542-8 (print)

## Prérequis

Probabilités  
 Signaux aléatoires  
 Signaux déterministes, systèmes linéaires  
 Statistiques

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les techniques de modulation numérique pour la transmission de l'information (architecture et fonctionnement des modulateurs/démodulateurs)	.	✓	.	.	.
• Connaître les techniques de codage pour la transmission de l'information	.	✓	.	.	.
• Etre capable de concevoir et réaliser des systèmes de communication numériques tant en bande de base que par modulation numérique de porteuse(s)	.	✓	.	.	.

*Responsable : Safwan EL ASSAD*

---

# S8-Conception de systèmes temps réel

*Real time system design*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	15				8

## Évaluation

2 évaluations :

- *Contrôle écrit*
- *Rapport*

## Plan

Dans un premier temps, cet enseignement présente les aspects théoriques liés à la conception de systèmes et les besoins que doit satisfaire une méthodologie de conception. Plusieurs méthodologies sont présentées.

Les concepts ainsi positionnés sont illustrés sur la base de la méthodologie MCSE aussi bien pour les étapes de la démarche que les modèles. Pour cela le travail de spécifications est présenté en insistant sur le travail d'analyse et de modélisation de l'environnement, puis sur le travail de spécification fonctionnelle, opératoire et technologique. Ensuite sont présentées la conception fonctionnelle puis l'introduction des interfaces physiques, la spécification des implantations logicielles et matérielles.

un exemple est totalement traité pour illustration.

## Objectifs

L'objectif de cet enseignement est dans un premier temps de donner la connaissance des besoins des méthodologies de conception des systèmes. Ensuite, il s'agit de considérer les modèles et méthodes requises pour considérer un problème en partant de cahier des charges jusqu'à l'expression de la solution technologique en se basant sur la méthodologie.

## Références

J.P. Calvez, "Spécification et Conception des Systèmes : une méthodologie", Masson 1993,  
J.P. Meinadier, "Ingénierie et intégration des Systèmes", Hermes 1998

## Prérequis

- modélisation comportementale (machine à états finis)

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre la nécessité d'une méthodologie pour la conception de systèmes	.	.	✓	.	.
• Distinguer les aspects fonctionnels et technologiques	.	.	✓	.	.
• Considérer les différents niveaux d'abstraction d'une application	.	.	✓	.	.
• Utiliser les différents modèles et méthodes de la méthodologie MCSE	.	.	✓	.	.

*Responsable : Olivier PASQUIER*

---

# S8-Electronique Hyper-Frequences

*HF electronic*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
8.75	13.5	15			15

## Évaluation

3 évaluations :

- *Final*
- *Inter*
- *Rapport MP*

## Plan

1. Introduction : de la propagation guidée à la théorie des lignes
2. Propagation sur une ligne de transmission, notion de coefficient de réflexion, modélisation de la propagation à partir de concepts "circuits"
3. Lignes en régime impulsionnel, application à la synchronisation en électronique numérique
4. Abaque de Smith et adaptation
5. Diffraction sur les discontinuités, théorie des circuits micro-ondes et CAO circuits
6. Bases méthodologiques sur la Conception de circuits passifs et actifs
7. Mini projet sur le thème de la conception de filtres et d'amplificateurs. Initiation à l'utilisation des logiciels de CAO "circuits" et aux méthodes de caractérisation haute fréquence.

## Objectifs

L'objectif est de comprendre les phénomènes de propagation sur une ligne de transmission pour pouvoir résoudre des problèmes de conception de circuits haute fréquence

## Références

- 1) Paul COMBES ; Micro-ondes ; Dunod, 2004, Tomes 1 et 2, ISBN 2100027530
- 2) Marc HELIER ; Techniques Micro-ondes ; ELLIPSES, 2001, Collection Supélec, ISBN 2729804978
- 3) David M. POZAR ; Microwave engineering ; John Wiley, 2004, ISBN : 0471448788

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir traiter un problème de propagation sur une ligne de transmission.	.	.	✓	.	.
• Savoir traiter un problème d'adaptation par utilisation de l'abaque de Smith.	.	.	✓	.	.
• Savoir traiter un problème de conception de circuits haute fréquence	.	.	✓	.	.

*Responsable : Tchanguiz RAZBAN HAGHIGHI*

---

# S8-Executifs temps réels

*Real time operating systems*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	7.5	9			10

## Évaluation

2 évaluations :

- *Contrôle écrit*
- *Rapport TP*

## Plan

Après avoir introduit les spécificités des systèmes temps-réel, l'enseignement présente les politiques d'ordonnancement de base pour les applications multi-tâches temps-réel, puis les différentes solutions de réalisation des mécanismes de synchronisation et de transfert de message.

Plusieurs situations particulières sont ensuite présentées telles que l'interblocage circulaire, le tournoi conflictuel ou l'inversion de priorité.

Les cours sont illustrés par des travaux pratiques utilisant un système d'exploitation et des outils industriels.

## Objectifs

L'objectif de cet enseignement est de donner des informations sur les particularités des applications temps-réel et sur les mécanismes de base présents dans les exécutifs temps-réel tels que l'ordonnancement, la synchronisation, l'exclusion mutuelle et le transfert de message.

## Références

- Cottet, Delacroix, Kaiser, Mameri, "Ordonnancement Temps-Réel", Hermes, 2000  
F. Cottet, E. Grolleau, "Systèmes Temps réel de contrôle-commande", Dunod, 2005  
Buttazo, "Hard Real-Time Computing Systems", Kluwer, 2002

## Prérequis

- programmation séquentielle (langage c),
- Structure de base et fonctionnement de base des microprocesseurs (registres, pile, appel procédural),
- modélisation structurelle et comportementale.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Spécificité et classes pour les applications temps-réel	.	.	✓	.	.
• Politiques d'ordonnancement pour le temps-réel	.	✓	.	.	.
• Relations inter-tâches (synchronisation, échange de donnée)	.	.	✓	.	.
• Problème de l'exclusion mutuelle	.	✓	.	.	.

*Responsable : Olivier PASQUIER*



---

# S8-Industrialisation

## *Industrialization*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
12	1				6

### Évaluation

2 évaluations :

- *Examen écrit*
- *Eco-conception*

### Plan

Partie I Les métiers de l'ingénieur, ses pratiques et responsabilités Cycle de vie des produits  
Les processus "de l'industrialisation à la production", la gestion des risques  
La conception à coût objectif, l'analyse de la valeur  
Calculs de fiabilité, la gestion des obsolescences,  
Dossiers (définition, fabrication) L'organisation des projets (WBS/OBS/PBS), la planification, le rôle de la qualité (dédiée/intégrée) Les choix Make / Team / Buy  
Partie II  
Introduction  
Qualité, composants et insertion  
ESD, MSD  
Brasage

### Objectifs

Connaître et maîtriser les phases techniques et non techniques qui permettront ensuite de fabriquer en série des produits et systèmes électroniques respectant les exigences de qualité et de rentabilité.

### Prérequis

Notion d'industrialisation et de production  
Notion d'organisation de projet Connaissance des composants électroniques passifs et actifs

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Identifier les phases du développement d'un projet industriel	.	.	✓	.	.
• Etre capable d'organiser le développement d'un projet	.	✓	.	.	.
• Connaître les rôles des acteurs et des organisations intervenant dans les processus industriels	✓	.	.	.	.
• Connaître les équipements clés de fabrication et de contrôle des produits électroniques	.	✓	.	.	.
• Connaître les principales étapes de fabrication des produits électroniques	.	✓	.	.	.

*Responsable : Antoine GOULLET*

---

# S8-Introduction à l'écoconception

*Ecodesign*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
1.5	2				3

## Plan

1. Mise en situation
2. Exemples de produits éco-conçus
3. Les impacts environnementaux
4. Les principes de base de l'EC (ISO 14 062)
5. Les éco-outils
6. La communication environnementale

## Objectifs

Comprendre les objectifs de l'éco-conception  
Découvrir ses principes de base et outils associés  
Mettre en oeuvre un logiciel simple

## Références

JOLLIET, O. ; SAADÉ, M. ; CRETZAZ, P. (2005). Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.

MILLET, D. (dir.) (2003). Intégration de l'environnement en conception, l'entreprise et le développement durable, Paris, Hermès science, Lavoisier.

## Prérequis

Sensibilisation aux problématiques environnementales

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Lister les principaux impacts environnementaux	✓	.	.	.	.
• Lister les étapes d'une analyse de cycle de vie	✓	.	.	.	.
• Réaliser un bilan produit	.	✓	.	.	.

*Responsable : Antoine GOULLET*

---

# S8-Optimisation

*Optimisation*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	7.5	12			12

## Évaluation

3 évaluations :

- *Final*
- *Inter*
- *TP*

## Plan

1) Introduction 2) Optimisation sans contrainte 3) Optimisation des fonctions stochastique 4) Optimisation avec contraintes 4) Algorithmes stochastiques d'optimisation globale

## Objectifs

L'objectif de ce cours est de présenter aux étudiants la problématique de l'optimisation. Comment modéliser un tel problème? Existence et unicité d'une solution? Il s'agit également de décrire les principales méthodes déterministes d'optimisation avec ou sans contrainte, l'optimisation d'une fonction stochastique et les méthodes stochastiques.

## Références

Jean-Christophe Culiolo : "Introduction à l'optimisation", Ellipses, 1994

## Prérequis

Traitement des signaux aléatoire, Algèbre matricielle, Analyse

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Modéliser un problème d'optimisation	.	.	✓	.	.
• Résoudre des problèmes d'optimisation par des méthodes déterministes	.	.	✓	.	.
• Optimiser une fonction stochastique	.	.	✓	.	.
• Résoudre un problème d'optimisation avec contraintes par des méthodes déterministes	.	.	✓	.	.
• Résoudre des problèmes d'optimisation par des méthodes stochastiques	.	✓	.	.	.

*Responsable : Jean-François DIOURIS*

---

## S8-Projet transversal II

*Transdisciplinary project II*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			70		35

### Évaluation

Une évaluation : *Rapport, soutenance*

### Plan

Le projet est découpé en 2 phases asymétriques sur deux semestres. Le projet démarre en septembre et s'achève fin mai.

Semestre 2 :

- négociation externe : cahier des charges final
- conception et réalisation
- dossier d'industrialisation

### Objectifs

Le projet transversal est une première expérience de projet de longue haleine proposé par un Client industriel qui joue pleinement son rôle de maître d'oeuvre dans le cadre d'une convention établie entre lui et les étudiants. Il doit être finalisé à travers la réalisation d'un démonstrateur matériel et/ou logiciel présenté au cours du forum terminal.

### Prérequis

pas de pré requis supplémentaire en dehors de l'admission à suivre le semestre

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Gérer la complexité associée à la mise en oeuvre d'un projet (spécification, maîtrise interdisciplinaire, veille industrielle)	.	.	✓	.	.
• Mettre en oeuvre des techniques de gestion de projet	.	.	✓	.	.
• Gérer des relations avec un client vis à vis duquel on a pris des engagements contractuels	.	.	✓	.	.
• Gérer des relations au sein d'une équipe afin d'en augmenter l'efficacité opérationnelle	.	.	✓	.	.
• Apprendre à rechercher et exploiter au mieux des informations non présentes dans les enseignements dispensés	.	.	✓	.	.

*Responsable : Yann MAHE*

---

# S8-Réseaux informatiques

*Computer networks*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
2.5	9	12			10

## Évaluation

2 évaluations :

- *Contrôle réseaux*
- *TP réseaux*

## Plan

Principe de fonctionnement des réseaux locaux LAN :

- Couches fonctionnelles des modèles (OSI, TCP/IP)
- Couche physique
- Couche de lien (accès aux médias, Ethernet)
- Couche réseau (IPv4, routage, ARP)
- Couche transport (protocoles UDP et TCP)

## Objectifs

- Comprendre le fonctionnement des réseaux informatiques locaux LAN (principes et protocoles).
- Savoir programmer en langage C des applications communiquant par le biais des fonctionnalités "socket" (prises réseau).

## Références

- "Réseaux", Andrew Tanenbaum, Ed. Pearson
- "Les réseaux", Pujolle Guy, Ed. Eyrolles.

## Prérequis

Communication numérique. Programmation en langage C.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre le fonctionnement des réseaux informatiques et des protocoles du système Internet	.	.	✓	.	.
• Savoir programmer en langage C les applications communiquant par le biais des fonctionnalités "socket"	.	✓	.	.	.

*Responsable : Sébastien PILLEMENT*

---

# S8-SOpC, Synthèse et implantation sur FPGA

*SOpC : FPGA design and programming*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3.75	3	9			8

## Évaluation

Une évaluation : *projet + contrôle*

## Plan

1. Introduction sur les Systèmes On Chip et problématiques associées
2. Etude de l'architecture des FPGA et exploitation.
3. Etude de cas sur FPGA Xilinx
4. Mise en oeuvre d'une application images en VHDL sur FPGA.

## Objectifs

L'objectif de ce module est de bien saisir l'intérêt des technologies SopC, de comprendre leur architecture et savoir l'exploiter de façon optimale. Les concepts sont mis en oeuvre au travers d'un projet permettant de traverser toutes les étapes du flot de conception jusqu'à la réalisation et test sur un FPGA.

## Prérequis

Application du langage VHDL Application des circuits électroniques numériques

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les technologies des circuits (ASIC, FPGA, SoC, Sopc. . .)	.	✓	.	.	.
• Savoir exploiter une architecture FPGA à partir d'une description VHDL	.	✓	.	.	.
• Projeter des algorithmes multimédias sur ces structures	.	✓	.	.	.
• Maîtriser le Workflow FPGA (synthèse, implantation, outils d'analyse)	.	.	✓	.	.

*Responsable : Patrick LE CALLET*

---

# S8-Signaux multimédia

*Multimedia signals*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
5	4.5	13.5			12

## Évaluation

Une évaluation : *Final*

## Présentation

Représentation, analyse et codage des images fixes.

## Plan

- 1- Introduction (domaines et exemples d'applications, représentations de base)
- 2- Transformation ponctuelle et histogramme (LUT, binarisation et histogramme)
- 3- Filtrage linéaire (convolution 2D, FFT)
- 4- Filtrage non linéaire (filtrage d'ordre, filtrage morphologique)
- 5- Quantification
- 6- Codage prédictif
- 7- Transformation DCT, standard JPEG

## Objectifs

Donner les éléments permettant de comprendre la représentation, l'analyse et le codage des images fixes. Détailler des méthodes de traitements des images.

## Références

Henri Maitre : Le traitement des images (éd. Hermes, 2003).

Michel BARLAUD et Claude LABIT : La compression et codage des images et des vidéos (éd. Hermes, 2002).

Gibson, Berger, Lookabaugh, Lindbergh et Baker : Digital compression for multimedia, principles and standards (éd. Morgan Kaufmann, 1998).

## Prérequis

Notions de traitement du signal.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir les représentations de base en images fixes.	.	✓	.	.	.
• Savoir les méthodes de traitements (filtrage) des images.	.	.	✓	.	.
• Savoir les méthodes de codage des images fixes.	.	✓	.	.	.
• Savoir-faire pour traiter (sous Matlab) des images fixes.	.	.	✓	.	.
• Savoir-faire en compression d'images fixes.	.	✓	.	.	.

*Responsable : Vincent RICORDEL*

---

## S8-Stage de 4e année

*S-8 Internship 4th year*

---

### Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

### Évaluation

2 évaluations :

- *Rapport sur Madoc*
- *convention / contrat*

*Responsable : Yann MAHE*



---

## S9-C1 : Systèmes RF : circuits et antennes

*C1 : RF systems: circuits and antennas*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
39		21	12		20

### Évaluation

3 évaluations :

- *Manip TP*
- *Projet CAO*
- *Ecrit*

### Plan

1. Introduction et contexte
2. Technologies en hyperfréquence et pour télécommunications optiques
3. Circuits passifs
4. Circuits actifs
5. Mesures en hyperfréquences
6. Introduction aux antennes
7. Microsystèmes et capteurs
8. Théorie des antennes
9. Réseaux d'antennes
10. Principales structures d'antennes (antennes filaires, cornets, paraboles, antennes imprimés)
11. Travaux pratiques (CAO et mesure en chambre anéchoïque)

### Objectifs

Connaître les principales architectures des dispositifs haute fréquence, leurs avantages et leurs inconvénients. Avoir acquis les principales démarches de conception de circuits passifs ou actifs, savoir les utiliser dans le cadre d'une plateforme CAO haute fréquence (HP ADS, IE3D, MOMENTUM, Microwave Studio, HFSS).

Avoir compris comment, partant d'un phénomène physique et disposant d'une technologie, il est possible d'imaginer la construction d'un capteur. Savoir à partir de spécifications données élaborer une stratégie de conception d'antenne. Savoir à partir d'une pré-étude d'une antenne, décrire cette antenne sur un logiciel de simulation électromagnétique (IE3D, HFSS, Microwave Studio) et optimiser ses performances. Savoir caractériser une antenne en chambre anéchoïque.

### Références

- 1) Paul Combes ; Micro-ondes ; Masson, 1995
- 2) Villegas ; Radio-communications numériques ; Masson, 2003
- 3) Henry Mathieu ; Physique des semiconducteurs et composants électroniques ; Masson, 2004.
- 4) G. Asch ; Les capteurs en instrumentation industrielle ; Dunod, 1999
- 5) Salvador Mir ; Dispositifs et physique des microsystèmes sur silicium ; Hermès, 2002
- 6) Eyraud Grange, Ohanessian ; Théorie et technique des antennes ; Vuibert
- 7) Nhu Bui Hai ; Antennes Micro-ondes ; Dunod
- 8) Leo Thourel ; Les antennes ; Masson
- 9) PAul Combes ; Micro-ondes - Tome 2 ; Masson, 1995

## Prérequis

Electronique HF, Electromagnétisme, Electronique

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les principales architectures des dispositifs et "front-ends" haute fréquence	.	✓	.	.	.
• Savoir déterminer les spécifications des éléments d'une chaîne de transmission	.	✓	.	.	.
• Connaître les technologies actuelles	.	✓	.	.	.
• Connaître les principales démarches de conception de circuits passifs ou actifs	.	✓	.	.	.
• Savoir utiliser une plateforme CAO haute fréquence (HP ADS, IE3D, MOMENTUM, Microwave Studio, HFSS)	.	✓	.	.	.
• Connaître les technologies de fabrication, propriétés et applications des microsystèmes et capteurs	✓	.	.	.	.
• Savoir élaborer une stratégie de conception d'antenne	.	✓	.	.	.
• Savoir décrire une antenne sur un logiciel de simulation (IE3D, HFSS, Microwave Studio) et optimiser ses performances	.	.	✓	.	.
• Savoir caractériser une antenne en chambre anéchoïque	.	.	✓	.	.

*Responsable : Tchanguiz RAZBAN HAGHIGHI*

---

## S9-C2 : Radar

*S9-C2: Radar*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
9		6			

### Évaluation

Une évaluation : *eval*

*Responsable : Christophe BOURLIER*

---

## S9-C3 : Communications numériques : Architectures radionumériques

*C3 : Digital communications : Radio architectures*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
24		6			15

### Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *TP*

### Plan

1. Récepteurs optimaux
  - Représentation des signaux modulés dans l'espace de Hilbert
  - Récepteur cohérent à maximum de vraisemblance pour une modulation numérique
  - Performance des systèmes de communications (BER, efficacité spectrale...)
2. Les canaux à multitrajets
3. Egalisation
4. Etalement de spectres : CDMA
5. OFDM et dérivées

### Objectifs

Ce cours est un complément du cours de communications numériques dispensé au semestre 8 de spécialité ETN. Il vise à approfondir certaines notions et à introduire les techniques utilisées aujourd'hui dans les systèmes de communication. De plus, la sécurité de l'information basée sur les séquences chaotiques est abordée.

### Références

- J.G. PROAKIS, "Digital Communications", McGraw-Hill, 4th edition, 2001.  
M. RICE, "Digital Communications : A Discrete-Time Approach", Pearson Prentice-Hall, 2009.  
Y. WANG, "Récepteurs Optimaux", Cours ETN5/SCM, Polytech'Nantes, 2010.  
S. BENEDETTO and E. BIGLIERI, "Principles of Digital Transmission, with wireless applications", Kluwer academic/Plenum Publishers, 1999

### Prérequis

Signaux aléatoires  
Communications numériques bases et techniques : Théorie de l'Information  
Communications numériques

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre la théorie des récepteurs optimaux à maximum de vraisemblance pour une modulation numérique sans mémoire	.	.	✓	.	.
• Savoir évaluer théoriquement les performances d'une modulation en termes de probabilité d'erreur et d'efficacité spectrale	.	✓	.	.	.
• Comprendre la problématique de l'égalisation et connaître la structure et le fonctionnement des égaliseurs les plus simples	.	.	✓	.	.
• Connaître les techniques CDMA et OFDM ainsi que leurs principales applications	.	✓	.	.	.
• Savoir générer des codes pseudo-chaotiques et quantifier les performances de ces séquences	.	.	✓	.	.
• Savoir réaliser un cryptosystème chaos-based	.	✓	.	.	.

*Responsable : Pascal CHARGE*

---

## S9-C4 : Conception des objets connectés et Autonomie

*C4 : Design of connected objects and Autonomy*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
9		12			15

### Évaluation

Une évaluation : *Compte Rendu TP*

### Objectifs

ce cours adresse l'IOT et les objets connectés au travers de ces applications et de son architecture et ses technologies de communication. Les aspects middleware sont également abordés.

### Prérequis

Communications numériques, microcontrôleurs, traitement du signal

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les domaines applicatifs de l'iot	.	.	✓	.	.
• Connaître l'architecture de l'IOT	.	.	✓	.	.
• Connaître et savoir sélectionner un protocole de communication pour un objet connecté	.	.	✓	.	.
• Connaître le protocole LORAWAN	.	.	✓	.	.
• Savoir mettre en oeuvre le protocole MQTT	.	.	✓	.	.

*Responsable : Jean-François DIOURIS*

---

## S9-C5 : Conception d'un dispositif électronique, du cahier des charges au prototype industrialisable

*C5 : Design of electronic device from specification to industrialisable prototype*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		15			6

### Évaluation

2 évaluations :

- *compte rendu TP*
- *Ecrit*

### Plan

1. Sources d'énergie Autonome
  - 1.1. Piles et batteries
  - 1.2. Supercondensateur
  - 1.3. Convertisseurs
  - 1.4. Récupération d'énergie
2. Optimisation de l'énergie consommée par les circuits
  - 2.1. Consommation des circuits et réduction de la consommation
  - 2.2. Techniques d'optimisation énergétique des systèmes à base de microcontrôleurs
3. Optimisation énergétique des fonctions de communications
  - 3.1. Comparaison des différents standards de communications
  - 3.2. Optimisation du lien radio
4. TP : optimisation énergétique d'un capteur connecté

### Objectifs

- Connaître les différentes sources d'énergie autonome (Pile, batterie, supercondensateur, et la récupération d'énergie) permettant de rendre un système autonome.
- Connaître les principes de la consommation énergétique d'un circuit et les techniques permettant de réduire sa consommation.
- Connaître les techniques d'optimisation énergétiques des systèmes à base de microcontrôleurs.
- Connaître l'efficacité énergétique des principaux standards de communication radio à courte et grand distance.
- Savoir optimiser l'énergie consommée par un lien radio pour transmettre des informations.

### Prérequis

Base des systèmes embarqués, programmation C, électronique analogique, communications numériques

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les différentes sources d'énergie autonome	.	.	.	✓	.
• Connaître les principes de la consommation énergétique d'un circuit et les techniques permettant de réduire sa consommation	.	.	✓	.	.
• Connaître les techniques d'optimisation énergétiques des systèmes à base de microcontrôleurs.	.	.	.	✓	.
• Connaître l'efficacité énergétique des principaux standards de communication radio à courte et grand distance	.	.	✓	.	.
• Savoir optimiser l'énergie consommée par un lien radio pour transmettre des informations	.	.	✓	.	.

*Responsable : Jean-François DIOURIS*



---

## S9-C6 : Ingénierie des systèmes de télécommunications mobiles

*C6 : Telecommunication systems engineering*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
12		6			10

### Évaluation

Une évaluation : *Soutenance projet*

### Plan

1ère partie : Architecture des réseaux (E. MOTTA CRUZ)

Chapitre 1 - Introduction aux réseaux mobiles

Chapitre 2 - La planification d'un réseau cellulaire

Chapitre 3 - Les évolutions techniques

Chapitre 4 - La qualité de service d'un réseau mobile

2ème partie : Ingénierie des réseaux cellulaires (G. LEFORT)

Chapitre 5 - Ingénieries Radio et Transmission des Réseaux Cellulaires.

Chapitre 6 - Dimensionnement et Planification d'un réseau cellulaire.

Chapitre 7 - Projet personnel de dimensionnement et planification d'un réseau cellulaire sur une ville

### Objectifs

- 1) Transmettre aux élèves les fondamentaux des réseaux de télécommunications mobiles cellulaire basés sur les normes GSM, UMTS et LTE, avec une vision de l'opérateur et de ses acteurs sur le terrain.
- 2) Doter les élèves d'un savoir-faire des règles d'ingénierie et de dimensionnement d'accès radio et de transport à l'aide des outils de simulation.

### Références

Les réseaux DSC et GSM - X. LAGRANGE - Dunod

Les faisceaux hertziens analogiques et numériques - E. FERNANDEZ - CENET/ENST

GSM Networks : Protocols, Terminologie and implementation - G. HEINE - Artech House

GSM, GPRS and EDGE performance - T. HALONNEN et al. - Wiley

GPRS, Gateway to third Generation Mobile Networks - G. HEINE et al - Artech House

EDGE for Mobile Internet - E. SEURRE - Artech House

UMTS, réseaux mobiles de 3ème génération - H. HOLMA et al - Osman Eyrolles

### Prérequis

Electronique radio, communications numériques

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les fondamentaux des réseaux cellulaires	.	.	✓	.	.
• Savoir planifier et dimensionner un réseau cellulaire	.	✓	.	.	.

*Responsable : Jean-François DIOURIS*

---

## S9-C7 : Sécurité des données

*C7 : Data Security*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
15					10

### Évaluation

Une évaluation : *Synthèse + oral*

### Plan

- Généralités.
- Cryptographie classique.
- Algorithme AES (Advanced Encryption Algorithm).
- Modes de chiffrement symétrique.
- Sécurité basée sur les signaux chaotiques :
  - Pourquoi utiliser le chaos pour sécuriser les informations ?
  - Conception de générateurs chaotiques efficaces et mesure de la performance
  - Conception de cryptosystèmes efficaces et évaluation des performances
  - Conception de systèmes de stéganographie efficaces
  - Conception de fonctions de hachage efficaces

### Objectifs

Ce cours est consacré à la compréhension de la cryptographie classique et à la conception de systèmes de cryptographie efficaces basés sur le chaos.

### Références

- W. Stallings, « Cryptography and Network Security », Pearson 2014
- B. Schneier, « Applied Cryptography », Wiley 1996
- [Lozi, 2012], ?Emergence of randomness from chaos?, International Journal of Bifurcation and Chaos, IJBC, Vol. 22, No. 2 (2012) 1250021 (15 pages).
- [Masuda et al., 2006], ?Chaotic block ciphers : from theory to practical algorithms?. IEEE Trans on Circuits and Systems-I, vol. 53, no. 6, 2006, pp. 1341-1352.
- [El Assad et al. 2014], ?Chaos-based Block Ciphers : An Overview ?, IEEE, 10th International Conference on Communications, COMM-2014, Bucharest, Romania, May 2014, pp. 23-26. Invited talk
- [El Assad, Farajallah, 2016], ?A new Chaos-Based Image Encryption System?. Signal Processing : Image Communication 41, (2016) 144-157.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• - Fournir des principes, des théories et des méthodes pour concevoir des systèmes de sécurité des données et des systèmes de sécurité des données basés sur le chaos.	·	✓	·	·	·
• Etre capable de concevoir, réaliser et analyser des systèmes cryptographiques basés sur le chaos.	·	✓	·	·	·
• Connaître les applications : sécurité des images et des vidéos ; sécurité de l'Internet ; sécurité des objets connectés (IoT).	·	✓	·	·	·

*Responsable : Safwan EL ASSAD*

---

## S9-CME : Intelligence Artificielle & Embarquée

*CME: Embedded AI*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6					3

### Évaluation

2 évaluations :

- *QCM*
- *Rapport + eval TP*

*Responsable : Olivier PASQUIER*

---

## S9-E1 : Conception des systèmes embarqués

*E1 : Embedded system design*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6	18				10

### Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

### Plan

L'enseignement est divisé en 2 parties :

la première partie présente des notions de qualité des systèmes (sûreté, disponibilité, ...) et de sûreté de fonctionnement (redondance matériel, logicielle). Durant cette partie sont aussi approfondis les concepts de conception de systèmes (expression des exigences, spécifications des systèmes, conception fonctionnelle et évaluation des performances des architectures). Ce dernier point est complété par un panorama des méthodes et outils pour la conception de systèmes.

La seconde partie consiste à mettre en oeuvre les différents concepts de la méthodologie MCSE sur une étude de cas qui conduit chacun à définir les spécifications, faire la conception fonctionnelle puis détaillée d'un exemple particulier.

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif d'approfondir les connaissances liées à la conception et la sûreté de fonctionnement de systèmes numériques pour l'embarqué.

### Références

J.P. Calvez, "Spécification et conception des systèmes : une méthodologie", Masson 1993,  
J.P. Calvez, "Spécification et conception des systèmes : des études de cas", Masson 1993,  
J.P. Meinadier, "Ingénierie et intégration des Systèmes", Hermes 1998

### Prérequis

- Bases des Systèmes temps-réel et exécutifs temps-réel,
- Conception de systèmes.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Utiliser une méthodologie de conception de système	.	.	.	✓	.
• Connaître les contraintes liées à la sûreté de fonctionnement	✓	.	.	.	.

*Responsable : Olivier PASQUIER*

---

## S9-E2 : Conception de SoC

*E2 : SoC design*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
4.5	15	9			15

### Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

### Plan

1. Introduction
2. Etat de la situation en conception de circuits
3. Flot de conception et outils
4. Démarche de conception
5. Utilisation de VHDL pour la synthèse de circuits
6. Technologies pour la réalisation de circuits
7. Conception pour le test
8. Conception des unités d'exécution
9. Bilan

### Objectifs

Ce module vise à la maîtrise d'une méthodologie complète de conception de circuits numériques, via l'expérimentation au travers d'études de cas propres à chaque binôme d'étudiants. Ce module aborde également les notions avancées liées à la conception de circuits complexes.

### Références

- J.P. Calvez, Spécification et conception des ASICs, Masson, 1993
- M. Zwolinski, Digital Design with VHDL, Prentice-Hall, 2000
- D. Gajski, Principles of Digital Design, Prentice-Hall, 1997
- M. Keating, P. Bricaud, Reuse Methodology Manual for systems-on-a-chip designs, Kluwer Academic Publishers, 1998

### Prérequis

Electronique numérique, conception de circuits

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser la conception de circuits au niveau RTL par l'utilisation de VHDL	.	.	.	✓	.
• Maîtriser le développement, la validation et la documentation d'une IP	.	.	.	✓	.
• Maîtriser la chaîne d'outils de description, synthèse et simulation	.	.	.	✓	.
• Connaître les technologies actuelles de circuits	✓	.	.	.	.

*Responsable : Sebastien LE NOURS*

---

## S9-E3 : Conception conjointe des systèmes Hw/Sw

*E3 : Codesign*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
9		18			15

### Évaluation

Une évaluation : *TP*

### Plan

1. Introduction
2. Etat de la situation en conception conjointe
3. Techniques de co-vérification matériel/logiciel
4. Implantation des communications
5. Conception orientée plate-forme
6. Langage SystemC
7. Approche de modélisation transactionnelle
8. Evaluation des performances
9. Conclusion

### Objectifs

Ce module vise à l'apprentissage des méthodes, modèles, langages et outils utilisés afin d'améliorer le processus de conception conjointe des ressources matérielles et logicielles des systèmes embarqués.

### Références

- A. Jerraya, Conception de haut niveau des systèmes monpuces , Hermes, 2002
- D.C. Black, J Donovan, SystemC : From the Ground Up, Springer, 2004
- G. Martin, H. Chang, Winning the SoC Revolution, Kluwer Academic Publishers, 2003

### Prérequis

Conception de circuits, systèmes à microprocesseurs, programmation orientée objet

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre les activités de conception conjointe matériel/logiciel	.	.	✓	.	.
• Mettre en application le langage SystemC pour la description d'une architecture simple	.	✓	.	.	.
• Développer un système matériel/logiciel sur FPGA	.	.	✓	.	.
• Utiliser la modélisation transactionnelle pour l'évaluation des performances des architectures	.	✓	.	.	.

*Responsable : Sebastien LE NOURS*

---

## S9-E4 : Logiciels embarqués

*E4 : Embedded softwares*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
12		18			15

### Évaluation

Une évaluation : *Projet*

### Plan

- 1) Le module dans un premier temps mets en avant les contraintes dues aux architectures embarqués (consommation énergétique, taille, puissance de calcul, ...)
- 2) Les contraintes apportées au niveau logiciel sont introduites ainsi que les solutions à mettre en oeuvre.
- 3) La mise en oeuvre des techniques de programmation est présentée dans l'environnement Autosar du domaine automobile.
- 4) L'utilisation d'une micro machine virtuelle Java est étudiée.
- 5) L'ensemble des notions vues sont utilisées lors d'un projet réalisé sous forme de travaux pratiques sous l'environnement Android. Le flot de conception complet est mis en oeuvre pour la réalisation d'une application embarquée fonctionnant sur un smartphone ou une tablette.

### Objectifs

L'objectif de cet enseignement est d'appréhender les contraintes de la programmation de logiciel embarqué. Réalisé sous forme de cours et de conférences les techniques avancées permettant la réalisation d'un d'applications pour les systèmes embarqués dans les environnements Linux, Java et Autosar sont présentées. La partie TP permet d'illustrer les notions abordées par la programmation d'une application sous Android.

### Références

- Embedded Systems Handbook. R. Zurawski and all. Editions CRC Press. 2005
- Handbook of Real-Time and Embedded Systems. I. Lee, J. Leung, S. Son. Editions Chapman & Hall/CRC. 2007.
- Programmation Android, de la conception au déploiement avec le SDK Google Android, Damien Guignard, Julien Chable, Emmanuel Robles, Eyrolles, 2009.
- Android Cookbook, Ian F. Darwin, O'Reilly Media, decembre 2011.

### Prérequis

Connaissance de la programmation JAVA. Connaissance des architectures matérielles de systèmes électroniques.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Méthodologie de conception de logiciels embarqués	.	✓	.	.	.
• Prise en compte des contraintes de l'embarqué	✓	.	.	.	.
• Maîtrise de l'environnement Android	.	.	✓	.	.
• Connaissance des environnements logiciels embarqués (Autosar, java)	✓	.	.	.	.

*Responsable : Olivier PASQUIER*



---

## S9-E5 : Architecture des objets connectés

*E5 : IoT architecture*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
10.5		9			10

### Évaluation

Une évaluation : *questionnaire*

### Plan

L'enseignement est divisé en 2 parties :

la première partie présente les différentes technologies pour la réalisation de systèmes embarqués : les architectures de processeurs, les architectures de FPGA et de SoC et les principales architectures de communication avec et sans fil. Cette partie est complétée par une présentations des solutions mises à disposition par un constructeur.

La seconde partie consiste à mesurer et mettre en oeuvre la gestion de l'énergie par les modes power-down des processeurs.

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif d'approfondir les connaissances liées aux technologies actuelles permettant la mise en oeuvre de systèmes numériques pour l'embarqué.

### Références

JK Peckol, "Embedded systems", Wiley 2019

### Prérequis

- Systèmes à base de microprocesseurs,
- Systèmes numériques,
- Systèmes à base de FPGA.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Architecture des systèmes embarqués	.	.	✓	.	.
• Gestion de la consommation dans les systèmes embarqués	.	.	✓	.	.

*Responsable : Olivier PASQUIER*

---

## S9-Evaluation Stage 4A

*S9-4th year Internship Assessment*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
					20

### Évaluation

Une évaluation : *évaluation du stage*

---

## S9-M1 : Internet et multimédia

*M1 : Internet and multimedia*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3		12			10

### Évaluation

Une évaluation : *Note mini projet*

### Présentation

Dans ce module nous étudions et mettons en oeuvre les applications de transfert des contenus multimédia par les protocoles Internet (UDP, TCP, RTP, RCTP,..). Les contenus (vidéo/audio) peuvent être enregistrés ou captés en temps réel. Ils sont compressés avant le transfert et décompressés après la réception.

Les algorithmes de compression/décompression sont exécutés sur les unités VPU.

Nous utilisons la programmation de socket pour les transferts simples et la plateforme de Gstreamer pour le streaming.

### Plan

Lab 0 : présentation et préparation de la plateforme Nvidia Jetson (TX1, Nano) avec Ubuntu.

Lab 1 : transfert de données multimédia enregistrés par les protocoles UDP et TCP ; programmation « socket » en C

Lab 2 : introduction de Gstreamer ; transfert de données multimédia enregistrés et captés par les fonctions de Gstreamer (protocoles UDP,TCP)

Lab 3 : Gstreamer et streaming avec les protocoles RTP et RTCP

Lab 4 : Développement d'une application de streaming Audio-Vidéo

### Objectifs

Etudier et comprendre les protocoles Internet et savoir comment porter les contenus multimédia.

### Références

J.F.Kurose, W.Ross : 'Computer Networking : A Top-Down Approach Featuring Internet',  
P.Bakowski - [www.polytech2go.fr](http://www.polytech2go.fr)

### Prérequis

Programmation C, bases de Réseaux Informatiques, bases de standards Multimédia

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre et Maîtriser la programmation réseau/objet	.	.	✓	.	.
• Comprendre les protocoles Internet orientés multimédia	.	✓	.	.	.
• Maîtriser l'interface de programmation Multimedia	.	.	✓	.	.
• Comprendre les mécanismes de streaming	.	✓	.	.	.

*Responsable : Przemyslaw BAKOWSKI*

---

## S9-M2 : Normes et services multimédia

*M2 : Multimedia standards and services*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
18		12			15

### Évaluation

2 évaluations :

- *Contrôle*
- *TP*

### Plan

Compression audio :

- Modélisation de la parole et Techniques de compression (lpc, micda)
- Les standards G72X
- Les normes MPEG1 et MPEG2 audio

Compression des images :

- JPEG2000

Compression vidéo :

- Caractéristiques des signaux vidéo
- Principes de compression vidéo
- Les standards (MPGx et H.26x)

### Objectifs

Le module traite essentiellement les principes et normes de compression de 3 médias : image, audio et vidéo. Concernant l'image, les concepts de multirésolution et JPEG2000 complètent les connaissances vues en 4ème année. Les parties audio et vidéo permettent de dresser un panorama des normes de compression en reprenant leur historique

### Références

- M. Barlaud et C. Labit ; Compression et codage des images et des vidéos , Ed. Hermes  
M. Wien, "High efficiency video coding. Coding Tools and specification", Ed. Springer  
D.S.Taubman, M.W.Marcellin ; JPEG2000 : Image compression fundamentals, standards and practice

### Prérequis

Cours ETN 3 et 4 : Signaux Multimédia (S8), Traitement des signaux (S7, S6)

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître le signal de parole (caractéristiques et modélisation) et les techniques et normes de compression associées	.	.	✓	.	.
• Comprendre les standards de compression audio	.	✓	.	.	.
• Comprendre les principes de la compression JPEG2000 pour images fixes	.	✓	.	.	.
• Connaître le signal video, formats analogiques et numériques	.	✓	.	.	.
• Connaître les principes de l'estimation de mouvement dans un contexte codage	.	✓	.	.	.
• Connaître les principes des standards de compression vidéo	.	✓	.	.	.

*Responsable : Vincent RICORDEL*

---

## S9-M3 : Architecture à jeu d'instructions ouvert

*M3 : Open Instruction Set Architecture*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3		6			10

### Évaluation

2 évaluations :

- *Contrôle*
- *TP*

### Plan

1. Qu'est ce que le RISC et le RISC-V ?
2. Ecosystème (business models) : x86, ARM et RISC-V
3. Origines du RISC-V (RISC I/II, ..)
4. RISC-V et caractéristiques architecturales essentielles de RV32 et RV64
5. Principaux acteurs - Conception et implémentation IP : SiFive, Andes, T-HEAD, Espressif,

### Prérequis

Conception de circuits, conception de systèmes

*Responsable : Przemyslaw BAKOWSKI*

---

## S9-M4 : Architectures IoT et technologies de communication

*M4 : IoT and communication technologies*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3		12	12		

### Évaluation

Une évaluation : *Notes TP*

### Présentation

Dans ce module nous étudions et mettons en oeuvre les architectures IoT (Internet des Objets).

### Plan

Le module est organisé en trois parties :

1. L'introduction aux Architectures IoT et la préparation de les plateformes matérielles - IoT DevKit de SmartComputerLab et logicielle -PlatformIO.
- 2 (Labs 1-4) Laboratoires de base : capteurs/afficheurs, WiFi, serveur ThingSpeak, technologie LoRa et développement d'une passerelle LoRa-WiFi-4G vers ThingSpeak.
3. (Labs 5-8) Laboratoires avancés : MQTT, OTA, WebSockets, LoRa avancé, LoRaWAN, Bluetooth et BLE, ESP-NOW (WiFi direct) , Low Power, .. et les applications : sécurité, santé, environnement, .. Les laboratoires avancés sont proposés avec le choix d'applications et réalisés comme mini-projets.

### Prérequis

Programmation C, bases de Réseaux Informatiques, bases en micro-processeurs.

*Responsable : Przemysław BAKOWSKI*

---

## S9-M5 : Programmation parallèle sur CPU multicoeurs

*M5 : parallel programming on multicore CPUs*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6		12			

### Évaluation

Une évaluation : *Notes TP*

### Plan

1. Introduction
2. MCU vs DSP
3. DSP : Optimisation logicielle
4. Concept SIMD
5. ARM-A : optimisation utilisant Neon
6. Optimisation utilisant OpenMP

### Objectifs

Maîtriser la programmation parallèle sur CPU multicoeurs

### Références

[https://community.arm.com/android-community/b/android/posts/arm-neon-programming-quick-reference#\\_ednref4](https://community.arm.com/android-community/b/android/posts/arm-neon-programming-quick-reference#_ednref4)

ARM Cortex -A Series Version : 4.0 Programmer's Guide : 7.2.4 NEON instruction set

ARM Quick Reference :

[http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.qrc00011/QRC0001\\_UAL.pdf](http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.qrc00011/QRC0001_UAL.pdf)

Cortex A8 Technical Reference Manual :

<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.ddi0344k/index.html>

<http://www.openmp.org>

<http://openmp.org/wp/resources>

### Prérequis

Microprocesseurs. Programmation C.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre les hautes performances de traitement et les jeux d'instructions spécifiques Neon et OpenMP	✓	.	.	.	.
• Savoir optimiser les performances d'une application de traitement du signal	✓	.	.	.	.

*Responsable : Abdelhakim SAADANE*



---

# S9-M6 : Architectures GPUs embarqués-Programmation CUDA et applications IA

*M6 : Multimedia and Deep Learning with GPUs*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3	3	15			8

## Évaluation

Une évaluation : *Note*

## Présentation

Dans ce module nous étudions les GPUs embarqués, apprenons à les programmer (programmation massivement parallèle en CUDA) et mettons en oeuvre les applications IA avec l'entraînement et l'inférence des réseaux neuronaux.

Pour la partie pratique de la programmation et l'expérimentation nous utilisons les cartes Jetson Nano et une carte Jetson Xavier (en mode serveur pour l'entraînement des modèles).

## Plan

Le module est organisé en trois parties :

1. Introduction aux architectures GPUs embarqués, programmation GPGPU, et plateformes IA sur GPUs
2. (Labs 1-3) Laboratoires de programmation CUDA avec les applications traitement images (openCV) et animations (openGL)
3. (Labs 4-7) Laboratoires de programmation en Python - TensorFlow et Keras pour les applications de Machine Learning et Deep Learning avec l'entraînement et l'inférence des réseaux neuronaux.

## Objectifs

Il s'agit d'étudier les processeurs Haute Performance et les GPUs et de maîtriser la programmation parallèle (orientée multimédia) sur les GPUs (Nvidia-CUDA).

## Références

J.Sanders,E.Kandrot, 'CUDA by example';  
P.Bakowski - [www.polytech2go.fr](http://www.polytech2go.fr)

## Prérequis

Programmation C (Python), programmation multi-thread, notions de réseaux neuronaux.

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Comprendre les hautes performances de traitement et les jeux d'instructions spécifiques des processeurs multimédias	✓	.	.	.	.
• Savoir analyser les éléments nécessaires dans la réalisation d'un système audio (processeur, mémoire, interfaces audio, communication...)	✓	.	.	.	.
• Savoir optimiser les performances d'une application multimedia	✓	.	.	.	.

*Responsible : Przemysław BAKOWSKI*

---

## S9-M7 : Sécurité des objets connectés (Partie II)

*M7: Security (Part II)*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		6			

### Évaluation

Une évaluation : *QCM*

---

# S9-ME1 : Ingénierie logicielle dirigée par les modèles

*ME1 : Model Driven for Software Engineering*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3	3	6			10

## Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

## Plan

1. Modélisation UML
2. Méthodologie d'analyse et de conception objet
3. Les modèles de conception réutilisables
4. L'ingénierie du logiciel
5. UML pour la conception de systèmes embarqués

## Objectifs

Ce cours présente le langage UML de modélisation et montre comment l'intégrer dans un processus de développement logiciel. Il définit les bonnes pratiques de l'ingénierie du logiciel et expose les démarches qualité en génie logiciel. Les profils SysML et MARTE sont ensuite introduits dans le cadre de la conception de systèmes embarqués.

## Références

Bertrand Meyer ; Conception et Programmation orientées objet ; Eyrolles, 2000  
Sinan Si Alhir ; Introduction à UML ; O'Reilly, 2005  
Pascal Roques , Franck Vallée ; UML2 en action ; Eyrolles, 2004  
Richard Basque ; CMMI, un itinéraire éché vers le Capability Maturity Model Intégration ; Dunod, 2004

## Prérequis

Programmation Objet, langage Java

## Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaissance du langage UML	.	.	.	✓	.
• Méthodologie de conception objet	.	.	✓	.	.
• Utilisation de modèles de conception réutilisables	.	.	✓	.	.
• Utilisation d'outils de modélisation (e.g. Rational Rose)	.	✓	.	.	.
• Connaissances en ingénierie du logiciel et en démarche qualité	.	.	✓	.	.
• Utilisation des profils UML pour la conception de systèmes embarqués	.	✓	.	.	.

*Responsable : Olivier PASQUIER*

---

## S9-ME2 : Langages matériels, réutilisation et intégration

*ME2 : Hardware description languages, reuse and integration*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
3		12			10

### Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

### Plan

Introduction aux HDL.

Mécanismes de réutilisation. Processeurs 'open source'. Intégration d'un système complexe 'open source'.

### Objectifs

Il s'agit d'apprendre comment développer des composants réutilisables en HDL et comment les utiliser dans un système complexe avec un processeur 'open source'.

### Références

P. Ashender : 'VHDL Cookbook';  
P.Bakowski - [www.polytech2go.fr](http://www.polytech2go.fr)

### Prérequis

Microprocesseurs. Cours VHDL.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Maîtriser la préparation et l'intégration du code VHDL/Verilog réutilisable	.	.	✓	.	.
• Savoir construire un système complet (prototypage rapide) intégrant un microprocesseur	.	✓	.	.	.
• Maîtriser la chaîne d'outils de conception/simulation	.	.	✓	.	.
• Comprendre les règles d'utilisation du code open source	.	.	✓	.	.

*Responsable : Sébastien PILLEMENT*

---

## S9-ME3 : Systèmes temps-réel

*ME3 : Real time systems*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
4.5	1.5	9			5

### Évaluation

2 évaluations :

- *Rapport + eval TP*
- *QCM Linux*

### Plan

L'enseignement présente sous forme de cours magistraux les techniques avancées de l'ordonnancement des tâches dans les systèmes temps-réels afin de satisfaire les contraintes de temps (gestion de la laxité, gestion des tâches aperiodiques, serveur de tâche, ...). Le cours présente aussi les solutions d'implantation des systèmes temps-réel pour l'automobile (OSEK, AUTOSAR) et pour la programmation basée sur Java.

La seconde partie de l'enseignement est consacré aux environnements basés sur Linux. Une partie théorique dispense des connaissances sur l'organisation du système d'exploitation et les possibilités de lui adjoindre des propriétés déterministes pour le temps-réel. Ensuite des travaux pratiques ont pour objectifs d'adapter un noyau Linux à une cible (carte de l'industrie) et d'y porter une application

### Objectifs

Cet enseignement a pour objet de préciser les principales politiques d'ordonnancement de tâches dans les systèmes d'exploitation embarqués et/ou temps-réel. Cet objectif est illustré par l'exemple du système d'exploitation Linux pour les applications embarquées temps-réel qu'il s'agit de configurer pour un support donné puis de l'exploiter par le développement d'une application

### Références

Buttazo, "Hard Real-Time Computing Systems", Kluwer, 2002,  
P. Ficheux, "Linux embarqué", Eyrolles 2002.

### Prérequis

Base de l'ordonnancement multi-tâches,  
Bases de temps-réel,  
Base de fonctionnement et constitution d'un système d'exploitation

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Connaître les différentes politiques d'ordonnancement des tâches	.	.	.	✓	.
• Connaître les particularités de Linux pour les applications embarquées	.	.	✓	.	.
• Savoir créer une image Linux pour une cible embarquée	.	✓	.	.	.

*Responsable : Olivier PASQUIER*

---

## S9-ME4 : Sécurité des Objets Connectés

*ME4 : Security*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
6		9			10

### Évaluation

2 évaluations :

- *Cours*
- *TP*

*Responsable : Maria MENDEZ REAL*

---

## S9-ME5 : Intelligence Artificielle & Embarquée (Partie Pratique)

*ME5: Intelligence Artificielle & Embarquée (Partie Pratique)*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
		6			2

### Évaluation

Une évaluation : *QCM*

*Responsable : Olivier PASQUIER*



---

## S9-Projet technique

*Engineering project*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			120		

### Évaluation

Une évaluation : *Projet*

### Objectifs

L'acquisition des compétences de spécialité passe par la mise en situation sur des problématiques de Recherche et Développement. Le projet technique est réalisé par un binôme étudiants sous la responsabilité d'un ou plusieurs enseignants.

### Acquis de la formation

Acquis de la formation	N	A	M	E	O
• Savoir appréhender un problème de R&D (du domaine de l'option choisie au S9)	.	✓	.	.	.
• Savoir mener une étude bibliographique	.	✓	.	.	.
• Savoir se former à de nouveaux outils et mettre en oeuvre de nouveaux concepts/techniques de manière autonome	.	.	.	✓	.
• Savoir restituer les résultats obtenus en vulgarisant si nécessaire	.	.	✓	.	.
• Maîtriser la gestion du projet	.	.	✓	.	.

---

# Société : Débats socio-économiques et Outils pour la transition

*Socio-economic debates and Tools for shifting*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
	21				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
1.5	13.5				

## Évaluation

Une évaluation : *Grille 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
	9				10

### Évaluation

Une évaluation : *Soutenance + Rapport*

### 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*

---

## Transition Ecologique et Sociétale S8

*Ecological and Societal Transition S8*

---

### Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

### Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : Emilie GADOIN*

---

# Transition écologique et sociétale S7

*Ecological and Societal Transition S7*

---

## Volume horaire

CM	TD	TP	Proj	Sta	Tpers
			32		

## Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

*Responsable : Emilie GADOIN*