

**Document complémentaire au PPN  
du DUT Génie Electrique et Informatique Industrielle (GEII)**

**Description des parcours de modules complémentaires  
destinés à la poursuite d'étude**

S'appuyant sur l'arrêté du 3 août 2005, les préconisations ci-dessous permettent à l'IUT, selon sa situation, d'élaborer ses propres modalités de mise en oeuvre de parcours différenciés. Les propositions de modules complémentaires de poursuites d'études décrites ici se substituent, en volume horaire et en coefficients, aux modules complémentaires visant l'insertion professionnelle publiés dans le PPN.

## 1 PREAMBULE

Le Programme Pédagogique National du DUT GEII décrit le parcours Insertion Professionnelle Immédiate (IPI). Cette annexe préconise une organisation pour le parcours préparant à la poursuite d'étude conduisant soit à une certification de niveau II (LP : Licence professionnelle), soit à une certification de niveau I (PEL : Poursuite d'Etude Longue).

Les modules complémentaires permettant d'organiser les différents parcours sont identifiés selon 3 types différents :

- Approfondissement Technologique (AT),
- Renforcement des Compétences Professionnelles (RCP),
- Ouverture Scientifique (OS).

Les codes des modules sont formulés suivant leur type : ATyz, OSyz et RCPyz. Dans ce référencement, la lettre y permet d'identifier une grande thématique du GEII. Les correspondances sont données ci-dessous.

0	Formation scientifique et humaine
1	Energie
2	Systèmes d'information numérique, automatique, automatisme
3	Informatique, Réseaux
4	Systèmes électroniques

Les modules complémentaires peuvent être utilisés dans plusieurs parcours. Des modules du parcours IPI décrits dans le PPN peuvent être réinvestis dans le parcours LP ou des modules du parcours LP peuvent être investis dans le parcours PEL.

Il est de la responsabilité de chaque IUT de définir les parcours LP et PEL en s'appuyant sur les préconisations de cette annexe. Pour ce faire, l'IUT substituera à un module complémentaire IPI décrit dans le PPN, un autre module qui prendra ses caractéristiques de volume horaire étudiant et son coefficient.

## 2 DESCRIPTION DES PARCOURS

Le tableau ci-dessous reprend la liste des modules complémentaires proposés pour la poursuite d'étude. Il est difficile de préconiser ces modules pour un parcours niveau II ou un parcours niveau I. Le domaine du GEII étant vaste, les poursuites d'études sont souvent une spécialisation dans un des grands domaines : énergie, automatisme, informatique, électronique... Il convient donc à l'équipe pédagogique dans chaque département d'adapter le contenu des enseignements pour un grand nombre de ces modules en fonction du type de parcours proposé aux étudiants.

Les modules complémentaires destinés à favoriser la poursuite d'études sont offerts à l'étudiant, qui en a la capacité et le souhait, dans le cadre de l'adaptation de son parcours en fonction de son projet

personnel et professionnel. Elaborés par les IUT en prenant appui sur les préconisations des commissions pédagogiques nationales, ils présentent les mêmes caractéristiques en termes de volume horaire et de coefficient entrant dans le contrôle des connaissances que les modules visant l'insertion immédiate.

Type	Modules (codes)	Parcours niveau III (IPI)	Parcours niveau II (LP)	Parcours niveau I (PE)
AT	M4209C - Composants complexes FPGA	X	X	
	M4211C - Traitement numérique du signal	X	X	
	M4212C - Distribution électrique NFC 15-100	X	X	
	AT11 - Variation de vitesse		X	
	AT13 - Conversion d'énergie : compléments			X
	AT21 - Automatismes avancés			X
	AT23 - Robotique manufacturière		X	
	AT24 - Robotique mobile		X	X
	AT31 - Instrumentation programmable		X	X
	AT32 - Architecture microcontrôleur			X
	AT33 - Programmation embarquée avec système d'exploitation			X
	AT42 - Electronique pour les modulations numériques			X
	AT45 - Circuits pour l'instrumentation		X	X
OS	OS01 - Mathématiques pour la poursuite d'études			X
	OS02 - Outils mathématiques pour l'information		X	X
	OS22 - Conception et réglage des correcteurs à temps discret			X
	OS25 - Traitement numérique des images		X	X
	OS26 - Traitement numérique du son		X	X
	OS34 - Mise en œuvre d'architectures pour le TNS			X
	OS36 - Réseau local d'entreprise		X	X
	OS40 - Electronique RF et HF			X
	OS42 - Antennes et circuits passifs HF			X
OS46 - Physique des semiconducteurs			X	
RCP	M3105C - Programmation orientée objet	x	X	
	M3106C - Energies renouvelables : production et stockage	x	X	
	M3208C - Supervision	x	X	
	M4210C - Réseaux industriels	x	X	
	M4306C - Maîtrise Statistique des Procédés - Fiabilité	x	X	
	RCP03 - Bureautique pour l'ingénierie		X	X
	RCP10 - Eclairage		X	X
	RCP12 - Qualité de l'énergie électrique		X	X
	RCP20 - Réseaux et transmissions		X	X
	RCP30 - Base de données et interfaçage		X	X
	RCP35 - Réseaux embarqués		X	X
	RCP43 - Transmission de l'information par fibre optique		X	X
	RCP44 - Gestion de l'énergie pour les systèmes embarqués et communicants		X	X

Cette liste n'est pas exhaustive. Chaque IUT peut proposer dans le cadre des 20 % d'adaptation locales des modules complémentaires qui seront validés par le conseil d'IUT.

Un exemple de choix de modules complémentaires pour un **parcours de niveau II** peut prendre la forme suivante : *Instrumentation programmable* (AT31) et *Variation de vitesse* (AT11) pour les modules complémentaires de l'UE31, *Robotique manufacturière* (AT23) pour le module complémentaire de l'UE32, *Circuits pour l'instrumentation* (AT45), *Réseaux embarqués* (RCP35), *Traitement numérique du son* (OS26) et *Gestion de l'énergie pour les systèmes embarqués et communicants* (RCP44) pour les modules complémentaires de l'UE42 et *Outils mathématiques pour l'information* (OS02) pour l'UE43.

Un exemple de choix de modules complémentaires pour un **parcours de niveau I** peut prendre la forme suivante : *Conversion d'énergie : complément* (AT13) et *Architecture microcontrôleur* (AT32) pour les modules complémentaires de l'UE31, *Automatisme avancé* (AT21) pour le module complémentaire de l'UE32, *Electronique RF et HF* (OS40), *Programmation embarquée avec système d'exploitation* (AT33), *Qualité de l'énergie électrique* (RCP12) et *Conception et réglage des correcteurs à temps discret* (OS22) pour les modules complémentaires de l'UE42 et *Mathématiques pour la poursuite d'étude* (OS01) pour l'UE43.

### 3 DESCRIPTION DES MODULES COMPLEMENTAIRES NON DECRITS DANS LE PPN

#### 3.1 Modules de Formation Scientifique et Humaine

OS01	Mathématiques pour la poursuite d'études	S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b>            Connaître les notions de base d'algèbre linéaire et savoir effectuer les manipulations élémentaires            Compétences minimales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etre capable d'effectuer des opérations élémentaires dans <math>\mathbb{R}^3</math> (changement de base, représentation d'une application linéaire, sous espace vectoriel...),</li> <li>• Être capable de manipuler des fonctions vectorielles simples, de calculer des intégrales doubles et triples.</li> </ul>		
<p><b>Prérequis :</b>            Les modules M3302 (Ma3) et M3201 (OL3).</p>		
<p><b>Contenus :</b>            Espaces vectoriels, sous espaces vectoriels.            Applications linéaires, matrices d'applications linéaires            Changement de bases.            Diagonalisation.            Calculs sur les fonctions de plusieurs variables, intégrales multiples.</p>		
<p><b>Mots clés :</b>            Espaces vectoriels, bases, fonctions vectorielles.</p>		

<b>OS02</b>	<b>Outils mathématiques pour l'information</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<b>Objectifs du module :</b> Donner les bases des outils mathématiques pour la compréhension du traitement des signaux. <b>Compétences minimales :</b> Connaître la différence entre signal analogique et numérique Savoir représenter et interpréter des signaux Utiliser la transformation de Fourier Comprendre le théorème de Shannon		
<b>Prérequis :</b> Les modules M1302 (Ma1) et M2302 (Ma2).		
<b>Contenus :</b> Généralités sur l'information (définitions des signaux analogiques et numériques). Représentation temporelle et fréquentielle. Transformation de Fourier. Théorème de Shannon. Entropie. Notions simples de codage.		
<b>Mots clés :</b> Signaux analogiques et numériques, représentation graphique, transformation de Fourier, théorème de Shannon		

<b>RCP03</b>	<b>Bureautique pour l'ingénierie</b>	<b>S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Savoir utiliser correctement des logiciels de bureautique classiques (traitement de texte, tableur, PAO,...) dans le contexte de l'ingénierie</p> <p><b>Compétences visées : <i>domaine D3 du C2i et bases de données</i></b> Mise en forme, structuration et lisibilité des documents informatisés (traitement de texte, tableau, logiciel de présentation), utilisation d'un éditeur d'équations Développer tout ou partie d'une application informatique avec un tableur, Traiter des données de mesure à l'aide d'un tableur grapheur. Appréhender le concept de base de données</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Avoir une bonne pratique de Windows, avoir utilisé une suite bureautique.</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <p>Maîtriser les fonctionnalités de base d'un tableur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiser des données en vue de leur traitement</li> <li>• Comprendre les principes de formatage des données afin de mieux les gérer</li> <li>• Comprendre les possibilités de tris, filtres,....</li> <li>• Comprendre et créer des formules afin d'automatiser les calculs et de créer des feuilles de calcul</li> <li>• Concevoir, modifier et représenter graphiquement des tableaux</li> <li>• Mettre en page ses tableaux pour l'impression</li> <li>• ...</li> </ul> <p>Maîtriser les fonctionnalités de base d'un traitement de texte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Affiner la présentation du document</li> <li>• Utiliser le mode plan</li> <li>• Concevoir un formulaire</li> <li>• Gérer l'iconographie</li> <li>• Savoir écrire des formules techniques avec l'éditeur de formules</li> <li>• ...</li> </ul> <p>Maîtriser les fonctionnalités de base d'un logiciel de PAO</p> <p>Découvrir les principes d'un Système de Gestion de Base de Données relationnelles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître le principe des tables, relations, formulaires, rapports,....</li> </ul> <p>→ Rédiger un dossier technique en utilisant avec pertinence ces outils informatique</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Tableur, traitement de texte, PAO, rédaction d'un document technique.</p>		

### 3.2 Modules liés à l'Energie

RCP10	Eclairage	S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b> Ce module doit permettre aux étudiants de se familiariser avec un domaine d'application très classique de l'énergie électrique et de maîtriser des projets d'éclairagisme simples. Il doit permettre d'obtenir une culture technologique de l'éclairage dans le bâtiment afin de répondre aux nouvelles réglementations thermiques.</p> <p><b>Compétences visées :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etre capable de réaliser un projet d'éclairage en utilisant un logiciel spécialisé</li> <li>Etre capable d'appliquer les normes correspondantes</li> <li>Etre capable de choisir et de mettre en œuvre le matériel</li> <li>Être capable de définir l'efficacité énergétique d'un luminaire</li> </ul>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M1304 (P1), M2304 (P2) et M1101 (Ener1).</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <p>L'éclairage et ses enjeux : énergie, coût de l'énergie électrique, qualité et confort visuel. Les bases de l'éclairage (différents types de sources, efficacité lumineuse, température de couleur, indice de rendu des couleurs, luminance...).</p> <p>Aspects réglementaires et normatifs. Modélisation numérique d'un projet d'éclairage sous DIALux Light. Comparaison des caractéristiques électriques et photométriques de plusieurs technologies de lampe d'éclairage.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Eclairagisme, dialux, efficacité lumineuse, luminaires, Lumens, Luxmètre, directivité, rendu des couleurs, efficacité lumineuse et énergétique.</p>		

<b>AT11</b>	<b>Variation de vitesse</b>	<b>S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Familiariser l'étudiant avec les différentes techniques de variateurs de vitesse industriels et lui donner les moyens de choisir le variateur adapté.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Etre capable de comprendre et mettre en œuvre une chaîne de conversion électromécanique Etre capable de choisir, mettre en œuvre et configurer un variateur de vitesse industriel (motion control) Etre capable de régler la boucle de vitesse ou de position d'un variateur de vitesse industriel</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M1101 (Ener1), M2101 (Ener2) et M3101 (Ener3).</p>		
<p><b>Contenus :</b> Variation de vitesse des moteurs asynchrones. Variation de vitesse des moteurs brushless. Variation de vitesse des moteurs à courant continu. Moteurs pas à pas.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Variateur de vitesse, onduleur, motion control, moteur asynchrone, moteur pas à pas, brushless, boucle de vitesse.</p>		

<b>RCP12</b>	<b>Qualité de l'énergie électrique</b>	<b>S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Sensibiliser aux problèmes liés aux perturbations électromagnétiques conduites.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Etre capable d'analyser la qualité d'un réseau Etre capable de comprendre les perturbations engendrées par une charge déformante Etre capable de mettre en œuvre des solutions aux problèmes de perturbation réseau Etre capable de respecter les normes correspondantes</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M1101 (Ener1), M2101 (Ener2) et M3101 (Ener3).</p>		
<p><b>Contenus :</b> Puissances en régime non sinusoïdal. Sources de perturbations électromagnétiques conduites. Mise en œuvre d'un analyseur de réseau. Remèdes à la pollution des réseaux. Normes. Analyse détaillée d'une solution : le PFC ou le filtrage actif.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Pollution harmonique, PFC, perturbations électromagnétiques conduites, analyseur de réseau, puissance déformante, filtrage actif.</p>		



<b>AT13</b>	<b>Conversion d'énergie : compléments</b>	<b>S4 - 30h</b>
<b>Objectifs du module :</b> Donner des éléments complémentaires de formation pour mieux comprendre et mieux mettre en œuvre les équipements de conversion d'énergie électrique. <b>Compétences visées :</b> Etre capable d'analyser et de comprendre des architectures de systèmes électroniques de conversion et de transformation de l'énergie		
<b>Prérequis :</b> Les modules M1101 (Ener1), M2101 (Ener2) et M3101 (Ener3).		
<b>Contenus :</b> Alimentations à découpage, hacheurs réversibles. Redresseurs commandés. Gradateurs. Sensibilisation aux perturbations conduites.		
<b>Mots clés :</b> Conversion d'énergie, réversibilité, isolation galvanique, pollution harmonique.		

### 3.3 Modules liés aux Systèmes d'information numérique, à l'automatique, à l'automatisme

RCP20	Réseaux et transmissions	S3 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b> Comprendre et savoir mettre en œuvre des réseaux informatiques et des liaisons filaires ou hertziennes.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Savoir créer un réseau local sur la base des protocoles TCP/IP en choisissant les organes nécessaires et en sachant les paramétrer. Mettre en œuvre une ou plusieurs transmissions série (SPI, RS232, I2C, CAN, LIN,...) entre composants ou entre cartes électroniques. Savoir configurer un module connectable filaire ou non filaire.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M1103 (Info1) et M2103 (Info2).</p>		
<p><b>Contenus :</b> Les technologies de base des transmissions informatiques (transmissions différentielles, codages, détection d'erreurs, topologies, etc.). Les mécanismes de transmission LAN et WAN (Ethernet, TCP/IP, ARP, DHCP et DNS) Les trames d'un ou de plusieurs protocoles des transmissions séries et leur mise en œuvre (I2C, CAN, SPI, LIN ...).</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Informatique industrielle, électronique embarquée, CAN, LIN, SPI, I2C, TCP/IP, Ethernet.</p>		

<b>AT21</b>	<b>Automatisme avancé</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Concevoir et mettre en œuvre un système automatisé sûr, efficace énergétiquement et/ou spécifique à une activité industrielle.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Etre capable de : Intégrer le respect des normes de sécurité machine dans un projet d'automatisme. Intégrer les contraintes d'efficacité énergétique au choix des composants d'un système. Choisir et mettre en œuvre les cartes métiers liés au bassin industriel local (positionnement,...).</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Le module M2102 (Auto2).</p>		
<p><b>Contenus :</b> La sécurité des machines. Les principes de mise en œuvre de la directive machine. Introduction aux notions d'intégration de la sécurité dans l'API. La commande d'axe et les différentes solutions de positionnement et les critères de choix d'équipements. Le dimensionnement, le paramétrage et la commande des variateurs et commandes d'axes. La mesure des performances. Les cartes métiers en fonction du contexte industriel. La commande répartie. La sensibilisation à l'efficacité énergétique. Programmation de systèmes plus complexes que dans le module de tronc commun.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Positionnement, sécurité machine, efficacité énergétique.</p>		

<b>OS22</b>	<b>Conception et réglage des correcteurs à temps discret</b>	S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b> Développer, régler et exploiter des systèmes numériques dédiés au contrôle-commande de systèmes pluritechnologiques.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Etre capable de concevoir, valider et implanter la correction numérique d'un système d'asservissement ou de régulation.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Le module M3102 (Au3), la transformation en <math>z</math>.</p>		
<p><b>Contenus :</b> Passage d'une fonction de transfert en <math>p</math> à une fonction de transfert en <math>z</math> (méthode du bloqueur d'ordre zéro, méthode de Tustin). Théorème de Shannon, choix de la période d'échantillonnage. Equation de récurrence. Analyse du comportement des systèmes numériques : systèmes élémentaires, transformation en <math>w</math>, Stabilité. Validation par simulation. Mise en œuvre de correcteurs numériques.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Fonction de transfert numérique, équation de récurrence, stabilité, précision, rapidité, correcteurs numériques.</p>		

<b>AT23</b>	<b>Robotique manufacturière</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Introduction à la robotique : Concepts fondamentaux. Classification des robots, les éléments constitutifs, la cinématique d'un bras manipulateur, la commande de robots, la programmation en ligne.</p> <p><b>Compétences visées :</b>            Programmation de base sur un Robot            Modification d'une trajectoire            Remise en route d'une installation robotique</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Notions de base en programmation, sur les automatismes. Savoir situer un objet dans l'espace par rapport à différents repères géométriques.</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition et domaines d'application,</li> <li>• Famille de robots, description d'un robot</li> <li>• Mise en œuvre des robots : Sécurité, installation robots (règles fixation, positionnement, câblages, connectique), outils embarqués (préhenseurs), ...</li> <li>• Principe de programmation d'une trajectoire           <ul style="list-style-type: none"> <li>o Vérification d'une calibration</li> <li>o Déplacement manuel du robot,</li> <li>o Notion de référentiel : outil, objet</li> <li>o Création d'un programme</li> <li>o Instruction de mouvement, création/modification de points et de vitesses, ...</li> <li>o Entrées/Sorties : visualisation, positionnement en utilisant le pupitre</li> </ul> </li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b> Robotique manufacturière, sécurité, calibration/étalonnage robot, programmation trajectoire.</p>		

<b>AT24</b>	<b>Robotique mobile</b>	<b>S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Appréhender les problèmes de localisation et de navigation de systèmes autonomes.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Navigation de systèmes Autonomes à partir d'informations collectées sur l'environnement</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Programmation langage C, notions sur les capteurs, géométrie dans l'espace.</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Définition et domaines d'application,</li><li>• Description d'un robot mobile</li><li>• Problématique de localisation et de navigation de systèmes autonomes (suivi de chemin, détection d'obstacle...) :<ul style="list-style-type: none"><li>o Mesure d'orientation et de position (odéométrie, gyroscope),</li><li>o Mesure de proximité (capteurs infrarouge, ultrasonore, télémètre laser),</li><li>o Analyse de scène (Vision par ordinateur).</li></ul></li></ul>		
<p><b>Mots clés :</b> Robotique mobile, capteurs, Fusion d'information, Navigation, Localisation.</p>		

OS25	Traitement numérique des images	S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Appréhender le fonctionnement des capteurs CCD et CMOS.</li> <li>Savoir ce qu'est une image et comment on peut la caractériser et la modifier.</li> <li>Connaître et réaliser des effets visuels, du filtrage et des incrustations.</li> <li>Connaître les techniques de compression d'images.</li> </ul> <p><b>Compétences visées :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Connaître les différents formats d'images et leurs différences</li> <li>Afficher et calculer les caractéristiques d'une image</li> <li>Réaliser numériquement des effets visuels (rotation, floutage, détection , incrustation, ...)</li> <li>Réaliser l'implantation d'un algorithme de compression d'image</li> </ul>		
<p><b>Prérequis :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Représentation mathématique de l'information.</li> </ul>		
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Principe de captation d'une image.</li> <li>Définition d'une image.</li> <li>Colorimétrie.</li> <li>Propriétés mathématiques et intrinsèques des images.</li> <li>Traitement des images : corrections photométriques, filtrage, détection, effets déformants, incrustation...</li> <li>Algorithmes de compression.</li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Image, effets visuels, traitement, amélioration, compression.</li> </ul>		

OS26	Traitement numérique du son	S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Appréhender les techniques de sonorisation et de capture du son.</li> <li>Savoir ce qu'est un son et comment on peut le caractériser, le mesurer et le percevoir</li> <li>Connaître et réaliser numériquement les effets sonores de base</li> <li>Connaître les techniques de compression du son.</li> </ul> <p><b>Compétences visées : savoir sonoriser un environnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calculer des intensités sonores et des atténuations</li> <li>Réaliser un filtre numérique</li> <li>Visualiser temporellement et en fréquence des signaux sonores</li> <li>Interpréter une représentation temps fréquence</li> <li>Réaliser numériquement des effets sonores</li> <li>Savoir mettre en oeuvre un algorithme de compression/décompression sur DSP</li> </ul>		
<p><b>Prérequis :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Représentation mathématique de l'information, transformée en z et fonction de transfert en z.</li> </ul>		
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Son et ondes acoustiques (propagation, interférences ...)</li> <li>Caractérisation énergétique et auditive du son</li> <li>Rayonnement des sources</li> <li>Mesure des sons</li> <li>Perception des sons (psychoacoustique, courbes isosoniques, niveaux sonores pondérés ...)</li> <li>Spécification d'un filtre dans le domaine fréquentiel</li> <li>Filtres passe-bas prototypes à temps continu</li> <li>Synthèse des filtres à Réponse Impulsionnelle Finie et à Réponse Impulsionnelle Infinie</li> <li>Structure des filtres numériques</li> <li>Usage et classification des effets sonores</li> <li>Filtre à étage, filtre en pic, filtre à variable d'état, ligne à retard, modulateur</li> <li>Effet sur l'intensité sonore (normalisation, expandeur, noise gate, compresseur, limiteur, trémolo)</li> <li>Effet sur l'échelle temporelle (dilatation/contraction, inversion)</li> <li>Effet sur la hauteur (transposition fréquentielle, harmoniseur)</li> <li>Effet sur la spatialisation (écho, ping-pong, effet de précédence, réverbération)</li> <li>Effet sur l'enveloppe spectrale (égalisation, wha-wha)</li> <li>Effet sur la phase (flanger, chorus, phaser)</li> <li>Effet sur le spectre (vibrato, overdrive, fuzz)</li> <li>Algorithmes de compression</li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Son, effet sonore, filtrage, compression.</li> </ul>		



### 3.4 Modules liés à l'informatique et aux réseaux

<b>RCP30</b>	<b>Base de données et interfaçage</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b>            Maîtriser un système de gestion de base de données relationnelle du marché.            Savoir intégrer une base de données dans un système automatisé.</p> <p><b>Compétences visées :</b>            Savoir lister un dictionnaire de données utiles,            Savoir exprimer les relations entre les tables (modélisation),            Savoir implémenter une base donnée,            Savoir interroger une base de données,            Savoir interfacier une base de données :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avec un système industriel en réseau (conduite, gestion, maintenance, traçabilité)</li> <li>- Avec l'opérateur (interrogation de la base à distance, présentation des résultats).</li> </ul>		
<p><b>Prérequis :</b>            Le module M1103 (Info1).</p>		
<p><b>Contenus :</b>            2 phases sont à enchaîner :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les étudiants doivent comprendre les bases de la modélisation d'une base de données (modélisation, relations simples entre tables, clef primaire, notion de clef étrangère). Une fois la modélisation terminée, ils pourront passer à l'implémentation de la base de données à l'aide d'un SGBD*.</li> <li>- Les étudiants devront ensuite accéder à une base de données (via le réseau) en utilisant un langage informatique (objet si possible) avec des requêtes simples (CONNECT, INSERT, SELECT...).</li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b>            Base de données relationnelle, objet, Interfaçage, SGBD (Système de Gestion de Base de Données), modélisation.</p>		

<b>AT31</b>	<b>Instrumentation programmable</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Interfaçage d'instruments par ordinateur. Se familiariser avec les différents bus d'instrumentation.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Savoir identifier et utiliser les différentes liaisons instruments/ordinateur. Savoir mettre en œuvre une plateforme logicielle de programmation spécifique.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Le module M1103 (Info1).</p>		
<p><b>Contenus :</b> Les différents supports de communications de l'instrumentation programmable (IEEE488, USB, firewire, ethernet ...). Vue d'ensemble des différentes plateformes intégrées de développement classiques. Mise en œuvre effective d'une plateforme intégrée de développement.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Instrument, communication, interface.</p>		

<b>AT32</b>	<b>Architecture microcontrôleur</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Comprendre l'architecture interne d'un processeur et/ou d'un microcontrôleur.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Savoir identifier les différents éléments d'une architecture interne. Savoir identifier les ressources internes d'un microcontrôleur nécessaires à une application et faire un choix. Savoir initialiser les registres des périphériques internes pour une mise en œuvre dans un mode choisi.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Le module M2103 (Info2).</p>		
<p><b>Contenus :</b> Analyse des composants classiques d'une architecture interne de microcontrôleur (unité centrale, registres, chemin de données, UAL, SFRs ...). Initiation aux architectures de type CISC et RISC. Cycle de vie d'une instruction. Les différents étapes d'une chaîne de compilation croisée (compilateur, assembleur, éditeur de liens, debugger ...). Analyse de l'architecture interne des périphériques classiques des microcontrôleurs (ports I/O, timers, convertisseurs, communications ...). Rôle des registres de programmation des périphériques internes.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Architecture, registres, périphériques, instructions, chaîne de compilation.</p>		

<b>AT33</b>	<b>Programmation embarquée avec système d'exploitation</b>	<b>S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Comprendre et mettre en œuvre un système embarqué complexe, basé sur un système d'exploitation.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Être capable de configurer un système et mettre en œuvre les outils de compilation croisée. Percevoir l'intérêt dans la mise en œuvre de périphériques de haut niveau (interface ethernet/Wifi à travers un serveur Web/FTP par exemple, périphérique sur bus USB, ...) ; Déterminer les limites à travers l'utilisation de périphériques simples comme les entrées/sorties TOR (complémentarité avec le module info2) : mise en œuvre plus lourde que sur un micro-contrôleur, mais avec une gestion des droits d'accès.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M1103 (Info1) et M2103 (Info2).</p>		
<p><b>Contenus :</b> Concevoir une application simple avec un OS embarqué :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* lancement et débogage d'une application embarquée,</li> <li>* mise en œuvre des capacités de communications (Wifi/ethernet/Bluetooth) du dispositif,</li> <li>* adaptation de la cible à des périphériques dédiés (compilation noyau/modules),</li> <li>* mise en œuvre basique de services de haut niveau : serveur Web, FTP ou/et SSH.</li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b> Informatique industrielle, Communication, Linux embarqué, Système d'exploitation.</p>		

<b>OS34</b>	<b>Mise en œuvre d'architectures pour le TNS</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Comprendre les spécificités des architectures dédiées au traitement numérique du signal (TNS) et leur intérêt dans certaines applications caractéristiques du GEII.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Savoir mettre en œuvre une architecture de traitement numérique du signal dans un processeur spécialisé (DSP) ou dans un circuit logique programmable. Savoir utiliser les outils de conception d'algorithmes (logiciel ou non) pour satisfaire un cahier des charges. Savoir tester une chaîne de traitement numérique du signal.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M1103 (Info1), M2103 (Info2) et M3104 (SE3), Fourier et transformée en z.</p>		
<p><b>Contenus :</b> Architecture d'un processeur de traitement du signal : opérateurs vectoriels, interruptions, problèmes de codage; Architecture d'un circuit dédié, parallélisme; Mise en œuvre de convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique; Mise en œuvre d'algorithmes : transformation de Fourier discrète, compressions en temps réel, codages, filtrage ... ; Asservissements numériques, circuits et modules logiciels associés.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Traitement Numérique du Signal, échantillonnage, compression, Fourier, transformée en Z, architectures de traitement du signal.</p>		

<b>RCP35</b>	<b>Réseaux embarqués</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Choisir et mettre en œuvre les réseaux embarqués adaptés à une application.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Maîtriser les contraintes spécifiques aux réseaux embarqués Choisir un réseau embarqué et les équipements associés Dimensionner, installer, configurer, diagnostiquer des réseaux embarqués.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M2103 (Info2) et M3103 (Res3).</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- CAN (protocole, couches applicatives, couches physiques, mise en œuvre, outils de diagnostic),</li><li>- LIN (protocole, mise en œuvre, outils de diagnostic),</li><li>- Flexray (protocole, mise en œuvre, outils de diagnostic),</li><li>- Ethernet embarqué (AFDX,...)</li><li>- ...</li></ul>		
<p><b>Mots clés :</b> Réseaux embarqués.</p>		

OS36	Réseau local d'entreprise	S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b> Concevoir, dimensionner et configurer un réseau local d'entreprise.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Savoir répondre à un appel d'offre de solution réseaux d'une PME. Savoir calculer un plan d'adressage, configurer des routeurs et monter des solutions serveurs (DHCP, DNS, NAS, web et de messagerie)</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Avoir des notions sur les 4 couches TCP/IP, connaître les règles de câblage en Ethernet 100Mbit/10Gbits, connaître les fonctions d'un switch, d'un routeur et d'un serveur.</p>		
<p><b>Contenus :</b> Etudier un cas concret de réseau d'entreprise, afin d'apprendre à réaliser un appel d'offre de solution réseaux. Calculer le plan d'adressage IP, afin que les échanges de fichiers se fassent au travers d'un réseau privé de lignes spécialisées et que les autres appels se fassent via Internet. Maîtriser les commandes de base d'un routeur CISCO et configurer un routage LAN/WAN Sécuriser l'accès à Internet, au moyen Netfilter, sur un équipement tel qu'un routeur. Configurer les serveurs, DHCP pour autoriser l'accès au réseau à des PC portables, DNS pour utiliser les URL des sites (exemple : google.fr), serveur de fichiers, serveur web sécurisé dans une DMZ et serveur de messagerie local.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Ethernet, Internet, RLE, routeur CISCO, Routeurs IPcop, serveurs DHCP, DNS, WEB, NAS (serveur de fichiers) et SMTP (messagerie).</p>		

### 3.5 Modules liés aux Systèmes Electroniques

OS40	Electronique RF et HF	S3 ou S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b>            Être sensibilisé aux problèmes liés au bruit en haute fréquence.            Connaître les problèmes spécifiques liés à l'amplification des signaux radiofréquences.</p> <p><b>Compétences visées :</b>            Savoir évaluer un rapport signal/bruit et optimiser un montage pour réduire le bruit,            Savoir choisir et mettre en œuvre les composants en vue d'une application haute fréquence,            Savoir effectuer les mesures de base sur un amplificateur radiofréquence.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>            Les modules M1302 (Ma1), M1304 (P1), M2304 (P2), M1104 (SE1), M2104 (SE2) et M3104 (SE3).</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <p>A. Le bruit en électronique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Signaux aléatoires : fonction de corrélation et densité spectrale,</li> <li>Différentes sources de bruit en électronique,</li> <li>Bande passante équivalente de bruit d'un amplificateur,</li> <li>Facteur de bruit d'un amplificateur et d'une chaîne de quadripôles,</li> <li>Minimisation du bruit par adaptation d'impédance.</li> </ul> <p>B. Les amplificateurs radiofréquences :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie et modèles des composants utilisés en HF,</li> <li>Classes d'amplification en radiofréquences,</li> <li>Adaptation d'impédance.</li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b>            Bruit, facteur de bruit, amplification radiofréquences.</p>		



<b>AT41</b>	<b>Electronique pour les modulations numériques</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b></p> <p>Connaître l'organisation et les principales fonctions associées aux systèmes de production, diffusion et réception des signaux numériques.</p> <p>Connaître les différents types de modulations numériques en radio, téléphonie et télévision et leurs caractéristiques.</p> <p>Connaître un ou plusieurs systèmes numériques complexes.</p> <p>Développer une approche système ouverte sur la transversalité dans l'objectif d'une culture de projet.</p> <p><b>Compétences visées :</b></p> <p>Être capable de prévoir et de mesurer l'encombrement spectral d'une modulation numérique,</p> <p>Etre capable de justifier le type de modulation utilisé en fonction du milieu de transmission</p> <p>Etre capable de comprendre et d'analyser les spécificités des architectures dédiées à la transmission de messages numériques sur porteuse</p> <p>Etre capable d'identifier les différentes normes de transmission</p> <p>Savoir analyser la structure d'un système numérique complexe.</p>		
<p><b>Prérequis :</b></p> <p>Le module M3104 (SE3).</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <p>Modulations ASK, FSK et ses dérivées.</p> <p>Modulation PSK et ses dérivées.</p> <p>Modulations mixtes amplitude et phase (QAM).</p> <p>Modulateur et démodulateur IQ.</p> <p>Diagramme de l'œil, IES, diagramme de constellation, Efficacité spectrale, ACP, Facteur crête (intérêt des modulations à enveloppe constante).</p> <p>Introduction aux modulations COFDM.</p> <p>Bruit et taux d'erreur par bit (BER) et notion de compromis entre efficacité spectrale et BER.</p> <p>Notions de FDMA, TDMA, CDM.</p> <p>Saut de fréquence, étalement de spectre.</p> <p>Exemples d'applications : ADSL, TNT, DVB-S, RNT, GSM, Zig Bee, UMTS LTE, Wifi 802.11g , Bluetooth, Tetra.</p>		
<p><b>Mots clés :</b></p> <p>Modulations numériques complexes, TNT, GSM.</p>		

<b>OS42</b>	<b>Antennes et circuits passifs HF</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b> Comprendre et pouvoir caractériser les phénomènes liés à la transmission de l'énergie dans les circuits passifs et à son transfert en espace libre dans le domaine des hautes fréquences.</p> <p><b>Compétences visées :</b> Savoir caractériser les paramètres S d'un dispositif passif et les caractéristiques radio-électriques d'une antenne Savoir mettre en œuvre un dispositif d'adaptation d'impédance</p>		
<p><b>Prérequis :</b> Les modules M1302 (Ma1), M2302 (Ma2), M1304 (P1) et M2304 (P2).</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <p>Phénomènes de propagation en régime : équation des télégraphistes, ondes progressives et stationnaires.</p> <p>Matrice S : impédance caractéristique, coefficient de réflexion et impédance ramenée, abaque de Smith,</p> <p>Adaptation par stub et ligne quart d'onde.</p> <p>Antenne : antenne isotrope et antennes usuelles, doublet, dipôle et réseau de dipôles, diagrammes de rayonnement, directivité, gain, notion de bruit, bilan de liaison.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Circuits passifs micro-ondes, antennes.</p>		

<b>RCP43</b>	<b>Transmission de l'information par fibre optique</b>	<b>S3 ou S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b>          Aborder les fibres optiques pour les transmissions et les capteurs industriels          Comprendre la physique des fibres optiques, des sources et capteurs associés.          Identifier les éléments d'une chaîne de transmission optique.</p> <p><b>Compétences visées :</b>          Interpréter la documentation technique des constructeurs.          Savoir mettre en œuvre une transmission optique dans le cadre d'une liaison Ethernet industriel.          Savoir choisir et mettre en œuvre un capteur optique.          Savoir choisir un composant optoélectronique en fonction de l'application (vitesse, bruit, sensibilité)          Savoir mettre en œuvre une fibre optique : préparation, injection du signal optique, ouverture numérique.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>          Les modules M1302 (Ma1), M1101 (Ener1), M1104 (SE1), M2104 (SE2) et M2304 (P2).</p>		
<p><b>Contenus :</b>          Sources et capteurs associés aux fibres : ondes, semi-conducteur, photodiodes, laser et diodes laser.          Optique géométrique : principe de Fermat, lentilles, fibres monomodes et multimodes, fibres à gradient d'indice, fibre à saut d'indice, couplage, atténuation, télécommunications par fibres optiques.          Descriptif des liaisons optiques dans les réseaux industriels.          Principe des mesures optiques pour l'industrie.</p>		
<p><b>Mots clés :</b>          Opto-électronique, fibres, capteurs, télécoms.</p>		

<b>RCP44</b>	<b>Gestion de l'énergie pour les systèmes embarqués et communicants</b>	<b>S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b></p> <p>Sensibiliser les étudiants aux problèmes liés à la consommation d'énergie des systèmes embarqués communicants.</p> <p>Savoir mesurer/évaluer la consommation d'énergie d'un système embarqué.</p> <p>Connaître et/ou développer des approches de gestion de la consommation d'énergie dans des systèmes embarqués à différents niveaux (logiciel/matériel par exemple).</p> <p>Savoir dimensionner un système de récupération et de stockage de l'énergie en fonction des contraintes fonctionnelles du système cible.</p> <p><b>Compétences visées :</b></p> <p>Connaître les différents type de récupérateurs d'énergie (cellule photovoltaïque, capteur thermique, vibrations (e.g. piezo-électrique)...), les différents types de composants utilisés pour stocker l'énergie dans des systèmes embarqués (batteries, super capacité). Savoir utiliser les appareils de mesure permettant d'évaluer la consommation d'énergie d'une plateforme matérielle. Etre capable de mettre en œuvre des techniques/algorithmes de gestion de la consommation d'énergie et en valider le fonctionnement.</p>		
<p><b>Prérequis :</b></p> <p>Les modules M1101 (Ener1), M2101 (Ener2), M1104 (SE1), M2104 (SE2), M1103 (Info1), M2103 (Info2) et OS40.</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <p>A. Les bases de la récupération et du stockage de l'énergie pour les systèmes embarqués</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse des différents systèmes de récupération d'énergie (principe de fonctionnement, ordre de grandeur de l'énergie récupérée...).</li> <li>- Analyse des différents systèmes de stockage de l'énergie (les différents types de batterie, les super capacité, les convertisseurs DC-DC...).</li> </ul> <p>B. Mise en œuvre de techniques de gestion de la consommation d'énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesurer la consommation d'énergie d'un système embarqué.</li> <li>- Les différents modes de fonctionnement d'un système communicant autonome en énergie (energy-neutral, positive-energy, negative-energy).</li> <li>- Mettre en œuvre des politiques de gestion optimisée de la consommation d'énergie du système : <ul style="list-style-type: none"> <li>• contrôle du duty-cycle de la période de réveil du système,</li> <li>• contrôle de la puissance d'émission dans le cas d'un système communicant sans fils,</li> <li>• développer des algorithmes permettant un équilibre énergétique et optimisant ou garantissant la qualité de service (QoS) du système, par exemple le débit.</li> </ul> </li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b></p> <p>Récupération, stockage et consommation d'énergie, cellule photovoltaïque, capteur thermique, batteries, super capacité.</p>		

AT45	Circuits pour l'instrumentation	S3 ou S4 - 30h
<p><b>Objectifs du module :</b> Comprendre les enjeux liés au conditionnement et à la mise en forme de signaux analogiques de faible amplitude tels que ceux issus de certains capteurs (instrumentation).</p> <p><b>Compétences visées :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- savoir choisir un amplificateur d'instrumentation adapté à un signal et à son environnement (immunité au bruit, aux perturbations, à la température)</li> <li>- prendre conscience de la notion de bruit</li> <li>- être capable d'exploiter un signal de faible amplitude</li> <li>- savoir mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation</li> </ul>		
<p><b>Prérequis :</b> S1, S2, les modules M1101 (Ener1), M1302 (Ma1), M2302(Ma2), M3302 (Ma3), et M3304 (P3).</p>		
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'étage différentiel et les chaînes instrumentales <ul style="list-style-type: none"> <li>o L'intérêt de la paire différentielle et son principe de fonctionnement</li> <li>o Les différents amplificateurs d'instrumentations</li> <li>o Les amplificateurs « bas-bruit »</li> </ul> </li> <li>- Introduction aux notions d'immunité <ul style="list-style-type: none"> <li>o Introduction aux origines du bruit</li> <li>o Les différentes formes de bruit et sa représentation spectrale</li> <li>o L'influence de la température sur une chaîne instrumentale</li> </ul> </li> <li>- Initiation à la mise en œuvre d'une chaîne instrumentale <ul style="list-style-type: none"> <li>o Les notions de précision et de résolution</li> </ul> </li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b> Instrumentation, amplification, linéarité, conditionnement du signal, rapport signal à bruit, mode différentiel, mode commun.</p>		

<b>OS46</b>	<b>Physique des semiconducteurs</b>	<b>S4 - 30h</b>
<p><b>Objectifs du module :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre le fonctionnement physique des composants de base (diodes, transistors bipolaires et à effet de champ)</li> <li>- S'imprégner des évolutions de la technologie microélectronique (enjeux de l'intégration technologique, nouvelles et futures structures, ITRS).</li> </ul> <p><b>Compétences visées :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Choix des composants appropriés en fonction de l'application.</li> <li>- Approche de la modélisation physique des composants à semi-conducteurs</li> </ul>		
<p><b>Prérequis :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctions simples (log, exponentielle)</li> <li>- Équations différentielles du 1<sup>er</sup> ordre</li> </ul>		
<p><b>Contenus :</b></p> <p>A. Semi-conducteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les matériaux de la microélectronique (métal, isolant, semi-conducteur)</li> <li>- Physique des semi-conducteurs : niveaux et bandes d'énergie, SC intrinsèque, SC extrinsèque, conductivité, les équations fondamentales</li> </ul> <p>B. Composants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diode</li> <li>- Transistors : MOSFET, JFET, Bipolaire</li> </ul> <p>C. Technologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description des étapes de fabrication d'un circuit intégré</li> <li>- La microélectronique de demain : évolution des technologies et des dimensions en lien avec l'ITRS</li> </ul>		
<p><b>Mots clés :</b></p> <p>Semi-conducteurs, jonction PN, transistor, technologie microélectronique.</p>		