

### Document complémentaire au PPN du DUT Mesures physiques

#### Description des parcours de modules complémentaires destinés à la poursuite d'études

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. Préambule

Le parcours de formation conduisant au DUT Mesures physiques est constitué d'une majeure, qui garantit le cœur de compétence du DUT, et de modules complémentaires. Ces modules complémentaires sont destinés à compléter le parcours de l'étudiant, qu'il souhaite une insertion professionnelle immédiate ou qu'il souhaite une poursuite d'études vers d'autres formations de l'enseignement supérieur. Ainsi ils permettent d'améliorer l'insertion, préparer l'accession à une certification de niveau II ou une poursuite d'études vers une certification de niveau I.

Les modules complémentaires, quel que soit le parcours suivi par l'étudiant, font partie intégrante du diplôme universitaire de technologie.

Ces modules complémentaires sont de trois types :

- approfondissement technologique (AT) ;
- renforcement des compétences professionnelles (RCP) ;
- ouverture scientifique (OS).

Ils représentent 15 % du volume horaire global de la formation.

Les modules visant l'insertion professionnelle immédiate sont publiés dans le Programme Pédagogique National du DUT Mesures physiques (parcours IPI). Les modules visant à préparer l'accession à une certification de niveau II (parcours LP) ou une poursuite d'études vers une certification de niveau I (parcours PEL) font l'objet de la présente préconisation.

Les modules du parcours LP et les modules du parcours PEL présentent les mêmes caractéristiques en termes de volume horaire et de coefficient entrant dans le contrôle des connaissances que les modules visant l'insertion professionnelle immédiate.

Sur la base des préconisations de la CPN Mesures physiques, chaque IUT élabore ses propres modalités de mise en oeuvre des parcours.

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

Modalités pratiques :

Le positionnement par semestre des modules complémentaires peut être modifié de façon à s'adapter aux contraintes organisationnelles locales.

Afin de faciliter la mise en oeuvre des travaux pratiques (TP) et d'intensifier la transversalité des connaissances, il est possible de réaliser un regroupement de TP issus de modules possédant des thématiques voisines.

Un même module mis en place dans au moins 2 parcours donne lieu à la même évaluation.

Dans le tableau récapitulatif suivant, les modules du parcours visant l'insertion professionnelle immédiate apparaissent, afin de faire un bilan de l'ensemble des modules complémentaires préconisés par la CPN Mesures physiques.

## 2. Description des parcours

Type		Modules (codes)	Parcours niveau III (IPI)	Parcours niveau II (LP)	Parcours niveau I (PE)
AT	Automatique – Régulation industrielle	AT01		x	x
	Compatibilité électromagnétique	M 4204CT	x	x	
	Contrôle statistique et qualité	AT02		x	
	Electronique d'instrumentation	M 3305CT	x	x	
	Electrotechnique, électronique de puissance	AT03		x	
	Mécanique vibratoire et acoustique	M 3204C	x	x	
	Mesures acoustiques	M 4202CT	x	x	
	Mesures vibratoires	M 4203CT	x	x	
	Méthodologie de caractérisation des matériaux	M 4204CM	x	x	
	Modification des propriétés des matériaux	M 3305CM	x	x	
	Photonique	M 3203C	x	x	
	Programmation des systèmes embarqués	AT04		x	
	Résistance des matériaux - Extensométrie	AT05		x	
	Structure et propriétés des matériaux	M 3304CM	x	x	
	Systèmes de mesure en réseau	M 3304CT	x	x	
	Techniques de caractérisation des matériaux	M 4203CM	x	x	
	Techniques instrumentales d'analyse chimique	M 4205CM	x	x	
OS	Chimie et environnement	OS01		x	x
	Chimie inorganique	OS02			x
	Chimie organique	OS03			x
	Mathématiques pour la physique	OS04			x
	Mesures du vivant - Signaux physiologiques	OS05		x	x
	Ondes électromagnétiques et applications	OS06			x
	Ondes mécaniques et propagation	OS07			x
	Physique nucléaire et radioprotection	OS08		x	x
	Traitement d'images - Vision	OS09			x
RCP	Analyse numérique	RCP01		x	x
	Contrôle non destructif	RCP02		x	
	Energie renouvelable, production et stockage	M 4105C	x	x	
	Expertise et contrôle des produits industriels	M 4202CM	x	x	
	Optoélectronique	M 4205CT	x	x	
	Programmation orientée objet	RCP03		x	x
	Qualification des produits industriels	RCP04		x	

Il est rappelé que 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.

### 3. Description des modules complémentaires non décrits dans le PPN

RCP01	<b>Analyse numérique et calcul scientifique</b>	Semestre 3 ou semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b> Utiliser des méthodes d'analyse numérique et des outils de calcul scientifique pour résoudre des problèmes mathématiques abordés au cours de la formation et pour étudier les modélisations de phénomènes abordés dans les modules scientifiques et techniques.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> M 1201 « Traitement des données – DAO », M 1204 « Algorithmique et informatique », M 2103 « Outils mathématiques : analyse et algèbre linéaire ».</p>		
<p><b>Contenus :</b> Utilisation du calcul matriciel numérique, de calcul itératif et d'outils d'analyse numérique pour résoudre des équations, des systèmes d'équations linéaires et des équations différentielles. Compléments sur la transformée de Fourier et la FFT. Compléments sur l'ajustement linéaire pour estimer des valeurs et leur incertitude. Le contenu de ces compléments doit être cohérent avec le contenu des autres modules complémentaires suivis par les étudiants. Résolution à l'aide de logiciels de calcul scientifique, des problèmes mathématiques issus de l'analyse, de l'algèbre ou des statistiques. Etude des modélisations mathématiques, comparaison des modèles à des données expérimentales. Etude des outils d'analyse numérique, comparaison des solutions obtenues à des solutions exactes.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Calcul matriciel, analyse numérique, statistique, calcul scientifique, modélisation.</p>		

AT01	<b>Automatique – Régulation industrielle</b>	Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b> Connaître la structure, savoir modéliser et ajuster des systèmes asservis simples.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> M 2202 « Systèmes électroniques », M 3301 « Conditionnement de signaux analogiques », M 4201 « Chaînes de mesures, de contrôle, d'essais ».</p>		
<p><b>Contenus :</b> Mise en œuvre de la régulation ou de l'asservissement d'une grandeur physique et définition du réglage d'un correcteur PID Systèmes ouverts, systèmes bouclés. Transformée de Laplace. Fonction de transfert, réponse indicielle et impulsionnelle. Comportements statique et dynamique. Vitesse et justesse. Critères de stabilité. Utilisation de PID industriels.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Asservissement, système bouclé, stabilité, correcteur PID.</p>		

OS01	Chimie Environnement	Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b>            Etudier les différentes sources de pollution, leurs interactions avec l'environnement et les mesures permettant de contrôler le niveau de pollution.            Cycle de vie des produits industriels.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>            M 4104 « Analyse électrochimique et méthodes chromatographiques ».</p>		
<p><b>Contenus :</b>            Mise en œuvre des techniques de contrôle de la pollution.            Connaissance des critères de qualité des milieux environnementaux et des normes (air, eau, sol).            Différentes techniques pourront être abordées : méthode de prélèvement, extraction, chromatographie, spectroscopie, électrochimie.            Etudes de cas, mesures sur site.</p>		
<p><b>Mots clés :</b>            Environnement, échantillonnage, norme, expertise, contrôle, qualité, analyse.</p>		

OS02	Chimie inorganique	Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b>            Maîtriser la structure électronique des complexes de métaux de transition pour appréhender leurs propriétés magnétiques et optiques.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>            M 1302 « Structure atomique et moléculaire », M 1303 « Equilibre chimique –Sécurité au laboratoire », M 4104 « Analyses électrochimiques et méthodes chromatographiques », M 4204CM « Méthodologie de caractérisation des matériaux ».</p>		
<p><b>Contenus :</b>            Théorie du champ cristallin. Propriétés électroniques des éléments de transition.            Corrélation des propriétés d'usage (magnétique, optique) à la structure électronique.            Champ de ligands. Chimie de coordination : ligands métaux électrons et géométries.            Propriétés optiques, propriétés magnétiques : diamagnétisme, paramagnétisme (exemple de la magnétite).            Exemples d'application : zéolithes et environnement, nanoparticules magnétiques et santé, matériaux hybrides pour le stockage de gaz.            Exposés et études de cas.</p>		
<p><b>Mots clés :</b>            Chimie de coordination, description électronique des complexes, propriétés optiques et magnétiques.</p>		

OS03	<b>Chimie organique</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b>  Maîtriser les mécanismes des réactions de base de la chimie organique.  Savoir nommer des molécules organiques (nomenclature).  Différencier des isomères et stéréoisomères.  Expliquer la formation de produits d'une réaction à partir du mécanisme réactionnel.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>  M 1302 « Structures atomique et moléculaire », M 1303 « Equilibre chimique - Sécurité au laboratoire », M 3303 « Techniques spectroscopiques ».</p>		
<p><b>Contenus :</b>  Isomérie.  Etude des différentes classes de réactions au travers des principales fonctions chimiques organiques (substitutions nucléophiles, additions électrophiles, ...).</p>		
<p><b>Mots clés :</b>  Stéréochimie, mécanisme réactionnel, réactivité, groupes caractéristiques.</p>		

RCP02	<b>Contrôle Non Destructif</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b>  Etre initié aux techniques de contrôle non destructif appliquées à la caractérisation de matériaux et la détection de défauts dans des structures industrielles.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>  M 2201 « Electromagnétisme et applications », M 2204 « Structure des matériaux », M 2205 « Propriétés des matériaux », M 2302 « Mécanique et résistance des matériaux ».</p>		
<p><b>Contenus :</b>  Technologie ultrasonore : production et détection des ondes ultrasonores, mise en œuvre des méthodes ultrasonores.  Instrumentation magnétique : définition de flux magnétique, méthode de mesures d'aimantation – cycles d'hystérésis, analyse des défauts des alliages : méthodes de détection.  Thermographie infrarouge : rayonnement thermique, propriétés radiatives des matériaux, principe de la mesure thermographique, applications.</p>		
<p><b>Mots clés :</b>  Essais non destructifs, mesures magnétiques, propagation ultrasonore, imagerie thermique.</p>		

AT02	<b>Contrôle statistique et qualité</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b>  Mettre en œuvre des outils de la qualité et des études statistiques.  Utiliser les outils mathématiques nécessaires à la compréhension des résultats d'un rapport qualité.  Connaître différents outils de la qualité.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>  M 3104 « Métrologie, qualité, statistiques ».</p>		
<p><b>Contenus :</b>  Lois de probabilités discrètes.  Approfondissement sur les plans d'expériences et les outils de la qualité.  Éléments de Maîtrise Statistique des Procédés (MSP). Echantillonnage par attributs.</p>		
<p><b>Mots clés :</b>  Statistique, qualité, échantillonnage.</p>		

AT03	<b>Electrotechnique, électronique de puissance</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b>  Connaître le principe de fonctionnement des machines tournantes et de leur mode d'alimentation.  Connaître les fonctions usuelles de l'électronique de puissance.  Être sensibilisé à la sécurité électrique dans le cas des courants forts.</p>		
<p><b>Prérequis :</b>  M 2201 « Electromagnétisme et applications », M 2202 « Systèmes électroniques ».</p>		
<p><b>Contenus :</b>  Courants monophasés, triphasés, transformateur monophasé.  Mesures de puissance. Principe des machines tournantes.  Machines à courant continu et à courant alternatif, principes et caractéristiques.  Electronique de puissance : redressement non-commandé, commandé.  Convertisseurs statiques. Alimentation stabilisée.  Sécurité électrique propre aux courants forts.  Possibilité de formation à l'habilitation électrique.</p>		
<p><b>Mots clés :</b>  Triphasé, puissance, redressement, machines tournantes.</p>		

OS04	<b>Mathématiques pour la physique</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b> Comprendre les méthodes et les modèles mathématiques nécessaires à la résolution de problèmes des sciences physiques non évoquées dans les modules des semestres précédents. Approfondir les notions d'analyse vectorielle et algèbre linéaire.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> M 2103 « Outils mathématiques : analyse et algèbre linéaire ».</p>		
<p><b>Contenus :</b> Contenus à choisir parmi les notions suivantes : Analyse vectorielle : champ de vecteurs, flux. Opérateurs différentiels vectoriels : gradient, divergence, rotationnel. Systèmes de coordonnées cylindriques et sphériques. Espaces vectoriels, réduction d'endomorphisme. Analyse en composantes principales. Suites et séries. Convergences d'intégrales. Equations aux dérivées partielles.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Analyse vectorielle, opérateurs différentiels linéaires, espace vectoriel, endomorphisme, suites, série.</p>		

OS05	<b>Mesures du vivant : signaux physiologiques</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<p><b>Objectifs du module :</b> S'initier aux mesures électriques non invasives de paramètres physiologiques chez l'homme, en toute sécurité. En déduire des caractéristiques physiologiques du corps humain.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> M 2202 « Systèmes électroniques », M 3105 « Mathématiques et traitement du signal », M 3201 « Conditionnement de signaux analogiques ».</p>		
<p><b>Contenus :</b> Définition des différentes grandeurs à mesurer : électrocardiogramme, électroencéphalogramme, électromyogramme et bio-impédance. Définition des caractéristiques physiologiques associées aux grandeurs : rythmes, ondes et intervalles des électrocardiogrammes et/ou électroencéphalogrammes, vitesse de conduction nerveuse et composition du métabolisme humain. Connaissance des normes de sécurité spécifiques à la mesure électrique sur le corps humain. Techniques de réduction et d'annulation des biais de mesure : mesure bipolaire/tétra-polaire, position des électrodes et amélioration du contact peau/électrode.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Mesures électriques, électrodes, paramètres physiologiques.</p>		

OS06	<b>Ondes électromagnétiques et applications</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<b>Objectifs du module :</b> Connaître les principes de base des phénomènes de propagation des ondes électromagnétiques. S'initier aux techniques d'instrumentation radiofréquences et hyperfréquences.		
<b>Prérequis :</b> M 3105 « Mathématiques et traitement du signal », M 3301 « Conditionnement de signaux analogiques ».		
<b>Contenus :</b> Champ électromagnétique, équations de Maxwell. Phénomènes de propagation : onde incidente et réfléchie, coefficient de réflexion, impédance caractéristique vitesse de propagation, puissance d'une onde. Présentation, sous l'aspect système, des principales fonctions électroniques analogiques et grandeurs caractéristiques associées. Définition des grandeurs caractéristiques principales et techniques de mesure associées.		
<b>Mots clés :</b> Rayonnements électromagnétiques, hyperfréquences, analyse spectrale, analyse scalaire.		

OS07	<b>Ondes mécaniques et propagation</b>	Semestre 3 ou Semestre 4
<b>Objectifs du module :</b> Etudier la propagation des ondes mécaniques dans différents supports (solide ou fluide) et son utilisation pour la détermination des propriétés acoustiques des matériaux.		
<b>Prérequis :</b> M 2103 « Outils mathématiques : analyse et algèbre linéaire », M 2302 « Mécanique et résistance des matériaux », M 3204C « Mécanique vibratoire et acoustique ».		
<b>Contenus :</b> Equation d'onde (de d'Alembert), corde vibrante, réflexion des ondes et interférences, ondes stationnaires. Modes de vibration et impédance mécanique. Propagation du son dans un gaz (tube de Kundt) et notion d'impédance acoustique. Propagation du son dans un barreau métallique. Mesure de la célérité des ondes dans différents matériaux, détermination des modes propres de vibration et mesure de l'impédance acoustique de matériaux.		
<b>Mots clés :</b> Propagation du son, impédance acoustique, modes propres.		



OS08	Physique nucléaire	Semestre 3 ou 4
<p><b>Objectifs du module :</b> Connaître le principe de fonctionnement des grands types de détecteurs de rayonnements ionisants et leurs applications.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> M 2201 « Electromagnétisme et applications », M 1301 « Systèmes électriques », M 1302 « Structures atomique et moléculaire », M 3203 « Photonique ».</p>		
<p><b>Contenus :</b> Origine des rayonnements ionisants (radioactivité, réactions nucléaires, rayons X). Interaction rayonnement - matière (particules chargées lourdes, électrons, positons, photons, neutrons). Fission nucléaire : mécanisme, produits de fission, matériaux fertiles et fissiles. Réacteur nucléaire : réaction en chaîne. Spallation. Propriétés générales des détecteurs de rayonnements ionisants : détecteurs à gaz (compteur Geiger-Müller, chambre d'ionisation, compteur proportionnel), détecteurs à semi-conducteurs, détecteurs à scintillation. Radioprotection : grandeurs et unités de la dosimétrie, principes généraux de la protection contre l'exposition aux rayonnements.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Instrumentation nucléaire, détecteurs de rayonnements ionisants, comptage de rayonnements, mesure d'énergie, spectrométrie, dosimétrie.</p>		

AT04	Programmation des systèmes embarqués	Semestre 3 ou 4
<p><b>Objectifs du module :</b> Connaître les structures et composants d'un système embarqué. Programmer un microcontrôleur en vue d'applications dédiées à la mesure. Mettre en œuvre des systèmes temps réel, faible coût, faible consommation dédiés à la mesure.</p>		
<p><b>Prérequis :</b> M 2203 « Informatique d'instrumentation », M 3301 « Conditionnement de signaux analogiques », M 3105 « Mathématiques et traitement du signal ».</p>		
<p><b>Contenus :</b> Présentation des microcontrôleurs et FPGA, notion de système temps réel, programmation d'applications dédiées à la mesure (lecture de l'information provenant de capteurs) et traitement de ces données. Développement de programmes avec un langage orienté objet.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> Microcontrôleur, FPGA, temps réel.</p>		

RCP03	<b>Programmation orientée objet</b>	Semestre 3 ou 4
<b>Objectifs du module :</b> Comprendre l'architecture d'un logiciel utilisant les objets. Utiliser efficacement une bibliothèque logicielle objet dans un contexte d'informatique industrielle. Savoir structurer un logiciel simple selon les techniques objets.		
<b>Prérequis :</b> M 1204 « Algorithmique et informatique ».		
<b>Contenus :</b> Compléments de syntaxe : déclaration de classe, d'attribut, de méthode. Présentation de la démarche : encapsulation, réutilisation, cycle de vie des objets, héritage, ... Développement de programme sur un langage objet. Utilisation des bibliothèques.		
<b>Mots clés :</b> Programmation, classe, bibliothèque, interface.		

RCP04	<b>Qualification des produits industriels</b>	Semestre 3 ou 4
<b>Objectifs du module :</b> Etre capable de valider un système, un produit industriel et assurer le suivi des performances de la méthode de qualification utilisée.		
<b>Prérequis :</b> M 4202 « Expertise et contrôle des produits industriels ».		
<b>Contenus :</b> Déroulement de la qualification des performances d'un produit industriel, en particulier d'un système d'analyse ou de caractérisation. Les différents types de certifications.  Définition d'un cahier des charges pour le choix d'une méthode de qualification.  Choix et mise en œuvre des moyens permettant le suivi des performances des systèmes industriels au travers de certains critères (pour des appareils de mesure : spécificité/sélectivité, justesse, fidélité, linéarité, dérive, limite de détection et de quantification, domaine de mesure et robustesse).		
<b>Mots clés :</b> Qualification, performance, fiche de vie.		

AT05	<b>Résistance des matériaux - Extensométrie</b>	Semestre 3 ou 4
<b>Objectifs du module :</b> Approfondir et mettre en œuvre les techniques de mesure des déformations et des contraintes mécaniques pour caractériser les structures.		
<b>Prérequis :</b> M 2205 « Propriétés des matériaux », M 2302 « Mécanique et résistance des matériaux ».		
<b>Contenus :</b> Étude des sollicitations simples et composées, répartition des contraintes, relations contraintes-déformations, déformations planes, mesures avec jauge(s), choix de capteurs. Modélisation numérique sur logiciels dédiés.		
<b>Mots clés :</b> Résistance des matériaux, déformations, contraintes, jauges.		

OS09	<b>Traitement d'images - Vision</b>	Semestre 3 ou 4
<b>Objectifs du module :</b> Comprendre et mettre en œuvre les techniques d'acquisition, de traitement et d'extraction d'informations dans des images.		
<b>Prérequis :</b> M 1202 « Métrologie et capteurs », M 2303 « Systèmes optiques », M 2203 « Informatique d'instrumentation », M 3105 « Mathématiques et techniques de traitement du signal ».		
<b>Contenus :</b> Connaissances de base de la géométrie projective 2D/3D. Formation de l'image.  Étude du modèle de caméra projective et calibrage. Représentations de l'image numérique. Segmentation: filtrage, détection de contours, points d'intérêt.  Etude et mise en œuvre de logiciels permettant l'utilisation d'une caméra et l'extraction d'informations des images.		
<b>Mots clés :</b> Image, géométrie projective, détection de primitives.		