

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE « SCIENCES ET TECHNOLOGIES »**Spécialité « création de produits ou ingénierie mécanique »****Programmes de « sciences appliquées » et de « sciences et techniques »****Préambule**

L'homme invente et réalise des produits adaptés à ses besoins. Le domaine de la création qui comprend l'invention, la conception des produits ou des systèmes intègre également leur réalisation, il inclut aussi leurs évolutions, en terme d'innovation ou d'adaptation. Le baccalauréat technologique « création de produits » initie les élèves aux principales méthodes et démarches qui passent de la création à la réalisation d'un produit.

Cet enseignement s'appuie sur le concept de chaîne numérique qui, partant de l'élaboration d'une maquette virtuelle évolutive, aboutit aux données de pilotage du procédé de réalisation. Il comprend :

- Une initiation aux démarches de création, d'innovation intégrant les concepts du design ;
- Une approche globale des produits et des systèmes techniques, à dominante mécanique, exploitant les domaines de la commande et de la motorisation ;
- L'analyse, la validation, l'évolution des solutions constructives des produits mécaniques ;
- Des connaissances sur les matériaux, les procédés dans le contexte leurs relations aux produits ;
- Une présentation concrète et expérimentale de la réalisation de constituants mécaniques des produits et des systèmes.

L'analyse des produits, des systèmes, des solutions constructives qu'ils intègrent et de leur évolution dans le temps concourt à une culture technique qui permet de comprendre et d'expliquer leur fonctionnement mais aussi de les concevoir ou de les faire évoluer. L'élaboration de modèles scientifiques et techniques, traités par simulation informatique, permet de vérifier ou de prévoir leurs comportements.

Les activités de réalisation supportées par les démarches de pré industrialisation, introduisent la présentation et la connaissance de procédés. Elles finalisent cette formation en assurant la confrontation au possible et au réel. Elles aboutissent naturellement à l'obtention concrète d'éléments de produits ou de systèmes.

Les titulaires de ce baccalauréat auront particulièrement accès à l'ensemble des poursuites d'études supérieures du domaine du génie mécanique et industriel, en particulier dans les champs de la conception, de la production et de la maintenance.

Présentation des programmes

Les programmes ci-après précisent les connaissances ordonnées. La présentation n'induit en aucun cas une chronologie d'enseignement, mais une simple mise en ordre des concepts. La colonne de gauche indique à partir de quelle classe il serait judicieux de commencer à aborder chaque contenu (ce qui n'exclut évidemment pas de poursuivre en terminale). Le degré d'approfondissement est présenté sous la forme d'une taxonomie à quatre niveaux :

1 - Niveau d'**information** : Le contenu est relatif à l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet. Les réalités sont montrées sous certains aspects de manière partielle ou globale. Ceci peut se résumer par la formule : « l'élève en a entendu parler et sait où trouver l'information ». Il n'y pas d'évaluation envisageable à l'examen pour les savoirs situés à ce niveau d'approfondissement

2 - Niveau d'**expression** : Le contenu est relatif à l'acquisition de moyen d'expression et de communication permettant de définir et utiliser les termes composant la discipline. Le « savoir » est maîtrisé. Ceci peut se résumer par la formule : « l'élève sait en parler ».

3 - Niveau de **maîtrise des outils** : Le contenu est relatif à la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action (lois, démarches, actes opératifs, ...) permettant d'utiliser, de manipuler des règles, des principes ou des opérateurs techniques en vue d'un résultat à atteindre. Il s'agit de maîtriser un « savoir faire ». Ceci peut se résumer par la formule : « l'élève sait faire ».

4 - Niveau de **maîtrise méthodologique** : Le contenu est relatif à la maîtrise d'une méthodologie d'énoncé et de résolution de problèmes en vue d'assembler et organiser les éléments d'un sujet, identifier les relations, raisonner à partir de celles-ci, décider en vue d'un but à atteindre. Il s'agit de maîtriser une démarche. Ceci peut se résumer par la formule : « l'élève maîtrise la méthode ».

Chacun de ces niveaux englobe les précédents.

Un document d'accompagnement publié par ailleurs rassemble les recommandations pédagogiques, notamment en termes méthodologique et d'organisation de l'enseignement.

Programme de « sciences appliquées »

Les sciences appliquées doivent fournir aux élèves des outils et des connaissances leur permettant de faire face efficacement aux évolutions technologiques qu'ils rencontreront obligatoirement dans leur carrière professionnelle. L'accent doit donc être mis sur les notions pérennes et pouvant être réinvesties dans le cadre d'une formation tout au long de la vie et permettant de faire face avec un minimum de sentiment de sécurité aux inévitables évolutions technologiques.

Cet enseignement de sciences appliquées doit permettre d'acquérir la connaissance des lois physiques, la maîtrise de modèles, une méthodologie de résolution de problèmes dans les domaines de la physique et de la chimie en lien avec les systèmes et produits à dominante mécanique.

Il doit mettre l'accent sur l'acquisition :

- d'une rigueur scientifique ;
- d'un esprit critique ;
- d'une culture scientifique ;
- de la maîtrise de la démarche expérimentale.

Compétences visées

En sciences appliquées, le bachelier « création de produits », doit être capable de :

- maîtriser les lois de base dans les domaines de la mécanique, de la chimie des matériaux, de l'optique, de la conversion de l'énergie et de l'électricité ;
- exploiter ces lois de base pour modéliser le fonctionnement ou le comportement de systèmes et produits du domaine mécanique ;
- maîtriser les principes de base de la métrologie.

Commentaires méthodologiques généraux

Pour des raisons d'efficacité pédagogique, les thèmes du programme devront être abordés par le biais d'activités pratiques : c'est par une approche concrète que les concepts accessibles pourront être abordés en évitant toute mathématisation excessive.

L'utilisation de l'outil informatique sous ses différents aspects doit être aussi systématique que possible en travaux pratiques et dans les expériences de cours : tableurs pour les calculs et les modélisations, logiciels de traitement des signaux, logiciels de simulation, logiciels de commande de cartes d'acquisition, ... Les tableurs graphes seront utilisés pour représenter de manière graphique des résultats et pour établir des modèles à partir de résultats expérimentaux. L'utilisation des logiciels de simulation doit permettre d'explorer des points difficiles à mettre en œuvre d'un point de vue expérimental ou de gagner du temps en évitant des tâches répétitives (étude de l'influence d'un paramètre). Elle ne doit en aucun cas se substituer à l'expérience.

Les différentes parties du programme seront l'occasion de faire acquérir aux élèves des compétences dans le domaine de la représentation des grandeurs :

- associer à toute grandeur son unité dans le système international d'unités ;
- vérifier l'homogénéité des expressions dans des cas simples ;
- définir l'unité d'une grandeur à partir de l'analyse des unités dans une expression simple (par exemple, temps caractéristique dans « une équation différentielle ») ;

et dans celui de l'écriture des résultats de calculs et de mesure :

- encadrer une mesure obtenue avec un appareil dont la documentation technique est fournie ;
- fournir un résultat sous forme d'encadrement dans le cas d'une série de mesures ;
- donner un résultat avec un nombre de chiffres significatifs adaptés.

Abordé dès la 1ère	1 – OPTIQUE	Niveau			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Propagation de la lumière : modèle du rayon ; - Réflexion, réfraction, indice de réfraction. Dispersion de la lumière. 	█	█	█	█

Abordé dès la 1ère	2 – THERMIQUE	Niveau			
		1	2	3	4
	2.1. Température et énergie thermique				
	<ul style="list-style-type: none"> Notion de température – équilibre thermique d'un corps. Conséquences d'un apport d'énergie thermique à un corps : variation de température, déformation : dilatation, changement d'état. Les différents modes de transfert de l'énergie thermique : conduction, convection, rayonnement. 	█	█	█	█
	2.2. Calorimétrie				
	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité thermique d'un corps ; - Capacité thermique massique d'un matériau ; - Relation entre énergie thermique reçue par un corps et variation de température. 	█	█	█	█

Précisions : La lecture et l'exploitation de données physico-chimiques des matériaux sont une attente de cet enseignement. Un élève doit avoir des notions élémentaires afin de comprendre la lecture des données techniques.

Abordé dès la 1ère	3 – MECANIQUE	Niveau			
		1	2	3	4
	3. 1. Les grandeurs utiles				
	<ul style="list-style-type: none"> - Le temps : grandeur de référence ; - Rappel sur les forces ; notion de couple. 	█	█	█	█
	3.2. La translation				
	<ul style="list-style-type: none"> - Position ; vitesse ; accélération ; - Relation fondamentale de la dynamique. 	█	█	█	█
	3.3. La rotation				
	<ul style="list-style-type: none"> - Relations : position - angle ; vitesse - vitesse angulaire ; accélération - accélération angulaire ; - Relation vitesse angulaire - Fréquence de rotation ; - Relation fondamentale de la dynamique 	█	█	█	█
	3.5. Caractéristique mécanique				
	<ul style="list-style-type: none"> - Courbes force – vitesse ; couple – vitesse angulaire ; pression – débit ; - Caractéristique mécanique type ; - Influence de paramètres extérieurs sur la caractéristique (famille de courbes). 	█	█	█	█

Précisions : Dans les applications, on se limite à un mouvement établi à vitesse linéaire, vitesse angulaire ou débit constants. La lecture et l'exploitation de caractéristique mécanique de système sont une attente de cet enseignement.

Abordé dès la 1ère	4 – ENERGETIQUE	Niveau			
		1	2	3	4
	3. 1. Energie, puissance				
	<ul style="list-style-type: none"> - Notion d'énergie : ses différentes formes ; verbes associés (transférer, convertir, stocker, recevoir, fournir) ; - Relation entre énergie et puissance. 	█	█	█	█
	3.2. Conversion d'énergie				
	<ul style="list-style-type: none"> - Notion de chaîne énergétique ; exemples de conversions ; - Puissance reçue, puissance fournie, pertes, rendement ; - Principe de conservation globale de l'énergie. 	█	█	█	█
	3.3. Travail d'une force				
	<ul style="list-style-type: none"> - Travail d'une force constante ; puissance - Travail d'un couple constant ; puissance 	█	█	█	█

Abordé dès la 1ère	5 – ELECTRICITE	Niveau			
		1	2	3	4
5.1. Lois générales des circuits électriques					
<ul style="list-style-type: none"> - Notion d'intensité d'un courant électrique - Loi des nœuds ; - Notion de tension électrique - Loi des mailles ; - Notion de puissance électrique pour un dipôle. 					
<p>Précisions : L'élève doit être capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'annoter un schéma électrique en y indiquant toutes les intensités et toutes les tensions, - d'y appliquer algébriquement loi des mailles et loi des nœuds, - de calculer la puissance fournie ou reçue par un dipôle. 					
5.2 Caractéristique u(i) ou i(u) d'un dipôle passif					
<p>Conducteur ohmique ; notion de résistance ; loi d'Ohm ; puissance dissipée par un conducteur ohmique ; associations de résistances. Condensateur : notion de capacité ; relation $i=f(u)$; énergie stockée par un condensateur. Bobine parfaite : notion d'inductance ; relation $u=f(i)$; énergie stockée par une bobine. Propriété des bobines à s'opposer aux variations d'intensité du courant électrique.</p>					
<p>Précisions : L'élève doit comprendre que, pour un dipôle donné, les grandeurs u et i sont liées entre elles par une courbe caractéristique et éventuellement par une relation mathématique lorsque la courbe $u(i)$ ou $i(u)$ est simple (dipôle linéaire). On sensibilise l'élève à la notion de modèle. L'élève doit connaître le comportement électrique des 3 dipôles passifs et bien appréhender la différence de comportement d'un point de vue énergétique entre le conducteur ohmique (qui dissipe sous forme d'énergie thermique l'énergie électrique reçue) et les dipôles condensateur et bobine (qui eux stockent l'énergie reçue). On fera remarquer à l'élève la symétrie de comportement entre condensateur et bobine.</p>					
5.3 Dipôles électriques générateurs					
<ul style="list-style-type: none"> - Source idéale de tension – définition et symbole ; - Source idéale de courant – définition et symbole ; - Source linéaire : modèle équivalent de Thévenin. 					
<p>Précisions : L'élève doit être capable de passer de la caractéristique externe $U(I)$ d'un dipôle générateur linéaire à son symbole ou modèle équivalent, et réciproquement. On continue de sensibiliser l'élève à la notion de modèle.</p>					
5.4 Régime sinusoïdal					
<p>Grandeurs périodiques, période, fréquence. Valeur instantanée, Valeur maximale, valeur moyenne, valeur efficace. Expression d'une grandeur sinusoïdale du temps : pulsation, phase ; courbe représentative. Impédance et déphasage (tension/courant) d'un dipôle passif linéaire . Mesures et expressions du facteur de puissance et des puissances active, réactive et apparente. Impédance et déphasage (tension/courant) de R ; L ; C par la mesure des puissances. Etude expérimentale du théorème de Boucherot.</p>					
<p>Précisions: La production et la distribution de l'énergie électrique se faisant en sinusoïdal, l'élève a donc besoin d'un minimum de connaissances sur ce régime.</p>					
5.5 Triphasé					
<p>Système triphasé équilibré de tensions : tension simple, tension composée. Couplage d'un récepteur triphasé équilibré : couplage en étoile, couplage en triangle. Mesures et expressions du facteur de puissance et des puissances active, réactive et apparente. Conservation des puissances actives et réactives.</p>					
<p>Précisions: L'étude du moteur asynchrone triphasé nécessite des connaissances minimales sur la distribution de l'énergie en triphasé.</p>					
5.6 Magnétisme					
<p>Aimants – Champ magnétique. Le courant électrique source de champ magnétique. Action d'un champ magnétique uniforme sur un conducteur électrique : Loi de Laplace.</p>					

Phénomènes d'induction électromagnétique.

Ferromagnétisme : nécessité d'un matériau ferromagnétique pour obtenir une intensité de champ magnétique suffisante.

Précisions: La partie magnétique doit permettre à élève de comprendre la constitution et le principe des machines électriques à étudier en terminale.

Abordé dès la 1ère	6 - MOTEURS ELECTRIQUES	Niveau			
		1	2	3	4
6.1. Moteur à courant continu					
▼	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution ; principe de fonctionnement ; inversion du sens de rotation ; - Relations fondamentales : $E=k\Omega$; $T=kl$; - Caractéristique mécanique : point de fonctionnement ; - Modèle équivalent ; variation de vitesse : grandeur de commande ; - Lecture et exploitation d'une plaque signalétique ou de données catalogues ; - Principe de fonctionnement et avantage du moteur brushless. 	■	■	■	■
6.2. Moteur asynchrone triphasé					
	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution ; couplage des enroulements ; - Principe de fonctionnement : champ tournant, courants induits ; inversion du sens de rotation ; - Fréquence de synchronisme, glissement ; - Caractéristique mécanique : point de fonctionnement ; - Variation de vitesse : grandeurs de commande ($U/f = cste$) ; - Lecture et exploitation d'une plaque signalétique ou de données catalogues ; - Principe de fonctionnement du moteur asynchrone monophasé . 	■	■	■	■

Précisions : dans l'étude du moteur à courant continu, k est une constante et on ne distingue pas les couples utile et électromagnétique. Le seul type de moteur asynchrone étudié est à rotor en cage d'écurieul.

Abordé dès la 1ère	7- CONVERTISSEURS STATIQUES	Niveau			
		1	2	3	4
7.1 Le transformateur monophasé parfait					
▼	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution ; principe de fonctionnement ; - Relations : expressions du rapport de transformation ; - Lecture et exploitation d'une plaque signalétique (normalisée) ou de données catalogues. 	■	■	■	■
7.2 Le hacheur série					
	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution ; principe de fonctionnement. - Relevé des tensions d'entrée et de sortie ainsi que de l'intensité du courant de sortie avec une charge fortement inductive (moteur à courant continu associé à un bobine de lissage) ; détermination de la fréquence et du rapport cyclique ; mesures et expressions des valeurs moyennes des grandeurs de sortie. - Intérêt d'alimenter un moteur à courant continu par un hacheur. 	■	■	■	■
7.3 Le pont de diodes monophasé					
	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution ; principe de fonctionnement ; - Relevé des tensions d'entrée et de sortie ainsi que du courant de sortie avec une charge fortement inductive (Moteur à courant continu associé à un bobine de lissage) ; mesures et expressions des valeurs moyennes des grandeurs de sortie ; - Intérêt et inconvénient d'alimenter un moteur à courant continu par un pont de diodes. 	■	■	■	■
7.4 Le pont mixte monophasé					
	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution ; principe de fonctionnement d'un pont mixte à cathodes communes ; - Relevés des tensions d'entrée et de sortie ainsi que du courant de sortie avec une charge fortement inductive : (Moteur à courant continu associé à un bobine de lissage) ; détermination du retard à l'amorçage ; mesures et expressions des valeurs moyennes des grandeurs de sortie ; - Intérêt d'alimenter un moteur à courant continu par un pont mixte. 	■	■	■	■

7.5 L'onduleur monophasé en pont		
<ul style="list-style-type: none"> - Constitution ; principe de fonctionnement ; - Relevés des tensions d'entrée et de sortie sur une charge résistive ; mesures et expressions des valeurs efficace et moyenne de la tension de sortie dans le cas d'une commande pleine onde ; - Intérêt d'alimenter un moteur asynchrone par un onduleur. 		

Précisions : Le transformateur, comme tous les montages réalisant des conversions est un modèle parfait. Les élèves doivent être capables de reconnaître un montage d'électronique de puissance et de citer les composants constituant les montages. Tous les principes de fonctionnement sont présentés en utilisant le modèle d'interrupteur parfait des composants d'électroniques de puissance. Aucune connaissance particulière ne peut être demandées sur ces composants d'électronique de puissance.

Abordé dès la 1ère	8. CHIMIE DES MATERIAUX	Niveau			
		1	2	3	4
8.1 Structure					
<ul style="list-style-type: none"> - Atome, molécule ; - Classification des familles de matériaux. 					
8.2 Propriétés physico-chimiques					
<ul style="list-style-type: none"> - Masse volumique ; densité ; - Conductibilité thermique, électrique et magnétique ; - Coefficient de dilatabilité. 					
8.3 Protection contre l'oxydation					
<ul style="list-style-type: none"> - Réaction d'oxydo-réduction ; - Application : Protection cathodique. 					

Précisions : La lecture et l'exploitation de données physico-chimiques des matériaux sont des attentes de cet enseignement. Un élève doit avoir les notions élémentaires afin de comprendre la lecture des données techniques.

Abordé dès la 1ère	9. MESURE PHYSIQUE	Niveau			
		1	2	3	4
9.1 Principes					
<ul style="list-style-type: none"> - Chaîne de mesures : transducteur ; traitement ; actionneur ; - Types de grandeur : analogique ; numérique ; 					
9.2 Les détecteurs					
<ul style="list-style-type: none"> - Principe physique: contacts mécanique, thermique ; interrupteur à lame souples ; de proximité inductif ; de proximité capacitif ; à effet photoélectrique ; - Applications : Thermostat d'ambiance, Ouverture automatique. 					
9.3 Les capteurs					
<ul style="list-style-type: none"> - Capteur passif : influence des grandeurs mesurées sur la résistivité ; - Capteur actif : effet Hall, tachymétrie, induction, jauges de contrainte ; - Applications : image et mesure de position, de fréquence de rotation, pince ampèremétrique. 					

Précisions : Il est hors de question de former des spécialistes dans le domaine de la mesure physique mais de présenter les solutions actuelles et les principes physiques mis en jeu. La finalité de cet enseignement est la lecture et l'exploitation de caractéristique de transfert entre la grandeur mesurée et son image (grandeur électrique).

Organisation horaire

	Classe de première			Classe de terminale		
	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP
<i>Sciences physiques appliquées</i>	1	0	2**	2	0	2**

** : Travaux pratiques d'activités scientifiques et technologiques (groupes de 20).

En sciences, la logique de construction des compétences se fonde d'abord sur l'acquisition de connaissances et de savoir-faire résultant d'un enseignement privilégiant la démarche expérimentale. Il en résulte qu'en sciences appliquées, cours en classe entière et travaux pratiques constituent un tout qui doit être confié à un professeur unique. Afin de faciliter la synergie entre les activités conceptuelles et les activités de travaux pratiques, il est recommandé de placer la même journée les séances de travaux pratiques de sciences appliquées des deux groupes.

Programme de « sciences et techniques »

Compétences visées

Le bachelier en « création de produits », doit être capable :

- D'analyser et de décrire : l'organisation fonctionnelle et structurelle d'un système, son fonctionnement automatique ainsi que sa motorisation.
- De justifier, concevoir ou modifier partiellement un produit, une solution constructive, de vérifier les caractéristiques et le comportement.
- D'identifier les caractéristiques des composantes de la relation produit-matériau-procédé, d'analyser les contraintes et les influences réciproques, de les spécifier sur une pièce simple.

Architecture du programme

Le programme comporte deux axes.

Le premier concerne :

- une initiation aux démarches de création et d'innovation de produits,
- l'approche globale des systèmes, de leur commande et de leur motorisation,
- l'analyse des solutions constructives et l'étude de leur comportement,
- les outils de la communication technique.

Le second aborde la réalisation :

- caractérisation et amélioration de la relation produit-matériau-procédé
- connaissance des matériaux,
- connaissance des procédés
- mesurage des pièces

Le chapitre 8, « caractérisation des pièces » assure le lien logique entre ces deux ensembles de savoirs et traduit ainsi la continuité de la démarche de création. Une pièce, justifiée par ses fonctions au sein d'une solution constructive intégrée à un système reçoit d'autres contraintes relatives à sa réalisation. Ces contraintes fonctionnelles ou de réalisation sont interactives.

Le chapitre 12 intègre un « projet technologique et scientifique » réalisé en classe de terminale. Ce projet de conception ou d'évolution de produits fait la synthèse des acquisitions du domaine technologique et scientifique tout en développant l'autonomie dans l'action, dans la recherche ainsi que les aptitudes à une activité collaborative.

Abordé dès la 1 ^{ère}	1 – CREATION ET INNOVATION	Niveau			
		1	2	3	4
	1.1 Evolution d'un produit				
▼	<ul style="list-style-type: none"> - Cycle de vie d'un produit : évolutions technique et économique d'un produit - Degrés d'inventivité : amélioration, évolution, innovation et découverte - Analyse historique de l'évolution d'un produit (liens avec les évolutions des savoirs scientifiques, techniques et des socio styles du moment) ; - Concept de design d'un produit, approche technique et esthétique d'un produit ou d'une lignée de produits 				
	1.2 Concept d'analyse de la valeur d'un produit				
	<ul style="list-style-type: none"> - Compétitivité d'un produit - Besoin, fonction, coût et valeur - Analyse de la valeur d'un produit : hiérarchisation des fonctions par rapport à un critère donné 				
	1.3 Méthodes de création et de reconception d'un produit				
	<ul style="list-style-type: none"> - Méthodes rationnelles : recherches documentaires, tableaux d'analyses critériées, graphes d'analyses fonctionnelles arborescentes. - Méthodes non rationnelles : brainstorming - Concept de compromis techniques et scientifiques, paramètres améliorés et dégradés. 				

Précisions : Les activités relatives à la créativité et à l'innovation sont coordonnées aux apprentissages d'Analyse des produits et des systèmes (chapitre 2) et des études des solutions constructives (chapitre 3). Elles s'appuient systématiquement sur des études de cas et/ou des activités de projet. Les supports utilisés sont des produits manufacturés intégrant des approches significatives sur les plans fonctionnels et esthétiques ainsi que sur l'innovation.

Abordé dès la 1 ^{ère}	2 – ANALYSE DES PRODUITS ET DES SYSTEMES	Niveau			
		1	2	3	4
▼	2.1 Analyse fonctionnelle externe				
	<ul style="list-style-type: none"> - Besoin à satisfaire, finalité du produit ; - Expression fonctionnelle du besoin ; - Classification des fonctions de service : d'usage et d'estime, principale et complémentaire ; - Caractérisation des fonctions de service (critères, niveau et flexibilité) ; - Cahier des charges fonctionnel. 				
	2.2 Analyse fonctionnelle interne				
	<ul style="list-style-type: none"> - Nature et flux des éléments transformés (matière, énergie, information) ; - Architecture fonctionnelle des systèmes (chaîne d'énergie, chaîne d'information) ; - Fonctions techniques associées aux fonctions de service (outil FAST). 				

Abordé dès la 1 ^{ère}	3 - ETUDE DES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES	Niveau			
		1	2	3	4
▼	3.1 Les liaisons				
	<ul style="list-style-type: none"> - Différents types de liaisons (symbole, mobilité) ; - Liaison composée par association de deux liaisons simples (isostatisme, hyperstatisme), liaison équivalente. 				
	3.2 Typologie des assemblages et guidages				
	<p>Analyse des aspects :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de formes et de situations relatives : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nature des surfaces fonctionnelles des pièces ; ▪ Agencement des formes et des surfaces fonctionnelles. - fonctionnels : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nature des conditions fonctionnelles (jeux, positionnement, état de surface) ; ▪ Lubrification, étanchéité ; ▪ Efforts et vitesses admissibles. - de compétitivité : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Standardisation ; ▪ Interchangeabilité. <p>Pour les solutions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - assemblages démontables et indémontables ; 				

	<ul style="list-style-type: none"> - guidages en rotation par glissement ou par éléments roulants ; - guidages en translation par glissement ou par éléments roulants. 		
3.3 Étude des composants mécaniques de transmission de puissance			
	<p>Établir ou analyser les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Loi de mouvement (relation entrée - sortie) ; - Puissance d'entrée et de sortie, rendement ; - Typologie d'utilisation. <p>Pour les solutions techniques:</p> <p>Transmission de puissance sans transformation de la nature du mouvement</p> <ul style="list-style-type: none"> - sans modification de la vitesse angulaire : <ul style="list-style-type: none"> ▪ accouplements d'arbres ; ▪ embrayages, freins et limiteurs de couple. - avec modification de la vitesse angulaire : <ul style="list-style-type: none"> ▪ transmission par lien (poulies courroies et chaînes) ; ▪ transmission par engrenages. <p>Transmission de puissance avec transformation de la nature du mouvement</p> <ul style="list-style-type: none"> - systèmes vis écrou (à frottement et à roulement) ; - système pignon crémaillère ; - cames (cas simples) ; - systèmes articulés plans. 		

Abordé dès la 1 ^{ère}	4 – COMMUNICATION TECHNIQUE	Niveau			
		1	2	3	4
▼	4.1 Les représentations symboliques : la schématisation				
	<ul style="list-style-type: none"> - schéma de principe ; - schéma cinématique plan et spatial ; - schéma technologique, d'architecture (ou de distribution des liaisons) ; - graphes de montage, de démontage. 				
	4.2 Les représentations à main levée : le croquis				
	<ul style="list-style-type: none"> - Démarches d'identification et de description des formes d'une pièce : <ul style="list-style-type: none"> ▪ identification morphologique ; ▪ dénomination des formes volumiques élémentaires, des surfaces élémentaires associées ; ▪ vocabulaire du mécanicien, terminologie. - Démarche de positionnement relatif des volumes élémentaires d'une pièce : <ul style="list-style-type: none"> ▪ position relative de deux entités géométriques ; ▪ contraintes géométriques. - Techniques de représentation à la main : Dessin et croquis commentés pour exprimer une idée, esquisser une solution, décrire graphiquement une observation (croquis, vues à l'échelle, perspectives) 				
	<ul style="list-style-type: none"> - Rédaction technique associée à une représentation graphique ; - Vocabulaire du mécanicien, terminologie. 				
	4.3 Les représentations numériques : la maquette numérique				
	<ul style="list-style-type: none"> - Structure des systèmes informatiques de CAO ; - Typologie des modeleurs et des outils de la chaîne numérique ; - Modèle géométrique : modèle nominal parfait au plan géométrique ; - Modes de description : volumique, surfacique, filaire ; - Fonctionnalités de base d'un logiciel de CAO-3D : représentation en 3D par modeleur volumique paramétré et configurable, utilisation des fonctionnalités d'habillage et d'affichage. - Principes des différents modes de création des pièces : <ul style="list-style-type: none"> ▪ construction par assemblage ; ▪ construction dans l'assemblage ; ▪ construction en mode plan (esquisse) ; - Principes d'assemblages : assemblage sous contrainte de positions relatives des pièces, assemblage par liaisons ; - Méthodes d'animation et de simulation : déplacements et interférences, animation ; - Bases de données techniques : familles de composants, éléments standard ; - Méthodes de capture des intentions de conception et historique de conception : Arbre de construction d'une pièce, arbre d'assemblage. ; - Relations entre paramètres géométriques et conditions fonctionnelles : cotation fonctionnelle, chaînes de cotes, cotes pilotantes ; - Edition et habillage de plans d'ensembles. 				

4.4 Les représentations en phase d'exploitation			
<ul style="list-style-type: none"> - Notion de point de vue dans la réalisation d'une image ; - Critères de choix du type de représentations ; - Décodage des représentations 2D. Normes européennes ; - Méthodes d'élaboration des représentations : mise en plan, coupe et section, éclaté, perspective. 			

Précisions : Cette formation sur la communication technique doit permettre aux élèves :

- de communiquer par des outils de représentation adaptés, associés à des commentaires, afin d'exprimer une idée, d'esquisser une solution, d'éditer suivant un point de vue donné.
- d'utiliser les outils informatiques actuels de la chaîne numérique : documentation, conception, calcul, simulation et partage de données afin d'analyser ou de concevoir tout ou partie d'un système.

Abordé dès la 1 ^{ère}	5 – COMPORTEMENT MECANIQUE DES MECANISMES	Niveau			
		1	2	3	4
	5.1 Transmission des actions mécaniques, statique				
	<ul style="list-style-type: none"> - Modélisation des actions mécaniques : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Actions de contact, actions à distance ; ▪ Action transmissible par une liaison (modèles de représentation, torseur statique). - Analyse locale des actions de contact : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nature géométrique du contact ; ▪ Notions de pression de contact ; ▪ Frottement et adhérence : loi de Coulomb. - Isolement de solides et bilan des actions mécaniques extérieures ; - Graphe de structure des actions mécaniques ; - Principe fondamental de la statique et conséquences pour la résolution : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Théorème de la résultante ; ▪ Théorème du moment. - Méthodes de résolution d'un problème de statique : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analytique sur des cas simples ; ▪ Graphique, limité à des ensembles de solides soumis à 3 actions modélisées par des résultantes non parallèles ; ▪ Exploitation d'un logiciel de calcul adapté ; - Détermination des actions entrée – sortie d'un mécanisme ; - Détermination des actions transmises par les liaisons. 				
	5.2 Analyse des mouvements, cinématique				
	<ul style="list-style-type: none"> - Graphe des liaisons ; - Définitions du mouvement, de la vitesse et de l'accélération, du repérage et du paramétrage pour les mouvements : <ul style="list-style-type: none"> ▪ de translation d'un solide ; ▪ de rotation d'un solide et de ses points autour d'un axe fixe. - Mouvements plans entre solides : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Equiprojectivité du champ des vecteurs vitesse ; ▪ Centre instantané de rotation et distribution du champ des vecteurs vitesse ; ▪ Composition des vitesses. - Utilisation d'un logiciel de simulation et de calcul pour déterminer ou analyser : <ul style="list-style-type: none"> ▪ la loi entrée – sortie d'un mécanisme ; ▪ des trajectoires de points de pièces ; ▪ les vitesses relatives dans une liaison ; 				
	5.3 Comportement élastique, résistance des matériaux				
	<ul style="list-style-type: none"> - Hypothèses, définitions et loi de la résistance des matériaux : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Définitions : modèle poutre, section droite ; ▪ Hypothèses : matériaux, déformations ; ▪ Lois et principes. - Définition des sollicitations : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Torseur des actions de cohésion ; ▪ Identification d'une sollicitation. - Etudes de sollicitations simples : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Traction, compression ; ▪ Torsion ; ▪ Flexion simple. <p>Pour chacune des sollicitations, étudier :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les contraintes dans une section droite ; 				

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les conditions de résistance, le coefficient de sécurité ; ▪ La déformation (<i>avec l'outil informatique pour la flexion</i>). <p>- Evaluation des contraintes réelles dues aux défauts de forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A l'aide d'abaques : coefficient de concentration de contraintes ; ▪ Avec un logiciel : visualisation des zones de contraintes maximales. 			
5.4 Energétique				
	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture des flux d'énergies dans un système ; - Rendement partiel d'un actionneur, rendement global d'un système, notion de point de fonctionnement. 			

Précisions : Les connaissances apportées par la mécanique sont au service de l'analyse et de la conception des systèmes. L'utilisation de l'outil informatique de calcul et de simulation impose l'élaboration ou la validation de modèles pertinents s'appuyant sur une analyse précise du système ou du produit.

L'organisation des travaux pratiques se fera autour de centres d'intérêt issus des chapitres « Etude de solutions constructives » et « Comportement mécanique des mécanismes ».

Abordé dès la 1 ^{ère}	6 – COMMANDE ET MOTORISATION DES SYSTEMES	Niveau			
		1	2	3	4
	6.1 Description d'un système automatique				
	<ul style="list-style-type: none"> ▼ - organisation générale d'un système automatisé ; - description du fonctionnement global (mode de marche normal) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ chronogrammes ; ▪ GRAFCET. - schématisation : <ul style="list-style-type: none"> ▪ représentations des circuits pneumatiques ; ▪ représentation des circuits électriques. 				
	6.2 L'information				
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Besoin et nature de l'information (logique, analogique, numérique) ;</i> - <i>Information source et information image, notion de discordance.</i> 				
	6.3 Détecteurs et les capteurs				
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Principaux principes physiques de transduction ;</i> - Les détecteurs T.O.R. : typologie des principales familles et caractérisation de quelques exemples typiques ; conditions d'utilisation. ; - Les capteurs de déplacement et de position : caractéristiques de la grandeur à mesurer et du signal de sortie ; conditions d'utilisation. 				
	6.4 Dialogue Homme - Machine				
	<ul style="list-style-type: none"> - Typologie des composants de dialogue, conditions d'utilisation. 				
	6.5 Logique				
	<ul style="list-style-type: none"> - Algèbre logique : variable logique, opérations logiques, proposition logique ; - Fonctions combinatoires et séquentielles ; - Outils de description des fonctions logiques : logigrammes. 				
	6.6 Réalisation de la commande				
	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation générale de la chaîne d'information ; - Traitement câblé ; - Traitement programmé. 				
	6.7 L'énergie électrique				
	<ul style="list-style-type: none"> - L'énergie électrique : principales formes utilisées dans les systèmes et principales caractéristiques ; - Les risques électriques. 				
	6.8 La chaîne d'énergie électrique				
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Organisation générale d'une chaîne d'énergie électrique ;</i> - <i>Les moteurs à courant continu et alternatif (asynchrone et auto-synchrone) :</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Constitution ;</i> ▪ <i>principes physiques ;</i> ▪ <i>paramètres caractéristiques (notamment en vue du réglage de la vitesse et de la protection).</i> - <i>La commutation d'énergie T.O.R. ;</i> - <i>La modulation d'énergie : variation de vitesse principes et cas d'application ;</i> - Protections contre les surintensités et les surcharges ; - Evolution des constituants : Intégration des fonctions ; - Mesure des caractéristiques principales d'entrées sorties (grandeurs électriques et mécaniques). 				

6.9 L'énergie pneumatique			
<ul style="list-style-type: none"> - L'énergie pneumatique : l'air comprimé (principales caractéristiques) ; - Distribution et traitement de l'air comprimé. 			
6.10 La chaîne d'énergie pneumatique			
<ul style="list-style-type: none"> - Organisation générale d'une chaîne d'énergie pneumatique ; - Les vérins et les préhenseurs ; - La fonction commutation T.O.R., les distributeurs et les différents modes de commande ; - La fonction modulation d'énergie ; - Techniques de réglages et protections : réducteurs de débits, clapets,... 			

Précisions : Cette formation doit permettre à l'élève de découvrir l'organisation et les comportements des solutions constructives fondamentales des chaînes d'énergie et des chaînes d'information au sein des systèmes. La démarche s'appuie sur des activités pratiques et notamment des activités de réglage, de paramétrage et de mesurage associées à l'utilisation des outils informatiques de simulation.

Note : Les alinéas en italique sont étudiés en relation avec le programme de sciences physiques

Abordé dès la 1 ^{ère}	7 – LA RELATION PRODUIT MATERIAU PROCÉDE	Niveau			
		1	2	3	4
	7.1 Caractérisation de la relation Produit Matériau Procédé				
	<ul style="list-style-type: none"> - Les contraintes réciproques posées dans la relation PMP ; - Les caractéristiques influentes, aspect multi critères de ces relations ; - Incidence globale sur un produit de l'optimisation d'une pièce constitutive : évolutions des fonctions techniques, des contraintes d'estime et économiques ; - Incidence globale du choix : <ul style="list-style-type: none"> ▪ d'un matériau ; ▪ d'un procédé. sur l'aspect, la masse, la résistance aux contraintes, la sécurité, les coûts, la protection de l'environnement. 				
	7.2 Amélioration de la relation Produit Matériaux Procédés				
	<ul style="list-style-type: none"> - Incidence de l'optimisation de la relation PMP sur la compétitivité d'un produit, rôle de la pré industrialisation d'un produit manufacturé ; - Influence des formes, des dimensions, de la précision et du coût d'une pièce dans la relation PMP ; - Critères et procédures d'amélioration de la relation PMP pour une pièce : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Classement des familles de matériaux selon un ou deux critères de choix simples : masse, résistance ; ▪ Classement des familles de procédés selon un ou deux critères de choix : précision, formes. - Démarches de choix et d'amélioration d'une relation PMP à l'aide d'une base de données : <ul style="list-style-type: none"> ▪ choix d'un matériau relatif à un procédé et à une pièce ; ▪ choix d'un procédé relatif à un matériau et à une pièce. - Expérimentation de pièce prototype : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Validation, d'un point de vue fonctionnel et/ou esthétique, de formes géométriques ou d'un matériau ; ▪ Validation du comportement d'une pièce prototype. - Utilisation de logiciels d'aide au choix d'un matériau et d'un procédé et d'optimisation du couple matériau procédé. 				

Précisions : L'optimisation de cette relation devient une attente et une compétence forte dans la démarche de réalisation. De par son caractère transversal et fédérateur de connaissances croisées, l'approche de cette relation multi critères devient un fil conducteur de la formation. S'appuyant sur la connaissance des matériaux et des procédés, son approche concrète basée sur l'analyse de produits manufacturés proposera des expérimentations.

Abordé dès la 1 ^{ère}	8 – CARACTERISATION D'UNE PIECE	Niveau			
		1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - Surfaces fonctionnelles associées à chaque fonction d'une pièce ; - Conditions de montage et de fonctionnement : cotes conditions, jeux, ajustements ; - Spécifications géométriques de pièces : forme, position relative, orientation ; - Influence du matériau et du procédé retenus sur les formes, les dimensions, la précision ; 				

- Définition numérique de la pièce (maquette numérique).

Précisions : Ce chapitre peut paraître redondant, la plus part des connaissances existent déjà dans d'autres chapitres. Néanmoins, la caractérisation correcte d'une pièce ne peut intervenir qu'a la suite d'un choix de solutions dans la relation Produit-procédé-matériau. Cette caractérisation est aussi l'aboutissement du projet mais ne saurait être réalisée qu'une unique fois en fin du cycle de formation.

Abordé dès la 1 ^{ère}	9 – CARACTERISATION DES MATERIAUX	Niveau			
		1	2	3	4
	9.1 Caractéristiques générales des matériaux				
	<ul style="list-style-type: none"> - Esthétiques : aspect, estime ; - Economiques : coûts relatifs ; - Environnementales : disponibilité, recyclage, innocuité. 				
	9.2 Caractéristiques mécaniques				
	<ul style="list-style-type: none"> - Essais de caractérisation de résistance mécanique sur des matériaux métalliques, polymères et composites (ordres de grandeur des caractéristiques principales, comparaison des performances des matériaux par caractéristique) ; - Essai de traction (alliages légers et polymères) : limites de comportement élastique, plastique et de rupture, détermination expérimentale des caractéristiques mécaniques. 				
	9.3 Comportements et transformations des matériaux				
	<ul style="list-style-type: none"> - Notions de plasticité ; - Classement des matériaux selon leurs limites de déformation permanente et de rupture ; - Identifications des défauts potentiels, des contraintes sur les formes et les dimensions à partir d'études de cas, d'expérimentations et de visualisations de simulations numériques du formage de pièces : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Métalliques moulées ; ▪ Polymères injectées ; ▪ Métalliques formées ; ▪ Polymères thermoformés. 				

Abordé dès la 1 ^{ère}	10 – ÉTUDE DES PROCÉDES	Niveau			
		1	2	3	4
	10.1 Principes et classification des procédés d'obtention des pièces				
	<ul style="list-style-type: none"> - Principes physiques et technologiques associés aux procédés industriels d'obtention des pièces : <ul style="list-style-type: none"> ▪ en alliage métallique ; ▪ en matière plastique ; ▪ en matériau composite. - Typologie des procédés : procédés primaires, procédés secondaires, procédés tertiaires ; - Classification des procédés par rapport aux caractéristiques de mise en forme des matériaux : moulage, déformation plastique, enlèvement ou ajout de matière ; - Identification des procédés compatibles avec les familles de matériaux (aptitude à la mise en œuvre des matériaux). 				
	10.2 Performances géométriques des procédés				
	<ul style="list-style-type: none"> - Principes généraux liés à la mise en œuvre des procédés : caractéristiques d'une chaîne numérique et exploitation de la définition numérique de la pièce dans la mise en œuvre des moyens associés au procédé ; - Identification des caractéristiques cinématiques et géométriques des moyens associés aux procédés ; - Caractérisation morphologique et dimensionnelle des pièces obtenues ; - Identification et adaptation des paramètres de réglage des procédés influant sur les caractéristiques géométriques et dimensionnelles de la pièce obtenue ; - Qualités dimensionnelles, géométriques et micro-géométriques des pièces réalisées. 				
	10.3 Prise en compte du contexte économique				
	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des paramètres intervenant dans le calcul des coûts de fabrication ; - Notions de performances économiques liées à la mise en œuvre des procédés (relation entre quantité de pièces à fabriquer et procédé de mise en forme) ; - Identification des contraintes de mise en oeuvre des procédés en fonction du programme de production. 				

10.4 Incidences environnementales			
	<ul style="list-style-type: none"> - Nature, origine (procédé, produit) et notion sur les effets des déchets et effluents résultant de la mise en œuvre des principaux procédés ; - Gestion des déchets et effluents (collecte, traitement, recyclage). 		

Précisions : Les connaissances sur l'étude des procédés sont au service de l'optimisation de la relation Produit Matériau Procédé. Elles sont acquises à partir d'activités essentiellement pratiques d'observation, d'expérimentation, de réalisation et de simulation. Elles doivent permettre à l'élève de découvrir les principaux procédés industriels de réalisation des pièces mécaniques, d'appréhender les contraintes de leur mise en œuvre et d'en connaître les performances géométriques, dimensionnelles et économiques.

Abordé dès la 1 ^{ère}	11 – SPECIFICATION ET MESURE	Niveau			
		1	2	3	4
▼	<ul style="list-style-type: none"> - Le réel et modèle nominal : notion de surface réelle et de surface géométrique associée ou construite ; - Méthodes de mesurage : <ul style="list-style-type: none"> ▪ par mesurage direct ; ▪ par mesurage indirect ; ▪ par mesurage de coordonnées. - Moyens de mesurage : <ul style="list-style-type: none"> ▪ justesse, fidélité ; ▪ principes, capacités, conditions d'emploi et étalonnage ; ▪ critères de choix d'un moyen de mesure. - Élément tolérancé, élément de référence, système de référence, zone de tolérance ; - Grandeur ou écart à évaluer en liaison avec la spécification à vérifier : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rugosité ; ▪ dimension intrinsèque ; ▪ tolérance de forme : rectitude, planéité, circularité, cylindricité ; ▪ tolérance d'orientation : parallélisme, perpendicularité ; ▪ tolérance de position : localisation, coaxialité, symétrie. - Gamme de mesure. 				

Abordé dès la 1 ^{ère}	12 - PROJET TECHNOLOGIQUE ET SCIENTIFIQUE	Niveau			
		1	2	3	4
▼	12.1 Démarche de projet				
	<ul style="list-style-type: none"> - Expression du besoin (objectifs, contraintes) ; - Répartition et planification des activités du groupe ; - Présentation des productions (revues de projet, synthèse). 				
	12.2 Outils et méthodes d'ingénierie concurrente				
	<ul style="list-style-type: none"> - Contraintes technico-économiques ; - Systèmes experts ; - Démarche qualité ; - Travail collaboratif. 				
	12.3 Réalisation d'un projet				
	<p>Le cahier des charges de la conception ou de l'évolution d'un produit ou d'une solution constructive à nombre limité de pièces étant fourni, le projet permettra de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caractériser tout ou partie des pièces de l'ensemble ; • Définir le matériau et le procédé d'obtention de chaque pièce étudiée ; • Simuler numériquement l'obtention des pièces principales ; • Réaliser le prototype de certaines pièces. 				

Précisions : L'activité de projet constitue une première synthèse des savoirs et compétences du cycle de formation. Traitant de l'évolution d'un produit ou d'une solution constructive à nombre limité de pièces, il aboutit à la réalisation de certaines pièces et à la caractérisation qui inclut la simulation numérique de l'obtention des principales pièces de l'ensemble.

Organisation horaire

Sciences industrielles	Classe de première			Classe de terminale		
	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP
<i>Création et innovation, analyse et comportement des systèmes et des solutions constructives, communication technique</i>	1	0	4**	1	0	4**
<i>Comportement des systèmes automatiques</i>	1	0	2**	1	0	2**
<i>Etude des procédés - Mesurage</i>	1	0	4*	1	0	4*
<i>Caractérisation des matériaux Relation Produit Procédés Matériaux</i>	0	0	3*(a)	0	0	4*(a)

* : Travaux pratiques d'ateliers (groupes de 15).

** : Travaux pratiques d'activités technologiques (groupes de 20).

(a) : durant cet horaire deux enseignants seront présents, un de construction et un de réalisation.

Le « projet technologique et scientifique » est organisé en terminale par regroupement temporaire des horaires de sciences industrielles, sciences physiques et mathématiques pendant les périodes utiles à sa réalisation. Ces regroupements ne sauraient excéder un total de 75h sur l'année.

L'encadrement des élèves est assuré par les enseignants de ces disciplines dans le cadre de leurs obligations de services. Les permutations d'emploi du temps pendant ces périodes sont encouragées afin d'assurer la continuité des activités de projet.

Projet non défini