

Repères pour la formation

S4 : SCIENCES PHYSIQUES

Programme et objectifs de référence

Le programme de sciences physiques et chimiques appliquées est élaboré pour apporter une réponse aux besoins réels des étudiants de cette filière professionnelle : il est en cohérence avec le Référentiel des Activités Professionnelles établi par les membres de la Profession.

L'enseignement des sciences physiques et chimiques appliquées dans cette section de technicien supérieur est destiné à développer, chez les étudiants, la compréhension et la connaissance des phénomènes et lois physiques mis en œuvre dans le domaine professionnel. Ainsi, les étudiants deviendront capables d'élaborer et de maîtriser les capacités générales de conceptualisation, d'action et de communication qui leur permettront de s'adapter à l'évolution des techniques et d'accéder à des niveaux supérieurs de qualification. Le professeur donnera à son enseignement une orientation résolument expérimentale et concrète. Le programme de sciences physiques et chimiques appliquées met l'accent sur l'utilisation professionnelle qui peut être faite d'un enseignement scientifique : il en résulte que, pour dispenser un enseignement scientifique, le professeur devra s'appuyer sur la pratique professionnelle propre à la filière, en choisissant des exemples et des supports d'exercices provenant de la spécialité. Aux objectifs de connaissances s'ajoutent des objectifs méthodologiques : la poursuite de la pratique de la méthode et du raisonnement scientifiques, notamment au cours des séances de travaux pratiques, doit contribuer à développer chez le futur technicien l'esprit critique et l'autonomie nécessaires à l'analyse des situations qu'il rencontrera. En sciences, la logique de construction des compétences chez les étudiants se fonde d'abord sur l'acquisition de connaissances et de savoir-faire résultant d'un enseignement privilégiant la démarche expérimentale. Grâce aux travaux pratiques, de nombreux points du programme offrent la possibilité d'une approche concrète et accessible aux étudiants permettant ensuite au professeur d'introduire les concepts en évitant toute mathématisation excessive.

Il importe que le même professeur de sciences physiques appliquées soit chargé du cours et des travaux pratiques, de préférence sur l'ensemble des deux années, de façon à pouvoir organiser sa progression en liaison étroite avec les professeurs de sciences et techniques industrielles.

Ce document regroupe les connaissances et les savoir-faire théoriques et pratiques exigibles des élèves en fin de 2^{ème} année. Ce document ne constitue absolument pas la liste des activités que le professeur conduit au cours des deux années scolaires. La prise en compte d'une liste d'objectifs est l'un des moyens permettant de clarifier les situations d'enseignement : ce document est donc un outil de travail à l'usage des professeurs, mais aussi à l'usage des étudiants de S.T.S..

Pour chaque partie du programme le répertoire des compétences comporte deux paragraphes :

- **Savoirs et savoir-faire théoriques**

Ce sont les connaissances que les élèves doivent en principe mémoriser (on y trouve des définitions, des lois, des unités, des modèles, des ordres de grandeur, des exemples d'application) et des savoir-faire concernant l'utilisation raisonnée des lois et formules, des exploitations de courbes, des méthodes de raisonnement; ils sont acquis par apprentissage.

- **Savoir-faire expérimentaux**

Ce sont des savoir-faire qui doivent être acquis par apprentissage durant les séances de travaux pratiques, sans oublier que ces séances sont également utiles à illustrer les savoirs et savoir-faire théoriques qui prennent ainsi forme concrète dans l'esprit des étudiants.

Dans l'industrie, l'énergie primaire employée par la partie opérative ne peut-être utilisée directement pour agir sur la matière d'œuvre. Cette énergie doit être transformée, sur commande, en énergie mécanique : c'est la fonction des actionneurs. L'enseignement de sciences physiques se basera sur cette réalité et aura pour ambition de clarifier et d'ordonner les différentes notions scientifiques indispensables à une bonne appréhension des démarches technologiques correspondantes.

Repères pour la formation : ce paragraphe fixe une limite supérieure au contenu des enseignements, il devrait permettre d'éviter des sujets trop « originaux ».

**Un horaire indicatif par chapitre est proposé, il sera affiné après un cycle de formation.*

1. LES ETATS DE LA MATIERE.

Contenus :

- atome, molécule, réaction chimique ;
- les trois états de la matière ;
- les changements d'état : étude de la vapeur d'eau.

Savoirs et savoir-faire théoriques :

- calculer une masse atomique ;
- écrire l'équation d'une réaction associée à une transformation chimique avec les nombres stœchiométriques corrects ;
- calculer une quantité de chaleur de réaction ;
- calculer le P. C. I. d'un combustible sous forme gazeuse ;
- calculer la chaleur latente d'échauffement, d'un changement d'état d'un corps pur.

Savoir-faire expérimentaux :

- étude de l'ébullition de l'eau ;
- étude de la solidification de l'eau.

Repères pour la formation :

- ✓ Atome :
 - constitution de l'atome ;
 - remplissage des couches et des sous- couches, la règle de Klechkowski étant donnée, application au tableau périodique des éléments (notions de famille, propriétés chimiques.), application à la formation des ions, règle de l'octet.
- ✓ Molécules :
 - calcul de la masse molaire.
- ✓ Réaction chimique :
 - équilibrer une équation, la formule des réactifs et produits obtenus étant donnée ;
 - utilisation de l'équation de proportion dans le cas d'une réaction stœchiométrique.
- ✓ Changement d'état :
 - citer les trois états de la matière ;
 - étude de la vaporisation de l'eau à P= cste, notion de vapeur saturée, sèche, humide, surchauffée, définition d'un titre ;
 - calcul de la chaleur totale permettant de passer d'un point à un autre du diagramme de changement d'état ($t_{(c^p)}=f(Q)$ à P= cste.), les grandeurs numériques nécessaires étant données.

2.LES FORMES DE L'ENERGIE

2.1. L'énergie mécanique.

Contenus :

2.1.1. L'énergie mécanique somme de deux énergies :

- énergie cinétique ;
- énergie potentielle.

2.1.2. L'énergie mécanique des solides

- énergie mécanique somme des énergies cinétique et potentielle ;
- énergies cinétiques de translation et de rotation ;
- énergies potentielles de pesanteur et élastique.

2.1.3. L'énergie mécanique des fluides

- conservation des débits dans le cas d'un écoulement ;
- énergie mécanique somme des énergies potentielles (de pesanteur et de pression), cinétique : théorème de Bernoulli.

2.1.4. Conservation de l'énergie mécanique totale d'un système isolé

- exemple appliqué aux solides : chocs ;
- exemple appliqué aux fluides : pertes de charge, calcul d'une pompe.

2.1.5. Notion de puissance : notion de temps et de puissance

Savoirs et savoir-faire théoriques :

- calculer l'énergie cinétique d'un solide en translation ;
- calculer l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe, l'expression des moments d'inertie étant fournie ;
- calculer l'énergie potentielle de pesanteur ;
- calculer l'énergie potentielle élastique : cas du ressort ;
- application de la conservation de l'énergie d'un système isolé :
 - cas des chocs élastiques ;
 - cas des chocs mous ;
- calculer l'énergie totale d'un système ;
- appliquer le théorème de l'énergie cinétique ;
- appliquer l'équation de conservation des débits ;
- appliquer le théorème de Bernoulli au calcul d'une pompe, l'expression des pertes de charge étant donnée ;
- appliquer le théorème de Bernoulli au cas d'un tube de Venturi ;
- calculer le travail et la force dans les cas suivants :
 - force constante en translation uniforme ;
 - couple de moment constant.

Savoir-faire expérimentaux :

- Détermination expérimentale du moment d'inertie d'un groupe tournant ;
- Étude expérimentale d'un Venturi.

Repères pour la formation :

- ✓ on exclut les équations différentielles ;
- ✓ l'expression des moments d'inertie sera rappelée ;
- ✓ la démonstration de l'équation de Bernoulli n'est pas au programme ;
- ✓ l'étude des chocs mous sera uniquement qualitative (déformation mécanique, élévation de température) ;
- ✓ on se limitera aux rappels des définitions des vitesses et accélérations linéaires (v,a) et angulaires (Ω , $d\Omega/dt$ ou α).

2.2. L'énergie calorifique.

Contenus :

2.2.1. Définitions :

- $\Delta Q = m.c.\Delta t$;
- l'énergie calorifique est une grandeur mesurable : unités légales et industrielles ;
- la température est une grandeur repérable : unités, appareils ;
- les différents modes de transmission de l'énergie calorifique : convection, conduction, rayonnement.

2.2.2. Cas particulier des gaz :

- paramètres d'état ;
- équation des gaz parfaits ;
- énergie interne : loi de Joule ;
- transformation chaleur travail, travail chaleur, cycle, premier principe ;
- machines thermiques et frigorifiques, rendement, efficacité.

Savoirs et savoir-faire théoriques :

- connaître les différents modes de transfert de chaleur ;
- calculer dans un cas simple le transfert thermique au travers d'une paroi de matériau homogène ;
- utiliser l'équation d'état d'un gaz parfait ;
- exploiter la relation $p v = n R T$ pour décrire le comportement isotherme, isochore, isobare du gaz parfait ;
- représenter graphiquement des évolutions thermodynamiques dans le plan $[p,v]$;
- calculer une quantité de chaleur, un travail mis en jeu au cours d'une transformation thermodynamique ;
- appliquer le premier principe aux cas des transformations suivantes : isothermes, isochores, isobares, adiabatiques réversibles ;
- écrire et exploiter des équations calorimétriques ;
- calculer le travail et la quantité de chaleur mis en jeu durant une transformation thermodynamique s'effectuant avec transvasement ;
- exploiter la représentation graphique du travail reçu par un gaz au cours d'un cycle ;
- calculer le rendement ou l'efficacité d'un cycle ;
- calculer le rendement d'une machine ditherme n'échangeant de la chaleur qu'avec une source chaude et une source froide ;
- appliquer les principes de la thermodynamique à divers cycles, par exemple : moteurs thermiques, dispositifs de réfrigération, thermopompes, moteurs à combustion interne (moteur à explosion, Diesel) ;
- appliquer aux combustions les définitions des chaleurs de réaction à pression et à volume constants ;
- Connaître et expliquer les différents modes de transmission de la chaleur, citer des exemples.

Savoir-faire expérimentaux :

- étalonnage d'un thermocouple ;
- mesure d'une chaleur massique ;
- détermination d'une chaleur latente.

Repères pour la formation :

- ✓ l'utilisation des équations différentielles lors de l'étude des transferts de chaleur ou des gaz, est à proscrire ;
- ✓ dans les modes de transmission de l'énergie calorifique, on rappelle la loi de Fourier en régime stationnaire, on définit la résistance thermique et la résistance thermique superficielle.

2.3. L'énergie électrique.

Contenus :

2.3.1. Tension, intensité :

- les différentes formes de v et de i : variable et continue ;
- valeurs moyenne et efficace, appareils de mesures et conditions d'utilisation.

2.3.2. Passage d'une forme d'énergie à une autre :

- les modulateurs d'énergie :
redresseur non commandé et commandé, hacheur, onduleur ;
- transformation en chaleur : résistance ;
- transformation en énergie mécanique :
les moteurs à courant continu et à courant alternatif, les moteurs pas à pas ;
- le signal : transmission, restauration, compression, analyse ;
transmission par fibre optique.

Savoirs et savoir-faire théoriques :

- connaître et appliquer les relations courant-tension pour un récepteur alimenté en continu, en alternatif monophasé et en alternatif triphasé ;
- calculer et relever le facteur de puissance, connaître son importance ;
- savoir calculer P , Q et S et utiliser le théorème de Boucherot ;
- savoir calculer les valeurs moyennes et efficaces de signaux simples ;
- donner les formes d'ondes des montages redresseurs commandés et non commandés, hacheurs et onduleurs ;
- calculer les valeurs moyennes des tensions de sortie de ces montages ;
- connaître le principe de fonctionnement des machines à courant continu et à courant alternatif ;
- donner les équations électriques de la machine à courant continu à excitation séparée et série ;
- connaître l'équation mécanique d'un moteur ;
- connaître les types de caractéristiques mécaniques d'une charge ;
- connaître les allures des caractéristiques mécaniques des types de moteurs ;
- déterminer un point de fonctionnement à partir des caractéristiques mécaniques du moteur et de sa charge ;
- effectuer le bilan des puissances et calculer le rendement d'un moteur ;
- expliquer simplement les principes de fonctionnement et de commande d'un moteur pas à pas en déterminant les positions du rotor, les séquences de commutation étant données ;
- connaître les domaines d'utilisation en puissance et en vitesse des moteurs pas à pas ; citer une ou deux applications ;
- connaître l'intérêt de l'autopilotage des machines à courant alternatif, par comparaison avec la machine à courant continu ;
- connaître les problèmes liés à la transmission d'un signal, restauration, bruit ;
- tracer le spectre d'un signal dont on connaît la fréquence et l'amplitude du fondamental et des harmoniques.

Savoir-faire expérimentaux :

- choisir et utiliser correctement, en fonction de la mesure, un appareil de mesure analogique ou numérique ;
- mettre en œuvre un dispositif optoélectronique et une transmission par fibre optique ;
- analyser un signal périodique non sinusoïdal, mettre en évidence les harmoniques ;

- dessiner le schéma du montage de mesure en précisant la position des appareils, le schéma de principe et la méthode de mesure étant donnés ;
- réaliser un montage électrique en respectant les conditions de sécurité pour l'opérateur et de protection pour le matériel, en particulier :
- ne mettre en service l'alimentation qu'après vérification du montage ;
- éteindre les alimentations avant toute modification du montage ;
- réaliser le circuit de puissance avant le branchement des appareils de mesure devant être montés en parallèle ;
- réaliser un montage électrique comportant un moteur à courant continu conformément à un schéma donné
- mettre en oeuvre les montages suivants, le dispositif de commande étant fourni :
- hacheur à transistor,
- pont monophasé mixte à cathodes communes,
- pont monophasé à quatre thyristors ;
- faire fonctionner un moteur à courant continu sous tensions constante et variable ;
- utiliser un tachymètre ;
- régler la vitesse d'un moteur à excitation indépendante et inverser son sens de rotation ;
- observer l'influence du couple résistant sur le fonctionnement d'un moteur ;
- visualiser à l'oscilloscope le courant absorbé par un moteur à l'aide d'une pince ampèremétrique à effet Hall (ou à défaut d'une résistance de faible valeur) ;
- relever des oscillogrammes de tension et de courant pour un hacheur et un redresseur ;
- utiliser convenablement les positions AC/DC du sélecteur d'entrée de l'oscilloscope pour visualiser l'ondulation d'une tension ;
- déterminer les éléments conducteurs d'un montage à partir de l'observation d'une série d'oscillogrammes ;
- représenter le schéma du montage du branchement d'un moteur sur le réseau triphasé ;
- réaliser un montage électrique comportant un moteur à courant alternatif conformément à un schéma donné ;
- déterminer le couplage à réaliser d'après la plaque signalétique du moteur et les caractéristiques du réseau triphasé ;
- faire fonctionner un moteur asynchrone triphasé ;
- faire fonctionner un moteur synchrone ou un moteur asynchrone avec un onduleur ;
- mesurer la puissance absorbée par un moteur asynchrone ;
- mettre en oeuvre un onduleur autonome, le dispositif de commande étant fourni ;
- relever des oscillogrammes de tension et de courants pour un onduleur autonome monophasé et triphasé ;
- mesurer des valeurs efficaces des tensions et des intensités des courants ;
- utiliser un variateur de vitesse industriel associé à un moteur et vérifier la loi U/f constante.

Repères pour la formation :

- ✓ le calcul des valeurs moyennes se limitera aux grandeurs de sortie des modulateurs d'énergie du programme (tension, courant) ;
- ✓ le calcul de la valeur efficace se limitera aux créneaux (tension, courant) ;
- ✓ l'étude des moteurs synchrones se fera dans le cadre d'un système triphasé, le modèle équivalent ne sera pas étudié ;
- ✓ seul le principe du moteur pas à pas est au programme ;
- ✓ on peut présenter le transformateur en tant qu'adaptateur de tension.
- ✓ on peut envisager l'utilisation du théorème de Boucherot pour le calcul d'un transformateur vu sous forme énergétique (dimensionnement) ;
- ✓ les problèmes de transmission, de restauration et de compression ne feront l'objet que d'une approche qualitative.

3. LE PASSAGE D'UNE FORME D'ENERGIE A UNE AUTRE DOIT ETRE COMMANDE :

Contenus :

3.1. La chaîne de commande :

- chaîne directe ;
- chaîne de retour ;
- représentation : schéma bloc.

3.2. La prise de décision ; les capteurs :

- les phénomènes physiques intervenants dans un capteur : capteurs actifs, passifs ;
- caractéristiques d'un capteur : étendue de la mesure, sensibilité, rapidité, précision ;
- modes de transmission de l'information : le signal électrique, optique (infrarouge...).

3.3. Les conversions analogique-numérique et numérique-analogique :

- principes de fonctionnement des C.A.N et des C.N.A.

Savoirs et savoir-faire théoriques :

- établir l'expression de la fonction de transfert globale à partir d'une cascade de schémas blocs élémentaires unifilaires ;
- établir la fonction de transfert statique en chaîne ouverte et en chaîne fermée, les fonctions de transfert statiques des chaînes directe et de retour étant données ;
- exploiter la caractéristique d'un capteur pour modéliser la relation entre sa grandeur d'entrée et sa grandeur de sortie ;
- effectuer des calculs sur quelques capteurs du programme.

Savoir-faire expérimentaux :

- mettre en oeuvre des montages illustrant des asservissements de vitesse, de position ;
- observer la réponse d'un système asservi à une commande en forme d'échelon.
- connaître l'existence de trois paramètres de réglage d'un correcteur PID et utiliser un logiciel et une maquette didactique, pour vérifier l'influence des trois paramètres d'un correcteur PID sur la stabilité et la précision d'un système.

Repères pour la formation :

- ✓ l'utilisation des transformées de Laplace n'est pas au programme ;
- ✓ l'étude des amplificateurs opérationnels n'est plus au programme ;
- ✓ pour la chaîne de commande, on se limite à l'étude des schémas fonctionnels ;
- ✓ dans l'étude des C.A.N et C.N.A, on se limitera à l'étude des systèmes de numération binaires , on définira les termes : résolution, quantum ;
- ✓ on se limitera à l'étude des capteurs de force, de température, de vitesse et de pression.

4. COMPLEMENTS SUR LA PROTECTION DES BIENS ET DES PERSONNES

Contenus :

4.1. Les biens :

- corrosion chimique ; corrosion électrochimique ;
- problèmes liés à la résonance (phénomènes vibratoires).

4.2. Les personnes :

- pH, solvants, analyse d'une fiche I.N.R.S. ;
- acoustique : niveau sonore, temps de réverbération.

Savoirs et savoir-faire théoriques :

- savoir utiliser l'échelle des couples rédox ;
- mettre en place une protection contre les corrosions ;
- savoir utiliser l'échelle des pH pour la mise en œuvre du choix de matériel ;
- savoir utiliser une fiche de l'I.N.R.S ;
pour la mise en place d'une protection des personnes (solvants, acides) ;
- connaître les problèmes liés à la résonance ;
- définir la fréquence propre d'un système électrique ou mécanique.

Savoir-faire expérimentaux :

- déterminer la fréquence de résonance d'un circuit R,L,C ;
- étude d'une pile ;
- mesure d'un pH.

Repères pour la formation :

- ✓ la formule du niveau sonore sera rappelée dans toutes les applications. Les équations de propagation ne sont pas au programme ;
- ✓ l'acoustique ne sera abordée que dans le cadre hygiène et sécurité :
 - amélioration de l'isolation acoustique et détermination du temps de réverbération.
 - la formule de sabine sera donnée.

S4 : SCIENCES PHYSIQUES

*Horaire indicatif.

1. LES ETATS DE LA MATIERE.

16 heures

2. LES FORMES DE L'ENERGIE.

150 heures

2.1. L'énergie mécanique

30 heures

- 2.1.1. L'énergie mécanique somme de deux énergies .
- 2.1.2. L'énergie mécanique des solides.
- 2.1.3. L'énergie mécanique des fluides.
- 2.1.4. Conservation de l'énergie mécanique totale d'un système isolé.
- 2.1.5. Notion de puissance : notion de temps et de puissance.

2.2. L'énergie calorifique

30 heures

- 2.2.1. Définitions .
- 2.2.2. Cas particulier des gaz .

2.3. L'énergie électrique.

90 heures

- 2.3.1. Tension, intensité .
- 2.3.3 Passage d'une forme d'énergie à une autre.

3. LE PASSAGE D'UNE FORME D'ENERGIE A UNE AUTRE DOIT ETRE COMMANDÉ

20 heures

- 3.1. La chaîne de commande .
- 3.2. La prise de décision ; les capteurs .
- 3.3. Les conversions analogique-numérique et numérique-analogique.

4. COMPLEMENTS SUR LA PROTECTION DES BIENS ET DES PERSONNE

20 heures

- 4.1. Les biens .
- 4.2. Les personnes