S9. Physique – Chimie

✓ Préambule

L'enseignement de la physique-chimie en section de techniciens supérieurs « **maintenance des véhicules** », s'appuie sur la formation scientifique acquise dans le second cycle. Il vise à renforcer la maîtrise de la démarche scientifique afin de donner à l'étudiant l'autonomie nécessaire pour réaliser les tâches professionnelles qui lui seront proposées dans son futur métier et agir en citoyen responsable. Il a aussi pour objectif l'acquisition ou le renforcement, chez les futurs techniciens supérieurs, des connaissances, des modèles physiques et des capacités à les mobiliser dans le cadre de leur exercice professionnel. Il doit lui permettre de faire face aux évolutions technologiques qu'il rencontrera dans sa carrière et s'inscrire dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Les compétences propres à la démarche scientifique doivent permettre à l'étudiant de prendre des décisions éclairées et d'agir de manière autonome et adaptée. Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse et de critique.

Chaque thème du programme de physique-chimie est organisé en deux parties :

- Dans la première partie sont décrites les compétences que la pratique de la **démarche expérimentale** permet de développer. Ces compétences et les capacités associées seront exercées et mises en œuvre dans des situations variées tout au long des deux années en s'appuyant sur les domaines étudiés décrits dans la deuxième partie du programme. Leur acquisition doit donc faire l'objet d'une programmation et d'un suivi dans la durée.
- Dans la seconde partie sont décrites les **connaissances et capacités** qui sont organisées en deux colonnes : à la première colonne « notions et contenus » correspond une ou plusieurs « capacités exigibles » de la deuxième colonne. Celle-ci met ainsi en valeur les éléments clefs constituant le socle de connaissances et de capacités dont l'assimilation par tous les étudiants est requise. Il ne pourra leur en être demandé plus lors des évaluations certificatives.

Le programme indique les objectifs de formation à atteindre pour tous les étudiants. Il ne représente en aucun cas une progression imposée. Le professeur doit organiser son enseignement en respectant quatre grands principes directeurs :

- La mise en activité des étudiants : l'acquisition des connaissances et des capacités sera d'autant plus efficace qu'ils auront effectivement mis en œuvre ces capacités. La démarche expérimentale et l'approche documentaire permettent cette mise en activité. Le professeur peut mettre en œuvre d'autres activités allant dans le même sens.
- La contextualisation des connaissances et des capacités : le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et concepts, se déploiera à partir d'objets technologiques, de procédés simples ou complexes, relevant des activités liées à la maintenance des véhicules. Pour dispenser son enseignement, le professeur s'appuie sur la pratique professionnelle. En conséquence, les enseignements devront être contextualisés à partir d'exemples pris dans la liste, non exhaustive, des applications métier proposées dans ce référentiel. Des liens entre chacune d'elles et les différentes parties du programme sont proposés. Le professeur pourra ainsi construire différentes organisations soit autour d'un thème du programme de physique-chimie, soit d'une application métier. Le professeur devra prendre en compte les besoins et les contraintes du secteur professionnel de la maintenance des véhicules.
- Une adaptation aux besoins des étudiants : un certain nombre des capacités exigibles du programme relèvent des programmes de lycées et sont donc déjà maîtrisées par les étudiants. La progression doit donc tenir compte des acquis des étudiants.
- Une nécessaire mise en cohérence des différents enseignements scientifiques et technologiques : la progression en physique-chimie doit être articulée avec celles mises en œuvre dans les enseignements de mathématiques et de sciences et techniques industrielles.

Le professeur peut être amené à présenter des notions en relation avec des projets d'étudiants ou avec leurs stages, notions qui ne figurent pas explicitement au programme de physique-chimie. Ces situations sont l'occasion pour les étudiants de mobiliser les capacités visées par la formation dans un contexte nouveau et d'en conforter la maîtrise. Les connaissances complémentaires ainsi acquises ne sont pas exigibles pour la certification.

✓ La démarche expérimentale

Les activités expérimentales mises en œuvre dans le cadre d'une démarche scientifique mobilisent les compétences qui figurent dans le tableau ci-dessous. Des capacités associées sont explicitées afin de préciser les contours de chaque compétence : elles ne constituent pas une liste exhaustive et peuvent parfois relever de plusieurs domaines de compétences.

Les compétences doivent être acquises à l'issue de la formation en STS, le niveau d'exigence étant naturellement à mettre en perspective avec celui des autres composantes du programme de la filière concernée. Elles nécessitent d'être régulièrement mobilisées par les étudiants et sont évaluées en s'appuyant, par exemple, sur l'utilisation de grilles d'évaluation. Cela nécessite donc une programmation et un suivi dans la durée.

L'ordre de présentation de celles-ci ne préjuge pas d'un ordre de mobilisation de ces compétences lors d'une séance, d'une séquence ou d'une évaluation.

Compétences	Capacités (liste non exhaustive)
S'approprier	<ul style="list-style-type: none">• Comprendre la problématique du travail à réaliser.• Adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information.• Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique.• Connaître le vocabulaire, les symboles et les unités mises en œuvre.
Analyser	<ul style="list-style-type: none">• Choisir un protocole/dispositif expérimental.• Représenter ou compléter un schéma de dispositif expérimental.• Formuler une hypothèse.• Proposer une stratégie pour répondre à la problématique.• Mobiliser des connaissances dans le domaine disciplinaire
Réaliser	<ul style="list-style-type: none">• Organiser le poste de travail• Régler le matériel/ le dispositif choisi ou mis à sa disposition• Mettre en œuvre un protocole expérimental.• Effectuer des relevés expérimentaux• Manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité.• Connaître le matériel, son fonctionnement et ses limites
Valider	<ul style="list-style-type: none">• Critiquer un résultat, un protocole ou une mesure.• Exploiter et interpréter des observations, des mesures.• Valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi ...• Utiliser les symboles et unités adéquats.• Analyser des résultats de façon critique.
Communiquer	<ul style="list-style-type: none">• Rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés• Présenter, formuler une conclusion.• Expliquer, représenter, argumenter, commenter.
Être autonome, faire preuve d'initiative	<ul style="list-style-type: none">• Élaborer une démarche et faire des choix.• Organiser son travail.• Traiter les éventuels incidents rencontrés.

Concernant la compétence « **Communiquer** », la rédaction d'un compte rendu écrit constitue un objectif de la formation. Les activités expérimentales sont aussi l'occasion de travailler l'expression orale lors d'un point de situation ou d'une synthèse finale. Le but est de poursuivre la préparation des étudiants de STS à la présentation des travaux et projets qu'ils auront à conduire et à exposer au cours de leur formation et, plus généralement, dans le cadre de leur métier. L'utilisation d'un cahier de laboratoire, au sens large du terme en incluant par exemple le numérique, peut constituer un outil efficace d'apprentissage.

Concernant la compétence « **Être autonome, faire preuve d'initiative** », elle est par nature transversale et participe à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences. Le recours à des activités s'appuyant sur les questions ouvertes est particulièrement adapté pour former les étudiants à l'autonomie et l'initiative.

Erreurs et incertitudes

Pour pratiquer une démarche expérimentale autonome et raisonnée, les étudiants doivent posséder des connaissances et capacités dans le domaine des mesures et des incertitudes : celles-ci interviennent aussi bien en amont au moment de l'analyse du protocole, du choix des instruments de mesure..., qu'en aval lors de la validation et de l'analyse critique des résultats obtenus. Les notions explicitées ci-dessous sont celles abordées dans les programmes du cycle terminal des filières S, STI2D et STL du lycée.

Elles devront être revues en STS afin que les capacités exigibles soient maîtrisées par le technicien supérieur en « **maintenance des véhicules** ».

Erreurs et incertitudes	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Erreurs et notions associées	<ul style="list-style-type: none">• Identifier les différentes sources d'erreurs (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments...).
Incertitudes et notions associées	<ul style="list-style-type: none">• Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreurs.• Comparer le poids des différentes sources d'erreurs• Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie.• Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure.• Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Expression et acceptabilité du résultat	<ul style="list-style-type: none">• Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture.• Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne, et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance.• Évaluer la précision relative.• Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné.• Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence.• Faire des propositions pour améliorer la démarche.

✓ Applications métier

- La physique au service de la maintenance des véhicules

P1	Le signal et ses caractéristiques
P2	Le système et ses performances
P3	La mesure des grandeurs physiques et leurs environnements
P4	La compatibilité électromagnétique
P5	L'énergie thermique et ses transferts
P6	Le pilotage des actionneurs et la conversion de l'énergie électrique

- La réaction chimique au service de la maintenance des véhicules

C1	La matière et ses états
C2	La réaction chimique

Domaines technologiques concernés (liste non exhaustive)	Domaines scientifiques abordés							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	C1	C2
Batterie de démarrage et de traction sur les véhicules à moteur thermique, hybride ou électrique.	x	x				x		
Alternateur, batterie de démarrage, de traction : véhicules à moteur thermique, hybride ou électrique.	x					x		
Direction assistée électrique ou hydraulique.	x	x	x	x		x		
Régulation de la température d'un habitacle, des moteurs thermiques (système de refroidissement).	x	x	x		x	x		
Régulation du freinage dans les systèmes ABS, ESP, EBS	x	x	x	x				
Motorisation des véhicules automobiles : moteur thermique, moteur électrique, moteur hydraulique ou pneumatique : puissances, consommations, rendements.	x	x			x	x		
Effet d'un ajout d'additif sur la valeur de température de solidification de l'eau.							x	x

- La physique au service de la maintenance des véhicules

P1	Le signal et ses caractéristiques
P2	Le système et ses performances
P3	La mesure des grandeurs physiques et leurs environnements
P4	La compatibilité électromagnétique
P5	L'énergie thermique et ses transferts
P6	Le pilotage des actionneurs et la conversion de l'énergie électrique

- La réaction chimique au service de la maintenance des véhicules

C1	La matière et ses états
C2	La réaction chimique

Domaines technologiques concernés (liste non exhaustive)	Domaines scientifiques abordés							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	C1	C2

Régulation de la richesse d'un mélange carburé dans les moteurs à allumage commandé (sonde à oxygène).	x	x	x	x			x	x
Moteur thermique : préparation du mélange, alimentation et suralimentation du moteur, préparation du mélange, combustion, pollution, norme de pollution EOBD.					x		x	x
Régulation de tension sur les systèmes de production d'énergie électrique embarquée (alternateur).	x	x	x	x		x		
Etages d'entrées des calculateurs des différentes fonctions (moteur thermique, boîte de vitesses pilotées, freinage ABS, climatisation, etc....).	x	x	x	x				
Mesure de la position d'une pédale d'accélérateur, de la hauteur d'un châssis par potentiomètre, par capteur magnétique, par capteur inductif. Mesure de la température par thermistance. Mesure de la pression par capteur piezo résistif. Mesure de couple. Mesure de courant (pince ampère métrique ou shunt) et de tension.	x	x	x	x				
Commande en modulation de largeur d'impulsion : moteur à courant continu (ventilateur d'air de climatisation, moteur de direction assistée électrique, ...), électrovanne de pilotage d'avance à l'injection, de calage d'arbre à came variable, de frein sur échappement (en VTR)	x	x	x	x		x		

✓ Connaissances et capacités

Les capacités exigibles privilégiant une approche expérimentale sont écrites en italique.

• La physique au service de la maintenance des véhicules

P1 : Le signal et son analyse

Notions et contenus	Capacités exigibles
Propriétés temporelles	<ul style="list-style-type: none">• <i>Proposer un protocole expérimental et le mettre en œuvre pour déterminer les caractéristiques d'un signal : valeur moyenne, valeurs extrêmes, valeur efficace, temps de montée, temps d'établissement.</i>• Estimer, dans des cas simples, la valeur moyenne d'un signal à partir de son chronogramme.• Énoncer qu'un signal périodique peut être considéré comme la somme d'une composante continue et d'une composante alternative.• <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour caractériser un signal.</i>
Propriétés fréquentielles	<ul style="list-style-type: none">• Énoncer qu'un signal périodique alternatif peut être décomposé en la somme d'un fondamental et d'harmoniques.• Exploiter un spectre d'amplitude.• Caractériser le spectre d'amplitude d'un signal, les fréquences et amplitudes de son fondamental et de ses harmoniques étant données.• Exploiter un logiciel d'analyse spectrale.• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour relever le spectre en amplitude d'un signal périodique.</i>• Exploiter des spectres obtenus par simulation.

P2 : Le système et ses performances

Notions et contenus	Capacités exigibles
Régime transitoire- Régime permanent	<ul style="list-style-type: none">• Distinguer le régime transitoire et le régime permanent sur la réponse temporelle d'un système linéaire.• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour visualiser la réponse temporelle d'un système linéaire.</i>
Ordre d'un système	<ul style="list-style-type: none">• Identifier l'ordre d'un système à partir de sa réponse indicielle.• Exploiter la réponse indicielle d'un système linéaire du premier ordre pour déterminer le temps de réponse du système associé.• Exploiter la réponse indicielle d'un système linéaire du second ordre pour déterminer le temps de réponse du système associé.
Schéma fonctionnel d'un système asservi ou régulé.	<ul style="list-style-type: none">• Exploiter le schéma fonctionnel d'une boucle de régulation ou d'asservissement pour en identifier les éléments constitutifs.• Expliquer l'intérêt d'un asservissement ou d'une régulation.

P3 : La mesure des grandeurs physiques et leurs environnements

Notions et contenus	Capacités exigibles
Chaines de mesures	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour réaliser des chaines de mesures simples en relation avec les applications métiers.</i>
Capteurs passifs et actifs	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer le rôle d'un capteur. • Identifier le capteur sur une chaîne de mesure. • Définir les grandeurs d'entrée et de sortie. • Définir la nature de la grandeur de sortie d'un capteur.
Caractéristiques statique et dynamique	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire le choix d'un capteur. • Exploiter les caractéristiques statique et dynamique de capteurs. • <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour relever les caractéristiques statique et dynamique d'un capteur.</i>
Principe de fonctionnement de quelques capteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Établir l'association des lois de la physique ou de la chimie aux transducteurs présents dans les principaux capteurs utilisés dans le domaine professionnel en exploitant des ressources.
Conditionnement d'un capteur	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer, dans une application particulière, le rôle d'un conditionneur de capteur. • <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer sa caractéristique statique d'un ensemble {capteur, conditionneur} (cet ensemble pouvant être intégré).</i> • Dimensionner, en exploitant des ressources, un mode de conditionnement d'un capteur pour une utilisation donnée.
Conversion numérique analogique	<ul style="list-style-type: none"> • Exploiter la caractéristique sortie/entrée d'un C.N.A (convertisseur numérique-analogique) et une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d'un C.N.A : résolution, non linéarité, temps de conversion, période d'échantillonnage.
Conversion analogique numérique	<ul style="list-style-type: none"> • Exploiter la caractéristique sortie/entrée d'un C.A.N (convertisseur analogique-numérique) et une documentation technique pour déterminer les caractéristiques d'un C.A.N : résolution, non linéarité, temps de conversion, période d'échantillonnage. • Expliquer le rôle d'un échantillonneur bloqueur.

P4 : La compatibilité électromagnétique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Production et propriétés d'un champ magnétique.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mesurer l'intensité (ou la valeur ou le module) d'un champ magnétique.</i>• Définir quelques sources de champ magnétique.• Caractériser la cartographie d'un champ magnétique pour en donner ses caractéristiques en un point.• Décrire quelques applications industrielles des champs magnétiques.
Compatibilité électromagnétique	<ul style="list-style-type: none">• Définir la compatibilité électromagnétique d'un système.• Décrire des sources de perturbations électromagnétiques produites par rayonnement, par conduction ou décharge électrostatique.• Décrire des sources de perturbations d'origine naturelle et d'origine humaine.• Énoncer qu'il existe un lien entre les perturbations par rayonnement et la propagation d'ondes électromagnétiques.• Énoncer qu'il existe un lien entre les perturbations par conduction et les couplages des circuits.• Décrire des conséquences possibles des perturbations électromagnétiques sur des systèmes électroniques embarqués ou non.• Décrire quelques techniques de protection contre les perturbations électromagnétiques.• Énoncer l'existence de normes de CEM et effectuer une recherche sur une norme.

P5 : L'énergie thermique et ses transferts

Notions et contenus	Capacités exigibles
Caractéristiques thermiques des matériaux.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour comparer les conductivités thermiques de quelques matériaux.</i>• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé qui permette de classer les matériaux selon leurs propriétés isolantes, leur conductivité thermique étant données.</i>
Définitions de la convection et de la conduction	<ul style="list-style-type: none">• Caractériser la conduction et la convection (forcée, naturelle).

P6 : Le pilotage des actionneurs et la conversion de l'énergie électrique

1. Convertisseurs statiques

Notions et contenus	Capacités exigibles
Transformateur	<ul style="list-style-type: none">• Représenter la conversion de puissance réalisée par un transformateur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour mesurer le rapport de transformation d'un transformateur.</i>
Interrupteurs en Électronique de puissance	<ul style="list-style-type: none">• Décrire les composants utilisés.• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé qui permette de caractériser la fréquence de commutation.</i>
Redresseur non commandé	<ul style="list-style-type: none">• Représenter la conversion de puissance réalisée par un redresseur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.• Identifier la nature du convertisseur à partir du schéma structurel ou du chronogramme de la tension de sortie.
Hacheurs	<ul style="list-style-type: none">• Représenter la conversion de puissance réalisée par un hacheur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.• Identifier la nature du convertisseur à partir du schéma structurel ou du chronogramme de la tension de sortie.• Caractériser la tension et l'intensité du courant disponibles en sortie d'un hacheur à partir des chronogrammes.• Décrire l'influence d'une bobine sur l'ondulation du courant et souligner l'intérêt de le lisser.• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour établir la relation entre la grandeur de sortie de l'actionneur (par exemple la vitesse de rotation d'un moteur) et le rapport cyclique de la commande.</i>
Onduleurs	<ul style="list-style-type: none">• Représenter la conversion de puissance réalisée par un onduleur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.• Identifier la nature du convertisseur à partir du schéma structurel ou du chronogramme de la tension de sortie.• Établir le sens de transfert de l'énergie à partir des chronogrammes de la tension et l'intensité du courant disponibles en sortie.• <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour relever les harmoniques des tension et courant en sortie d'un onduleur et mettre en évidence la relation entre le type de la commande et le spectre en fréquence de la tension ou du courant en sortie d'un onduleur.</i>

2. Convertisseurs électromécaniques

Notions et contenus	Capacités exigibles
Machines à courant continu	<ul style="list-style-type: none"> • Représenter la conversion de puissance réalisée par une machine à courant continu en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie. • Définir et exploiter le modèle électrique équivalent de l'induit en régime permanent. • Établir le bilan des puissances et évaluer le rendement. • Appliquer le principe fondamental de la dynamique pour étudier le comportement dynamique d'un ensemble moteur-charge dans un cas simple • <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour relever la caractéristique mécanique $T_u = f(\Omega)$.</i> • <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour déterminer le point de fonctionnement d'un ensemble moteur-charge, les caractéristiques mécaniques étant données.</i>
Machines alternatives	<ul style="list-style-type: none"> • Représenter la conversion de puissance réalisée par une machine alternative en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie. • Caractériser le couplage de l'induit sur un réseau. • Établir le bilan des puissances et estimer le rendement. • <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour caractériser le point de fonctionnement d'un ensemble moteur-charge, les caractéristiques mécaniques étant données.</i> • <i>Proposer une stratégie expérimentale et mettre en œuvre le protocole associé pour relever les caractéristiques $T_u = f(\Omega)$ pour diverses valeurs de la fréquence d'alimentation du moteur pour un fonctionnement à U/f constant.</i>

• La chimie au service de la maintenance des véhicules

C1 : La matière et ses états

1. Structure de la matière

Notions et contenus	Capacités exigibles
Les trois états de la matière	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire les états solide, liquide, gaz par une approche microscopique. • Définir les changements d'état des corps purs : fusion, solidification, vaporisation, liquéfaction, sublimation, condensation. • Caractériser l'effet d'un ajout d'additif sur les propriétés physiques.

2. Cas particulier des gaz

Notions et contenus	Capacités exigibles
Le modèle du gaz parfait	<ul style="list-style-type: none"> • Exploiter l'équation d'état des gaz parfaits dans le cas d'un seul gaz et dans le cas d'un mélange de gaz parfaits.

C2 : La matière et ses réactions d'oxydation et de réduction

1. La réaction chimique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Masses molaires atomique et moléculaire : M ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) La quantité de matière. Son unité : la mole.	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionner une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques. • Appliquer les différentes relations permettant de calculer une quantité de matière.
Réaction chimique : écriture symbolique, réactif limitant, stœchiométrie, avancement, bilan de matière	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire l'équation de la réaction chimique avec les nombres stœchiométriques corrects. • Évaluer un bilan de matière. • Identifier le réactif limitant. Définir la notion de mélange stœchiométrique. • <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution d'un système siège d'une réaction chimique.</i>