

- une valorisation des *aspects numériques et graphiques* pour l'ensemble du programme, une initiation à quelques méthodes élémentaires de *l'analyse numérique* et l'utilisation à cet effet des *moyens informatiques* appropriés : calculatrice programmable à écran graphique, ordinateur muni d'un tableur, de logiciels de calcul formel, de géométrie ou d'application (modélisation, simulation, programmation...).

Organisation des études

L'horaire est de 2 heures en division entière + 1 heure de travaux dirigés en première année et de 2 heures en division entière + 1 heure de travaux dirigés en seconde année.

2. Programme

Le programme de mathématiques est constitué des modules suivants :

- Fonctions d'une variable réelle, à l'exception du paragraphe « Courbes paramétrées ».
- Calcul intégral.
- Équations différentielles.
- Statistique descriptive.
- Probabilités 1.
- Probabilités 2, à l'exception du paragraphe « Exemples de processus aléatoires ».
- Statistique inférentielle.
- Configurations géométriques.
- Calcul vectoriel, à l'exception du paragraphe « Produit vectoriel ».

S4**Sciences physiques et chimiques****Préambule**

L'enseignement de la physique-chimie en STS **fluide énergie domotique**, 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. Cet enseignement vise 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.

Le 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 deuxième 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.

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 élèves : l'acquisition des connaissances et des capacités sera d'autant plus efficace que les étudiants 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 mise en contexte 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 du domaine professionnel de la section. Pour dispenser son enseignement, le professeur s'appuie sur la pratique professionnelle ;
- 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. 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 l'examen.

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 ou d'une séquence.

Compétence	Capacités (liste non exhaustive)
S'approprier	- 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	- 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	- 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	- 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	- Rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés. - Présenter, formuler une conclusion. - Expliquer, représenter, argumenter, commenter.
Être autonome, faire preuve d'initiative	- 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 élèves à l'autonomie et l'initiative.

Pour pratiquer une démarche expérimentale autonome et raisonnée, les étudiants doivent posséder de solides 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.

Les capacités exigibles doivent être maîtrisées par le technicien supérieur en "fluide énergie environnement".

Erreurs et incertitudes	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Erreurs et notions associées	• 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	• 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	• 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.

Pour les savoirs qui suivent, le professeur de Sciences physiques et chimiques doit organiser les activités pédagogiques pour une acquisition progressive des capacités, coordonnées avec les enseignements professionnels.

États de la matière	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Structure de la matière	
Atome	Connaitre la composition d'un atome. Connaitre les constituants du noyau. Utiliser le symbole A_ZX pour déterminer la composition d'un atome.
Éléments chimiques : isotopes et ions monoatomiques Structure électronique nombres quantiques La classification périodique	Reconnaître des noyaux isotopes. Appliquer les règles du duet et de l'octet pour rendre compte des charges des ions monoatomiques usuels. Exploiter la structure électronique en fonction des nombres quantiques n et l pour retrouver le classement dans le tableau périodique des éléments et identifier la famille. Dénombrer les électrons de la couche externe pour des cas simples. Utiliser la classification périodique des éléments pour retrouver la charge des ions monoatomiques usuels. Décrire l'évolution des propriétés des atomes en fonction de la place occupée dans la classification: masse molaire de l'élément, propriétés chimiques, rayon atomique, énergie d'ionisation, électronégativité.
Edifices (molécules, ions) covalents : liaisons covalentes et géométrie	Mettre en relation la représentation de Lewis et la géométrie des molécules (méthode VSEPR). Pour quelques molécules simples, exploiter la représentation de Lewis de la molécule pour prévoir si la molécule est polaire.
Interaction métallique	Décrire la liaison métallique comme un empilement d'ions positifs baignant dans un nuage électronique. Connaitre les ordres de grandeur des distances caractéristiques et des énergies de liaison. Expliquer les propriétés physiques et chimiques des métaux (malléabilité, conductivité électrique et thermique, oxydation des métaux) par la nature de la liaison métallique mise en jeu.
Interactions faibles	Décrire les interactions de Van der Waals et la liaison hydrogène. Connaitre les ordres de grandeur des distances caractéristiques et des énergies de liaison. Associer la présence de ces interactions aux propriétés physiques et chimiques des corps dans quelques cas simples.
2. États de la matière	
Les trois états de la matière	Décrire les états solide, liquide, gaz par une approche microscopique. Définir les changements d'état des corps purs : fusion, solidification, vaporisation, liquéfaction, sublimation, condensation. Etudier, sur un exemple, l'effet sur la température de changement d'état lors de l'ajout d'un additif.
3. Cas particulier des gaz	
Le modèle du gaz parfait	Décrire le modèle du gaz parfait. 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.

Entrées métier :

- 1. Traitement de l'eau.**
- 2. Stockage de l'énergie par changement de phase.**
- 3. Récupération de calories (chaudière à condensation).**

La réaction chimique	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Réaction chimique	
Masses molaires atomique et moléculaire : M (g.mol^{-1}) La quantité de matière, son unité : la mole.	Calculer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques. Connaitre et exploiter les différentes relations permettant de calculer une quantité de matière exprimée en mole.
Transformation chimique, réaction chimique, équation chimique Réaction chimique : écriture symbolique, réactif limitant, stoechiométrie, avancement, bilan de matière	Distinguer les termes : transformation chimique, réaction chimique, équation chimique. Dans le cas où une transformation chimique peut être modélisée par une seule réaction chimique : • écrire l'équation de réaction associée avec les nombres stoechiométriques corrects ; • réaliser un bilan de matière ; • identifier le réactif limitant ; • définir la notion de mélange stœchiométrique. Étudier expérimentalement l'évolution d'un système siège d'une transformation chimique.
2. Les combustions	
Combustions ; combustibles ; comburants Combustion complète et incomplète Composition des carburants usuels et alternatifs	Distinguer carburant et comburant. Écrire et exploiter les équations chimiques des réactions de combustion de carburants (hydrocarbures). Extraire et exploiter des informations sur les carburants alternatifs (composition, mode de fonctionnement ...). Comparer les rejets en CO_2 .
Aspects énergétiques associés à la combustion ; ordres de grandeurs Pouvoir calorifique d'un combustible	Vérifier expérimentalement que, lors d'une combustion, le système transfère de l'énergie au milieu extérieur sous forme thermique et estimer la valeur de cette énergie libérée. Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'énergie libérée lors d'une combustion à pression constante (variation d'enthalpie). Définir et comparer les pouvoirs calorifiques de quelques carburants.
Polluants Protection contre les risques des combustions	Analyser des fiches toxicologiques pour comprendre les effets physiologiques des polluants. Extraire et exploiter des informations sur les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection.

Entrées métier : Combustion et rendement des chaudières (efficacité énergétique et impact environnemental).

Chimie des solutions	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. L'eau solvant	
L'eau, solvant polaire et protogène (protique) : moment dipolaire, permittivité relative, liaison hydrogène. Électrolyte fort, électrolyte faible	Expliquer le pouvoir dissociant, ionisant et hydratant de l'eau en lien avec ses propriétés physiques et sa structure moléculaire. Différencier hydratation et hydrolyse. Interpréter la formation des électrolytes et définir les termes d'électrolyte fort et d'électrolyte faible.
Propriétés acido-basiques de l'eau : autoprotolyse, produit ionique	Écrire l'équation chimique de la réaction d'autoprotolyse de l'eau et exprimer la constante d'équilibre (produit ionique).
Traitements de base physiques et chimiques : déminéralisation, adoucissement, dégazage	Expliquer le principe de fonctionnement d'une résine échangeuse d'ions. Distinguer une eau adoucie d'une eau déminéralisée.
2. Réactions acide-base	
Ions en solutions	Identifier un cation et un anion. Savoir qu'une solution aqueuse est globalement neutre. Connaître et exploiter l'expression de la concentration molaire et massique d'une espèce ionique dissoute.
Théorie de Brønsted : acides forts, bases fortes, acides faibles, bases faibles Le pH d'une solution aqueuse	Identifier un acide (fort/faible) et une base (forte/faible) de Brønsted. Connaître l'expression du pH d'une solution aqueuse. Connaître son étendue. Calculer le pH d'une solution aqueuse dans des cas simples (solutions acide et basique).
Notion d'équilibre ; couple acide-base ; constante d'acidité K_a . Domaines de prédominance	Exploiter les diagrammes de prédominance. Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide-base connaissant le pH du milieu et le pK_a du couple. A l'aide d'un diagramme de répartition obtenu par simulation, déterminer le pourcentage en acide et en base d'un couple acide – base à un pH donné. Écrire l'équation chimique d'une réaction acide-basique et exprimer la constante d'acidité, les couples étant donnés.
Solutions tampons	Définir une solution tampon. Extraire et exploiter des informations sur les solutions tampons.
3. Oxydoréduction	
Oxydant, réducteur Couple oxydant/réducteur Réaction d'oxydo-réduction	Reconnaître une réaction chimique d'oxydoréduction. Identifier l'oxydant, le réducteur, les couples oxydant/réducteur mis en jeu. Écrire l'équation chimique d'une réaction d'oxydoréduction, les couples oxydant/réducteur étant donnés. Établir expérimentalement une classification électrochimique des métaux. Prévoir qualitativement les transformations possibles en exploitant les potentiels standards d'oxydoréduction. Prévoir l'influence du pH, de la formation d'un complexe ou d'un composé peu soluble sur le potentiel d'oxydoréduction.
Pile électrochimique Accumulateur (électrolyse)	Réaliser une pile électrochimique et interpréter son fonctionnement. Utiliser la relation de Nernst pour calculer la f_{em} d'une pile. Distinguer piles et accumulateurs. Interpréter le fonctionnement d'une pile à combustible.

4. Analyse des eaux naturelles et industrielles	
Mesure des teneurs alcalimétrique, acidimétrique, en dioxyde de carbone, en salinité, résistivité, pHmétrique Hydrotimétrie, dureté d'une eau	Analyser et interpréter les résultats d'analyse d'une eau. Mesurer un pH Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer la teneur alcalimétrique (TA et TAC), la dureté d'une eau (taux hydrotimétrique ou TH).
Entrées métier : Traitement de l'eau et pile à combustible.	

Matériaux	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Matériaux métalliques	
Cristaux métalliques	En utilisant un logiciel de modélisation : - représenter les mailles conventionnelles associées aux structures cubiques à faces centrées (CFC) et cubique centré (CC). Citer un exemple dans chaque cas, - évaluer la dimension de la maille en fonction des valeurs des rayons atomiques, - calculer la masse volumique d'un métal cristallisant dans une structure cristalline de type CC et CFC, les paramètres de la maille étant donnés, - calculer la compacité dans les deux types de structures CC et CFC, - expliquer qualitativement la différence de compacité entre ces deux structures. Citer des exemples montrant l'importance du rôle des défauts cristallins. Expliquer l'importance des dislocations pour la déformation plastique des matériaux métalliques.
Alliages	Énoncer la définition d'un alliage. Énoncer la définition d'une solution solide. Distinguer les alliages par substitution et par insertion. Citer des exemples. Citer des alliages du fer et de l'aluminium et leurs utilisations dans le domaine professionnel.
2. Matériaux polymères	
Les polymères : généralités	Extraire et exploiter des informations sur : - les principaux matériaux polymères utilisés dans la vie quotidienne, leurs modes de production, leurs domaines d'applications, - les avantages et inconvénients de l'utilisation de matériaux polymères.
Polymère, copolymère Classification des polymères	Reconnaître le motif. Connaître un ordre de grandeur du degré de polymérisation. Décrire les différents arrangements possibles d'une macromolécule : linéaire (ramifiée, étoile, peigne), tridimensionnelle (réticulation). Citer quelques exemples d'architecture possible pour un copolymère en fonction de la répartition des motifs dans la macromolécule. Rechercher des informations sur l'intérêt de synthétiser des copolymères. Distinguer les polymères thermoplastiques, les polymères thermodurcissables et les élastomères. Extraire et exploiter des informations sur la mise en forme d'un matériau polymère en fonction de la famille auquel il appartient.

Structure des polymères : - état amorphe, - état semi-cristallin	Extraire et exploiter des informations pour - relier quelques propriétés physiques et chimiques d'un matériau polymère à sa structure microscopique, - identifier quelques paramètres influençant la température de transition vitreuse.
3. Cycle de vie d'un matériau	
Dégradation d'un matériau métallique	Extraire et exploiter des informations sur : - la corrosion des métaux et les méthodes de protection utilisées dans le domaine professionnel (peinture, chromage, anodisation, anode sacrificielle ...), - la compatibilité d'un matériau avec le fluide qu'il transporte.
Vieillessement d'un matériau polymère	Citer quelques facteurs agissant sur la dégradation d'un matériau polymère.
Valorisation des déchets de polymères, Polymère biodégradable	Extraire et exploiter des informations sur les nécessités du retraitement des polymères. Écrire et ajuster une réaction de combustion d'un polymère. Pratiquer une démarche expérimentale pour montrer le caractère biodégradable d'un matériau.
Recyclage	Rechercher, extraire et exploiter des informations relatives au recyclage de certains matériaux utilisés dans le domaine professionnel.

Entrées métier : **Analyse de la structure moléculaire d'un isolant et d'un conducteur pour expliquer ses performances énergétiques.**
Notion d'énergie grise d'un matériau.
Pourquoi certains matériaux sont recyclables et d'autres pas ?
Notion de déchets ultimes.

Énergie	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Énergie et puissance	
Ressources énergétiques	Donner des ordres de grandeurs des puissances mises en jeu dans différents domaines. Citer différentes sources d'énergie et préciser si elles sont renouvelables. Exploiter des données relatives à des ressources énergétiques.
Relation entre puissance et énergie	Exprimer la relation entre puissance et énergie, l'utiliser dans différents contextes.
Principe de conservation de l'énergie	Exprimer le principe de conservation de l'énergie, l'appliquer dans différents contextes.
Bilan énergétique Rendement	Représenter la chaîne d'énergie de différents systèmes. Déterminer le rendement.
2. Énergie électrique	
Production de l'énergie électrique	Décrire le principe de production de l'énergie électrique à partir des différentes sources d'énergies (chimique, nucléaire, éolien, lumière, etc.).
Stockage de l'énergie	Citer des dispositifs permettant le stockage de l'énergie sous différentes formes : mécanique, chimique, hydraulique, électromagnétique, électrostatique, thermique. Décrire le principe de fonctionnement associé à un dispositif de stockage de l'énergie en exploitant des ressources.
Circuit électrique en régime continu	Calculer et mesurer les différentes grandeurs électriques dans un circuit limité à deux mailles : intensités-tensions-puissances.

Entrées métier : **Bilan thermique et étude d'une facture d'énergie.**

Capteurs et chaîne de mesures	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Chaines de mesures	Mettre en œuvre expérimentalement des chaînes de mesures simples en relation avec les applications métiers
Capteurs passifs et actifs Conditionneurs de capteurs.	Repérer le capteur sur une chaîne de mesure. Déterminer les grandeurs d'entrée et de sortie d'un capteur. Préciser la nature de la grandeur de sortie. Expliquer le rôle d'un capteur et du conditionneur associé.
Caractéristiques statique et dynamique	Justifier le choix d'un capteur. Relever les caractéristiques statique et dynamique d'un capteur.
Principe de fonctionnement de quelques capteurs	Associer les lois de la physique ou de la chimie aux transducteurs présents dans les principaux capteurs utilisés dans le domaine professionnel en exploitant des ressources.
Conversion numérique analogique	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.
Conversion analogique numérique	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. Justifier le rôle d'un échantillonneur bloqueur.
Contrôle et régulation Boucle de régulation. Schéma fonctionnel, chaînes d'action et de retour, correcteur Grandeurs fonctionnelles : grandeurs réglées, réglantes et perturbatrices. Systèmes stable et instable.	Sur des exemples pratiques associés au domaine professionnel : • identifier, nommer et connaître la fonction des éléments constitutifs d'une boucle de régulation, • établir le schéma fonctionnel d'une boucle de régulation, • identifier les grandeurs fonctionnelles d'une boucle de régulation, • placer les grandeurs fonctionnelles sur un schéma fonctionnel, • citer la définition d'un système stable ou instable.

Entrées métier : **Capteurs, Régulateurs, Automates (type d'entrées/sorties) : capteur de température (analogique résistif, analogique courant, analogique tension)**

Distribution de l'énergie électrique	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Réseau de distribution	Décrire le réseau de distribution de l'énergie électrique. Rôle du transformateur.
Tensions et courants triphasés équilibrés	Caractériser une distribution triphasée : phase, neutre, tensions simples, tensions composées.
Puissance active et facteur de puissance	Mesurer la puissance active consommée par une installation avec ou sans neutre. Mesurer le facteur de puissance d'une installation.

Entrées métier : **Schéma électrique, étude d'un moto-ventilateur de CTA.**

Conversion de l'énergie électrique	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Convertisseurs statiques	
Transformateur	Décrire la conversion de puissance réalisée par un transformateur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.
Redresseur	Décrire la conversion de puissance réalisée par un redresseur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.
Hacheur série	Décrire la conversion de puissance réalisée par un hacheur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.
Onduleur	Décrire la conversion de puissance réalisée par un onduleur en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.
2. Convertisseurs électromécaniques	
Machines alternatives	Décrire la conversion de puissance réalisée par une machine alternative en précisant les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie.

Entrées métier : Pompe à vitesse variable, variation d'éclairage (Lubio de Schneider).

Thermodynamique	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Énergie interne d'un système	
Énergie d'un système aspects macroscopiques et aspect microscopique Vocabulaire et définitions (système, état d'équilibre, variables d'état, divers types de transformations, grandeurs intensives, grandeurs extensives, fonction d'état). Énergie interne U d'un système. $\Delta U = W + Q$. Cas des phases condensées solides/ liquides	Interpréter la température comme une mesure de l'agitation des particules. Interpréter la pression d'un gaz comme résultant des chocs élastiques des particules sur les parois. Reconnaître le caractère intensif ou extensif d'une grandeur. Interpréter la notion de travail lors d'une transformation d'un système à partir des interactions entre les particules constitutives de ce système. Établir un bilan d'énergie lors d'un transfert thermique entre deux systèmes en phase condensée. Mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer une capacité thermique massique.
Cas des gaz parfaits : Énergie cinétique moyenne, capacités thermiques à volume constant et à pression constante Travail des forces de pression lors d'une compression ou d'une détente d'un gaz parfait	Associer l'énergie d'un gaz parfait à l'agitation thermique des molécules le constituant. Exploiter la première loi de Joule pour déterminer l'énergie interne d'un gaz parfait Calculer la variation d'énergie interne pour un gaz parfait, les températures initiales et finales étant connues. Calculer le travail et la variation d'énergie interne dans le cas des transformations adiabatiques, isochores isothermes et isobares. Définir le travail de transvasement et le relier à la variation d'enthalpie.
Définition, intérêt Enthalpie de changement d'état. (chaleur latente de changement d'état)	Établir un bilan d'énergie pour déterminer une température d'équilibre lors d'un changement d'état. Mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer une énergie mise en jeu lors d'un changement d'état.
Énoncé du second principe Illustration du caractère réversible d'une transformation	Interpréter le second principe comme un principe d'évolution permettant de traduire l'irréversibilité des transformations thermodynamiques. (<i>impossibilité du transfert thermique spontané d'une source froide vers une source chaude</i>). Identifier des causes d'irréversibilités.

2. Machines thermiques	
Application du premier principe et du deuxième principe aux machines thermiques cycliques dithermes (moteur, réfrigérateur, pompe à chaleur) Rendement, efficacité, théorème de Carnot. Exemples de traitements thermodynamiques de machines thermiques	Décrire le principe de fonctionnement des moteurs et des machines frigorifiques et identifier les transferts d'énergie mis en jeu pour réaliser un bilan énergétique. Identifier la variation d'enthalpie au travail d'un cycle d'un compresseur fonctionnant de façon adiabatique. Sur un exemple au choix, construire un diagramme entropique (T,S) et l'utiliser pour calculer les échanges énergétiques. Établir le rendement théorique d'un cycle de Carnot d'un gaz parfait. Définir et exprimer le rendement ou l'efficacité d'une machine thermique ditherme et donner les coefficients de performances maximaux pour les fonctionnements réversibles. Distinguer efficacité et coefficient de performance d'une machine thermique pour laquelle ces grandeurs sont définies (pompe à chaleur, ...). Exploiter des informations (simulation, textuelles, graphiques, ...) pour décrire une machine réelle au choix en insistant sur la modélisation des transformations. Identifier sur des exemples, les principales causes d'irréversibilités et donner les conséquences sur le coefficient de performance.
3. Equilibres sous plusieurs phases et changements d'état d'un corps pur	
L'équilibre des phases Pression de vapeur saturante Point critique, point triple Variation d'enthalpie au cours de changements d'état Relation de Clapeyron	Définir les changements d'état des corps purs en associant un changement d'état au niveau macroscopique à l'établissement ou la rupture d'interactions entre entités au niveau microscopique. Interpréter la discontinuité des propriétés physiques (chaleurs massiques, masses volumiques ou volumes massiques). Définir la pression de vapeur saturante. Exploiter les courbes d'équilibre entre les différents états d'un corps pur dans le diagramme (P, T) pour : - distinguer les différents domaines d'existence et de stabilité des phases dans un diagramme (P,T) en appliquant la règle des phases ; - reconnaître l'existence d'un palier pour la pression lorsque l'on suit une isotherme dans un diagramme (P, V) ; - donner les caractéristiques du point triple et celles du point critique ; - distinguer les notions de vapeur sèche et de vapeur saturante. Définir l'enthalpie de changement d'état (chaleurs latentes massiques et molaires). Effectuer un bilan énergétique lors d'un changement d'état en utilisant des tables d'enthalpie des corps purs. Déterminer expérimentalement la chaleur latente de transition de phase (L) à l'aide de la relation de Clapeyron.
4. Mélanges binaires	
Mélanges binaires liquide-vapeur solution idéales et solutions réelles Notion d'azéotropie	Définir les mélanges binaires idéaux. Identifier sur un diagramme binaire la présence d'un azéotrope. Décrire l'allure et étudier les diagrammes isotherme et isobare d'équilibre liquide-vapeur d'un mélange binaire. Déterminer la composition des phases liquide et gaz pour les différentes parties du diagramme. Interpréter les courbes d'analyse thermique à l'aide des diagrammes. Exploiter un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur pour : - identifier le composé le plus volatil ; - caractériser un azéotrope ; - déduire la composition des premières bulles de vapeur

	formées. Sur l'exemple des diagrammes isothermes des solutions réelles, introduire: - le comportement limite des solutions idéales avec la loi de Raoult pour la pression partielle du solvant presque pur ; - le comportement limite des solutions idéales diluées avec loi de Henry pour la pression partielle du soluté (application à la dissolution d'un gaz dans un liquide)
--	---

Entrées métier : **Pompe à chaleur.**

Transferts thermiques	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Transferts thermiques	Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique. Citer des exemples pour les trois modes de transfert thermique. Calculer, dans un cas simple, le flux thermique à travers une paroi constituée d'un matériau homogène, l'expression ou la valeur de la résistance thermique étant donnée.
Calorimétrie - Changements d'états	Calculer l'énergie échangée lors d'un transfert thermique avec ou sans changement d'état. Mesurer l'énergie échangée lors d'un transfert thermique sans changement d'état. Exploiter un diagramme de phases simple relatif à un métal ou alliage utilisé dans le domaine professionnel.
Rayonnement, énergie lumineuse $E=h\nu$ Rayonnement du corps noir idéal : loi de Stefan, loi du déplacement de Wien	Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière et associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature du milieu concerné. Utiliser un capteur de lumière pour mesurer un flux lumineux. Positionner sur une échelle de longueurs d'ondes les spectres de différentes lumières : visible, infrarouge et ultraviolet Évaluer les effets thermiques des rayonnements visibles, UV, IR, à l'aide de la puissance et du flux d'énergie rayonnée Exploiter les caractéristiques d'une source d'éclairage artificiel : efficacité énergétique, classe d'efficacité énergétique ; température de couleur, indice de rendu des couleurs (IRC). Exploiter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température. Exploiter le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de lumière est maximale. Appliquer du modèle du corps noir au corps réel : notions de corps opaque et de fenêtre spectrale Exploiter la courbe d'émittance monochromatique d'un corps pour déterminer la puissance surfacique d'émission

Entrées métier : **Étude d'un mur ensoleillé (Transfert et conversion énergétique à travers une paroi).**
Projet d'éclairage.

Mécanique des fluides	
Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Statique des fluides	
Pression dans un fluide	Exprimer la pression comme une force surfacique.
Principe fondamental de l'hydrostatique	Appliquer le principe fondamental de l'hydrostatique ($\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$) pour calculer une différence de pression ou une hauteur de fluide. Appliquer le principe de transmission de la pression par un fluide incompressible (théorème de Pascal).
Tension superficielle	Citer des applications de la tension superficielle dans le domaine professionnel. Exploiter la loi de Jurin.
2. Dynamique des fluides incompressibles	
Débit massique et débit volumique	Calculer des pertes de charge en régime laminaire Calculer un débit massique ou volumique.
Équation de continuité (ou conservation du débit)	Exploiter la conservation de la masse (équation de continuité) lors d'un écoulement permanent afin de déterminer la vitesse du fluide.
Conservation de l'énergie (Théorème de Bernoulli)	Exploiter le théorème de Bernoulli à un écoulement permanent d'un fluide parfait (avec ou sans machine hydraulique, avec ou sans pertes de charge), l'équation de Bernoulli sous forme de hauteurs étant donnée.
Viscosité	Citer l'importance du phénomène de viscosité dans les écoulements. Identifier la nature de l'écoulement, l'expression du nombre de Reynolds étant donnée : existence des régimes turbulents et laminaires.
Perte de charge en régime laminaire	Citer les différents types de pertes de charge. Exploiter des données pour déterminer la valeur des pertes de charge en fonction du débit et de la géométrie du circuit. Déterminer un débit volumique pour un écoulement laminaire en fonction de la différence de pression, la loi de Poiseuille étant fournie.

Entrées métier : Dimensionnement d'un circulateur dans une installation de chauffage.

Électromagnétisme	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Champ magnétique. Le courant électrique, source de champ magnétique : cas du solénoïde	Exploiter la cartographie d'un champ magnétique pour en donner ses caractéristiques en un point. Caractériser la direction et le sens du champ magnétique produit dans l'air sur l'axe d'une bobine plate ou d'un solénoïde traversés par un courant. Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour vérifier l'influence de l'intensité du courant électrique dans un circuit sur la valeur d'un champ magnétique en un point.
Induction électromagnétique	Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'induction électromagnétique. Caractériser, dans une situation simple, une force électromotrice induite, l'expression littérale permettant de calculer sa valeur étant fournie. Prévoir, en appliquant la loi de Lenz, pour un circuit simple, le sens du courant induit dans un circuit fermé.

BTS FED

Loi de Laplace	Caractériser l'action mécanique subie par un conducteur traversé par un courant et soumis à un champ magnétique (force de Laplace). Exploiter, dans un cas simple, les caractéristiques d'un champ magnétique uniforme pour calculer la valeur de la force exercée sur un conducteur traversé par un courant continu.
----------------	--

Entrées métier : Pourquoi faut-il isoler les conducteurs courant fort des conducteurs courant faible ?

Les ondes mécaniques	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Ondes mécaniques progressives. Réflexion, transmission, absorption d'une onde mécanique progressive	Caractériser une onde mécanique par les grandeurs physiques associées : vitesse, amplitude de la déformation, période, fréquence, longueur d'onde. Distinguer une onde longitudinale d'une onde transversale. Associer la propagation d'une onde mécanique à un transfert d'énergie sans transport de matière dans un milieu matériel. Mettre en évidence expérimentalement l'influence des caractéristiques du milieu sur la vitesse de propagation d'une onde. Mettre en évidence expérimentalement les phénomènes de réflexion, de transmission ou d'absorption d'une onde mécanique progressive.
Ondes acoustiques : propagation Son simple, son complexe Bruit	Définir et mesurer quelques grandeurs physiques associées à une onde acoustique : pression acoustique, amplitude, période, fréquence, célérité. Donner l'ordre de grandeur de la vitesse de propagation d'une onde acoustique dans quelques milieux : air, liquide, matériaux du domaine professionnel. Mettre en évidence expérimentalement les phénomènes de réflexion, de transmission ou d'absorption d'une onde acoustique. Analyser expérimentalement un son simple, un son complexe, un bruit.
Ondes acoustiques : perception et protection acoustique	Citer les deux grandeurs influençant la perception sensorielle : l'intensité et la fréquence d'un son. Définir et mesurer le niveau sonore (dB). Expliquer l'intérêt de la mesure du niveau sonore en dBA. Utiliser un sonomètre pour mesurer un niveau acoustique. Exploiter les caractéristiques métrologiques fournies par le constructeur du sonomètre : précision ou résolution, gamme de mesures. Situer, sur une échelle de niveaux sonores, des sons caractéristiques (vie courante et domaine professionnel) ainsi que les seuils d'audibilité et de douleur. Exploiter les normes relatives aux nuisances sonores pour choisir une protection adaptée.
Oscillateur mécanique Oscillations libres ou forcées, amortissement, résonance	Distinguer les oscillations libres des oscillations forcées. Vérifier expérimentalement l'effet de l'amortissement sur l'amplitude des oscillations. Identifier le phénomène de résonance mécanique. Déterminer expérimentalement les conditions de la résonance mécanique et mesurer la période propre d'un oscillateur. Identifier les sources de vibrations dans le domaine professionnel et les situer sur une échelle de fréquence ou d'amplitude.

Entrées métier : Étude du groupe extérieur d'une PAC (onde mécanique sur le socle, dissipation sonore).