



**MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Annexe 18

Licence professionnelle « Bachelor Universitaire de Technologie »

MESURES PHYSIQUES

Parcours Techniques d'instrumentation
Parcours Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques
Parcours Mesures et Analyses Environnementales

Programme national

Ce document présente le programme national du B.U.T Mesures physiques et complète l'annexe 1 de l'arrêté relatif aux programmes nationaux de la licence professionnelle-bachelor universitaire de technologie.

SOMMAIRE

Présentation générale.....	3
Référentiels d'activités et de compétences.....	4
Parcours Techniques d'instrumentation	4
Parcours Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques	9
Parcours Mesures et Analyses Environnementales	14
1. Référentiel de formation	19
a. Tableaux croisant les compétences, les SAÉ et les ressources	19
b. Cadre général.....	21
c. Fiches SAÉ et ressources classées par semestre	22
Fiches SAÉ Semestre 1	23
Fiches Ressources Semestre 1	31
Fiches SAÉ Semestre 2	51
Fiches Ressources Semestre 1	61
2. Dispositions particulières	85
3. Référentiel d'évaluation	85

Présentation générale : Bachelor Universitaire de Technologie (B.U.T.) MESURES PHYSIQUES

Parcours : Techniques d'instrumentation Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques Mesures et Analyses Environnementales

Le Bachelor Universitaire de Technologie Mesures physiques a pour objectif de former en 3 ans des techniciens supérieurs polyvalents qui réalisent et exploitent des mesures : celles-ci font appel à un large spectre de connaissances dans les domaines de la physique, de la chimie, des matériaux, de l'électronique et de l'informatique, ainsi qu'à des compétences centrées sur le contrôle industriel, la métrologie, l'instrumentation (tests, essais, recherche et développement, ...), la caractérisation de grandeurs physiques et physico-chimiques et les mesures environnementales.

Quel que soit le secteur d'activités, le diplômé Mesures physiques assure le choix, l'implantation et la mise en œuvre de la chaîne de mesures, depuis le capteur jusqu'à l'acquisition des signaux, l'exploitation des données et la transmission des résultats, dans un contexte de développement durable, économique, métrologique et d'assurance-qualité

Son activité se décline en différents pôles : analyse, conception et mise en œuvre d'une chaîne de mesure, analyse, exploitation et communication des résultats, production et industrialisation, démarche qualité et gestion d'un parc d'instruments, réalisation d'études et veille technologique.

Le titulaire d'un BUT Mesures Physiques exerce ainsi son activité dans toutes les entreprises du secteur secondaire ainsi que dans certaines entreprises du secteur tertiaire.

Les principaux secteurs d'activité industriels sont ceux de la production énergétique, de l'automobile, de l'aéronautique, de l'aérospatiale, de la chimie, de l'industrie pharmaceutique, de l'agroalimentaire, du biomédical...

A partir de la deuxième année, une spécialisation progressive est proposée à travers le choix d'un parcours parmi trois proposés :

- parcours Techniques d'instrumentation avec des compétences renforcées en physique et informatique d'instrumentation.
- parcours Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques avec des compétences renforcées en caractérisation des propriétés et de la structure des matériaux, chimie et physico-chimie
- parcours Mesures et Analyses Environnementales avec des compétences renforcées pour la prise en compte des enjeux environnementaux, des enjeux énergétiques et pour le contrôle de l'environnement.

Parcours Techniques d'instrumentation :

Le diplômé est plus particulièrement expert en conception et mise en œuvre d'une chaîne de mesure et d'instrumentation. Son parcours lui permet d'être adapté aux laboratoires d'essai et de contrôle industriel, aux entreprises du secteur de l'instrumentation.

Parcours Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques :

Le diplômé est plus particulièrement expert en caractérisation des matériaux et en contrôles physico-chimiques. Son parcours lui permet d'être adapté aux entreprises et organismes ayant des laboratoires d'essai et de contrôle sur les matériaux ou des services d'analyse physico-chimique.

Parcours Mesures et Analyses Environnementales :

Le diplômé est plus particulièrement expert en contrôle, surveillance et analyse de l'environnement et apporte des solutions durables dans le cadre de mesures à réaliser. Son parcours lui permet d'être adapté aux organismes d'inspection et de contrôle de la qualité de l'environnement, aux laboratoires d'analyses environnementales, aux entreprises dont l'activité est liée au domaine de l'environnement et de la production d'énergie.

Référentiels d'activités et de compétences

Référentiel de compétences du B.U.T. *Mesures physiques* Parcours *Techniques d'instrumentation*

Les compétences et les composantes essentielles

B.U.T. *Mesures physiques* Parcours *Techniques d'instrumentation*

Une **compétence** est un « *savoir-agir complexe*, prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources à l'intérieur d'une famille de situations » (Tardif, 2006). Les ressources désignent ici les savoirs, savoir-faire et savoir-être dont dispose un individu et qui lui permettent de mettre en œuvre la compétence.

Mener une campagne de mesures	Mener une campagne de mesures	en choisissant une démarche scientifique adaptée en élaborant un protocole adapté, qui respecte les règles de sécurité et les normes en vigueur en collectant les données de manière fiable en traitant les données de manière pertinente en présentant les résultats de mesures selon les normes en vigueur en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives
Déployer la métrologie et la démarche qualité	Déployer la métrologie et la démarche qualité	en exprimant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur en choisissant et mettant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques en utilisant des outils statistiques adaptés pour l'analyse des mesures et leur comparaison en s'assurant du respect des procédures (traçabilité, fiabilité)
Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés en choisissant un transfert et traitement analogique ou numérique du signal adaptés en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation
Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés en analysant les résultats en relation avec la structure des matériaux
Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts énergétiques en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente en choisissant les moyens techniques et métrologiques adaptés en utilisant une communication adaptée

Les situations professionnelles

Les situations professionnelles se réfèrent aux contextes dans lesquels les compétences sont mises en jeu. Ces situations varient selon la compétence ciblée.

Mener une campagne de mesures	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire dans une démarche de qualification ou de certification
Déployer la métrologie et la démarche qualité	Situations professionnelles	dans un service métrologie dans un service qualité dans une entreprise d'expertise en métrologie
Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire en milieu ou conditions à contraintes spécifiques
Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire en milieu ou conditions à contraintes spécifiques
Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire dans une démarche de qualification ou de certification dans le cadre de mesures in situ pour le contrôle et la surveillance de l'environnement

Les niveaux de développement des compétences

Mener une campagne de mesures	Déployer la métrologie et la démarche qualité	Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
Niveau 1 Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	Niveau 1 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	Niveau 1 Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire	Niveau 1 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples	Niveau 1 Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale
Niveau 2 Mener une campagne de mesures multiples nécessitant un traitement complexe des données	Niveau 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un instrument de mesure	Niveau 2 Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation simple pouvant associer mesure, régulation et pilotage	Niveau 2 Caractériser des grandeurs physico-chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes complexes	Niveau 2 Définir un cahier des charges d'un ensemble de mesures dans une démarche environnementale
Niveau 3 Mener une campagne de mesures dans un contexte professionnel spécifique	Niveau 3 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un parc d'instruments	Niveau 3 Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation complexe. Prendre en compte des conditions spécifiques ou extrêmes.		

Mener une campagne de mesures	- en choisissant une démarche scientifique adaptée - en élaborant un protocole adapté, qui respecte les règles de sécurité et les normes en vigueur - en collectant les données de manière fiable - en traitant les données de manière pertinente - en présentant les résultats de mesures selon les normes en vigueur - en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives
-------------------------------	---

Situations professionnelles	- dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire - dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire - dans une démarche de qualification ou de certification
-----------------------------	--

Niveaux de développement	Apprentissages critiques
Niveau 1 Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)
Niveau 2 Mener une campagne de mesures multiples nécessitant un traitement complexe des données	Modéliser un problème en lien avec des lois physiques ou chimiques Elaborer un protocole pour plusieurs mesures s'appuyant sur les règles de sécurité et les normes en vigueur Traiter les valeurs mesurées : fiabilité, traçabilité, archivage des données, analyses statistiques, ... Présenter les résultats de mesures dans un format adapté aux objectifs Présenter à l'oral les caractéristiques de la campagne de mesures et ses conclusions
Niveau 3 Mener une campagne de mesures dans un contexte professionnel spécifique	Elaborer, améliorer et valider un protocole dans un contexte professionnel spécifique Identifier les contraintes réglementaires et les spécificités rencontrées dans ce contexte spécifique Utiliser des outils mathématiques et logiciels métiers adaptés au contexte spécifique pour le post-traitement des valeurs mesurées Présenter à l'écrit et à l'oral en français et en anglais un rapport de mesures adapté au contexte spécifique

Déployer la métrologie et la démarche qualité	- en exprimant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur - en choisissant et mettant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques - en utilisant des outils statistiques adaptés pour l'analyse des mesures et leur comparaison - en s'assurant du respect des procédures (traçabilité, fiabilité)
---	---

Situations professionnelles	- dans un service métrologie - dans un service qualité - dans une entreprise d'expertise en métrologie
-----------------------------	--

Niveaux de développement	Apprentissages critiques
Niveau 1 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	Identifier les éléments de langage liés à la métrologie Evaluer une incertitude de mesure Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude Etalonner un appareil de mesure
Niveau 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un instrument de mesure	Evaluer la conformité, gérer la non conformité Mettre en place un suivi métrologique pour un instrument de mesure Rédiger les procédures métrologiques et fiches de suivi Mettre en place des procédures qualité pour un instrument
Niveau 3 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un parc d'instruments	Faire évoluer des procédures qualité Gérer un parc d'instruments dans une démarche qualité Préparer les éléments d'un audit qualité Réaliser une veille technologique ou normative

Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés en choisissant un transfert et traitement analogique ou numérique du signal adaptés en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation
---	---

Situations professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
en milieu ou conditions à contraintes spécifiques

Niveaux de développement

Apprentissages critiques

Niveau 1 Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire	Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée Acquérir et numériser des signaux analogiques Choisir un instrument de mesure adapté au signal Traiter avec ou sans régulation un signal analogique Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme
Niveau 2 Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation simple pouvant associer mesure, régulation et pilotage	Mettre en œuvre le conditionnement d'un signal issu d'un capteur Mettre en œuvre des techniques simples d'amélioration du rapport signal sur bruit Réguler des systèmes analogiques ou numériques Echanger des données entre un instrument de mesure et un ordinateur
Niveau 3 Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation complexe. Prendre en compte des conditions spécifiques ou extrêmes.	Choisir un mode de transfert de données adapté Mettre en œuvre des systèmes de mesures en réseau Mettre en œuvre des techniques d'extraction et d'exploitation d'un signal bruité Choisir les éléments de la chaîne de mesure face à des conditions extrêmes Contrôler à distance un système de mesures embarqué

Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés en analysant les résultats en relation avec la structure des matériaux
---	--

Situations professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
en milieu ou conditions à contraintes spécifiques

Niveaux de développement

Apprentissages critiques

Niveau 1 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples	Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement Identifier les différentes classes de matériaux Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure
Niveau 2 Caractériser des grandeurs physico-chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes complexes	Appliquer les principes et mettre en œuvre des techniques d'analyse chimique Analyser, interpréter, exploiter les résultats d'analyses et de caractérisations Appliquer les principes et mettre en œuvre des techniques d'analyses et de caractérisations de la structure et des propriétés des matériaux Mettre en œuvre des techniques de contrôle non destructif

Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale

en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts énergétiques
en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente
en choisissant les moyens techniques et métrologiques adaptés
en utilisant une communication adaptée

Situations
professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
dans une démarche de qualification ou de certification
dans le cadre de mesures in situ pour le contrôle et la surveillance de l'environnement

Niveaux de
développement

Apprentissages critiques

Niveau 1

Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale

Conduire une recherche documentaire
Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE
Réaliser des contrôles environnementaux simples
Organiser un projet et son déroulement

Niveau 2

Définir un cahier des charges d'un ensemble de mesures dans une démarche environnementale

Lister et évaluer les contraintes pour un ensemble de mesures
Evaluer l'impact environnemental dans le cadre de mesures
Sélectionner des techniques pour des mesures environnementales
Réaliser des contrôles environnementaux complexes

Référentiel de compétences du B.U.T. *Mesures physiques* Parcours *Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques*

Les compétences et les composantes essentielles

B.U.T. *Mesures physiques* Parcours *Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques*

Une **compétence** est un « *savoir-agir complexe*, prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources à l'intérieur d'une famille de situations » (Tardif, 2006). Les ressources désignent ici les savoirs, savoir-faire et savoir-être dont dispose un individu et qui lui permettent de mettre en œuvre la compétence.

Mener une campagne de mesures	Mener une campagne de mesures	- en choisissant une démarche scientifique adaptée - en élaborant un protocole adapté, qui respecte les règles de sécurité et les normes en vigueur - en collectant les données de manière fiable - en traitant les données de manière pertinente - en présentant les résultats de mesures selon les normes en vigueur - en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives
Déployer la métrologie et la démarche qualité	Déployer la métrologie et la démarche qualité	- en exprimant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur - en choisissant et mettant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques - en utilisant des outils statistiques adaptés pour l'analyse des mesures et leur comparaison - en s'assurant du respect des procédures (traçabilité, fiabilité)
Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	- en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés - en choisissant un transfert et traitement analogique ou numérique du signal adaptés - en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation
Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	- en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes - en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure - en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau - en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés - en analysant les résultats en relation avec la structure des matériaux
Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	- en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts énergétiques - en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente - en choisissant les moyens techniques et métrologiques adaptés - en utilisant une communication adaptée

Les situations professionnelles

Les situations professionnelles se réfèrent aux contextes dans lesquels les compétences sont mises en jeu. Ces situations varient selon la compétence ciblée.

Mener une campagne de mesures	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire dans une démarche de qualification ou de certification
Déployer la métrologie et la démarche qualité	Situations professionnelles	dans un service métrologie dans un service qualité dans une entreprise d'expertise en métrologie
Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire en milieu ou conditions à contraintes spécifiques
Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire en milieu ou conditions à contraintes spécifiques
Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire dans une démarche de qualification ou de certification dans le cadre de mesures in situ pour le contrôle et la surveillance de l'environnement

Les niveaux de développement des compétences

Mener une campagne de mesures	Déployer la métrologie et la démarche qualité	Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
Niveau 1 Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	Niveau 1 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	Niveau 1 Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire	Niveau 1 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples	Niveau 1 Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale
Niveau 2 Mener une campagne de mesures multiples nécessitant un traitement complexe des données	Niveau 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un instrument de mesure	Niveau 2 Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation simple pouvant associer mesure, régulation et pilotage	Niveau 2 Caractériser des grandeurs physico-chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes complexes	Niveau 2 Définir un cahier des charges d'un ensemble de mesures dans une démarche environnementale
Niveau 3 Mener une campagne de mesures dans un contexte professionnel spécifique	Niveau 3 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un parc d'instruments		Niveau 3 Caractériser des propriétés physico-chimiques de produits et de matériaux complexes	

Mener une campagne de mesures	- en choisissant une démarche scientifique adaptée - en élaborant un protocole adapté, qui respecte les règles de sécurité et les normes en vigueur - en collectant les données de manière fiable - en traitant les données de manière pertinente - en présentant les résultats de mesures selon les normes en vigueur - en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives
-------------------------------	---

Situations professionnelles	- dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire - dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire - dans une démarche de qualification ou de certification
-----------------------------	--

Niveaux de développement	Apprentissages critiques
Niveau 1 Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)
Niveau 2 Mener une campagne de mesures multiples nécessitant un traitement complexe des données	Modéliser un problème en lien avec des lois physiques ou chimiques Elaborer un protocole pour plusieurs mesures s'appuyant sur les règles de sécurité et les normes en vigueur Traiter les valeurs mesurées : fiabilité, traçabilité, archivage des données, analyses statistiques, ... Présenter les résultats de mesures dans un format adapté aux objectifs Présenter à l'oral les caractéristiques de la campagne de mesures et ses conclusions
Niveau 3 Mener une campagne de mesures dans un contexte professionnel spécifique	Elaborer, améliorer et valider un protocole dans un contexte professionnel spécifique Identifier les contraintes réglementaires et les spécificités rencontrées dans ce contexte spécifique Utiliser des outils mathématiques et logiciels métiers adaptés au contexte spécifique pour le post-traitement des valeurs mesurées Présenter à l'écrit et à l'oral en français et en anglais un rapport de mesures adapté au contexte spécifique

Déployer la métrologie et la démarche qualité	- en exprimant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur - en choisissant et mettant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques - en utilisant des outils statistiques adaptés pour l'analyse des mesures et leur comparaison - en s'assurant du respect des procédures (traçabilité, fiabilité)
---	---

Situations professionnelles	- dans un service métrologie - dans un service qualité - dans une entreprise d'expertise en métrologie
-----------------------------	--

Niveaux de développement	Apprentissages critiques
Niveau 1 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	Identifier les éléments de langage liés à la métrologie Evaluer une incertitude de mesure Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude Etalonner un appareil de mesure
Niveau 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un instrument de mesure	Evaluer la conformité, gérer la non conformité Mettre en place un suivi métrologique pour un instrument de mesure Rédiger les procédures métrologiques et fiches de suivi Mettre en place des procédures qualité pour un instrument
Niveau 3 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un parc d'instruments	Faire évoluer des procédures qualité Gérer un parc d'instruments dans une démarche qualité Préparer les éléments d'un audit qualité Réaliser une veille technologique ou normative

Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés en choisissant un transfert et traitement analogique ou numérique du signal adaptés en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation
--	--

Situations professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
en milieu ou conditions à contraintes spécifiques

Niveaux de développement

Apprentissages critiques

Niveau 1 Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire	Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée Acquérir et numériser des signaux analogiques Choisir un instrument de mesure adapté au signal Traiter avec ou sans régulation un signal analogique Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme
Niveau 2 Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation simple pouvant associer mesure, régulation et pilotage	Mettre en œuvre le conditionnement d'un signal issu d'un capteur Mettre en œuvre des techniques simples d'amélioration du rapport signal sur bruit Réguler des systèmes analogiques ou numériques Echanger des données entre un instrument de mesure et un ordinateur

Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés en analysant les résultats en relation avec la structure des matériaux
--	---

Situations professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
en milieu ou conditions à contraintes spécifiques

Niveaux de développement

Apprentissages critiques

Niveau 1 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples	Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement Identifier les différentes classes de matériaux Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure
Niveau 2 Caractériser des grandeurs physico-chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes complexes	Appliquer les principes et mettre en œuvre des techniques d'analyse chimique Analyser, interpréter, exploiter les résultats d'analyses et de caractérisations Appliquer les principes et mettre en œuvre des techniques d'analyses et de caractérisations de la structure et des propriétés des matériaux Mettre en œuvre des techniques de contrôle non destructif
Niveau 3 Caractériser des propriétés physico-chimiques de produits et de matériaux complexes	Mettre en œuvre la caractérisation structurale, texturale et de surface de matériaux Mettre en œuvre la caractérisation de matériaux complexes (composites, nanocomposites, microstructurés, nanostructurés) Concevoir et mettre en œuvre une démarche globale de caractérisation à l'aide de différentes techniques Optimiser un procédé et une technique de contrôle pour un contexte industriel particulier

Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale

en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts énergétiques
en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente
en choisissant les moyens techniques et métrologiques adaptés
en utilisant une communication adaptée

Situations
professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
dans une démarche de qualification ou de certification
dans le cadre de mesures in situ pour le contrôle et la surveillance de l'environnement

Niveaux de
développement

Apprentissages critiques

Niveau 1

Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale

Conduire une recherche documentaire
Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE
Réaliser des contrôles environnementaux simples
Organiser un projet et son déroulement

Niveau 2

Définir un cahier des charges d'un ensemble de mesures dans une démarche environnementale

Lister et évaluer les contraintes pour un ensemble de mesures
Evaluer l'impact environnemental dans le cadre de mesures
Sélectionner des techniques pour des mesures environnementales
Réaliser des contrôles environnementaux complexes

Référentiel de compétences du B.U.T. *Mesures physiques* Parcours *Mesures et Analyses Environnementales*

Les compétences et les composantes essentielles

B.U.T. *Mesures physiques* Parcours *Mesures et Analyses Environnementales*

Une **compétence** est un « *savoir-agir complexe*, prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources à l'intérieur d'une famille de situations » (Tardif, 2006). Les ressources désignent ici les savoirs, savoir-faire et savoir-être dont dispose un individu et qui lui permettent de mettre en œuvre la compétence.

Mener une campagne de mesures	Mener une campagne de mesures	- en choisissant une démarche scientifique adaptée - en élaborant un protocole adapté, qui respecte les règles de sécurité et les normes en vigueur - en collectant les données de manière fiable - en traitant les données de manière pertinente - en présentant les résultats de mesures selon les normes en vigueur - en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives
Déployer la métrologie et la démarche qualité	Déployer la métrologie et la démarche qualité	- en exprimant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur - en choisissant et mettant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques - en utilisant des outils statistiques adaptés pour l'analyse des mesures et leur comparaison - en s'assurant du respect des procédures (traçabilité, fiabilité)
Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	- en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés - en choisissant un transfert et traitement analogique ou numérique du signal adaptés - en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation
Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	- en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes - en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure - en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau - en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés - en analysant les résultats en relation avec la structure des matériaux
Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	- en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts énergétiques - en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente - en choisissant les moyens techniques et métrologiques adaptés - en utilisant une communication adaptée

Les situations professionnelles

Les situations professionnelles se réfèrent aux contextes dans lesquels les compétences sont mises en jeu. Ces situations varient selon la compétence ciblée.

Mener une campagne de mesures	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire dans une démarche de qualification ou de certification
Déployer la métrologie et la démarche qualité	Situations professionnelles	dans un service métrologie dans un service qualité dans une entreprise d'expertise en métrologie
Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire en milieu ou conditions à contraintes spécifiques
Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire en milieu ou conditions à contraintes spécifiques
Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	Situations professionnelles	dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire dans une démarche de qualification ou de certification dans le cadre de mesures in situ pour le contrôle et la surveillance de l'environnement

Les niveaux de développement des compétences

Mener une campagne de mesures	Déployer la métrologie et la démarche qualité	Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
Niveau 1	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 1	Niveau 1
Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples	Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale
Niveau 2	Niveau 2	Niveau 2	Niveau 2	Niveau 2
Mener une campagne de mesures multiples nécessitant un traitement complexe des données	Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un instrument de mesure	Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation simple pouvant associer mesure, régulation et pilotage	Caractériser des grandeurs physico-chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes complexes	Définir un cahier des charges d'un ensemble de mesures dans une démarche environnementale
Niveau 3	Niveau 3			Niveau 3
Mener une campagne de mesures dans un contexte professionnel spécifique	Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un parc d'instruments			Définir un cahier des charges de mesures répondant à de fortes contraintes environnementales ou énergétiques

Mener une campagne de mesures	- en choisissant une démarche scientifique adaptée - en élaborant un protocole adapté, qui respecte les règles de sécurité et les normes en vigueur - en collectant les données de manière fiable - en traitant les données de manière pertinente - en présentant les résultats de mesures selon les normes en vigueur - en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives
-------------------------------	---

Situations professionnelles	- dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire - dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire - dans une démarche de qualification ou de certification
-----------------------------	--

Niveaux de développement	Apprentissages critiques
Niveau 1 Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)
Niveau 2 Mener une campagne de mesures multiples nécessitant un traitement complexe des données	Modéliser un problème en lien avec des lois physiques ou chimiques Elaborer un protocole pour plusieurs mesures s'appuyant sur les règles de sécurité et les normes en vigueur Traiter les valeurs mesurées : fiabilité, traçabilité, archivage des données, analyses statistiques, ... Présenter les résultats de mesures dans un format adapté aux objectifs Présenter à l'oral les caractéristiques de la campagne de mesures et ses conclusions
Niveau 3 Mener une campagne de mesures dans un contexte professionnel spécifique	Elaborer, améliorer et valider un protocole dans un contexte professionnel spécifique Identifier les contraintes réglementaires et les spécificités rencontrées dans ce contexte spécifique Utiliser des outils mathématiques et logiciels métiers adaptés au contexte spécifique pour le post-traitement des valeurs mesurées Présenter à l'écrit et à l'oral en français et en anglais un rapport de mesures adapté au contexte spécifique

Déployer la métrologie et la démarche qualité	- en exprimant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur - en choisissant et mettant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques - en utilisant des outils statistiques adaptés pour l'analyse des mesures et leur comparaison - en s'assurant du respect des procédures (traçabilité, fiabilité)
---	---

Situations professionnelles	- dans un service métrologie - dans un service qualité - dans une entreprise d'expertise en métrologie
-----------------------------	--

Niveaux de développement	Apprentissages critiques
Niveau 1 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	Identifier les éléments de langage liés à la métrologie Evaluer une incertitude de mesure Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude Etalonner un appareil de mesure
Niveau 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un instrument de mesure	Evaluer la conformité, gérer la non conformité Mettre en place un suivi métrologique pour un instrument de mesure Rédiger les procédures métrologiques et fiches de suivi Mettre en place des procédures qualité pour un instrument
Niveau 3 Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un parc d'instruments	Faire évoluer des procédures qualité Gérer un parc d'instruments dans une démarche qualité Préparer les éléments d'un audit qualité Réaliser une veille technologique ou normative

Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation

en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés
en choisissant un transfert et traitement analogique ou numérique du signal adaptés
en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation

Situations professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
en milieu ou conditions à contraintes spécifiques

Niveaux de développement

Apprentissages critiques

Niveau 1

Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire

Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée
Acquérir et numériser des signaux analogiques
Choisir un instrument de mesure adapté au signal
Traiter avec ou sans régulation un signal analogique
Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument
Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme

Niveau 2

Mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation simple pouvant associer mesure, régulation et pilotage

Mettre en œuvre le conditionnement d'un signal issu d'un capteur
Mettre en œuvre des techniques simples d'amélioration du rapport signal sur bruit
Réguler des systèmes analogiques ou numériques
Echanger des données entre un instrument de mesure et un ordinateur

Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau

en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes
en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure
en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau
en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés
en analysant les résultats en relation avec la structure des matériaux

Situations professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
en milieu ou conditions à contraintes spécifiques

Niveaux de développement

Apprentissages critiques

Niveau 1

Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples

Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires
Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants
Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire
Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement
Identifier les différentes classes de matériaux
Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure

Niveau 2

Caractériser des grandeurs physico-chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes complexes

Appliquer les principes et mettre en œuvre des techniques d'analyse chimique
Analyser, interpréter, exploiter les résultats d'analyses et de caractérisations
Appliquer les principes et mettre en œuvre des techniques d'analyses et de caractérisations de la structure et des propriétés des matériaux
Mettre en œuvre des techniques de contrôle non destructif

Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale

en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts énergétiques en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente en choisissant les moyens techniques et métrologiques adaptés en utilisant une communication adaptée

Situations professionnelles

dans un contexte de production en milieu industriel et en laboratoire
dans un contexte de recherche et développement en milieu industriel et en laboratoire
dans une démarche de qualification ou de certification
dans le cadre de mesures in situ pour le contrôle et la surveillance de l'environnement

Niveaux de développement

Apprentissages critiques

Niveau 1

Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale

Conduire une recherche documentaire
Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE
Réaliser des contrôles environnementaux simples
Organiser un projet et son déroulement

Niveau 2

Définir un cahier des charges d'un ensemble de mesures dans une démarche environnementale

Lister et évaluer les contraintes pour un ensemble de mesures
Evaluer l'impact environnemental dans le cadre de mesures
Sélectionner des techniques pour des mesures environnementales
Réaliser des contrôles environnementaux complexes

Niveau 3

Définir un cahier des charges de mesures répondant à de fortes contraintes environnementales ou énergétiques

Valider des méthodes de mesures environnementales ou énergétiques pour répondre à des normes spécifiques
Concevoir des méthodes d'analyse en lien avec le développement durable ou l'environnement
Optimiser des méthodes d'analyse en prenant en compte des contraintes environnementales ou énergétiques fortes
Piloter un projet de mesures répondant à de fortes contraintes environnementales ou énergétiques

1. Référentiel de formation

a. Tableaux croisant les compétences, les SAÉ et les ressources

SEMESTRE 1			type de B.U.T.					secondaire	SAE								Ressources												
UE	Compétence	Niveau de la compétence	Composantes essentielles						Apprentissages critiques	SAE 1.01 Traiter des données de mesures	SAE 1.02 Dessiner et concevoir une pièce d'un système industriel simple	SAE 1.03 Réaliser une étude métrologique simple	SAE 1.04 Mettre en œuvre des mesures électriques	SAE 1.05 Concevoir et coder des utilitaires informatiques pour la résolution de problèmes académiques	SAE 1.06 Mettre en œuvre des analyses chimiques et physiques pour la conversion d'énergie	SAE 1.08 Organiser un projet en équipe	SAE 1.09 Portfolio	R 1.07 Anglais général de communication	R 1.02 Culture, histoire, philosophie, Production écrite et orale	R 1.03 PEP 1	R 1.04 Outils mathématiques 1	R 1.05 Métrologie et capteurs	R 1.06 Systèmes électroniques	R 1.07 Algorithmique et informatique	R 1.08 Structures atomiques et moléculaires	R 1.09 Equilibre chimique Sécurité au laboratoire	R 1.10 Thermodynamique		
UE 1.1	Mener une campagne de mesures	Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	en choisissant une démarche scientifique adaptée	en élaborant un protocole adapté qui respecte les règles de sécurité et les normes en vigueur	en collectant les données de manière fiable	en traitant les données de manière pertinente	en présentant les résultats de mesures selon les normes en vigueur	en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives	Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple	X	X							X	X	X	X	X		X					X
									Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur	X								X	X	X	X	X		X					X
									Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant	X	X							X	X	X	X	X		X	X				X
									Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	X	X							X	X	X	X	X		X	X				
UE 1.2	Déployer la métrologie et la démarche qualité	Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	en exprimant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur	en choisissant et utilisant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques	en utilisant des outils statistiques adaptés pour l'analyse des données et leur comparaison	en s'assurant de respecter les procédures (fiabilité, labilité)		Identifier les éléments de langage liés à la métrologie		X							X	X	X	X		X							
								Evaluer une incertitude de mesure		X							X			X	X								
								Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude		X							X	X	X	X	X	X							
								Etalonner un appareil de mesure		X							X	X	X	X	X	X							
UE 1.3	Mettre en oeuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Mettre en oeuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire	en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés	en choisissant un transfert et traitement numérique du signal adaptés	en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation			Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée		X							X	X	X	X	X		X						
								Acquérir et numériser des signaux analogiques		X							X	X	X	X	X		X						
								Choisir un instrument de mesure adapté au signal		X						X	X	X	X	X		X							
								Traiter avec ou sans régulation un signal analogique								X			X			X							
								Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument			X					X	X	X	X	X			X						
								Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme		X						X	X	X	X	X			X						
UE 1.4	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples	en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes	en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure	en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau	en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés	en analysant les résultats en relation avec la structure des matériaux	Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires						X			X	X	X	X	X					X			
								Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants						X			X	X	X	X	X					X			
								Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire					X	X		X	X	X	X	X						X	X		
								Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement					X			X	X	X	X	X							X		
								Identifier les différentes classes de matériaux							X	X	X	X											
								Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure							X	X	X	X											
UE 1.5	Définir un cahier des charges de mesures dans un environnement	Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale	en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts énergétiques en tenant compte	en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente	en choisissant les moyens techniques et métrologiques adaptés	en utilisant une communication adaptée		Conduire une recherche documentaire								X	X	X	X	X									
								Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE							X	X	X	X	X								X		
								Réaliser des contrôles environnementaux simples							X	X			X	X						X	X	X	
								Organiser un projet et son déroulement							X	X	X	X											
									Volume horaire hors projet		15	15	20	24	28	20	28		4	29	25	12	72	18	27	15	28	20	40
									dont TP		12	12	20	24	28	20	28			20	16	10							
									Heures de Projet		15		15				50												
									Volume horaire avec projet		30	15	35	24	28	20	28	50											

SEMESTRE 2			type de B.U.T.				secondaire				SAE										Ressources													
UE	Compétence	Niveau de la compétence	Composantes essentielles				Apprentissages critiques																											
UE 2.1	Mener une campagne de mesures	Mener une campagne de mesures pour un nombre restreint de grandeurs	en choisissant une démarche adaptée	en élaborant un protocole adapté, en respectant les règles de sécurité et les normes en vigueur	en collectant les données de mesure de manière rigoureuse	en traitant les données de manière pertinente	en analysant les résultats pour mettre en place d'éventuelles actions correctives	Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
								Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
								Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
								Présenter un résultat de mesure avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
UE 2.2	Déployer la métrologie et la démarche qualité	Déployer la métrologie et la démarche qualité pour un résultat de mesure	en exploitant le résultat avec son incertitude de mesure selon les normes en vigueur	en choisissant et mettant en œuvre l'instrument de mesure en fonction de ses caractéristiques métrologiques	en utilisant des outils, logiciels adaptés pour l'analyse des mesures et leur comparaison	en s'assurant du respect des procédures (fiabilité, traçabilité)		Identifier les éléments de langage liés à la métrologie			X							X	X	X	X	X												
								Evaluer une incertitude de mesure		X								X	X			X	X	X	X	X	X	X				X		
								Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude		X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		
								Etalonner un appareil de mesure		X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X		
UE 2.3	Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple, piloter un instrument de façon élémentaire	en choisissant les capteurs ou détecteurs les mieux adaptés	en choisissant un transmetteur adapté au signal numérique ou analogique	en mettant en place le pilotage d'une chaîne de mesure avec ou sans régulation			Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée			X							X	X	X	X	X						X						
								Acquérir et numériser des signaux analogiques		X	X							X	X	X	X	X	X					X	X					
								Choisir un instrument de mesure adapté au signal		X	X							X	X	X	X	X	X	X				X	X					
								Traiter avec ou sans régulation un signal analogique		X	X							X	X			X	X					X	X					
								Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument		X	X							X	X	X	X	X	X	X				X						
								Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme			X							X	X	X	X	X	X	X				X						
UE 2.4	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau en utilisant des méthodes simples	en identifiant les grandeurs physiques et chimiques pertinentes	en adaptant la préparation de l'échantillon à la mesure	en tenant compte de l'état, de la structure de la matière et du type de matériau	en mettant en œuvre les outils et techniques de caractérisation adaptés		Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires							X	X		X	X	X	X	X	X						X	X	X			
								Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants			X							X	X	X	X	X	X											
								Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de			X	X						X	X	X	X	X	X	X					X	X	X			
								Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement				X						X	X	X	X	X	X	X							X			
								Identifier les différentes classes de matériaux			X							X	X	X	X	X	X						X	X				
								Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure			X							X	X	X	X	X	X						X	X	X			
UE 2.5	Veiller au respect des charges de mesures dans une démarche environnementale	Définir un cahier des charges d'une mesure simple dans une démarche environnementale	en limitant les impacts sur l'environnement et les impacts sociaux	en mettant en œuvre une gestion de projet pertinente	en choisissant les moyens techniques et méthodologiques adaptés	en utilisant une communication adaptée		Conduire une recherche documentaire										X	X	X	X	X	X											
								Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE										X	X	X	X	X	X						X	X	X	X		
								Réaliser des contrôles environnementaux simples										X	X	X			X	X					X	X	X	X		
								Organiser un projet et son déroulement										X	X	X	X	X	X											
								Volume horaire hors projet	20	16	28	16	20	32	12	20			4	25	25	10	46	26	25	25	20	23	23	14	30			
								dont TP	20	16	28	16	20	32	12	20			4	16	16	4												
								Heures de Projet																										
								Volume horaire avec projet	20	16	28	16	20	32	12	20	120	4																

b. Cadre général

Le diplôme de BUT Mesures physiques, quand il est préparé en alternance, s'appuiera sur le même référentiel de compétences et sur le même référentiel de formation mais le volume horaire global de chaque semestre sera réduit de 15 % en première année, de 15 % en deuxième année, et de 15% en troisième année.

- Les situations d'apprentissage et d'évaluation

Les SAÉ permettent l'évaluation en situation de la compétence. Cette évaluation est menée en correspondance avec l'ensemble des éléments structurants le référentiel, et s'appuie sur la démarche portfolio, à savoir une démarche de réflexion et de démonstration portée par l'étudiant lui-même.

Parce qu'elle répond à une problématique que l'on retrouve en milieu professionnel, une SAÉ est une tâche authentique. En tant qu'ensemble d'actions, la SAÉ nécessite de la part de l'étudiant le choix, la mobilisation et la combinaison de ressources pertinentes et cohérentes avec les objectifs ciblés.

L'enjeu d'une SAÉ est ainsi multiple :

- Participer au développement de la compétence ;
- Soutenir l'apprentissage et la maîtrise des ressources ;
- Intégrer l'autoévaluation par l'étudiant ;
- Permettre une individualisation des apprentissages.

Au cours des différents semestres de formation, l'étudiant sera confronté à plusieurs SAÉ qui lui permettront de développer et de mettre en œuvre chaque niveau de compétence ciblé dans le respect des composantes essentielles du référentiel de compétences et en cohérence avec les apprentissages critiques.

Les SAÉ peuvent mobiliser des heures issues des 1800 ou 2000 h de formation et des 600 h de projet. Les SAÉ prennent la forme de dispositifs pédagogiques variés, individuels ou collectifs, organisés dans un cadre universitaire ou extérieur, tels que des ateliers, des études, des challenges, des séminaires, des immersions au sein d'un environnement professionnel, des stages, etc.

- La démarche portfolio

Nommé parfois portefeuille de compétences ou passeport professionnel, le portfolio est un point de connexion entre le monde universitaire et le monde socio-économique. En cela, il répond à l'ensemble des dimensions de la professionnalisation de l'étudiant, de sa formation à son devenir en tant que professionnel.

Le portfolio soutient donc le développement des compétences et l'individualisation du parcours de formation. Plus spécifiquement, le portfolio offre la possibilité pour l'étudiant d'engager une démarche de démonstration, de progression, d'évaluation et de valorisation des compétences qu'il acquiert tout au long de son cursus. Quels qu'en soient la forme, l'outil ou le support, le portfolio a pour objectif de permettre à l'étudiant d'adopter une posture réflexive et critique vis-à-vis des compétences acquises ou en voie d'acquisition. Au sein du portfolio, l'étudiant documente et argumente sa trajectoire de développement en mobilisant et analysant des traces, et ainsi en apportant des preuves issues de l'ensemble de ses mises en situation professionnelle (SAÉ).

La démarche portfolio est un processus continu d'autoévaluation qui nécessite un accompagnement par l'ensemble des acteurs de l'équipe pédagogique. L'étudiant est guidé pour comprendre les éléments du référentiel de compétences, ses modalités d'appropriation, les mises en situation correspondantes et les critères d'évaluation.

- Le projet personnel et professionnel

Présent à chaque semestre de la formation et en lien avec les réflexions de l'équipe pédagogique, le projet personnel et professionnel est un élément structurant qui permet à l'étudiant d'être l'acteur de sa formation, d'en comprendre et de s'en approprier les contenus, les objectifs et les compétences ciblées. Il assure également un accompagnement de l'étudiant dans sa propre définition d'une stratégie personnelle et dans la construction de son identité professionnelle, en cohérence avec les métiers et les situations professionnelles couverts par la spécialité « ... » et les parcours associés. Enfin, le PPP prépare l'étudiant à évoluer tout au long de sa vie professionnelle, en lui fournissant des méthodes d'analyse et d'adaptation aux évolutions de la société, des métiers et des compétences.

Par sa dimension personnelle, le PPP vise à :

- Induire chez l'étudiant un questionnement sur son projet et son parcours de formation ;
- Lui donner les moyens d'intégrer les codes du monde professionnel et socio-économique ;
- L'aider à se définir et à se positionner ;
- Le guider dans son évolution et son devenir ;
- Développer sa capacité d'adaptation.

Au plan professionnel, le PPP permet :

- Une meilleure appréhension des objectifs de la formation, du référentiel de compétences et du référentiel de formation ;
- Une connaissance exhaustive des métiers et perspectives professionnelles spécifiques à la spécialité et ses parcours ;
- L'usage contextualisé des méthodes et des outils en lien avec la démarche de recrutement, notamment dans le cadre d'une recherche de contrat d'apprentissage ou de stage ;
- La construction d'une identité professionnelle au travers des expériences de mise en situation professionnelle vécues pendant la formation.

Parce qu'ils participent tous deux à la professionnalisation de l'étudiant et en cela sont en dialogue, le PPP et la démarche portfolio ne doivent pourtant être confondus. Le PPP répond davantage à un objectif d'accompagnement qui dépasse le seul cadre des compétences à acquérir, alors que la démarche portfolio répond fondamentalement à des enjeux d'évaluation des compétences.

c. Fiches SAÉ et ressources classées par semestre

Afin d'articuler les SAÉ avec l'évaluation des compétences à proprement parler, les livrables et productions évoqués dans les fiches SAÉ seront les traces que l'apprenant mobilisera comme preuve et analysera dans le cadre du portfolio.

La liste d'exemples de SAÉ proposée pour chaque SAÉ, n'est pas exhaustive. Elle a pour objectif d'aider et d'accompagner les équipes pédagogiques, et n'a aucune valeur prescriptive.

Fiches SAÉ – Semestre 1

Nom de la SAÉ	SAÉ 1.01 Traiter des données de mesures
Compétence ciblée	C1 : Mener une campagne de mesures
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mettre en forme des données de mesures en utilisant différentes représentations graphiques et en respectant les règles de la métrologie. Analyser numériquement des données de mesures et estimer des valeurs de grandeurs physiques en utilisant des lois de probabilité, des méthodes d'approximations numériques, ...
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)
Heures formation (dont TP)	15h (dont 12h TP)
Heures « projet tutoré »	15h
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.04 Outils mathématiques 1 R 1.07 Algorithmique et informatique R 1.06 Systèmes électriques R 1.10 Thermodynamique et Machines Thermiques R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1)
Types de livrable ou de production*	-Documents et fichiers de données respectant les normes de métrologie. -Utilitaires informatiques pour l'automatisation de calculs de physique, pour l'étude métrologique de données de mesures ou pour l'édition informatique de documents normalisés.
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Editer différents types de documents métrologiques, utilisant différentes représentations graphiques de données de mesures, à l'aide d'outils informatiques appropriés (tableurs, outils de développement informatique ou logiciels spécifiques aux métiers de la mesure).

-Exemple 2 : Analyser des données de mesures à l'aide de différents outils issus des statistiques et probabilités (régression linéaire ou autre ajustement, lois de probabilités, simulations numériques, tests...) pour déterminer différents caractéristiques métrologiques (sensibilité, incertitude, résultat de mesure, niveau de confiance, ...)

-Exemple 3 : Estimer les valeurs de différentes grandeurs physiques à l'aide de dérivation ou intégration numérique d'une fonction définie par un tableau de valeurs.

Nom de la SAÉ	SAÉ 1.02 Dessiner et concevoir un élément nécessaire à une campagne de mesure à l'aide d'un logiciel spécifique (DAO/CAO)
Compétence ciblée	C1 : Mener une campagne de mesures
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Réalisation de dessins de définition, lecture et analyse de plans Utilisation des fonctions de base d'un logiciel de Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) et de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) Application à la conception de pièces mécaniques ou de circuits électriques simples dans une démarche de conception durable.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique). -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant. -Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple.
Heures formation (dont TP)	15h (dont 12h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.07 Algorithmique et informatique R 1.06 Systèmes électriques R 1.10 Thermodynamique et Machines Thermiques R 1.04 Outils mathématiques 1 R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1)
Types de livrable ou de production*	-Dessin technique -Rapport d'étude -Maquette numérique
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAÉ

-Exemple 1 : Concevoir des pièces pour la mécanique.

-Exemple 2 : Concevoir des circuits pour l'électricité ou l'électronique pour la fabrication de cartes.

-Exemple 3 : Concevoir des pièces pour des impressions 3D.

Nom de la SAÉ	SAÉ 1.03 Réaliser une étude métrologique simple
Compétence ciblée	C2 : Déployer la métrologie et la démarche qualité
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Déterminer les caractéristiques métrologiques d'un capteur ou d'une chaîne de mesure simple lors d'études expérimentales. Mettre en œuvre une chaîne de mesure simple et une méthode de mesure puis déterminer un résultat de mesure.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie. -Evaluer une incertitude de mesure. -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude. -Etalonner un appareil de mesure.
Heures formation (dont TP)	20h (20h TP)
Heures « projet tutoré »	15h
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.05 Métrologie et capteurs R 1.04 Outils mathématiques 1 R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1) R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique
Types de livrable ou de production*	-Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesure -Certificat d'étalonnage -Constat de vérification -Poster
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Réaliser les mesures avec un instrument de mesure classique du laboratoire (grandeurs électriques, grandeurs chimiques, poids, dimension, force, débit, pression, température...) ; étudier les conditions de mesures (approche 5M) pour calculer les incertitudes et rédiger un rapport de mesurage.

-Exemple 2 : Réaliser l'étude d'un capteur (capteur de température, capteur de pression, jauge d'extensométrie, détecteur optique, ...), tracer sa caractéristique à l'aide de mesures d'étalons ; déterminer ses principales caractéristiques métrologiques (sensibilité, étendue de mesures, ...).

-Exemple 3 : Réaliser un étalonnage simple ; rédiger un certificat d'étalonnage selon les normes.

-Exemple 4 : Vérifier un instrument de mesure simple et établir le constat de vérification selon les normes.

Nom de la SAÉ	SAÉ 1.04 Mettre en œuvre des mesures électriques
Compétence ciblée	C3 : Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mise en œuvre de systèmes électriques simples en régime continu ou sinusoïdal associant générateur et dipôles. Utilisation d'appareils de mesure des grandeurs électriques caractéristiques de tels systèmes. Modélisation électrique d'un capteur.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Choisir un instrument de mesure adapté au signal. -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique. -Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée.
Heures formation (dont TP)	24h (24h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.06 Systèmes électriques R 1.05 Métrologie et capteurs R 1.04 Outils mathématiques 1 R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1) R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique
Types de livrable ou de production*	-Montage électrique fonctionnel -Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesures -Poster
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Réaliser des mesures de grandeurs électriques en régime continu ou alternatif (tension, courant, puissance, impédance) en utilisant les appareils de mesures adaptés.

-Exemple 2 : Mettre en œuvre un circuit électrique simple en régime continu ou alternatif constitué d'un générateur et de dipôles dans l'objectif de modéliser ou conditionner un capteur (pont diviseur, pont de Wheatstone, modèle équivalent de Thévenin, ...).

-Exemple 3 : Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure de la tension de seuil d'une diode : mesures électriques et analyse statistique des résultats obtenus par différents expérimentateurs.

Nom de la SAE	SAÉ 1.05 Concevoir et coder des utilitaires informatiques pour la physique
Compétence ciblée	C3 : Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation
Description des objectifs de la SAE et de la problématique professionnelle associée	Mettre en œuvre le traitement de fichiers et de données. Utiliser un langage informatique pour informatiser des calculs de physique ou de chimie, de métrologie ou d'analyse numérique.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument. -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme.
Heures formation (dont TP)	28h (28h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.07 Algorithmique et informatique R 1.04 Outils mathématiques 1 R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1)
Types de livrable ou de production*	-Utilitaire logiciel -Algorithme -Compte rendu -Code commenté
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAE

-Exemple 1 : Traiter une ou plusieurs séries de mesures : représentation graphique en fonction du temps, en fonction de la position du point de mesure, calcul d'indicateurs statistiques, résultats de mesure respectant les normes de métrologie, alerte si dépassement de consigne, ...

-Exemple 2 : Informatiser des calculs : conversions d'unités, conversions mathématiques, modèles physiques et chimiques.

-Exemple 3 : Créer une interface pour lire ou écrire dans des fichiers de données

-Exemple 4 : Piloter et caractériser un capteur, acquérir et traiter des mesures.

Nom de la SAÉ	SAÉ 1.06 Mettre en œuvre des analyses chimiques (acides-bases, complexation, précipitation) en appliquant les Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL)
Compétence ciblée	C4 : Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mettre en œuvre une analyse pour des réactions de dosages acido-basiques, de complexation, de précipitation (Choix du matériel, préparation de solutions, dosage, expression du résultat). Mettre en application des notions d'hygiène et de sécurité et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Identifier et comprendre les édifices moléculaires. -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire. -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement.
Heures formation (dont TP)	20h (20 h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.09 Equilibres chimiques – Sécurité au laboratoire R 1.08 Structures atomique et moléculaire R 1.04 Outils mathématiques 1 R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1) R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique
Types de livrable ou de production*	-Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesure -Poster
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Mettre en œuvre des dosages acido-basiques et suivis pH-métriques, en s'appuyant sur les BPL

-Exemple 2 : Déterminer la composition de solutions par réaction de précipitation ou de complexation, en s'appuyant sur les BPL

Nom de la SAÉ	SAÉ 1.07 Mettre en œuvre des mesures pour la conversion d'énergie
Compétence ciblée	C4 : Caractériser des grandeurs physiques et chimiques et les propriétés des matériaux
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Vérifier le bon fonctionnement et évaluer les performances d'une machine de conversion d'énergie (puissance, rendement, COP). Mesurer les grandeurs thermodynamiques d'un système simple (pression, température, volume). Evaluer comment un système peut participer aux transferts d'énergie (notamment à travers sa capacité calorifique, sa courbe de changement d'état $P=f(T)$, sa chaleur latente, son rapport des capacités calorifiques, son pouvoir calorifique).
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire
Heures formation (dont TP)	28h (28h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.10 Thermodynamique et Machines Thermiques R 1.04 Outils mathématiques 1 R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1) R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique
Types de livrable ou de production*	-Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesure -Poster
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Etudier un cycle récepteur à compression de vapeur. Appliquer le premier principe généralisé pour des bilans de puissances. Déterminer des coefficients de performance (pompe à chaleur, réfrigérateur).

-Exemple 2 : Déterminer des propriétés thermodynamiques d'un gaz (capacité calorifique, rapport des capacités calorifiques, coefficients thermoélastiques). Appliquer à l'étude d'un compresseur, d'une turbine avec évaluation de l'énergie mise en jeu.

-Exemple 3 : Etudier un cycle moteur. Réaliser un bilan énergétique et calculer un rendement.

-Exemple 4 : Réaliser et analyser des mesures calorimétriques.

-Exemple 5 : Etudier expérimentalement un changement d'état d'un corps pur. Modéliser les phénomènes observés.

-Exemple 6 : Etudier la compression et la détente d'un gaz : réaliser une modélisation adiabatique et corriger avec le modèle polytropique pour une transformation avec travail fourni ou reçu.

© Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation 2021,
<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr>, B.U.T. Mesures physiques

Nom de la SAÉ	SAÉ 1.08 Organiser un projet en équipe
Compétence ciblée	C5 : Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Organiser un projet avec de nombreuses interactions et contraintes Définir un premier cahier des charges dans un contexte de mesure ou non Mettre en œuvre la gestion de projet Travailler en équipe sur un projet commun
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Conduire une recherche documentaire -Organiser un projet et son déroulement
Heures formation (dont TP)	
Heures « projet tutoré »	50h
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1) R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique R 1.03 Projet Personnel et Professionnel 1 R 1.08 Structures atomique et moléculaire R 1.09 Equilibres chimiques – Sécurité au laboratoire R 1.10 Thermodynamique et Machines Thermiques
Types de livrable ou de production*	-Cahier des charges -Planification et répartition des tâches -Compte-rendu avec bilan des interactions -Poster -Présentation orale
Semestre	Semestre 1

Liste d'exemples de SAÉ :

Exemple 1 : Définir le cahier des charges et organiser un évènement de promotion de la formation par exemple journée de la science, journée portes ouvertes, journée de la mesure, journée des métiers...

Exemple 2 : Définir le cahier des charges et organiser des visites d'entreprise du secteur de la mesure, du développement durable...

Exemple 3 : Définir le cahier des charges et organiser et créer un support de vulgarisation scientifique : vidéo, affiche...

Exemple 4 : Définir le cahier des charges et mettre en place une action pédagogique dans une école, un collège ou un lycée

Exemple 5 : Définir les besoins pour caractériser un produit de la vie courante ou un produit industriel

Exemple 6 : Définir les besoins pour une étude industrielle utilisant un dispositif automatisé

Fiches Ressources - Semestre 1

Nom de la ressource	R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique				
Semestre	Semestre 1				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Conduire une recherche documentaire -Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Organiser un projet et son déroulement	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du Semestre 1				

Prérequis	
Descriptif détaillé	Objectifs Communiquer en anglais sur des sujets de la vie quotidienne Acquérir les fondamentaux du vocabulaire technique de la mesure et de la démarche environnementale S'initier à l'expression scientifique et technique Contenu Eléments de communication de la vie quotidienne (à l'écrit et à l'oral) Compréhension des points essentiels d'un message ou d'actualités Production de textes courts et simples dans des domaines scientifique et technique Introduction au vocabulaire scientifique et technique de la mesure Modalités de mise en œuvre possibles Echanges en petits groupes (small talk, opinions) Jeux de rôle et mises en situation Courtes présentations de soi et d'une expérience scientifique Étude de fichiers audio et de podcasts courts Diaporamas de présentation Ateliers d'écriture (creative writing) Dispositifs d'internationalisation : immersion en langue anglaise possible (enseignements de sciences dispensés en anglais)
Mots clés :	Initiation à la communication scientifique en anglais, culture générale, scientifique, environnementale en anglais, vocabulaire anglais de la mesure, interculturalité, immersion en langue anglaise
Heures de formation (dont TP)	29h (dont 20h TP)

Nom de la ressource	R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 1 (2CPA1)				
Semestre	Semestre 1				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Conduire une recherche documentaire -Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Organiser un projet et son déroulement	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du Semestre 1				
Prérequis					

Descriptif détaillé	Objectifs Rechercher, sélectionner, analyser et synthétiser des informations et ressources documentaires Produire des écrits structurés et adaptés au destinataire en utilisant des outils de bureautique Renforcer les compétences linguistiques Etre attentif à ses manières de communiquer (dimensions verbale et non-verbale) Questionner ses sources et développer sa pensée critique S'initier à la rédaction technique Contenu Recherche documentaire Rédaction et correction d'un document technique (compte-rendu de TP) en utilisant un vocabulaire et une présentation adaptés Présentation à l'oral à l'aide d'un diaporama Compréhension et utilisation à bon escient des médias sociaux et maîtrise de son identité numérique Décodage de l'image fixe et mobile Modalités de mise en œuvre possibles Ateliers individuels et collectifs d'écriture Auxiliaires visuels et outils multimédia Etude de la presse Oraux et écrits courts Travaux de groupe Jeux de rôles, mise en situation Thématiques en lien avec le développement durable
Mots clés :	Recherche documentaire, expression orale et écrite, rédaction technique, médias, culture générale, esprit critique
Heures de formation (dont TP)	25h (dont 16h TP)

Nom de la ressource	R 1.03 Projet Personnel et Professionnel (PPP) 1				
Semestre	Semestre 1				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Conduire une recherche documentaire -Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples -Organiser un projet et son déroulement	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du S1				

Prérequis	
Descriptif détaillé	Objectifs Avoir une compréhension exhaustive du référentiel de compétences de la formation et des éléments le structurant Faire le lien entre les niveaux de compétences ciblés, les SAÉ et les ressources au programme de chaque semestre Rechercher et appréhender la diversité des métiers et des environnements professionnels Identifier les parcours de formation permettant l'accès à ces métiers Rechercher, sélectionner, synthétiser et structurer les informations Identifier les différentes étapes de la démarche projet et les mettre en œuvre Contenu Découverte des métiers : identification et présentation des différents métiers menant à la fabrication d'un produit ou un service, analyse des marchés de l'emploi Initiation à la démarche projet : outils d'idéation, de collaboration et de planification, cahier des charges Modalités de mise en œuvre possibles Conférences d'anciens diplômés Préparation d'une visite d'entreprise ou d'organisation Réalisation d'une enquête métier Entretiens avec des professionnels et recherches documentaires Restitution pouvant être opérée sous différentes formes : exposé, dossier, affiche/diaporama, documents écrits ou oraux permettant d'élaborer une synthèse entre les démarches menées, les informations récoltées et l'avancée des projets...
Mots clés :	Entreprise, organisation, métiers, environnements professionnels, démarche projet.
Heures de formation (dont TP)	12h (dont 10h TP)

Nom de la ressource	R 1.04 Outils mathématiques 1				
Semestre	Semestre 1				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement	-Réaliser des contrôles environnementaux simples	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du S1				

Prérequis	
Descriptif détaillé	Objectifs Connaître et savoir utiliser les outils mathématiques nécessaires à la modélisation et à la résolution de problèmes de sciences physiques Décrire et exécuter des calculs avec rigueur, vérifier la cohérence des résultats Maîtriser les propriétés des fonctions usuelles utilisées dans les sciences physiques, en particulier leur dérivation et leur intégration Appliquer les notations des fonctions de plusieurs variables et de leur différentielle. Effectuer des calculs trigonométriques Utiliser les nombres complexes Maîtriser les outils de la géométrie plane et de la géométrie dans l'espace Résoudre les équations différentielles en lien avec les autres ressources Contenu Fonctions usuelles d'une variable réelle : limites, dérivation Fonctions de plusieurs variables : dérivées partielles, différentielle Intégration : intégrale d'une fonction continue, primitives Trigonométrie : fonctions trigonométriques et réciproques (cosinus, sinus, tangente, arctangente, ...) Nombres complexes : définition de l'ensemble des nombres complexes, différentes écritures d'un nombre complexe, utilisation Vecteurs : coordonnées, projections Géométrie dans l'espace, produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, droites et plans. Systèmes de coordonnées cartésiennes et polaires Equations différentielles du premier ordre Equations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants Modalités de mise en œuvre possibles Interpolation linéaire. Application de la différentielle : approximation d'ordre 1 Fonctions usuelles des sciences physiques (exponentielle, logarithme népérien, logarithme décimal, ...) Différentes méthodes d'intégration : changement de variable, intégration par parties Utilisation des outils mathématiques au travers d'exercices d'application liés à la physique et à la chimie (applications de la géométrie à la mécanique, exemples d'équations différentielles des autres ressources, ...). Utilisation des représentations graphiques.
Mots clés :	Fonctions, dérivation, intégration, trigonométrie, nombres complexes, géométrie, équations différentielles
Heures de formation (dont TP)	72h

Nom de la ressource	R 1.05 Métrologie et capteurs			
Semestre	Semestre 1			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
	x			
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure			
SAÉ concernée(s)	SAÉ 1.03 Réaliser une étude métrologique simple			
Prérequis				
Descriptif détaillé	Objectifs Maîtriser le Vocabulaire International de Métrologie pour l'employer lors de toute mesure Connaître les différentes caractéristiques des capteurs Savoir déterminer un résultat de mesure avec son incertitude à partir de différents documents techniques et en particulier à partir des caractéristiques des capteurs utilisés Savoir présenter correctement un résultat de mesure selon les normes en vigueur Contenu Grandeurs, dimensions et unités, système de mesure, méthode de mesure, vocabulaire international de la métrologie Détermination des incertitudes de mesure selon les normes en vigueur Identification des sources et types d'erreur lors de l'utilisation d'une chaîne de mesure simple Notions d'étalonnage, de vérification et d'ajustage			

	Place du capteur dans la chaîne de mesure, grandeurs d'entrée et de sortie, caractéristique de transfert Différents types de capteurs. Caractéristiques générales et métrologiques Etude de documents techniques d'un capteur ou d'un instrument de mesure
Mots clés :	Grandeurs, unités, mesures, incertitudes, capteurs, instruments de mesure, résultats de mesure, documents techniques.
Heures de formation (dont TP)	18h

Nom de la ressource	R 1.06 Systèmes électriques			
Semestre	Semestre 1			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
x		x		
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)		-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique		
SAÉ concernée(s)	SAÉ 1.04 Mettre en œuvre des mesures électriques.			
Prérequis				
Descriptif détaillé	Objectifs Savoir analyser des systèmes électriques Savoir concevoir des montages électriques fonctionnels			

	Contenu Dipôles, Générateurs, Récepteurs Présentation de la notion de tension, courant, mesures de ces grandeurs et estimation des incertitudes Caractéristique courant-tension Loi des mailles, loi des nœuds Théorème de superposition Modélisation électrique d'un capteur : déterminer le modèle équivalent de Thévenin et Norton sur un circuit simple à partir de mesures Pont de Wheatstone : notion fondamentale pour application aux capteurs Signaux périodiques : mesures, valeur efficace, valeur moyenne Introduction à l'utilisation des complexes en régime sinusoïdal Régime transitoire de circuit du 1^{er} ordre (exemples : RC et RL) Introduction à la sécurité électrique
Mots clés :	Courant, tension, dipôles, continu, alternatif, transitoire, capteurs, sécurité.
Heures de formation (dont TP)	27h

Nom de la ressource	R 1.07 Algorithmique et informatique				
Semestre	Semestre 1				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x		x			
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)		-Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme			
SAÉ concernée(s)	SAÉ 1.05 Concevoir et coder des utilitaires informatiques pour la physique.				
Prérequis					
Descriptif détaillé	Objectifs Acquérir des connaissances en algorithmique Définir la structure d'un programme et élaborer un utilitaire Contenu Types de données et leur influence sur le résultat d'un calcul Tests logiques, conditionnelles imbriquées, boucles imbriquées Fonctions et procédures Tableaux à une et à deux dimensions Modularité, gestion des entrées/sorties Test d'un programme Architecture matérielle et logicielle (vocabulaire et principes généraux de la machine jusqu'au réseau) Lecture de fichiers				

Mots clés :	Algorithme, programmation, modularité, langage, entrées-sorties.
Heures de formation (dont TP)	15h

Nom de la ressource	R 1.08 Structures atomique et moléculaire			
Semestre	Semestre 1			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
			x	x
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
			-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants	-Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE
SAÉ concernée(s)	SAÉ 1.06 Mettre en œuvre des analyses chimiques (acides-bases, complexation, précipitation) en appliquant les Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL)			
Prérequis				
Descriptif détaillé	Objectifs Acquérir un premier niveau de compréhension de la constitution des atomes et des molécules. Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires. Contenu Constitution de l'atome, configuration électronique, classification périodique Introduction à la radioactivité. Etude de ses effets sur la matière et les organismes vivants Liaison chimique, édifices moléculaires, introduction aux groupements fonctionnels Sensibilisation aux ordres de grandeur Modalités de mise en œuvre possibles Utilisation de logiciels de modélisation moléculaire			
Mots clés :	Noyau, atome, molécule.			

Heures de formation (dont TP)	28h
-------------------------------	-----

Nom de la ressource	R 1.09 Equilibres chimiques – Sécurité au laboratoire			
Semestre	Semestre 1			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
			x	x
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
			-Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement	-Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples
SAÉ concernée(s)	SAÉ 1.06 Mettre en œuvre des analyses chimiques (acides-bases, complexation, précipitation) en appliquant les Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL)			
Prérequis				
Descriptif détaillé	Objectifs Comprendre la notion d'équilibre chimique et sa mise en pratique. Contenu Equilibres chimiques, facteurs d'équilibre et lois d'équilibre, concentration, tableau d'avancement, stœchiométrie. Application aux équilibres acide-base. Application possible aux équilibres de complexation et de précipitation. Sensibilisation à la gestion et au recyclage des déchets, dans une optique de développement durable. Sensibilisation à l'hygiène et sécurité et aux bonnes pratiques de laboratoire.			

Mots clés :	Constante d'équilibre, titrage, pH, complexation, solubilité, sécurité
Heures de formation (dont TP)	20h

Nom de la ressource	R 1.10 Thermodynamique et Machines Thermiques			
Semestre	Semestre 1			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
x			x	x
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)			-Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire	-Réaliser des contrôles environnementaux simples
SAÉ concernée(s)	SAÉ 1.07 Mettre en œuvre des mesures pour la conversion d'énergie			
Prérequis				
Descriptif détaillé	Objectifs Appréhender les relations entre les grandeurs thermodynamique d'un système simple (pression, température, volume, capacité calorifique, chaleur latente).			

	Faire le lien entre ces grandeurs et les quantités d'énergie qui peuvent être mises en jeu entre un système et son environnement. Comprendre le principe de fonctionnement d'une machine de conversion d'énergie et ses limitations. Chercher à optimiser ses performances afin de limiter sa consommation d'énergie. Savoir faire le lien entre les mesures et les modèles théoriques. Contenu Systèmes, variables d'état, équations et fonctions d'état, échelle de température, états d'équilibre d'un système Premier principe, transferts d'énergie, calorimétrie, enthalpie Second principe, évolution d'un système, réversibilité, irréversibilité, entropie Changement d'état, diagrammes Eléments constitutifs, caractéristiques et fonctionnement des machines thermiques : cycle de Carnot, rendement, efficacité, échangeurs, utilisation de diagrammes, cycles avec ou sans changement de phase Place des machines de conversion d'énergie dans la société
Mots clés :	Thermodynamique, chaleur, énergie, calorimétrie, changements d'état, machines thermiques, cycles, efficacité, échangeurs, diagrammes.
Heures de formation (dont TP)	40h

Fiches SAÉ - Semestre 2

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.01 Mettre en œuvre la mesure de grandeurs mécaniques
Compétence ciblée	C1 : Mener une campagne de mesures
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mettre en œuvre la mesure de grandeurs mécaniques caractéristiques à l'aide de capteurs spécifiques adaptés ou vérifier des lois de la mécanique.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple. -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur. -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant. -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)
Heures formation (dont TP)	20h (20h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 2.05 Mécanique R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2) R 2.03 PPP 2 R 2.04 Outils mathématiques 2 R 1.05 Métrologie et capteurs
Types de livrable ou de production*	-Montage mécanique -Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesures -Poster
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples de SAÉ :

- Exemple 1 : Vérifier ou Concevoir de systèmes en équilibre en s'appuyant sur la statique du solide
- Exemple 2 : Analyser et mesurer des forces et de l'énergie impliquées dans le mouvement d'un objet en utilisant des lois cinématiques et dynamiques
- Exemple 3 : Évaluer des grandeurs mécaniques (frottements solides, frottements visqueux) associées à la dissipation d'énergie lors de la mise en mouvement d'un corps.

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.02 Mettre en œuvre des mesures sur les systèmes optiques
Compétence ciblée	C1 : Mener une campagne de mesures
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Réaliser différentes mesures dans le domaine de l'optique géométrique en utilisant des systèmes optiques Mettre en œuvre une chaîne instrumentale optique élémentaire.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)
Heures formation (dont TP)	16h (16h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 2.06 Systèmes optiques R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2) R 2.03 PPP 2 R 2.04 Outils mathématiques 2 R 1.05 Métrologie et capteurs
Types de livrable ou de production*	-Montage optique -Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesures -Poster
Semestre	Semestre 2

. Elle a pour objectif d'aider et d'accompagner les équipes pédagogiques, et n'a aucune valeur prescriptive.

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Réaliser différents systèmes de mesure et d'imagerie optique (téléscope, microscope...)

-Exemple 2 : Mettre en œuvre la mesure de caractéristiques de systèmes optiques (distance focale d'une lentille, indice de réfraction...) par différentes méthodes.

-Exemple 3 : Mettre en œuvre des stratégies de compensation des aberrations dans les systèmes optiques.

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.03 Réaliser une mesure à l'aide d'une chaîne de mesure et d'une méthode adaptées
Compétence ciblée	C2 : Déployer la métrologie et la démarche qualité
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Choisir une chaîne de mesure ou un capteur adapté aux objectifs de mesure. Réaliser une étude métrologique sur des matériaux et des automates et pour des systèmes mécaniques, optiques, électroniques, chimiques et thermiques
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure
Heures formation (dont TP)	28h (28hTP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 1.05 Métrologie et capteurs R 1.04 et R 2.04 Outils mathématiques 1 et 2 R 2.05 Mécanique R 2.06 Systèmes optiques R 2.12 Transferts thermiques R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2)
Types de livrable ou de production*	-Protocole de mesures -Certificat d'étalonnage -Constat de vérification -Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesure -Poster
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Choisir et mettre en œuvre un capteur ou une chaîne de mesure dont les caractéristiques répondent à un cahier des charges. Rédiger le protocole de mesures. Traiter les mesures.

-Exemple 2 : Réaliser le suivi d'une grandeur dans le temps et / ou dans l'espace (grandeur physico-chimique, mécanique, optique, électrique...). Réaliser une cartographie de la température d'une étuve, d'un réfrigérateur, ou d'un bain thermostaté ou étudier un état de surface d'une pièce mécanique...

© Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation 2021,
<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr>, B.U.T. Mesures physiques

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.04 Mettre en œuvre un capteur grâce à des systèmes électroniques
Compétence ciblée	C3 : Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mettre en œuvre des composants actifs (AOP, diodes, transistors,...) et les fonctions électroniques classiques (commutation, redressement, amplification, filtrage) pour conditionner un capteur et traiter un signal analogique.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique -Acquérir et numériser des signaux analogiques -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument
Heures formation (dont TP)	16h (16h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 2.07 Systèmes électroniques R 1.06 Systèmes électriques R 1.05 Métrologie et capteurs R 1.04 et R 2.04 Outils mathématiques 1 et 2 R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2)
Types de livrable ou de production*	-Montage électronique et tests fonctionnels -Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesures -Poster
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples généraux de SAÉ :

-Exemple 1 : Mettre en œuvre le conditionnement d'un capteur (capteur de température, capteur de force résistif, capteur de position, détecteur inductif, capteur à sortie courant ...) en utilisant des montages classiques (pont diviseur, amplificateur de différence, alimentation continue, pont de Wheatstone, convertisseur courant-tension, filtrage, ...)

-Exemple 2 : Mettre en œuvre une mesure à l'aide d'un capteur et d'une ou plusieurs commandes (commande d'un ventilateur, allumage d'une ampoule)

-Exemple 3 : Réaliser un système électronique traitant un signal analogique (récepteur radio AM, amplificateur audio, mesure et régulation de température, écran tactile...). Etapes éventuelles de réalisation : simulation sur logiciel, réalisation de circuit imprimé, câblage, soudure, tests fonctionnels, ...

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.05 Mettre en œuvre les techniques de l'informatique d'instrumentation pour le suivi de mesures
Compétence ciblée	C3 : Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mettre en œuvre une chaîne d'acquisition de mesures. Mettre en œuvre une carte d'acquisition multifonctions. Traiter des données de mesures à l'aide d'un logiciel.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme
Heures formation (dont TP)	20h (20h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 2.08 Informatique d'instrumentation R 1.06 Systèmes électriques R 1.05 Métrologie-Capteurs R 1.04 et R 2.04 Outils mathématiques 1 et 2 R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2)
Types de livrable ou de production*	-Montage électronique ou prototype de chaîne d'instrumentation -Fichier de données de mesure -Algorithme et programme -Rapport présentant les tests fonctionnels et leurs résultats -Cahier de laboratoire
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur, d'une carte d'acquisition et d'un logiciel informatique, effectuer un suivi temporel des valeurs mesurées. Conditionnement du capteur, choix des paramètres d'acquisition et de numérisation du signal analogique, conception et codage de calculs pour obtenir les valeurs de la grandeur physique à partir des caractéristiques techniques du capteur et de la carte d'acquisition, représentations graphiques des valeurs mesurées, calcul d'indicateurs statistiques, export des données horodatées dans un fichier, ...

-Exemple 2 : Mettre en œuvre le pilotage d'un système électrique simple par une chaîne d'acquisition de mesure via un logiciel informatique et une carte d'acquisition.

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.06 Identifier la structure de matériaux et mesurer leurs propriétés
Compétence ciblée	C4 : Caractériser des grandeurs physiques et chimiques et les propriétés de matériaux
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mettre en œuvre des outils d'analyse structurale des matériaux Mettre en œuvre les méthodes adaptées pour mesurer les grandeurs caractéristiques des matériaux
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier et comprendre les édifices moléculaires. -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire. -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure
Heures formation (dont TP)	32h (32h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 2.09 Structure des Matériaux R 2.10 Propriétés des Matériaux R 1.04 et R 2.04 Outils mathématiques 1 et 2 R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2)
Types de livrable ou de production*	-Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesures -Poster
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Déterminer des caractéristiques structurales simples (masse volumique, taille de grains, structures cristallines...) des matériaux. Mettre en œuvre des outils de base de caractérisation structurale adaptés.

-Exemple 2 : Mesurer des propriétés physiques (mécaniques, électriques, magnétiques, thermiques, optiques...) de différentes classes de matériaux. Mettre en œuvre des outils de mesure adaptés. Faire l'analyse en lien avec la structure.

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.07 Mettre en œuvre des réactions d'oxydo-réduction pour des dosages et des suivis cinétiques
Compétence ciblée	C4 : Caractériser des grandeurs physiques et chimiques et les propriétés de matériaux
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mettre en œuvre des dosages par oxydo-réduction et/ou le suivi cinétique d'une réaction chimique
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les Bonnes Pratiques de Laboratoire -Identifier et comprendre les édifices moléculaires. -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement.
Heures formation (dont TP)	12h (12h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 2.11 Oxydo-réduction R 1.09 Equilibre chimique – Sécurité au laboratoire R 1.05 Métrologie et capteurs R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2) SAÉ 1.01 Traiter des données de mesures
Types de livrable ou de production*	-Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesures -Poster
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Mettre en œuvre des dosages par oxydo-réduction, en s'appuyant sur les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

-Exemple 2 : Suivi cinétique d'une réaction chimique, en s'appuyant sur les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

-Exemple 3 : Mettre en œuvre différents types de dosages : successifs, directs ou en retour, en s'appuyant sur les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.08 Caractériser les phénomènes de transferts thermiques
Compétence ciblée	C5 : Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Mesurer les grandeurs physiques intervenant dans les transferts thermiques (température, flux, conductivité, coefficients d'échange superficiel, émissivité). Caractériser les systèmes d'échange de chaleur
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	-Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples
Heures formation (dont TP)	20h (20h TP)
Heures « projet tutoré »	
Liste des ressources mobilisées et combinées	R 2.12 Transferts Thermiques R 1.10 Thermodynamique et machines thermiques R 1.04 et 2.04 Outils mathématiques 1 et 2 R 2.10 Propriétés des matériaux R 1.05 Métrologie et capteurs R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA 2) SAÉ 1.01 Traiter des données de mesures
Types de livrable ou de production*	-Cahier de laboratoire (théorie, matériels et méthodes, résultats, analyse des résultats, calculs d'incertitudes) -Compte rendu d'expérimentation -Rapport de mesures -Poster
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Caractériser les échanges thermiques entre l'intérieur d'une habitation (réelle ou maquette ou simulation) et l'environnement et en particulier les performances d'isolation de différents matériaux utilisés pour sa construction.

-Exemple 2 : Mesurer des températures et des débits sur un échangeur, calculer l'efficacité en co et contre-courant.

Nom de la SAÉ	SAÉ 2.09 Projet Tutoré
Compétences ciblées	Toutes
Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée	Développer des compétences d'autonomie et d'initiative. Développer des aptitudes au travail en équipe. Mettre en pratique la méthodologie de conduite de projet. Mettre en œuvre une démarche scientifique et application technique.
Apprentissage(s) critique(s) couvert(s)	Apprentissages critiques des 5 compétences
Heures formation (dont TP)	
Heures « projet tutoré »	120h
Liste des ressources mobilisées et combinées	L'ensemble des ressources du second semestre peuvent être utilisées.
Types de livrable ou de production*	-Cahier des charges (y compris le coût du projet) -Planification et répartition des tâches -Protocole -Rapport d'étude de mesures ou campagne de mesures -Rapport d'enquête -Poster -Prototype -Maquette -Récit d'expérimentation -Présentation orale -Dossier, mémoire
Semestre	Semestre 2

Liste d'exemples de SAÉ :

-Exemple 1 : Mener un projet visant à la réalisation d'une prestation de mesures : PRIME : PRestation Instruments et Mesures

Un groupe d'étudiants est considéré comme un prestataire de service de mesures.

En tant que prestataire, les missions à réaliser sont :

- Prise en main d'un instrument de mesures
- Utilisation de l'instrument pour une prestation de mesures (exemple : mesurer le niveau de bruit de la rocade, prendre la température d'une pièce ...)
- Rédaction du protocole de mesures
- Application du protocole
- Traitement des mesures et présentation des résultats
- Recherche du prix de(s) l'instrument(s) et du coût d'une prestation « identique » à leur mesure

Formes pédagogiques

Les étudiants travaillent en groupe restreint.

-Exemple 2 : Qualifier et mettre en œuvre un système de mesure(s) portable et autonome

L'objectif de ce projet est la qualification et la mise en œuvre d'un système de mesures portable et autonome.

Les principaux composants du système (capteurs, conditionneur, microcontrôleur, afficheur) sont fournis initialement et différentes caractéristiques sont imposées (gamme de mesure, affichage...).

Le cahier des charges de mesure est à élaborer.

Exemples : système de mesure dans une cuve de brassage (température, pH, teneur en CO₂), système de mesure autour d'une pompe solaire (irradiance, température, tension, courant, pression, débit), système de mesure autour d'un véhicule automobile, ...

Il devra :

- Analyser la conformité du capteur vis-à-vis de la gamme de mesure imposée
- Analyser la conformité du conditionneur vis-à-vis du capteur et du convertisseur analogique-numérique du microcontrôleur
- Analyser la conformité du microcontrôleur vis-à-vis des attendus du système
- Mettre en œuvre et qualifier la partie analogique (capteur-conditionneur) : choix des instruments de mesure
- Mettre en œuvre et qualifier le microcontrôleur : conversion analogique-numérique (entrée(s) analogique(s), programme d'acquisition des données, éventuellement algorithme de traitement des données, programmation de l'afficheur (sortie(s) numérique(s))

Formes pédagogiques

Les étudiants travaillent en groupe restreint.

-Exemple 3 : Mettre en œuvre un capteur à l'aide d'une carte microcontrôleur

Dans le cadre d'un projet de recherche pour développer un nouveau produit, une entreprise a besoin d'utiliser un capteur avec une carte microcontrôleur

Dans le cadre de cette recherche, l'entreprise a transmis à son service R&D une fiche précisant les attendus afin de pouvoir intégrer le capteur dans son nouveau produit.

En tant que technicien « Mesures Physiques », les étudiants sont mandatés pour apporter tous les éléments nécessaires pour répondre à la demande du service R&D.

Formes pédagogiques

Les étudiants travaillent en groupe restreint.

Fiches Ressources – Semestre 2

Nom de la ressource	R 2.01 Anglais général et approfondissement de l'expression technique et scientifique				
Semestre	Semestre 2				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Conduire une recherche documentaire -Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Organiser un projet et son déroulement	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du Semestre 2				

Prérequis	R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique
Descriptif détaillé	Objectifs Approfondir l'anglais général de communication Communiquer en anglais sur des sujets d'actualité, scientifiques et techniques Consulter, comprendre et rédiger des documents techniques en anglais S'initier au vocabulaire anglais des métiers de la mesure Contenu Communication sur les actualités et la vie quotidienne Maîtrise des éléments de communication sur des sujets scientifiques et techniques à l'écrit et à l'oral Rédaction d'un document technique adapté à son public Production de textes courts et simples liés aux métiers de la mesure Consolidation du vocabulaire scientifique et technique de la mesure Initiation à la communication professionnelle (courriels, candidatures) Prise de parole en public Modalités de mise en œuvre possibles Echanges en petits groupes (<i>small talk</i>, opinions) Courtes présentations des métiers, de parcours professionnels et d'expériences scientifiques Diaporamas ou vidéos de présentation Ateliers d'écriture et de communication (<i>creative writing and talking</i>) Simulation d'entretien de recrutement Travail sur des extraits de notice technique ou de norme Dispositifs d'internationalisation : immersion en langue anglaise possible (enseignements de sciences dispensés en anglais).
Mots clés :	Communication scientifique en anglais, culture professionnelle en anglais, interculturalité, documentation technique en anglais, immersion en langue anglaise
Heures de formation (dont TP)	25h (dont 16h TP)

Nom de la ressource	R 2.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA2)				
Semestre	Semestre 2				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Conduire une recherche documentaire -Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Organiser un projet et son déroulement	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du Semestre 2				
Prérequis	R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA1)				

Descriptif détaillé	Objectifs - Produire des documents (écrits et visuels) structurés en utilisant des outils adaptés - Réaliser une approche bibliographique de la recherche documentaire - Renforcer les compétences de communication écrite et orale - S'initier à la communication professionnelle - Adopter un discours clair, argumenté et efficace dans différents contextes - Approfondir la rédaction technique Contenu - Rédaction d'un rapport professionnel en utilisant des bibliographie et webographie adaptées - Maîtrise des techniques d'argumentation et le vocabulaire associé - Présentation orale d'une étude scientifique - Techniques de recherche d'emploi et écrits associés (CV, lettre de motivation) - Écrits professionnels - Préparation à un entretien - Production d'un document audiovisuel court - Savoir-être professionnels essentiels (écoute, coopération, prise d'initiative, etc.) Modalités de mise en œuvre possibles - Travail en équipe - Création de support vidéo (films, tutoriels, notices) ou d'une page web - Oraux et écrits structurés - Jeux de rôles, mise en situation, simulations d'entretien - Thématiques en lien avec les métiers du développement durable
Mots clés :	Recherche bibliographique et webographique, rédaction d'écrits professionnels, outils de la recherche d'emploi, argumentation, communication par l'image, culture générale
Heures de formation (dont TP)	25h (dont 16h TP)

Nom de la ressource	R 2.03 Projet Personnel et Professionnel (PPP) 2				
Semestre	Semestre 2				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Conduire une recherche documentaire -Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples -Organiser un projet et son déroulement	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du semestre 2				

Prérequis	R 1.03 PPP 1 R 1.02 Culture, Communication Professionnelle et Académique 2 (2CPA1) R 1.01 Anglais général de communication et initiation au vocabulaire scientifique
Descriptif détaillé	Objectifs Mener une réflexion sur soi-même, ses expériences, ses motivations Construire et formaliser son projet de formation pour bien s'orienter dans ses études et dans sa vie professionnelle Comprendre l'organisation d'une entreprise et déterminer le secteur d'activité ou l'environnement professionnel dans lesquels on souhaite effectuer son stage. Produire des documents techniques de recherche de stage et d'emploi Identifier et intégrer les différentes étapes de la démarche projet Contenu Rédaction d'un bilan de personnalité : forces, atouts, aptitudes, capacités et manques, valeurs, motivations, méthodes de travail, etc. Démarche compétences et bilan de compétences (introduction du portfolio ou portefeuille d'expériences et de compétences) Initiation à la démarche projet : outils d'idéation, de collaboration et de planification, cahier des charges Constitution dossier de candidature Connaissance des parcours possibles au sein du BUT Modalités de mise en œuvre possibles CV, lettre de motivation, réseaux sociaux, entretiens,
Mots clés :	Réflexion sur soi, techniques de recherche d'emploi, conduite de projet, portfolio.
Heures de formation (dont TP)	10h (dont 4h TP)

Nom de la ressource	R 2.04 Outils mathématiques 2				
Semestre	Semestre 2				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x	x	x	x	
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure	-Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme	-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Appréhender la radioactivité et ses effets sur la matière et les organismes vivants -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement	-Réaliser des contrôles environnementaux simples	
SAÉ concernée(s)	Toutes les SAÉ du Semestre 2				
Prérequis	R 1.04 Outils mathématiques 1				

Descriptif détaillé	Objectifs Connaître et savoir utiliser les outils mathématiques nécessaires à la modélisation et à la résolution de problèmes de sciences physiques. Contenu Décomposition en éléments simples Développements limités Compléments sur les fonctions de plusieurs variables, formes différentielles Notion de champ de vecteurs (gradient) Intégrales doubles : théorème de Fubini, changement de variables (coordonnées polaires) Equations et inéquations linéaires, résolution de systèmes d'équations linéaires Algèbre linéaire : espaces vectoriels, applications linéaires, matrices, déterminant d'une matrice, inversion. Modalités de mise en œuvre Formule de Taylor-Young et calculs de limites. Utilisation d'exemples en lien avec les autres modules scientifiques et techniques de la formation.
Mots clés :	Système d'équations, intégrale double, algèbre linéaire, approximation de fonctions.
Heures de formation (dont TP)	46h

Nom de la ressource	R 2.05 Mécanique			
Semestre	Semestre 2			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
x	x			
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Evaluer une incertitude de mesure -Étalonner un appareil de mesure			
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.01 Mettre en œuvre la mesure de grandeurs mécaniques SAÉ 2.03 Réaliser une mesure à l'aide d'une chaîne de mesure et d'une méthode adaptées SAÉ 2.09 Projet Tutoré			
Prérequis	R 1.04 Outils mathématiques 1			
Descriptif détaillé	Objectifs :			

	Caractériser le mouvement, les actions mécaniques et/ou la déformation de solides soumis à des systèmes de forces. Contenus Statique (équilibres, frottements entre solides, lois de Coulomb) Cinématique du point (référentiel fixe, position, vitesse, accélération, utilisation de repères locaux - repère polaire) Dynamique du point (référentiel galiléen) Travail et énergie pour un point matériel Cinématique du solide (champ des vitesses d'un solide, référentiel barycentrique) Dynamique du solide indéformable (moment cinétique, énergie, théorèmes de Koenig, rotation d'un solide autour d'un axe fixe, mouvements plans) Capteurs de grandeurs mécaniques et caractéristiques métrologiques
Mots clés :	Vitesse, accélération, inertie, force, moments, frottements, énergie, puissance.
Heures de formation (dont TP)	26h

Nom de la ressource	R 2.06 Systèmes optiques				
Semestre	Semestre 2				
Compétence(s) ciblée(s)					
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale	
x	x				
Apprentissages critiques					
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5	
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique)	-Identifier les éléments de langage liés à la métrologie -Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure				
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.02 Mettre en œuvre des mesures sur les systèmes optiques SAÉ 2.03 Réaliser une mesure à l'aide d'une chaîne de mesure et d'une méthode adaptées SAÉ 2.09 Projet Tutoré				
Prérequis	R 1.04 Outils mathématiques 1				
Descriptif détaillé	Objectifs Acquérir les notions de base pour l'étude de la propagation de la lumière Étude et caractérisation des différents éléments constituant une chaine instrumentale optique.				

	Contenu Notions de propagation du rayon lumineux : milieu de propagation, indice, dispersion, réflexion, réfraction, chemin optique, dioptre, loi de Snell-Descartes Notions de sources lumineuse, détecteurs et photométrie : flux, éclairement, spectres, caractéristiques de quelques détecteurs Systèmes optiques élémentaires : aplanétisme, stigmatisme, miroirs, lentilles minces, formules de conjugaison, grandissement, association de lentilles Systèmes de mesure et d'imagerie optique basés sur l'optique géométrique : grossissement, loupe, viseur, microscope, lunette astronomique, télescope, caractéristiques des instruments Notions d'aberrations dans les systèmes optiques : aberration géométrique, aberration chromatique, stratégies de compensation
Mots clés :	Propagation du signal lumineux, dioptre, réfraction, loi de Snell-Descartes, notions de photométrie, détecteurs, objet, image, lentilles minces, miroirs, formules de conjugaison, instruments d'optique, aberrations
Heures de formation (dont TP)	25h

Nom de la ressource	R 2.07 Systèmes électroniques			
Semestre	Semestre 2			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
		x		
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
		-Identifier des couples capteurs/conditionneurs selon la mesure demandée -Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique		
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.04 Mettre en œuvre un capteur grâce à des systèmes électroniques SAÉ 2.09 Projet Tutoré			
Prérequis	R 1.06 Systèmes électriques R 1.04 Outils mathématiques 1 SAÉ 1.04 Mettre en œuvre des mesures électriques			
Descriptif détaillé	Objectifs : Connaître les composants actifs, leurs caractéristiques et les montages électroniques usuels. Connaître les fonctions électroniques de base et leurs caractéristiques. Contenu : Les fonctions : commutation, redressement, amplification, filtrage.			

	Les caractéristiques : fonction de transfert, réponse fréquentielle (filtres passifs et actifs du 1^{er} ordre, fréquence de coupure, diagramme de Bode, application à une chaîne de mesure), introduction à l'adaptation d'impédance (en tension ou en courant), modèle de Thévenin et Norton (caractéristique courant-tension d'un dipôle). Composants actifs : amplificateur opérationnel idéal en régime linéaire, diodes, transistors à effet de champ et bipolaire.
Mots clés :	Commutation, amplification, filtrage, réponse fréquentielle, amplificateur opérationnel, régimes linéaires et non linéaires, composants
Heures de formation (dont TP)	25h

Nom de la ressource	R 2.08 Informatique d'instrumentation			
Semestre	Semestre 2			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
		x		
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
		-Acquérir et numériser des signaux analogiques -Choisir un instrument de mesure adapté au signal -Traiter avec ou sans régulation un signal analogique -Concevoir un algorithme pour le traitement des données ou le pilotage d'un instrument -Utiliser un langage de programmation permettant la mise en place d'un algorithme		
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.05 Mettre en œuvre les techniques de l'informatique d'instrumentation pour le suivi de mesures SAÉ 2.09 Projet Tutoré			
Prérequis	R 1.07 Algorithmique-Informatique R 1.06 Systèmes électriques R 1.04 Outils mathématiques 1 SAÉ 1.04 Mettre en œuvre des mesures électriques SAÉ 1.05 Concevoir et coder des utilitaires informatiques pour la physique.			

Descriptif détaillé	Objectifs Connaître les caractéristiques techniques des systèmes d'acquisition Savoir numériser un signal analogique et connaître les caractéristiques métrologiques du signal numérisé. Contenu Numération (codage, codes). Fonctions combinatoires et séquentielles (registres, compteurs ...). Composants logiques (règles de connexion). Principe de quantification, des codeurs, multiplexeurs, échantillonneurs bloqueurs, convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique. Mise en œuvre d'une carte d'acquisition multifonctions (Entrées/Sorties numériques ou analogiques) et de ses caractéristiques métrologiques (résolution, intervalle de mesure, fréquence d'échantillonnage, puissance de sortie, ...).
Mots clés :	Numération, codage, binaire, hexadécimal, fonctions séquentielles et combinatoires, quantification, chaîne d'acquisition, échantillonnage, convertisseur analogique-numérique (CAN), convertisseur numérique-analogique (CNA)
Heures de formation (dont TP)	20h

Nom de la ressource	R 2.09 Structure des matériaux			
Semestre	Semestre 2			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
x			x	x
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)			-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.06 Identifier la structure de matériaux et mesurer leurs propriétés SAÉ 2.09 Projet Tutoré			
Prérequis	R 1.08 Structures atomique et moléculaire R 1.04 Outils mathématiques 1			

Descriptif détaillé	Objectifs S'initier à la science des matériaux. Connaître les grandes classes de matériaux à travers leurs caractérisations structurales. Contenu Les liaisons dans les solides Les différentes classes de matériaux. Ordre et désordre dans les matériaux. Diagrammes de phases. Analyses structurales
Mots clés :	Matériaux, structure, cristallographie
Heures de formation (dont TP)	23h

Nom de la ressource	R 2.10 Propriétés des matériaux			
Semestre	Semestre 2			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
x			x	x
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)			-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier les différentes classes de matériaux -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.06 Identifier la structure de matériaux et mesurer leurs propriétés SAÉ 2.09 Projet Tutoré			
Prérequis	R 1.08 Structures atomique et moléculaire R 2.09 Structure des Matériaux			

Descriptif détaillé	Objectifs Comprendre les propriétés des matériaux et savoir les caractériser. Prévoir les propriétés d'un matériau et mesurer les grandeurs caractéristiques en tenant compte des contraintes métrologiques. Contenu Propriétés électriques magnétiques, mécaniques, optiques, thermiques des différentes classes de matériaux. Méthodes élémentaires de mesure des grandeurs associées.
Mots clés :	Propriétés physiques, comportement des matériaux
Heures de formation (dont TP)	23h

Nom de la ressource	R 2.11 Oxydo-réduction			
Semestre	Semestre 2			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
			x	x
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
			-Identifier et comprendre les édifices atomiques et moléculaires -Mettre en œuvre des outils d'analyses et de caractérisation physique et chimique en respectant les bonnes pratiques de laboratoire -Identifier des types de réaction chimique et mesurer leur avancement -Relier les différentes propriétés d'un matériau à sa structure	-Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.07 Mettre en œuvre des réactions d'oxydo-réduction pour des dosages et des suivis cinétiques SAÉ 2.09 Projet Tutoré			
Prérequis	R 1.08 Structures atomique et moléculaire R 1.09 Equilibre chimique – Sécurité au laboratoire			

Descriptif détaillé	Objectifs Etudier les réactions d'oxydo-réduction et leurs applications. Comprendre la notion de vitesse de réaction. Connaître les méthodes d'analyse chimique courantes. Contenu Couple redox, potentiel redox, pile Introduction à la cinétique chimique
Mots clés :	Oxydo-réduction, pile, cinétique
Heures de formation	14h

Nom de la ressource	R 2.12 Transferts Thermiques			
Semestre	Semestre 2			
Compétence(s) ciblée(s)				
Compétence 1 Mener une campagne de mesures	Compétence 2 Déployer la métrologie et la démarche qualité	Compétence 3 Mettre en œuvre une chaîne de mesure et d'instrumentation	Compétence 4 Caractériser des grandeurs physiques, chimiques et les propriétés d'un matériau	Compétence 5 Définir un cahier des charges de mesures dans une démarche environnementale
x	x			x
Apprentissages critiques				
Niveau 1 de la compétence 1	Niveau 1 de la compétence 2	Niveau 1 de la compétence 3	Niveau 1 de la compétence 4	Niveau 1 de la compétence 5
-Identifier la nature de la mesure et réaliser un protocole pour une mesure simple -Effectuer les mesures en respectant les règles de sécurité et normes en vigueur -Vérifier la cohérence des mesures avec les résultats attendus, effectuer une action corrective le cas échéant -Présenter un résultat de mesures avec les outils appropriés (numérique, tableau, graphique...)	-Evaluer une incertitude de mesure -Présenter correctement un résultat de mesure, avec son unité et son incertitude -Etalonner un appareil de mesure			-Identifier les éléments nécessaires pour une étude HSE -Réaliser des contrôles environnementaux simples
SAÉ concernée(s)	SAÉ 2.08 Caractériser les phénomènes de transferts thermiques SAÉ 2.03 Réaliser une mesure à l'aide d'une chaîne de mesure et d'une méthode adaptées SAÉ 2.09 Projet Tutoré			
Prérequis	R 1.10 Thermodynamique et Machines Thermiques R 1.04 Outils mathématiques 1			

Descriptif détaillé	Objectifs Connaître les différents principes de propagation de la chaleur et de transferts d'énergie thermique Connaître les propriétés physiques associées Caractériser un transfert d'énergie thermique. Contenu Flux, densité de flux, Conduction, convection, rayonnement Régime stationnaire, champ de température Echangeurs Introduction au régime variable
Mots clés :	Température, flux, conduction, convection, rayonnement, échangeur
Heures de formation (dont TP)	30h

2. Dispositions particulières

Sans objet

3. Référentiel d'évaluation

Les dispositions relatives à l'évaluation sont décrites dans l'annexe 1 de l'arrêté relatif aux programmes nationaux de la licence professionnelle-bachelor universitaire de technologie.