

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE0 : HARMONISATION DES CONNAISSANCES ET OUTILS

UE0-1 : BASES DE CHIMIE APPLIQUEE AUX MATERIAUX DE BATTERIE

Ressource : chimie des éléments : alcalins, métaux, métaux de transition, carbone, gaz rares
propriétés et réactivité

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 10

Organisation :

CM	TD	TP
6	4	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Propriétés et réactivité des alcalins, des métaux, des métaux de transition, des carbones et des gaz rares utilisés pour la fabrication de batteries métal-ion.

Compétences visées :

Maîtriser et comprendre la réactivité des éléments chimiques constituant une batterie Métal-ion.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE0 : HARMONISATION DES CONNAISSANCES ET OUTILS

UE0-1 : BASES DE CHIMIE APPLIQUEE AUX MATERIAUX DE BATTERIE

Ressource : rappels de cristalochimie

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 10

Organisation :

CM	TD	TP
6	4	

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Rappels sur les notions de Mailles, systèmes cristallins, réseaux de bravais, empilements compacts, coordinances, sites tétraédriques, sites octaédriques, descriptions des structures types.

Compétences visées :

Savoir décrire les structures cristallines types, savoir les dessiner.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE0 : HARMONISATION DES CONNAISSANCES ET OUTILS

UE0-1 : BASES DE CHIMIE APPLIQUEE AUX MATERIAUX DE BATTERIE

Ressource : rappels : oxydo-réduction, solubilité, diagrammes potentiel-pH

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 10

Organisation :

CM	TD	TP
6	4	

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Rappels sur les notions d'oxydo-réduction, de solubilité et sur les diagrammes potentiel-pH

Compétences visées :

Connaitre et maitriser les phénomènes et réactions chimiques pouvant intervenir au sein d'une batterie métal-ion

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE0 : HARMONISATION DES CONNAISSANCES ET OUTILS

UE0-2 : OUTILS et MATERIAUX

Ressource : Informatique appliquée

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 10

Organisation :

CM	TD	TP
4	0	6

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Mise a niveau sur l'utilisation d'un traitement de texte et d'un logiciel de présentation.

Formation sur un tableur et un grapheur

Recherche Bibliographique et des sources d'une information diffusée sur internet.

Compétences visées :

Savoir rédiger des rapports et préparer des présentations.

Savoir mener une recherche bibliographique et pouvoir vérifier la véracité d'une information.

Savoir tracer des données scientifiques sous forme de courbes à l'aide d'un tableur

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE0 : HARMONISATION DES CONNAISSANCES ET OUTILS

UE0-2 : OUTILS et MATERIAUX

Ressource : hygiène et sécurité en laboratoire et en entreprise

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 6

Organisation :

CM	TD	TP
6	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Rappel sur les règles d'hygiène et sécurité dans un laboratoire de chimie, extension aux règles en entreprise

Compétences visées :

Maitriser les règles d'hygiène et sécurité.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE0 : HARMONISATION DES CONNAISSANCES ET OUTILS

UE0-2 : OUTILS et MATERIAUX

Ressource : méthodes générales de synthèse : co-précipitations, céramique, solvothermale...

Année : L3

Nombre d'heures présentiels :10

Organisation :

CM	TD	TP
10	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Rappel sur les équilibres chimiques, sur la stœchiométrie et le calcul des masses.

Application à la synthèse d'un matériau par précipitation

Rappel sur les différentes méthodes de préparation (voie sèche versus voie humide)

Compétences visées :

Être capable d'identifier théoriquement les interactions entre équilibres chimiques dans un objectif précis (synthèse, analyse). Prévoir les réactions chimiques. Tracer un diagramme simple pour pouvoir extraire les conditions opératoires. Connaître les notions de synthèse en chimie inorganique.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE1 : ELABORATION DES MATERIAUX

UE1-1 : MATERIAUX ACTIFS

Ressource : Origine, nature et abondance des minerais

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 4

Organisation :

CM	TD	TP
4	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

D'où proviennent les minerais utilisés pour fabriquer les oxydes électrochimiquement actifs dans une batterie ? Quelles sont leurs natures chimiques ? Quelles sont leurs abondances sur la planète ?

Cette ressource répondra également à ces mêmes questions concernant les alcalins utilisés dans les batteries.

Compétences visées :

Prendre conscience des ressources limitées disponibles pour fabriquer une batterie M-ion et de la nécessité de mettre en place des stratégies de recyclage qui seront abordées dans une autre UE

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE1 : ELABORATION DES MATERIAUX

UE1-1 : MATERIAUX ACTIFS

Ressource : Structure des grandes failles de matériaux actifs

Année : L3

Nombre d'heures présentiels : 8

Organisation :

CM	TD	TP
8	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Description des structures types de matériaux actifs : graphite, LTO, LMO spinelle, rocksalt, LCO structure lamellaire, NMC, LFP, NVPF,

Compétences visées :

Connaitre les structures types des matériaux actifs de batterie

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE1 : ELABORATION DES MATERIAUX

UE1-1 : MATERIAUX ACTIFS

Ressource : méthodes d'élaboration

Année : L3

Nombre d'heures présentiels :22

Organisation :

CM	TD	TP
22	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Description des méthodes de synthèse industrielles pour obtenir des matériaux électrochimiquement actifs : graphite, hard carbon, LTO, LMO, LCO, NMC, LFP, NVPF, ...

Influence de la méthode de synthèse sur l'habitus des particules et sur les défauts structuraux

Compétences visées :

Connaitre les méthodes de synthèse à l'échelle industrielle des matériaux actifs de batterie

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE1 : ELABORATION DES MATERIAUX

UE1-1 : MATERIAUX ACTIFS

Ressource : TP matériaux actifs

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 16

Organisation :

CM	TD	TP
0	0	16

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Mise en application des méthodes de synthèse pour obtenir des matériaux actifs de batteries.

À partir des connaissances acquises et de la bibliographie, l'étudiant devra synthétiser en laboratoire des matériaux de batteries actifs (pour électrode positive et électrode négative) pour, plus tard, les caractériser et les utiliser dans les différentes batteries qu'il devra réaliser.

Compétences visées :

Être capable de synthétiser la matière première des batteries (matériaux actifs) qui seront par la suite intégrés dans des batteries

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE1 : ELABORATION DES MATERIAUX

UE1-2 : POLYMERES ET COMPOSITES; ELECTROLYTES

Ressource : Electrolytes liquides

Année : L3

Nombre d'heures présentiellees :24

Organisation :

CM	TD	TP
16	0	8

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Description et composition des électrolytes liquides et techniques de caractérisation de ces électrolytes et des produits de dégradation durant le cyclage.

Compétences visées :

Connaissance des électrolytes de batteries

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE1 : ELABORATION DES MATERIAUX

UE1-2 : SEPARATEUR, POLYMERES ET COMPOSITES; ELECTROLYTES

Ressource : Séparateurs, Polymères et composites, électrolytes tout solide.

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 24

Organisation :

CM	TD	TP
16	0	8

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Présentation des différents types de séparateurs pour électrolyte liquide.

Description des électrolytes polymères.

Notion de composite, de co-continuité.

Polymères thermoplastiques.

Extrusion avec ou sans solvant

Electrolytes tout solide

Compétences visées :

Connaissance des électrolytes polymère et de composites dans le domaine des batteries

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-1 : CARACTERISATIONS STRUCTURALES ET MICROSTRUCTURALES

Ressource : Diffraction des rayons X

Année : L3

Nombre d'heures présentielles :14

Organisation :

CM	TD	TP
6	4	4

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Rappel sur le principe de diffraction des rayons X

Détermination des paramètres de maille et Affinement Rietveld

Réalisation d'un diffractogramme et suivi operando d'une batterie

Compétences visées :

Savoir réaliser et dépouiller un diffractogramme X

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-1 : CARACTERISATIONS STRUCTURALES ET MICROSTRUCTURALES

Ressource : Microscopie Electronique à Balayage

Année : L3

Nombre d'heures présentielles :12

Organisation :

CM	TD	TP
4	2	6

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Descriptions des différentes parties d'un MEB et des détecteurs SE, BSE.

Prise en main de la machine et observation de matériaux actifs et d'électrodes.

Possibilités d'adaptation d'un MEB pour la réalisation d'expériences in situ (cyclage, indentation, micro-injection.....)

Compétences visées :

Savoir utiliser un MEB et pouvoir interpréter les images obtenues.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-1 : CARACTERISATIONS STRUCTURALES ET MICROSTRUCTURALES

Ressource : RAMAN

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 8

Organisation :

CM	TD	TP
4	2	2

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Principe de la Spectroscopie Raman.

Application pour déterminer le pourcentage de désorganisation dans les carbones utilisés comme matériaux actifs d'électrode négative

Compétences visées :

Savoir réaliser et interpréter un spectre Raman.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-1 : CARACTERISATIONS STRUCTURALES ET MICROSTRUCTURALES

Ressource : Analyses de surface

Année : L3

Nombre d'heures présentiels : 6

Organisation :

CM	TD	TP
6	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Analyse de surface d'une électrode par spectrométrie photoélectronique X et
Microscopie à force atomique

Compétences visées :

Connaissances sur l'XPS et l'AFM

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-2 : CARACTERISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES

Ressource : Microanalyses et sondes électroniques

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 6

Organisation :

CM	TD	TP
4	0	2

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Détermination de la composition chimiques à partir de microanalyse X ou bien en utilisant un faisceau d'électrons

Compétences visées :

Connaitre les techniques d'analyse X et électronique permettant de déterminer la composition chimique d'un matériau ou d'une composite.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-2 : CARACTERISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES

Ressource : Infra-rouge

Année : L3

Nombre d'heures présentielles :8

Organisation :

CM	TD	TP
6	0	2

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Rappel sur les modes de vibration des groupes fonctionnels utilisés lors d'une caractérisation par spectrométrie infra-rouge à transformée de Fourier (FTIR). Réalisation de spectre FTIR en transmission, en DRIFT ou en ATR. Interprétation des spectres obtenus.

Compétences visées :

Être capable d'obtenir et de dépouiller des spectres infra-rouge.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-2 : CARACTERISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES

Ressource : Propriétés mécaniques et tribologiques des solides

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 10

Organisation :

CM	TD	TP
10	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Notions de propriétés élastiques et plastiques, de résistance, de dureté de ductilité, de rigidité, de ténacité, de contrainte et de déformation. Notions de tribologie : adhérence, abrasion, érosion. Présentation des instruments de caractérisation.

Compétences visées :

Connaissances sur les propriétés mécaniques et tribologiques.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-2 : CARACTERISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES

Ressource : Conductivités électronique et ionique des solides

Année : L3

Nombre d'heures présentiels :14

Organisation :

CM	TD	TP
6	4	4

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Notions de conductivités électroniques et ioniques appliquées aux matériaux de batteries. Spectroscopie d'impédance électrochimique appliquée aux électrodes

Compétences visées :

Pouvoir mesurer la conductivité électrique et/ou ionique d'un matériau.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-3 : ELECTROCHIMIE DES MATERIAUX ACTIFS

Ressource : Electrochimie appliquée aux matériaux actifs

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 20

Organisation :

CM	TD	TP
10	10	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Réaction électrochimique, cellule électrochimique, espèces électroactives

Réponse électrochimique : Courbes intensité-potentiel

Compétences visées :

Maîtriser les principes fondamentaux (production, réponse) de la réaction électrochimique

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-3 : ELECTROCHIMIE DES MATERIAUX ACTIFS

Ressource : techniques d'analyses électrochimiques

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 10

Organisation :

CM	TD	TP
6	4	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Techniques Voltampérométriques

Techniques Galvanostatique, Potentiostatique

Compétences visées :

Connaitre les techniques d'analyse électrochimiques appliquées aux batteries.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE2 : CARACTERISATIONS DES MATERIAUX

UE2-3 : ELECTROCHIMIE DES MATERIAUX ACTIFS

Ressource : TP Electrochimie des matériaux

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 12

Organisation :

CM	TD	TP
0	0	12

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Utilisation des cycleurs électrochimiques : étudier les différentes techniques électrochimiques

Propriétés électrochimiques de matériaux actifs

Compétences visées :

Savoir utiliser les cycleurs, enregistrer des courbes de cyclages et les exploiter

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE3 : DE L'ELECTRODE AU MODULE

Ressource : Formulation des électrodes

Année : L3

Nombre d'heures présentielles :10

Organisation :

CM	TD	TP
6	0	4

*

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Formulations d'électrodes, avec ou sans solvant, pour batteries à électrolyte liquide, polymère ou solide. Notions de percolation, de tortuosité et de liants. Réalisation d'encre, de pâte, etc.... Paramétrage d'une extrudeuse de laboratoire

Compétences visées :

Savoir fabriquer une électrode pour batterie.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE3 : DE L'ELECTRODE AU MODULE

Ressource : assemblage de demi-pile et cyclage

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 12

Organisation :

CM	TD	TP
4	0	8

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

À partir d'électrodes extrudées, réalisation de demi-piles, cyclage et exploitation des résultats

Compétences visées :

Savoir fabriquer une pile bouton avec une électrode extrudée, cycliser la pile bouton et exploiter les courbes de cyclage obtenues.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE3 : DE L'ELECTRODE AU MODULE

Ressource : Cell balancing et assemblage de batteries complètes à l'échelle d'un laboratoire

Année : L3

Nombre d'heures présentiellees :14

Organisation :

CM	TD	TP
6	0	8

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Réalisation de batteries Metal-ion dans des piles boutons. Equilibrage des électrodes.
Réalisation d'une batterie 3 électrodes.

Compétences visées :

Savoir fabriquer une batterie Métal -ion à l'échelle du laboratoire .

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE3 : DE L'ELECTRODE AU MODULE

Ressource : Prototypage et assemblage de packs

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 18

Organisation :

CM	TD	TP
10	0	8

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Présentation des divers formats de batterie fabriqués industriellement et des machines utilisées pour les obtenir. Réalisation de 18650 et assemblage de packs tels que réalisés actuellement par la société Tiamat dans l'unité de prototypage.

Constitution d'un pack, matériaux et protection du pack .

Compétences visées :

Savoir fabriquer une batterie Métal -ion au format 18650 et obtenir un pack de batteries.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE3 : DE L'ELECTRODE AU MODULE

Ressource : Reverse ingeniering

Année : L3

Nombre d'heures présentiellees :16

Organisation :

CM	TD	TP
8	0	8

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Protocole pour démonter un pack batterie de véhicule électrique afin d'en extraire un module puis une batterie. Protocole de démontage d'une batterie 18650. Obtention et identification de tous les constituants.

Compétences visées :

Savoir démonter une batterie 18650 pour expertise des constituants

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE3 : DE L'ELECTRODE AU MODULE

Ressource : Recyclage

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 12

Organisation :

CM	TD	TP
8	0	4

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Méthodes actuellement envisagées pour recycler métaux, sels métalliques et matériaux actifs à partir d'une batterie en fin de vie.

Compétences visées :

Sensibilisation aux problèmes actuels de recyclage des batteries M-ion.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE4 : SECURITE DES BATTERIES

Ressource : Risques et procédures de sécurité produit / Process

Année : L3

Nombre d'heures présentielle :10

Organisation :

CM	TD	TP
10	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Présentation des sécurités mises en place lors de la fabrication industrielle des batteries.

Compétences visées :

Connaitre les aspects sécuritaires dans les gigafactories

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UE4 : SECURITE DES BATTERIES

Ressource : Sécurité des batteries, tests abusifs.

Année : L3

Nombre d'heures présentiels :20

Organisation :

CM	TD	TP
20	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Présentation des différentes étapes lors d'un emballage thermique. Normes autour des batteries dans un véhicule électrique. Tests abusifs (clou, ...). Innovations technologiques pour faciliter l'extinction d'un feu de batterie sur véhicule....

Compétences visées :

Connaitre les différents tests abusifs pouvant être réalisés sur une batterie et les techniques d'analyse associées

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UET : COMMUNICATION ET CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

UET-1: ANGLAIS ET COMMUNICATION

Ressource : Anglais

Année : L3

Nombre d'heures présentielle : 20

Organisation :

CM	TD	TP
0	20	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Connaissance de l'anglais technique utilisé dans le monde des batteries. Application aux réunions de travail, aux présentations à la rédaction de rapport

Préparation au passage du TOIC .

Compétences visées :

Comprendre et se faire comprendre en Anglais dans le cadre d'une discussion au sein de l'entreprise.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UET : COMMUNICATION ET CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

UET-1: ANGLAIS ET COMMUNICATION

Ressource : Communication dans et hors de l'entreprise

Année : L3

Nombre d'heures présentielle :10

Organisation :

CM	TD	TP
10	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Notions de confidentialité. Que peut-on écrire ou pas dans un mail. Gestion des informations dans les réseaux sociaux...

Compétences visées :

Maitriser sa communication dans et hors de l'entreprise.

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UET : COMMUNICATION ET CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

UET-2: CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

Ressource : présentation de grandes entreprises du monde de la batterie

Année : L3

Nombre d'heures présentielle :10

Organisation :

CM	TD	TP
10	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Présentation des grandes entreprises dans le domaine des batteries : Gigafactories, clients et fournisseurs de ces gigafactories, start-up, etc.....

Compétences visées :

Présentation des entreprises partenaires de la Licence Pro

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UET : COMMUNICATION ET CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

UET-2: CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

Ressource : Visite de sites

Année : L3

Nombre d'heures présentiels :18

Organisation :

CM	TD	TP
0	18	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Visite de gigafactories en Hauts de France et de fournisseurs ou de clients de gigafactories.

Compétences visées :

Visite d'entreprises partenaires de la Licence Pro

Licence Professionnelle – 3^{ème} année

UET : COMMUNICATION ET CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

UET-2: CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE

Ressource : Notions de Propriété Intellectuelle

Année : L3

Nombre d'heures présentiellees :6

Organisation :

CM	TD	TP
6	0	0

Pré-requis :

Bac+2

Résumé succinct du contenu (Plan) :

Notion de Propriété Intellectuelle, INPI, Brevets, enveloppe soleau....

Compétences visées :

Avoir des notions de PI