

Compétences et capacités

Dans ce document figure l'ensemble des 7 compétences du référentiel de certification déclinées en savoir-faire et attitudes, ainsi que l'ensemble des capacités exigibles des modules pris en charge par les enseignants de physique-chimie : QHSSE, Analyse, Synthèse, Formulation, Communication scientifique.

Ce document peut être un outil pour que l'équipe enseignante établisse une répartition annuelle des compétences et capacités à faire acquérir aux étudiants. Il peut être utile pour élaborer des évaluations (CCF, épreuves écrites) adossées au référentiel du BTS.

Sommaire

Référentiel de certification	1
Capacités extraites du référentiel	9

Référentiel de certification

C1 - Rechercher et analyser

- C.1.1. S'approprier un cahier des charges, un mode opératoire
- C.1.2. Rechercher et s'approprier l'ensemble des informations liées à la demande, les données relatives à la sécurité
- C.1.3. Identifier les caractéristiques et la qualité des produits à utiliser
- C.1.4. Sélectionner les méthodes, techniques et matériels en fonction de l'expérience à réaliser
- C.1.5. Rédiger un protocole expérimental
- C.1.6. Estimer le coût d'une fabrication, d'une synthèse, d'une analyse

C2 - Réaliser

- C.2.1. Préparer les produits, le matériel et les accessoires sur les équipements de laboratoire les plus courants
- C.2.2. Réaliser une maintenance de premier niveau sur les appareils, à partir d'une notice technique
- C.2.3. Mettre en œuvre le protocole expérimental
- C.2.4. Appliquer des procédures
- C.2.5. Calculer et exprimer un résultat

C3 - Interpréter et valider

- C.3.1. Analyser un résultat et le confronter aux spécificités attendues
- C.3.2. Détecter les non-conformités dans les activités de contrôle qualité et de R&D au regard des exigences de la sécurité, de la protection de l'environnement et de la qualité et alerter

C4 – Optimiser et adapter

- C.4.1. Modifier, améliorer ou transférer le protocole
- C.4.2. Rechercher les informations sur les évolutions réglementaires et technologiques
- C.4.3. Analyser les causes d'un dysfonctionnement dans l'utilisation du produit chez le client

C5 - Communiquer

- C.5.1. S'exprimer, rédiger et échanger en utilisant différents modes de communication
- C.5.2. Utiliser des notions d'anglais technique à l'écrit et à l'oral
- C.5.3. Utiliser différents outils de bureautique
- C.5.4. Adapter sa communication à différents interlocuteurs

C6 – Organiser

- C.6.1. Organiser le travail et planifier les expériences dans le respect des délais
- C.6.2. Prendre en compte les différents aspects de la réglementation et de la politique QHSSE de l'entreprise
- C.6.3. Gérer le stock des produits en appliquant la réglementation
- C.6.4. Assurer la traçabilité des activités

C7 - Adopter des comportements professionnels

- C.7.1. Etre autonome et faire preuve d'initiative, d'esprit critique et de curiosité
- C.7.2. Prendre en compte de façon permanente les besoins des clients
- C.7.3. Travailler en équipe dans un groupe multiculturel et/ou pluridisciplinaire
- C.7.4. Adapter ses méthodes de travail et son comportement aux différentes situations professionnelles et aux évolutions
- C.7.5. Respecter l'image, les valeurs et les règles de l'entreprise

C1 : Rechercher et Analyser

C1.1 : S'approprier un cahier des charges ou un mode opératoire			
Données ou ressources	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges - Mode opératoire - Normes et réglementations 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser les besoins et les contraintes issus d'un cahier des charges ou d'un mode opératoire - Prendre en compte des protocoles de normes et des réglementations - Proposer des tests adaptés 	<ul style="list-style-type: none"> - Le protocole proposé répond au cahier des charges - Les tests proposés sont significatifs des performances demandées, la quantification des résultats est cohérente - Les choix effectués (matériel, équipement,) et les prévisions sont en adéquation avec le mode opératoire fourni 	<ul style="list-style-type: none"> S4 S5 S6 S7 S8 S9

C1.2 : Rechercher et s'approprier l'ensemble des informations liées à la demande, les données relatives à la sécurité			
Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Demande du client - Réglementation HSE - Documentation scientifique et technologique - Dossier de fabrication de produits similaires 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser les informations liées à la demande - Rechercher et extraire les données relatives à la sécurité - Identifier les sources d'information pertinentes - Réaliser et utiliser une veille documentaire, externe ou interne 	<ul style="list-style-type: none"> - Les informations sélectionnées permettent de répondre à la demande et aux exigences de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> S2 S4 S5 S6 S7 S8 S9

C1.3 : Identifier les caractéristiques et la qualité des produits à utiliser			
Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges - Matières premières (stock, fournisseurs) - Fiches techniques des produits chimiques - Fiches de données de sécurité des produits chimiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Sélectionner les produits à utiliser, en tenant compte des données physico-chimiques, économiques, environnementales et de disponibilités - Lire et interpréter une FDS - Réaliser une substitution de produit (changement de fournisseur, nouvelle réglementation ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Les produits sélectionnés sont adaptés à la demande et aux contraintes - Les interactions entre produits sont prises en compte - Les mesures de sécurité lors des manipulations sont identifiées 	<ul style="list-style-type: none"> S2 S4 S5 S6 S7 S8

C1.4 : Sélectionner les méthodes, techniques et matériels en fonction de l'expérience à réaliser			
Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Protocole des expériences - Notices des matériels 	<ul style="list-style-type: none"> - Choisir les méthodes les plus pertinentes en fonction du résultat souhaité - Identifier le matériel nécessaire - S'adapter aux conditions de mise en œuvre locales 	<ul style="list-style-type: none"> - Les méthodes sont cohérentes avec le protocole et les contraintes du client - Les matériels sont adaptés aux résultats attendus - Les conditions de mise en œuvre des matériels sont prises en compte 	<ul style="list-style-type: none"> S2 S5 S6 S7 S8 S10

C1.5 : Rédiger un protocole expérimental			
Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges - Liste des produits à utiliser - Fiches techniques des produits à utiliser - Fiches de données et de sécurité des produits à utiliser 	<ul style="list-style-type: none"> - Calculer des quantités de produits - Prendre en compte toutes les informations recueillies pour élaborer le protocole 	<ul style="list-style-type: none"> - Les quantités de produits sont calculées correctement - Le protocole permet d'obtenir un produit conforme aux exigences du cahier des charges - Le protocole comporte les informations nécessaires pour être correctement réalisé par un opérateur - Les matières premières sont utilisées de façon cohérente avec les matériels 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S2 S4 S5 S6 S7 S8

C1.6 : Estimer le coût d'une fabrication, d'une synthèse, d'une analyse			
Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Coûts des matières premières - Coûts des procédés de mise en œuvre - Coûts des matériels de production et de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Calculer un coût en prenant en compte l'ensemble des informations 	<ul style="list-style-type: none"> - L'ensemble des composantes d'un prix de revient est recensé - Le coût est correctement estimé 	<ul style="list-style-type: none"> S3 S8 S9

C2 : Réaliser

C2.1 : Préparer les produits, le matériel et les accessoires sur les équipements de laboratoire les plus courants

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Protocole expérimental - Spécifications du contrôle - Matériel et notices associés - Matières premières (stock) - Échantillons à contrôler - Fiches de données de sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Installer les matériels nécessaires et prévoir les fluides associés - Vérifier et étalonner les appareils - Préparer les produits en vue d'une fabrication ou d'une analyse - Préparer les échantillons sous une forme adaptée 	<ul style="list-style-type: none"> - Les produits et les équipements sont prêts à être utilisés - La disponibilité et la qualité des produits sont vérifiées - Les échantillons sont conformes à la procédure de contrôle - Les stocks sont réapprovisionnés si nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> S4 S5 S6 S7 S8

C2.2 : Réaliser une maintenance de premier niveau sur les appareils, à partir d'une notice

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Matériel et notices associées 	<ul style="list-style-type: none"> - Détecter une défaillance et estimer son niveau de gravité - Diagnostiquer des défaillances mineures - Signaler ou traiter les défaillances - Réaliser un contrôle périodique des équipements 	<ul style="list-style-type: none"> - Les défaillances sont détectées et diagnostiquées - Les procédures adaptées sont déclenchées - Un suivi régulier des équipements est assuré 	<ul style="list-style-type: none"> S2 S5 S4

C.2.3 : Mettre en œuvre le protocole expérimental

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Protocole expérimental - Spécifications du contrôle - Matériel et notices associées - Fiches techniques des produits chimiques - Fiches de données de sécurité des produits chimiques - Cahier de laboratoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser les expériences selon le protocole établi - Adapter le protocole aux difficultés rencontrées - Mettre en œuvre les procédures de contrôle - Consigner les observations dans le cahier de laboratoire - Identifier les points critiques pour le passage à l'échelle du pilote 	<ul style="list-style-type: none"> - La réalisation du produit est menée à bien - Le produit répond au cahier des charges - Les procédures de contrôle sont réalisées conformément à la normalisation - Une retranscription des observations est réalisée 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S2 S4 S5 S6 S7 S8

C.2.4 : Appliquer les procédures (fiche de données sécurité, EPI)

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Équipements de protection collectifs et individuels - Fiches de données de sécurité des produits chimiques - Normes QHSSE 	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter les normes QHSSE de l'entreprise - Prendre en compte les informations des fiches de données de sécurité lors de la manipulation des produits - Utiliser à bon escient les équipements de protection collectifs et individuels - Nettoyer et ranger le poste de travail - Faire preuve de constance dans le respect des procédures 	<ul style="list-style-type: none"> - Les manipulations sont réalisées dans le respect des normes QHSSE et des fiches de données de sécurité - Le poste de travail est rangé et propre - Les procédures sont appliquées avec rigueur dans la durée 	<ul style="list-style-type: none"> S4

C.2.5 : Calculer et exprimer un résultat

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier de laboratoire - Ordinateur, logiciels de traitement de données et outils de bureautique - Bases de données - QHSSE (recueils des procédures, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Calculer un résultat - Exprimer un résultat en prenant en compte les éléments statistiques et les sources d'erreur - Enregistrer et archiver un résultat selon une procédure donnée 	<ul style="list-style-type: none"> - Les résultats sont correctement calculés et conformes aux ordres de grandeur attendus - Les résultats sont correctement exprimés et leur validité est appréciée - La traçabilité est assurée 	<ul style="list-style-type: none"> S3 S4 S5 S8 S10

C3 : Interpréter et valider

C.3.1. Analyser un résultat et le confronter aux spécifications attendues

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Logiciels de traitement de données - Cahier des charges - Cahier de laboratoire - Bases de données - Supérieur hiérarchique et membres de l'équipe projet 	<ul style="list-style-type: none"> - Apprécier la validité d'un résultat - Identifier les résultats non conformes aux spécifications attendues - Repérer les sources d'erreur - Rechercher les causes de non-conformité aux spécifications 	<ul style="list-style-type: none"> - Les résultats sont validés selon les procédures prévues - Les résultats sont confrontés aux spécifications attendues - Les sources d'erreur sont repérées et hiérarchisées - La démarche d'analyse des causes est pertinente - La traçabilité est assurée - La communication est adaptée et les supports sont clairs 	<ul style="list-style-type: none"> S3 S4 S5 S8 S10

C.3.2. Détecter les non-conformités dans les activités de contrôle qualité et de R&D au regard des exigences de la sécurité, de la protection de l'environnement et de la qualité et alerter

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Logiciels de traitement de données - QHSSE (recueil des procédures...) - Bases de données - Supérieur hiérarchique et membres de l'équipe en charge du projet 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser la conformité des activités, des locaux et des équipements - Rechercher les causes de non-conformité - Prendre les mesures adaptées 	<ul style="list-style-type: none"> - Les non-conformités sont identifiées - La démarche d'analyse des causes est pertinente - Un diagnostic est établi - Les mesures prises sont pertinentes 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S4 S5 S8 S9

C4 : Optimiser et adapter

C.4.1. Modifier, améliorer ou transférer le protocole

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges - Demande du client - QHSSE (recueil des procédures...) - Données relatives à l'usage du produit par le client - Bons de commande interne ou externe - Supérieur hiérarchique et membres de l'équipe en charge du projet 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les améliorations du protocole en fonction de l'analyse des résultats - Proposer des modifications - Identifier les exigences liées au changement d'échelle et à l'industrialisation - Rédiger un mode opératoire ou une fiche technique permettant la mise en œuvre des étapes suivantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Un diagnostic est établi dans une perspective d'amélioration continue - Une réponse pertinente est apportée aux éventuels écarts - Des améliorations pertinentes sont proposées - Le mode opératoire ou la fiche technique sont opérationnels 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S4 S6 S7 S8 S9 S10

C.4.2. Rechercher les informations sur les évolutions réglementaires et technologiques

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Publications scientifiques et revues spécialisées - Notices techniques - Supports techniques - Bases de données - Recueils de normes - Colloques et salons - Banque de données 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les sources d'information pertinentes - Réaliser un « état de l'art » sur une thématique professionnelle - Sélectionner les informations pertinentes - Faire preuve de curiosité 	<ul style="list-style-type: none"> - Les documents sont classés et les sources citées - Une bibliographie ordonnée est réalisée - Les informations pertinentes sont identifiées - Les évolutions réglementaires et technologiques sont suivies 	<ul style="list-style-type: none"> S8 S9 S10

C.4.3. Analyser les causes d'un dysfonctionnement dans l'utilisation du produit chez le client

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Demande du client. - Retour du client - Niveau de satisfaction client - Plans d'échantillonnage 	<ul style="list-style-type: none"> - Observer et caractériser les défauts - Questionner de façon adaptée le client - Mettre en œuvre une démarche d'analyse des causes - Proposer des actions correctives 	<ul style="list-style-type: none"> - Le retour du client est clairement formulé - Les informations venant du client sont synthétisées - La méthode d'analyse des causes est pertinente - Des actions correctives adaptées sont proposées 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S5 S6 S7 S9

C5 : Communiquer

C.5.1. S'exprimer, rédiger et échanger en utilisant différents modes de communication

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation scientifique et technologique - Réglementation QHSSE - Résultats d'expériences 	<ul style="list-style-type: none"> - Rédiger et présenter des rapports, bilans, notes de synthèse - Élaborer un support de formation pour la mise en place d'un produit chez un client - Partager des informations en lien avec son activité professionnelle - Exploiter des ressources en vue d'une communication professionnelle 	<ul style="list-style-type: none"> - Les éléments rédigés sont clairs et compréhensibles - L'expression orale est claire et compréhensible - L'ensemble des ressources nécessaires est correctement exploitée 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S8 S9

C.5.2. Utiliser des notions d'anglais technique à l'écrit et à l'oral

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation scientifique et technologique - Ressources en lien avec l'activité professionnelle : résultats d'expériences, procédures 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter une documentation scientifique et technologique en anglais en lien avec son activité professionnelle - Rédiger et présenter des rapports, bilans, notes de synthèse en anglais - Échanger avec des interlocuteurs professionnels en anglais 	<ul style="list-style-type: none"> - Les principaux éléments de la documentation en anglais sont identifiés et expliqués - Les éléments rédigés en anglais sont clairs et compréhensibles - L'expression orale en anglais est claire et compréhensible 	<ul style="list-style-type: none"> S2 S8

C.5.3. Utiliser différents outils de bureautique

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Différents types de données en lien avec l'activité professionnelle : résultats d'expériences, données QHSSE, ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Enregistrer des données dans un système informatique - Rechercher des données dans un système informatique - Utiliser un tableur, un traitement de texte, un outil de présentation 	<ul style="list-style-type: none"> - Les principales fonctionnalités des outils numériques sont utilisées - Les productions sont conformes aux objectifs 	<ul style="list-style-type: none"> S8

C.5.4. Adapter sa communication à différents interlocuteurs

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Demandes d'information liées à l'activité professionnelle - Supports de formation sur la mise en place d'un produit chez un client 	<ul style="list-style-type: none"> - Échanger avec un client, un fournisseur, un service de l'entreprise en utilisant un langage adapté - Faire appliquer les règles QHSSE - Communiquer au sein d'une équipe multiculturelle et/ou pluridisciplinaire - Évaluer l'efficacité d'une communication 	<ul style="list-style-type: none"> - Les informations transmises et les réponses apportées sont claires et compréhensibles - Les explications apportées permettent de répondre aux questions de l'interlocuteur - L'appropriation des informations par l'interlocuteur est vérifiée 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S4 S9 S10

C6 : Organiser

C.6.1. Organiser le travail et planifier les expériences dans le respect des délais

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges - Descriptif et plan du site - Protocole - Organigramme fonctionnel de l'entreprise - Contraintes techniques et contraintes d'exploitation - Matériels et produits nécessaires aux activités 	<ul style="list-style-type: none"> - Organiser le travail au sein d'une équipe - Organiser le travail sur le poste individuel 	<ul style="list-style-type: none"> - Les tâches sont judicieusement réparties - Les délais et les contraintes sont respectés - Un planning journalier des travaux est réalisé - Le poste de travail est agencé de façon rationnelle - L'organisation est conforme aux exigences QHSSE - Les délais et les contraintes sont respectés 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S4 S9 S10

C.6.2. Prendre en compte les différents aspects de la réglementation et de la politique QHSSE de l'entreprise

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Réglementation santé, sécurité, environnement au niveau français et européen - Normes et référentiels de certification, de qualification (AFNOR, ISO...) - Document unique d'évaluation des risques - Politique RSE de l'organisation - Équipements de protection individuelle et collective - Fiches de données de sécurité et modes opératoires - Fiches signalétiques des produits et réactifs - Consignes d'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> - Repérer les exigences réglementaires et normatives applicables à l'organisation - Analyser les risques et prévoir les moyens de prévention 	<ul style="list-style-type: none"> - Un lien est établi entre l'activité professionnelle et les textes réglementaires et normatifs - Les risques et les facteurs potentiels d'accidents sont identifiés et hiérarchisés - Les moyens de prévention proposés sont pertinents - La réglementation et les consignes sont respectées 	<ul style="list-style-type: none"> S4 S10

C.6.3. Gérer le stock des produits en appliquant la réglementation

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Logiciel adapté à la gestion de stocks - Inventaire des stocks - Suivi des consommations - Liste des produits et consommables - Liste des fournisseurs et données techniques des produits - Engagement « développement durable et environnement » de l'entreprise - Référentiels et labels en vigueur 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les produits et consommables adaptés à la politique environnementale de l'entreprise - Utiliser les règles et procédures de gestion de stocks - Mettre en œuvre les règles de stockage 	<ul style="list-style-type: none"> - Les écarts entre stock et consommation sont évalués - Les procédures de gestion des stocks sont appliquées - Les règles de gestion des déchets sont mises en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> S5 S10

C.6.4. Assurer la traçabilité des activités

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Nature des opérations effectuées - Résultats obtenus - Dysfonctionnements ou anomalies constatés - Supports d'enregistrement et/ou de maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> - Archiver les documents liés à l'activité professionnelle - Enregistrer les données relatives aux activités 	<ul style="list-style-type: none"> - La procédure d'archivage est respectée - Les informations enregistrées sont pertinentes et exactes 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S9 S10

C7 : Adopter des comportements professionnels

C.7.1. Etre autonome et faire preuve d'initiative, d'esprit critique et de curiosité

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges - Mise en situation professionnelle - Règles de fonctionnement de l'entreprise - QHSSE 	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre des décisions en appliquant les règles et en intégrant les exigences liées à la sécurité et au développement durable - Rechercher, analyser et synthétiser des informations en autonomie pour proposer des améliorations - Demander des conseils en fonction de la situation 	<ul style="list-style-type: none"> - Les décisions prises sont pertinentes - Les risques et les conséquences des décisions sont évalués - Des personnes compétentes sont sollicitées - Des améliorations sont proposées 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S4 S9 S10

C.7.2. Prendre en compte de façon permanente les besoins des clients

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges - Caractéristiques des Produits - Dossiers techniques et d'installation - Manuels et matériel de mise en œuvre - QHSSE - Outils de gestion interne pour assurer la traçabilité des interventions - Supérieur hiérarchique et service support - Client 	<ul style="list-style-type: none"> - Répondre aux demandes des clients - Établir des relations constructives avec les clients - Veiller à la satisfaction des besoins du client 	<ul style="list-style-type: none"> - Les réponses aux demandes sont efficaces et professionnelles, - Des conseils pertinents sont donnés au client 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S4 S9 S10

C.7.3. Travailler en équipe dans un groupe multiculturel et/ou pluridisciplinaire

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes d'information et d'échanges d'information - Rapports techniques - Documents de formation - Projet - Organisation structurelle et ressources humaines 	<ul style="list-style-type: none"> - Participer activement au fonctionnement de l'équipe - Favoriser le travail en équipe en étant ouvert d'esprit, disponible, respectueux d'autrui et solidaire 	<ul style="list-style-type: none"> - L'intégration à l'équipe et l'adhésion aux objectifs communs est bonne - Un soutien aux collègues est offert et le travail est effectué en collaboration - La participation à l'atteinte des objectifs collectifs est satisfaisante - L'information est mise à disposition de l'équipe et l'écoute de l'avis de tous est effective - L'exemple est donné aux membres de l'équipe et les travaux des autres sont reconnus 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S9 S10

C.7.4. Adapter ses méthodes de travail et son comportement aux différentes situations professionnelles et aux évolutions

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Données techniques - Règles de sécurité - QHSSE - Bases de données techniques 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser la situation pour adapter sa méthode de travail et son comportement - S'adapter au changement et développer de nouvelles compétences 	<ul style="list-style-type: none"> - La méthode de travail adoptée et le comportement sont en adéquation avec les objectifs à atteindre et les règles à respecter - L'ouverture aux évolutions et l'adaptation au changement sont effectives 	<ul style="list-style-type: none"> S1 S4 S9 S10

C.7.5. Respecter l'image, les valeurs et les règles de l'entreprise

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> - Organisation structurelle de l'entreprise et ressources humaines - Règles de l'entreprise - Charte éthique, charte numérique - QHSSE 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier l'organisation de l'entreprise et de ses différents services - S'approprier et respecter la culture de l'entreprise - Adopter des comportements conformes à l'image, aux valeurs et à l'éthique de l'entreprise - Veiller, à son niveau, au respect des valeurs et de l'éthique de l'entreprise 	<ul style="list-style-type: none"> - L'organisation de l'entreprise est correctement expliquée - Les comportements sont adaptés à l'image, à l'éthique et aux règles de l'entreprise 	<ul style="list-style-type: none"> S10

Capacités extraites du référentiel

Qualité hygiène sécurité sureté environnement (QHSSE)

Q.1. Comment adopter une attitude responsable afin de travailler en sécurité ?

1. Adopter une attitude responsable et adaptée au travail en laboratoire, individuel ou en équipe, en lien avec les diverses réglementations et normes.
2. Reconnaître les pictogrammes, les classes de danger et appliquer les conseils de prudence et de prévention.
3. Appliquer les règles de sécurité et respecter les conseils de prudence et de prévention liés aux espèces chimiques et à leurs mélanges.
4. Développer une autonomie dans la prévention des risques au laboratoire pour identifier des anomalies ou des situations à risques et prendre les mesures adaptées.
5. Exploiter une fiche de sécurité afin de tenir compte des indications sur le risque associé à l'utilisation, au prélèvement, mélange, et stockage des produits chimiques.
6. Relever les informations relatives à la toxicité d'espèces chimiques et respecter les conseils de prudence et de prévention associés.
7. Identifier les consignes de sécurité proposées dans un protocole.
8. Relever dans les recueils de données les informations utiles pour organiser le stockage d'espèces chimiques.

Q.2. Comment tenir compte des enjeux d'une chimie respectueuse de l'environnement ?

1. Relever, dans des recueils de données, les informations utiles pour adapter le mode d'élimination d'une espèce chimique ou d'un mélange en fonction de sa toxicité et des risques associés.
2. Extraire et exploiter des informations relatives à la surexploitation des ressources, à l'impact environnemental d'une culture, à la valorisation et au traitement des déchets et des eaux usées.
3. Sélectionner, parmi plusieurs procédés ou protocoles opératoires, celui qui minimise les impacts environnementaux.
4. Argumenter le choix d'un produit de substitution à partir de caractéristiques sur sa structure, ses propriétés, sa toxicité et de l'analyse de son cycle de vie.

Q.3. Comment prendre part à une démarche d'amélioration continue ?

1. Identifier et appliquer les règles permettant de garantir la qualité des analyses.
2. Respecter les règles de traçabilité.
3. Associer échantillonnage et représentativité du lot analysé.
4. Identifier les non conformités, leur degré de gravité et leurs conséquences. Proposer des actions correctives.
5. Tenir un cahier de laboratoire en respectant les règles associées et l'utiliser pour effectuer un compte-rendu, une synthèse, un dossier de projet technologique ou une nouvelle étude technique.

Analyse chimique

MESURES ET CONTRÔLES

A.1. Comment choisir et mettre en œuvre une chaîne de mesure ?

1. Déterminer la grandeur d'entrée d'une chaîne de mesure.
2. À partir d'une documentation, choisir une chaîne de mesure adaptée au cahier des charges.
3. Adapter les conditions de l'expérience à une chaîne de mesure fournie.
4. Valider à l'aide des résultats expérimentaux le choix de la chaîne de mesure et des conditions de l'expérience.
5. Détecter une éventuelle défaillance d'une chaîne de mesure.
6. Identifier le capteur ou le détecteur sur une chaîne de mesure numérique.
7. Étalonner une chaîne de mesure à partir d'une procédure donnée.

A.2. Comment garantir un processus d'analyse ?

1. Mettre en œuvre la procédure expérimentale de qualification d'un appareillage à l'aide d'une documentation.
2. Utiliser un matériau de référence (interne ou certifié) et prendre en compte ses caractéristiques métrologiques pour réaliser un contrôle ou pour qualifier un appareillage.
3. Utiliser une carte de contrôle pour réaliser le suivi périodique d'un appareillage ou d'une méthode d'analyse.
4. Identifier les non conformités lors du contrôle et procéder aux corrections nécessaires.
5. Réaliser un essai d'aptitude et en exploiter les résultats pour évaluer le Z-score à l'aide d'une méthode fournie.

A.3. Comment valider une méthode d'analyse pour répondre aux besoins du client ?

1. Estimer visuellement ou par un test donné, le domaine de linéarité d'une méthode.
2. Réaliser des essais afin d'effectuer des calculs de sensibilité, des limites de détection et de quantification.
3. Réaliser des essais dans des conditions de répétabilité et de reproductibilité intra-laboratoire.
4. Valider la justesse d'une méthode selon un critère fourni.
5. Valider la spécificité d'une analyse, en mettant en place éventuellement une procédure expérimentale de vérification.

A.4. Comment optimiser le travail expérimental à l'aide de plans d'expériences ?

1. Estimer la robustesse de la méthode.
2. Identifier les facteurs d'influence d'une méthode d'analyse
3. Déterminer les facteurs d'influence à l'aide d'un plan d'expériences[®].

A.5. Comment décider de l'acceptabilité d'un résultat à l'aide de l'incertitude de mesure ?

1. Associer la tolérance à la variabilité des caractéristiques d'un produit.
2. Distinguer la variabilité du processus de fabrication de la variabilité du processus de mesure.
3. Identifier le besoin de mesure à partir d'un cahier des charges ou une demande client (tolérance, capabilité...).
4. Relier la capabilité d'une méthode ou d'un moyen de mesure à la tolérance et à l'incertitude cible du processus de mesure.
5. Utiliser le vocabulaire de la métrologie.
6. Distinguer erreur systématique et erreur aléatoire.
7. Associer l'erreur systématique à la justesse d'une mesure.
8. Associer l'erreur aléatoire à la fidélité d'une mesure.
9. Associer l'incertitude de répétabilité à la variabilité du processus de mesure.
10. Identifier les sources d'erreurs lors d'une mesure.
11. Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreurs à l'aide de documentation technique (certificat d'étalonnage...).
12. Associer l'incertitude élargie à un intervalle de confiance associé à un niveau de confiance.
13. Relier l'incertitude-type à l'incertitude élargie.
14. Évaluer une incertitude-type composée ou une incertitude élargie composée à l'aide d'une formule d'évaluation fournie ou d'un logiciel dédié.
15. Réaliser des essais dans le cadre d'une procédure d'essais inter laboratoires.
16. Exploiter les résultats d'essais inter laboratoires (ou intra laboratoires) pour déterminer les écarts-types de répétabilité et de reproductibilité.
17. Écrire l'incertitude élargie de la grandeur mesurée avec deux chiffres significatifs.
18. Exprimer le résultat d'une mesure par une valeur et une incertitude associée à un niveau de confiance.
19. Comparer le résultat du mesurage à une spécification afin de prendre une décision.
20. Comparer, à l'aide d'une relation fournie, le poids relatif des différentes sources d'erreurs afin d'optimiser le processus de mesure ou d'identifier les causes de non-conformité.

CARACTÉRISATION D'UNE ESPÈCE ET CONTRÔLE DE SA PURETÉ

A.6. Comment reconnaître la présence d'une espèce chimique ?

1. Proposer et mettre en œuvre, à partir d'une banque de données, un test de reconnaissance pour identifier une espèce chimique présente (ou susceptible de l'être) dans un système.
2. Justifier l'utilisation d'un témoin et sa composition.

A.7. Quelles grandeurs physiques caractéristiques d'une espèce chimique peut-on mesurer ?

1. Extraire d'une banque de données des informations sur les propriétés physiques des espèces chimiques.
2. Comparer les données tabulées aux valeurs mesurées et interpréter d'éventuels écarts.
3. Mesurer une température de fusion.
4. Relever la température d'un palier de distillation.
5. Mesurer un indice de réfraction à une température donnée.
6. Mesurer et exploiter des valeurs de densité.
7. Mesurer un pouvoir rotatoire afin de déterminer une concentration, d'identifier une espèce chimique, d'effectuer le suivi temporel d'une transformation chimique.
8. Associer l'activité optique d'une espèce chimique avec la rotation du plan de polarisation d'une onde électromagnétique monochromatique polarisée rectilignement.
9. Citer et exploiter la loi de Biot.

A.8. Comment décrire, mettre en œuvre et utiliser les principales techniques de séparation chromatographiques ?

1. Effectuer une recherche bibliographique sur les différentes techniques de chromatographie.
2. Identifier une phase stationnaire, une phase mobile.
3. Interpréter l'ordre de sortie des différentes espèces.
4. Proposer un protocole d'identification par chromatographie d'une espèce chimique à partir d'une documentation.
5. Mettre en œuvre une analyse qualitative en chromatographie.
6. Mettre en œuvre, en autonomie, une chromatographie sur couche mince.
7. Choisir une phase stationnaire, un éluant, une méthode de révélation adaptée aux espèces à séparer.
8. Mettre en œuvre une chromatographie par CPG en suivant une procédure.
9. Identifier injecteur, four, détecteur et colonne dans une CPG.
10. Connaître la procédure de changement d'une colonne CPG.
11. Changer un septum.
12. Optimiser une séparation, en agissant notamment sur le profil de température du four ou sur le débit du gaz vecteur.
13. Sélectionner un type de colonne (polaire, apolaire).
14. Mettre en œuvre une chromatographie par CLHP en suivant une procédure.
15. Identifier détecteur, colonne et pompe d'un appareil de CLHP.
16. Sélectionner un type de colonne (polaire, apolaire) et un éluant.
17. Extraire et exploiter des informations afin d'assurer la maintenance d'une colonne de CLHP.
18. Identifier les points critiques et les principales pannes en CPG et en CLHP.

A.9. Comment identifier une espèce chimique et déterminer sa quantité par une chromatographie ?

1. Choisir et mettre en œuvre une technique chromatographique adaptée au contexte expérimental.
2. Comparer les caractéristiques d'un produit avec celles d'une espèce de référence.
3. Choisir et mettre en œuvre une méthode quantitative en CLHP et CPG.
4. Exploiter de manière quantitative un chromatogramme issu d'une CLHP à l'aide d'une procédure donnée.
5. Identifier les intérêts et les contraintes des différentes méthodes d'étalonnage.

A.10. Comment exploiter les informations obtenues par la spectrométrie de masse ?

1. Identifier sur une documentation les principaux éléments d'un spectromètre de masse.
2. Utiliser des spectres de masse afin de : déterminer la masse molaire d'une espèce chimique, recueillir des informations sur des motifs structuraux de l'espèce analysée, identifier la présence d'isotopes.
3. Exploiter de manière qualitative la réponse issue d'une chaîne d'analyse utilisant un spectromètre de masse et un dispositif de chromatographie.

A.11. Comment modéliser l'interaction de la lumière avec la matière ?

1. Associer l'émission, l'absorption ou la diffusion d'une onde électromagnétique monochromatique à un flux de photons émis, absorbé ou diffusé.
2. Distinguer absorption et extinction.
3. Reconnaître et différencier un spectre d'absorbance d'un spectre de transmittance.
4. Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu dans l'espèce analysée.
5. Établir un schéma illustrant les phénomènes d'absorption et d'émission par des transitions entre niveaux d'énergie électroniques, vibrationnels, rotationnels.
6. Associer à chaque technique de spectroscopie les informations que l'on peut recueillir sur la structure de la molécule et l'ordre de grandeur de l'énergie échangée entre le rayonnement et la matière.
7. Différencier fluorescence et phosphorescence.
8. Décrire les phénomènes de fluorescence et phosphorescence à l'aide d'un diagramme de Perrin-Jablonski[®].
9. Citer le phénomène de diffraction et les conditions pour qu'il soit observé.
10. Associer le principe de la granulométrie laser au phénomène de diffraction des ondes lumineuses. Exploiter un graphe de distribution volumique de particules (pourcentage en volume en fonction du diamètre).

A.12. Comment mettre en œuvre et exploiter la spectroscopie Infra-Rouge ?

1. Identifier, sur une documentation, les principaux éléments d'un spectrophotomètre IR.
2. Expliquer, de manière succincte, le fonctionnement d'un spectrophotomètre IR.
3. Réaliser un spectre IR en autonomie ou en suivant une procédure.
4. Comparer les caractéristiques d'une espèce synthétisée avec celles d'une espèce commerciale en interprétant des spectres IR pour : confirmer qu'une transformation chimique a bien eu lieu, trouver que l'espèce chimique analysée est celle attendue, repérer et identifier d'éventuelles impuretés.
5. Interpréter l'influence de la présence de liaisons hydrogène sur les signaux en spectroscopie infra-rouge.

A.13. Comment mettre en œuvre et exploiter la spectroscopie UV-visible ?

1. Identifier, sur une documentation, les principaux éléments d'un appareil de spectrophotométrie UV-Visible : source lumineuse, monochromateur, cuve, détecteur, photomultiplicateur.
2. Expliquer, de manière succincte, le fonctionnement d'un spectrophotomètre UV-Visible à partir d'une documentation ou d'un schéma.
3. Réaliser un spectre UV-Visible, en autonomie ou en suivant une procédure.
4. Choisir ou analyser la composition d'un blanc.
5. Établir un lien entre la couleur perçue et la valeur de la longueur d'onde au maximum d'absorption pour des substances organiques ou inorganiques, pures ou en solution.
6. Prévoir l'influence de la conjugaison électronique et de groupements structuraux sur l'absorption en UV-Visible : étude de cas simples.
7. Proposer ou suivre un protocole pour réaliser et exploiter un ensemble de spectres UV-Visible ou des mesures d'absorbance, utiliser la loi de Beer-Lambert, pour : identifier ou doser une espèce chimique, suivre l'évolution temporelle d'une transformation chimique.

A.14. Comment exploiter la spectroscopie de Résonance Magnétique Nucléaire ?

1. Adopter une attitude appropriée à proximité de champs magnétiques intenses.
2. Identifier une molécule organique à l'aide des différentes caractéristiques des signaux d'un spectre RMN : déplacement chimique, intégration, multiplicité : règle des (n+1)-uplets, constante de couplage.
3. Déterminer la structure d'une molécule organique à l'aide des spectroscopies RMN du proton et/ou du carbone 13 dans des cas simples.
4. Exploiter des documents relatifs à la RMN d'autres noyaux que ¹H et ¹³C en vue d'interpréter un spectre donné.
5. Exploiter des spectres de RMN 2D.

A.15. Comment mettre en œuvre et exploiter une spectrométrie d'absorption ou d'émission ?

1. Choisir le type de spectrométrie adaptée à une analyse donnée.
2. Décrire succinctement le principe d'un spectrophotomètre d'absorption ou d'émission à partir d'un schéma ou d'une documentation.
3. Mettre en œuvre une technique de spectrométrie d'absorption ou d'émission et/ou exploiter un spectre pour déterminer la concentration d'une espèce chimique dans un mélange.

A.16. Comment utiliser la spectrofluorimétrie pour détecter des traces de molécules fluorescentes ou pour analyser des espèces dans les milieux biologiques ?

1. Différencier spectre d'excitation de fluorescence et d'émission de fluorescence.
2. Réaliser et/ou exploiter des mesures en spectrofluorimétrie.

ANALYSE EN SOLUTION

A.17. Comment mettre en œuvre le matériel à l'aide de notices et de procédures ?

1. Utiliser un ou des appareils de mesure courants de laboratoire, munis ou non d'une interface d'acquisition, en s'appuyant sur une notice.
2. Concevoir ou suivre une procédure de mise en fonctionnement d'un appareil de mesure courant de laboratoire.
3. Procéder à des réparations de premier niveau.
4. Effectuer la programmation d'un titrateur (pH-métrie et potentiométrie).

A.18. Quelles précautions prendre lors de la préparation de solutions ?

1. Choisir les méthodes, le matériel et les produits adéquats pour préparer une solution de caractéristiques données (solution étalon, solution de concentration donnée respectant le cahier des charges).
2. Distinguer les instruments de verrerie In et Ex.
3. Préparer une solution de concentration donnée par dissolution ou dilution en consignant le protocole retenu dans un cahier de laboratoire.
4. Modifier un protocole opératoire comprenant une dissolution ou une dilution pour l'adapter à un cahier des charges.
5. Déterminer la valeur d'une concentration molaire ou massique, le pourcentage massique ou volumique d'une espèce chimique dissoute.
6. Associer un écart significatif entre concentration mesurée et concentration affichée à l'altération d'une solution ou du produit utilisé pour la préparer.
7. Citer des solutions courantes de conservation limitée dans le temps (soude, permanganate, eau de Javel, eau oxygénée...).

A.19. Quelles méthodes utiliser pour déterminer la valeur d'une concentration ?

1. Citer les principaux ions en solution et leur formule (HO^- , $\text{H}^+(\text{aq})$, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , HCO_3^- , halogénures, S^{2-} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , MnO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, Cr^{3+} , Pb^{2+} , Cu^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ ...).
2. Concevoir, réaliser et exploiter un dosage par étalonnage mettant en œuvre une mesure de conductance.
3. Concevoir, réaliser et exploiter un dosage par étalonnage mettant en œuvre une mesure d'absorbance.
4. Concevoir, et exploiter un dosage par étalonnage mettant en œuvre une électrode spécifique, à force ionique donnée.
5. Citer les principaux acides et bases et leur formule : acides chlorhydrique, sulfurique, nitrique, phosphorique et soude, potasse, ammoniac.
6. Exploiter des tables de données thermodynamiques afin de déterminer la nature d'une transformation chimique intervenant lors d'un mélange d'espèces, notamment lors de la mise en solution d'une espèce dans l'eau, la nature des espèces chimiques prédominantes pour un pH donné.
7. Écrire l'équation d'une réaction acido-basique et évaluer son caractère quantitatif.
8. Estimer la valeur du pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou faible ou de base forte ou faible et son évolution par dilution.
9. Tracer un diagramme de prédominance pour un couple acide-base donné.
10. Exploiter des diagrammes de prédominance et de répartition des espèces d'un couple acide-base.
11. Justifier l'utilisation d'un milieu tamponné dans un protocole expérimental.
12. Choisir et préparer une solution tampon pour une application donnée.
13. Proposer un protocole pour préparer une solution tampon.
14. Proposer et/ou mettre en œuvre et/ou exploiter un protocole de titrage pour doser une espèce.
15. Exploiter une courbe de titrage ou des valeurs de volumes versés aux équivalences pour déterminer le titre en espèce analysée.
16. Utiliser un logiciel de simulation pour déterminer des courbes de répartition ou de titrage, proposer ou adapter des protocoles, confronter la courbe simulée à la courbe expérimentale et exploiter les résultats.
17. Écrire l'équation de la réaction de dissolution d'une espèce chimique dans l'eau.

18. Exploiter des tables de données thermodynamiques afin de déterminer la solubilité d'une espèce chimique (solide, liquide ou gazeuse) ou de prévoir l'état de saturation ou de non saturation d'une solution.
19. Identifier les facteurs influençant la solubilité dans un solvant d'une espèce (température, pH).
20. Utiliser une courbe de solubilité en fonction de la température pour déterminer des conditions de cristallisation.
21. Déterminer la solubilité s d'une espèce chimique à l'aide d'un diagramme de type $\log s = f(\text{pH})$.
22. Proposer et/ou mettre en œuvre et/ou exploiter un protocole de titrage pour déterminer la quantité de matière d'une espèce, la concentration molaire, massique ou le titre d'une espèce en solution.
23. Exploiter une courbe de titrage ou des valeurs de volumes versés aux équivalences pour déterminer la quantité de matière d'une espèce, la concentration molaire, massique ou le titre d'une espèce en solution.
24. Interpréter qualitativement l'allure des courbes de titrage suivi par pH-métrie ou conductimétrie.
25. Utiliser un logiciel de simulation pour déterminer des courbes de répartitions ou de titrage, pour proposer ou pour adapter des protocoles pour confronter la courbe simulée à la courbe expérimentale et exploiter les résultats.
26. Relier le nom et la formule d'un complexe à partir d'un document sur les règles de nomenclature.
27. Exploiter une table de données thermodynamiques afin de déterminer la valeur de la constante d'une réaction de formation ou de dissociation d'un complexe.
28. Exploiter les diagrammes de prédominance pour des complexes successifs afin de déterminer le complexe majoritaire dans un milieu donné.
29. Utiliser un logiciel de simulation pour représenter les courbes de répartitions de différents complexes.
30. Identifier une ou des caractéristiques du milieu influençant la complexation.
31. Établir l'équation de la réaction support de titrage à partir d'un protocole expérimental ou de données tabulées.
32. Proposer et/ou mettre en œuvre et/ou exploiter un protocole de titrage par complexation pour déterminer la quantité de matière d'une espèce, la concentration molaire, massique ou le titre d'une espèce en solution.
33. Interpréter le repérage de l'équivalence effectué à l'aide d'un indicateur de fin de réaction.
34. Citer et donner la formule de quelques oxydants ou réducteurs usuels, gazeux (dihydrogène, dioxygène, dichlore) ou en solution aqueuse (eau de Javel, solution d'ions thiosulfate, eau oxygénée, ion dichromate, ion permanganate, ion fer(II), acide oxalique...).
35. Concevoir une pile et effectuer des mesures de tension à vide pour classer des couples oxydant/réducteur et déterminer des potentiels d'électrode.
36. Proposer et/ou mettre en œuvre et/ou exploiter un protocole de titrage pour déterminer la quantité de matière d'une espèce, la concentration molaire, massique ou le titre d'une espèce en solution, en exploitant une table de données thermodynamiques.
37. Interpréter qualitativement l'allure des courbes de titrage suivi par potentiométrie.
38. Utiliser les diagrammes de prédominance ou d'existence pour prévoir les espèces incompatibles ou la nature des espèces majoritaires (dismutation et rétrodismutation).
39. Exploiter des diagrammes potentiel-pH pour prévoir des réactions d'oxydo-réduction ou la stabilité d'espèces chimiques en solution.
40. Confronter les prévisions issues d'un diagramme potentiel-pH à des données expérimentales et interpréter d'éventuels écarts en termes de cinétique ou en invoquant l'inadéquation du modèle choisi (réactions parasites dues aux contre-ions, par exemple).
41. Mettre en œuvre une démarche expérimentale s'appuyant sur l'utilisation d'un diagramme potentiel-pH.
42. Exploiter les diagrammes potentiel-pH pour expliquer les phénomènes de corrosion, de passivation et d'immunité.
43. Proposer et/ou mettre en œuvre et/ou exploiter un protocole de titrage pour déterminer la concentration, la masse ou la quantité de matière d'une espèce en solution.
44. Exploiter une courbe de titrage ou des valeurs de volumes versés aux équivalences pour déterminer la quantité de matière d'une espèce, la concentration molaire, massique ou le titre d'une espèce en solution.
45. Justifier les choix de courant et/ou de tension dans un protocole expérimental en utilisant les courbes courant-potentiel.

ANALYSE CRISTALLOGRAPHIQUE

A.20. Notions et contenus Capacités exigibles

1. Distinguer état amorphe et état cristallin.
2. Définir les termes suivants et les reconnaître sur des schémas : réseau, nœuds, maille conventionnelle, motif.
3. Exploiter un diffractogramme pour identifier la structure microscopique cristallographique à l'aide de tables.
4. Extraire et exploiter des données pour identifier la nature d'un cristal.
5. Utiliser un logiciel ou des modèles cristallins pour visualiser des mailles et des sites interstitiels, pour déterminer des paramètres géométriques dans le cas d'édifices variés (métallique, ionique, covalent ou moléculaire).
6. Relier les structures cristallines à des propriétés mécaniques.
7. Exploiter des données pour comparer les propriétés physiques et chimiques d'un alliage et d'un métal pur.
8. Distinguer les alliages par substitution et les alliages par insertion.

Synthèse chimique

S.1. Comment analyser et mettre en œuvre un protocole de synthèse ?

1. Extraire les informations contenues dans un protocole expérimental rédigé en français ou en anglais.
2. Identifier ou adapter le matériel nécessaire à la transformation à réaliser.
3. Rechercher les consignes de sécurité et les données physicochimiques des différentes espèces chimiques mises en jeu.
4. Adapter un protocole expérimental pour minimiser les impacts environnementaux.
5. Réaliser un protocole au laboratoire en respectant les règles de sécurité.
6. Mettre en œuvre des méthodes permettant de suivre qualitativement ou quantitativement l'avancement d'une réaction au cours d'une transformation.
7. A l'aide de documents, proposer et/ou réaliser une adaptation d'un protocole expérimental de laboratoire à l'échelle industrielle.
8. Analyser les conditions de faisabilité d'un changement d'échelle pour un protocole de laboratoire donné.
9. Lire et exploiter un schéma de procédé pour : reconnaître, à l'aide d'une schémathèque, les différentes étapes du procédé ; identifier les points de prélèvement de matière et les communiquer avec la production ; effectuer des bilans de matière.
10. Déterminer l'énergie ou la puissance à fournir ou à éliminer pour maintenir un réacteur continu ou discontinu à température constante dans le cas d'une réaction pour laquelle l'enthalpie standard de réaction est fournie.
11. Evaluer les pertes thermiques d'un système à l'aide d'un bilan.
12. Exploiter des thermogrammes pour en déduire des températures et des enthalpies caractéristiques d'un processus.
13. Utiliser un dispositif expérimental comportant un échangeur thermique pour déterminer les paramètres d'influence sur le coefficient d'échange thermique global.
14. Déterminer la valeur de la surface d'échange thermique pour dimensionner un échangeur et respecter les conditions de sécurité.
15. Réaliser le protocole à l'échelle du pilote en respectant les règles de sécurité.

S.2. Exploiter les structures des espèces chimiques

1. Exploiter la classification périodique des éléments pour repérer les analogies et les différences de propriétés.
2. Établir la configuration électronique d'un atome dans son état fondamental.
3. Dénombrer les électrons de valence.
4. Associer un nombre d'oxydation à un élément donné dans une espèce chimique dont la formule ou le nom est fourni.
5. Établir et exploiter la ou les représentation(s) de Lewis d'une entité polyatomique pour en déduire sa géométrie et sa réactivité.
6. Recueillir des données énergétiques et géométriques et les confronter aux prévisions.
7. Identifier, dans un complexe, l'ion ou l'atome central, le ou les ligands, leur caractère monodenté ou polydenté.
8. Repérer les liaisons polarisées d'un édifice polyatomique afin de prévoir ses propriétés physiques et chimiques.
9. Identifier la nature des interactions intermoléculaires pour interpréter des propriétés physiques, chimiques et biochimiques.
10. Définir l'énergie de liaison et connaître les ordres de grandeur des énergies de différents types de liaisons.

S.3. Comment choisir un solvant ?

1. Recenser les données physicochimiques d'un solvant afin de choisir celui qui est le mieux adapté à : la dissolution d'une espèce chimique, la synthèse d'une espèce chimique, l'extraction d'une espèce chimique de son milieu naturel ou d'un milieu réactionnel, la purification d'une espèce chimique, l'analyse chromatographique.
2. Choisir des conditions expérimentales pour isoler une espèce chimique par précipitation.
3. Adapter la nature et la quantité d'un solvant pour minimiser les impacts environnementaux.
4. Effectuer une recherche bibliographique sur les réactions sans solvant et illustrer leur intérêt dans le cadre d'une chimie au service du développement durable.

S.4. Comment concevoir, analyser et/ou mettre en œuvre une méthode d'extraction et de purification ?

1. Proposer, à l'aide de données physicochimiques, un protocole d'extraction d'une espèce chimique issue de la nature ou présente dans un mélange obtenu au laboratoire.
2. Mettre en œuvre une extraction au laboratoire en respectant les règles de sécurité.
3. Adapter un protocole expérimental d'extraction liquide-liquide à l'échelle industrielle pour la conduite d'une opération d'extraction discontinue ou continue.
4. Réaliser le bilan de matière d'un procédé d'extraction.
5. Mettre en œuvre un protocole d'extraction à l'échelle du pilote en respectant les règles de sécurité.
6. Choisir la nature et la quantité d'un solvant d'extraction en minimisant les impacts environnementaux.
7. En respectant les règles de sécurité, proposer et mettre en œuvre, à l'aide de données physicochimiques, un protocole : de distillation à pression normale ou réduite ; de recristallisation ; de séparation par chromatographie sur colonne.
8. Choisir la méthode de purification la plus adaptée pour une espèce chimique donnée.
9. Adapter la nature et la quantité du solvant pour minimiser les impacts environnementaux.
10. Adapter un protocole de purification d'une espèce chimique par distillation afin de proposer une opération de rectification discontinue ou continue à l'échelle industrielle.
11. Effectuer un bilan de matière sur un procédé de rectification.
12. Réaliser le protocole de rectification, à l'échelle du pilote, en respectant les règles de sécurité.
13. Adapter un protocole de purification d'un solide pour proposer une opération de cristallisation à l'échelle industrielle.

S.5. Comment choisir une technique d'analyse ?

Choisir et mettre en œuvre une ou plusieurs technique(s) d'analyse pour : suivre l'évolution d'une transformation ; caractériser un produit formé ; contrôler la pureté du produit synthétisé.*

S.6. Comment s'appropriier et analyser un schéma de synthèse multi-étapes ?

1. Identifier les groupes caractéristiques et prévoir leur réactivité potentielle dans les composés mono et polyfonctionnels.
2. Passer de la représentation d'une entité à une autre forme de représentation.
3. Exploiter le nom systématique d'une espèce chimique organique à des fins de communication ou d'identification.
4. Reconnaître la nature de la réaction chimique modélisant une transformation (substitution, addition, élimination, réarrangement, oxydation, réduction, acido-basique au sens de Bronsted, polymérisation) à partir du substrat et du produit d'intérêt.
5. Lire un schéma de synthèse.
6. Proposer une espèce réactive, à partir de la nature du substrat, de la transformation envisagée, de tables de données et de la classification périodique pour améliorer le rendement et/ou la sélectivité.
7. Décrire les structures des entités engagées dans une synthèse en termes stéréochimiques.
8. Mesurer un pouvoir rotatoire.
9. Déterminer la valeur d'un excès énantiomérique.
10. S'approprier et/ou mettre en œuvre un protocole de séparation de stéréoisomères.
11. Analyser un protocole d'une synthèse asymétrique en utilisant le vocabulaire adapté.
12. Utiliser les agroressources chirales comme point de départ d'une stratégie de synthèse stéréosélective.
13. Choisir parmi plusieurs voies de synthèse celle permettant d'obtenir la cible en tenant compte des aspects économiques et environnementaux.

S.7. Quels paramètres faire évoluer pour optimiser une transformation chimique ?

1. Recenser l'ensemble des données disponibles pour effectuer l'étude d'un système physicochimique donné.
2. Lister les espèces chimiques présentes dans un système physicochimique, identifier leur état physique et leur rôle.
3. Écrire ou exploiter l' (ou les) équation(s) de réaction qui modélise(nt) une transformation physicochimique.
4. Décrire quantitativement la composition d'un système physicochimique à différents instants au cours d'une transformation, à l'aide des grandeurs physiques pertinentes.
5. Comparer et interpréter les températures de changements d'état des corps purs.
6. Prévoir le signe d'une enthalpie standard de changement d'état lors du passage d'un état physique à un autre.
7. À l'aide de données tabulées, déterminer l'enthalpie standard de réaction afin de prévoir l'influence de la température sur le rendement d'une réaction et afin d'adapter les échangeurs thermiques aux réacteurs.
8. Prévoir le sens d'évolution spontanée d'un système physicochimique par comparaison de Q_r et K° .
9. Déterminer la composition chimique du système dans l'état final en distinguant les cas d'équilibre chimique et de transformation totale.
10. À l'aide de données tabulées, déterminer une entropie standard de réaction.
11. À l'aide de données tabulées, déterminer une enthalpie libre standard de réaction à une température donnée.
12. Relier l'enthalpie libre standard de réaction à la constante d'équilibre.
13. Analyser des réactions biochimiques pour déterminer l'enthalpie libre $\Delta_r G^0$ dans les conditions de température correspondantes.
14. Expliquer le rôle de l'ATP et de l'ADP comme intermédiaires énergétiques dans les réactions couplées.
15. Déterminer un rendement de synthèse ou un taux de conversion.
16. Choisir le(s) paramètre(s) qui permet(tent) d'augmenter le rendement d'une transformation.
17. Exploiter les conditions expérimentales pour rendre compte du produit majoritaire obtenu à l'équilibre.
18. À partir de documents sur un procédé industriel, rechercher les paramètres permettant d'optimiser le rendement d'un procédé.
19. Choisir une technique d'analyse pour suivre l'évolution temporelle d'une transformation chimique et estimer la durée d'une synthèse.
20. Choisir le(s) paramètre(s) qui permet(tent) d'améliorer la cinétique d'une transformation.
21. Exploiter une loi de vitesse afin de prévoir les paramètres d'influence sur la cinétique d'une transformation.
22. Relier la vitesse d'une réaction à la fréquence des chocs efficaces entre les entités chimiques au niveau microscopique.
23. Identifier la nature de la catalyse mise en jeu dans une synthèse.
24. Extraire et exploiter des informations sur les procédés industriels catalysés et biocatalysés.
25. Expliquer l'intérêt de la catalyse biphasique dans un procédé industriel pour améliorer la protection de l'environnement.
26. Rechercher des informations sur la formulation d'un catalyseur en catalyse hétérogène.
27. Identifier une synthèse mettant en jeu une catalyse enzymatique et en citer les principales caractéristiques et les avantages.
28. Repérer, sur une représentation donnée, les interactions responsables de l'activité enzymatique.
29. Extraire d'un cycle catalytique donné les informations permettant d'expliquer la formation d'un produit principal et de sous-produits ainsi que la spécificité (syn, anti, régiosélectivité, ...).
30. Relier l'efficacité d'un catalyseur au coût d'une production
31. Identifier les facteurs expérimentaux d'influence sur une réponse donnée.
32. Exploiter les résultats d'un plan d'expériences.
33. Identifier le type d'activation mis en jeu dans une transformation et repérer les avantages et inconvénients des techniques employées.
34. Reconnaître, dans un mécanisme réactionnel, une addition, une substitution, une élimination, une insertion, une réaction acide-base ou une transposition.
35. Extraire, d'un mécanisme réactionnel et/ou d'un profil de réaction, les informations permettant d'expliquer la formation d'un produit d'intérêt, des sous-produits, ainsi que la ou les sélectivité(s).

S.8. Les polymères

1. Relier les propriétés macroscopiques d'un polymère à sa structure microscopique pour s'appropriier et analyser un cahier des charges donné
2. Analyser un thermogramme (DSC) pour déterminer une température de transition vitreuse.
3. Choisir le type de réaction de polymérisation et la nature du ou des monomère(s) mis en jeu afin d'obtenir les propriétés physico-chimiques souhaitées dans le cahier des charges.
4. Extraire et exploiter des informations sur les modalités de retraitement et de valorisation d'un polymère.
5. Identifier les facteurs agissant sur la dégradation d'un polymère pour contrôler son vieillissement.

Formulation

F.1. Plans d'expériences

1. Mettre en œuvre un plan d'expériences pour développer ou optimiser une formule.
2. Exploiter les résultats.
3. Évaluer la validité d'un plan d'expériences.
4. Exploiter des courbes isoréponses pour choisir les conditions de formulation.

La formulation : principes généraux

F.2. Qu'est-ce que la formulation ?

1. Identifier les grandes catégories de matières premières dans une formule donnée.
2. Évaluer quelques grandeurs caractéristiques d'un produit formulé.
3. Identifier, dans un cahier des charges donné, les trois parties : performances techniques, exigences réglementaires, contraintes économiques.
4. Exploiter le cahier des charges en déterminant les tests à effectuer pour valider le produit formulé.
5. Confronter les résultats expérimentaux aux spécifications attendues : détecter les non-conformités et proposer des solutions.
6. Identifier les paramètres à prendre en compte pour le passage à l'échelle industrielle.
7. Exploiter un schéma de fabrication industrielle.

F.3. Quelles sont les techniques de fabrication utilisées en formulation ?

1. Exploiter les informations des fiches techniques et des fiches de sécurité des matières premières utilisées.
2. Calculer les proportions massiques des matières premières à partir du cahier des charges.
3. Utiliser le matériel usuel du laboratoire de formulation : mélangeur, broyeur, émulsionneur, malaxeur, disperseur, centrifugeuse...
4. Déterminer l'ordre d'introduction des différents composants.
5. Déterminer les conditions opératoires : température, pH, distribution granulométrique, viscosité...
6. Mettre en œuvre des contrôles en cours de fabrication. (A)
7. Rédiger une fiche de fabrication et un mode opératoire.

Propriétés des produits formulés

F.4. Qu'est-ce qu'un milieu dispersé ?

1. Distinguer les différents types de milieux dispersés.
2. Identifier expérimentalement le sens d'une émulsion (E/H ou H/E).
3. Identifier les problèmes liés à l'instabilité des milieux dispersés.
4. Identifier les causes d'instabilité.

F.5. Comment stabiliser les milieux dispersés ?

1. Expliquer le rôle émulsifiant d'un tensioactif.
2. Évaluer la concentration micellaire critique par conductimétrie ou par tensiométrie. (A)
3. Évaluer la composition d'un mélange d'émulsifiants par la méthode du RHLB (HLB requis).
4. Mettre en œuvre un contrôle visuel de l'homogénéité d'une émulsion.
5. Mettre en œuvre un contrôle de stabilité d'une émulsion.
6. Exploiter un diagramme ternaire.
7. Expliquer le choix d'un agent mouillant ou d'un agent dispersant selon son mode d'action et les matières premières utilisées.
8. Mettre en œuvre un contrôle d'homogénéité d'une suspension par une mesure granulométrique.
9. Expliquer le mode d'action d'un tensioactif dans une mousse.
10. Mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer le pouvoir moussant d'un mélange.
11. Mettre en œuvre un contrôle de stabilité d'une mousse.
12. Expliquer le mode d'action des agents antimousse.

F.6. Comment solubiliser des matières premières ?

1. Exploiter un diagramme de solubilité pour formuler un mélange de solvants.
2. Expliquer le choix des solvants en tenant compte de leur volatilité.
3. Expliquer l'évolution des propriétés du produit formulé lors du séchage.
4. Évaluer un taux de COV à partir de la constitution du produit formulé.

F.7. Comment obtenir un bon mouillage ?

1. Mettre en œuvre une méthode de mesure de la tension interfaciale.
2. Identifier les situations de mouillage total, mouillage partiel et non mouillage, selon la valeur de l'angle de raccordement.
3. Appliquer la loi de Young-Dupré pour déterminer un critère simple de mouillage.

F.8. Comment modifier les propriétés rhéologiques d'un produit ?

1. Mettre en œuvre des méthodes de contrôle de la rhéologie (viscosimétrie, rhéométrie).
2. Identifier à partir de rhéogrammes (courbe de viscosité, courbe d'écoulement) les comportements suivants des fluides : newtonien, plastique idéal, plastique non idéal, pseudoplastique, rhéoépaississant, thixotrope.
3. Expliquer le mode d'action des additifs rhéologiques.
4. Expliquer le choix d'un additif rhéologique selon le comportement attendu.
5. Évaluer la dosologie optimale d'un dispersant à partir de sa courbe de défloculation.

F.9. Comment se forment les films ?

1. Identifier le mode de séchage à partir de la nature de la matière filmogène.
2. Expliquer le choix d'une matière filmogène selon les propriétés recherchées.
3. Évaluer la quantité de durcisseur à employer à partir des poids équivalents.
4. Expliquer le choix des additifs selon le mode de séchage.

F.10. Comment adapter la protection aux différents supports ?

1. Identifier les défauts liés à une protection insuffisante.
2. Expliquer le choix d'une méthode de protection en fonction du problème.
3. Identifier les défauts liés à une protection insuffisante.
4. Expliquer le choix d'une méthode de protection en fonction du problème à résoudre.

F.11. Comment produire des couleurs ?

1. Etablir un lien entre la couleur d'un objet et les paramètres : teinte, luminosité, saturation.
2. Distinguer les différents types de sources de lumière à partir de leurs spectres d'émission.
3. Expliquer le résultat d'un mélange de lumières colorées dans des cas simples.
4. Expliquer l'aspect d'un objet éclairé (couleur et brillance) à partir des interactions de surface et de volume.
5. Établir un lien entre le pouvoir opacifiant d'un pigment, son indice de réfraction et sa granulométrie.
6. Distinguer pigments et charges selon l'indice de réfraction.
7. Établir un lien entre le brillant et les caractéristiques d'une formule (CPV, CPVC).
8. Établir un lien entre la couleur d'un objet et sa courbe de réflectance.
9. Expliquer le mode d'action d'un pigment interférentiel et d'un pigment métallique.
Expliquer le résultat d'un mélange de teintes dans des cas simples.
10. Mettre en œuvre une MTAO pour formuler une teinte.
11. Expliquer la synthèse additive et les anomalies de la vision colorée à partir de la théorie de Young.
12. Distinguer sensation et perception colorée.
13. Établir un lien entre la perception colorée et les canaux blanc/noir, rouge/vert, jaune/bleu.
14. Exploiter le diagramme de chromaticité xyY : luminance, blanc de référence, spectrum locus, droite des pourpres, longueur d'onde dominante, saturation, couleurs complémentaires, gamut.
15. Évaluer un écart colorimétrique à partir des coordonnées rectangulaires (L^* , a^* , b^*) et cylindriques (L^* , c^* , h).
16. Exploiter les résultats en utilisant la notion de tolérance définie par le cahier des charges.
17. Mettre en œuvre une méthode de mesure de la couleur.
18. Expliquer le choix de la géométrie selon le type de mesure souhaité (contrôle qualité, mise à la teinte, harmonisation de couleurs).
19. Mettre en œuvre une méthode de mesure de la brillance.

F.12. Pourquoi ça adhère ?

1. Améliorer les propriétés d'adhésion d'un produit en intervenant sur sa formulation et sa mise en œuvre (préparation, application, séchage).
2. Mettre en œuvre différents tests d'adhérence : quadrillage, arrachement, pelage...
3. Distinguer expérimentalement une rupture cohésive et une rupture adhésive.
4. Modifier le rapport cohésion/adhésion en intervenant sur la formulation et la mise en œuvre.

Résistance mécanique

F.13. Comment améliorer la résistance mécanique d'un matériau ?

1. Exploiter une courbe de traction : domaine élastique, domaine plastique, point de rupture, striction.
2. Établir un lien entre les grandeurs lues sur la courbe de traction et les propriétés mécaniques d'un matériau : souplesse, ductilité, résistance.
3. Mettre en œuvre une méthode de mesure de la dureté.
4. Mettre en œuvre différents tests relatifs aux contraintes mécaniques (choc, abrasion sèche et humide, pliage, emboutissage).
5. Mettre en œuvre une méthode de contrôle de la texture.
6. Établir un lien entre les propriétés mécaniques d'un matériau et sa température de transition vitreuse.
7. Appliquer la loi de Fox pour obtenir un produit de température de transition vitreuse donnée.
8. Exploiter une courbe de DSC : transition vitreuse, fusion, cristallisation, réticulation. Ⓢ

F.14. Comment augmenter la longévité d'un produit formulé ?

1. Expliquer le choix d'une méthode de protection selon le problème rencontré (bactéries, algues, moisissure).
2. Décrire le mode d'action des conservateurs antimicrobiens (bactériostatique, bactéricide, fongistatique, fongicide).
3. Mettre en œuvre une méthode de contrôle bactériologique d'un produit.
4. Expliquer le mode d'action des agents antioxydants.
5. Mettre en œuvre une méthode de contrôle du vieillissement.
6. Évaluer la corrélation entre les deux méthodes de contrôle.
7. Mettre en œuvre une démarche d'expertise.
8. Distinguer les problèmes relevant de la formule de ceux relevant des conditions d'utilisation.

C.1. Comment le chimiste consigne-t-il ses résultats expérimentaux quotidiennement ?

1. Dater et intituler un travail.
2. Décrire un travail au fur et à mesure de sa réalisation.
3. Différencier méthodes, hypothèses et conclusions.
4. Schématiser une situation. Légender un schéma.
5. Formuler clairement une nouvelle hypothèse de travail.
6. Relever les mesures et les conditions expérimentales.
7. Interpréter, critiquer et commenter les travaux réalisés.
8. Référencer les documents associés.
9. Utiliser un cahier de laboratoire pour élaborer un compte-rendu d'expériences, rédiger une synthèse de travaux.
10. Assurer la traçabilité

C.2. Comment le chimiste communique-t-il sur ses travaux en interne ?

1. Rédiger un compte rendu d'expériences
2. Rédiger une note d'état d'avancement de travaux à destination de son supérieur hiérarchique.
3. Présenter un compte rendu oral d'avancement de travaux à ses collaborateurs.
4. Rédiger un compte rendu annuel d'activités.
5. Exposer l'analyse d'un article ou d'un protocole expérimental dans le but d'une mise en œuvre au laboratoire.
6. À partir de données constructeur, élaborer une notice d'utilisation et une fiche de maintenance d'un appareil.
7. Participer à l'élaboration d'un cahier des charges.
8. Participer à la rédaction d'une fiche technique destinée à un client.
9. À partir d'une fabrication en laboratoire, rédiger une fiche de fabrication destinée à un opérateur de production (changement d'échelle).
10. Réaliser un compte rendu écrit et/ou oral d'une réunion.

C.3. Comment le chimiste communique-t-il sur ses travaux en externe ?

1. Présenter un cahier des charges.
2. Adapter son discours à son auditoire.
3. Concevoir un poster en respectant les impératifs de propriété industrielle et/ou intellectuelle.
4. Utiliser un logiciel de publication assistée par ordinateur afin de réaliser un poster.
5. Rédiger un résumé, en français et en anglais, un article scientifique.
6. Concevoir et utiliser un diaporama lors d'une présentation orale.
7. Elaborer une feuille de calcul et utiliser les fonctions statistiques de base pour exploiter des données.
8. Choisir un mode de représentation des résultats adapté.
9. Tracer un histogramme, un graphe, à l'aide d'un tableur.
10. Mettre en forme un texte, présenter un dossier de projet technologique ou un rapport stage.
11. Rédiger une lettre de motivation, un CV
12. Utiliser un logiciel de dessin vectoriel, un logiciel de représentation de molécules pour effectuer une présentation d'expériences, de résultats.