Référentiel
BTS Métiers de la Chimie

10 mai 2016
ENCPB - Paris



Les objectifs de la formation

Mettre les **problématiques industrielles** au centre

… et non les savoirs académiques !

Les objectifs de la formation

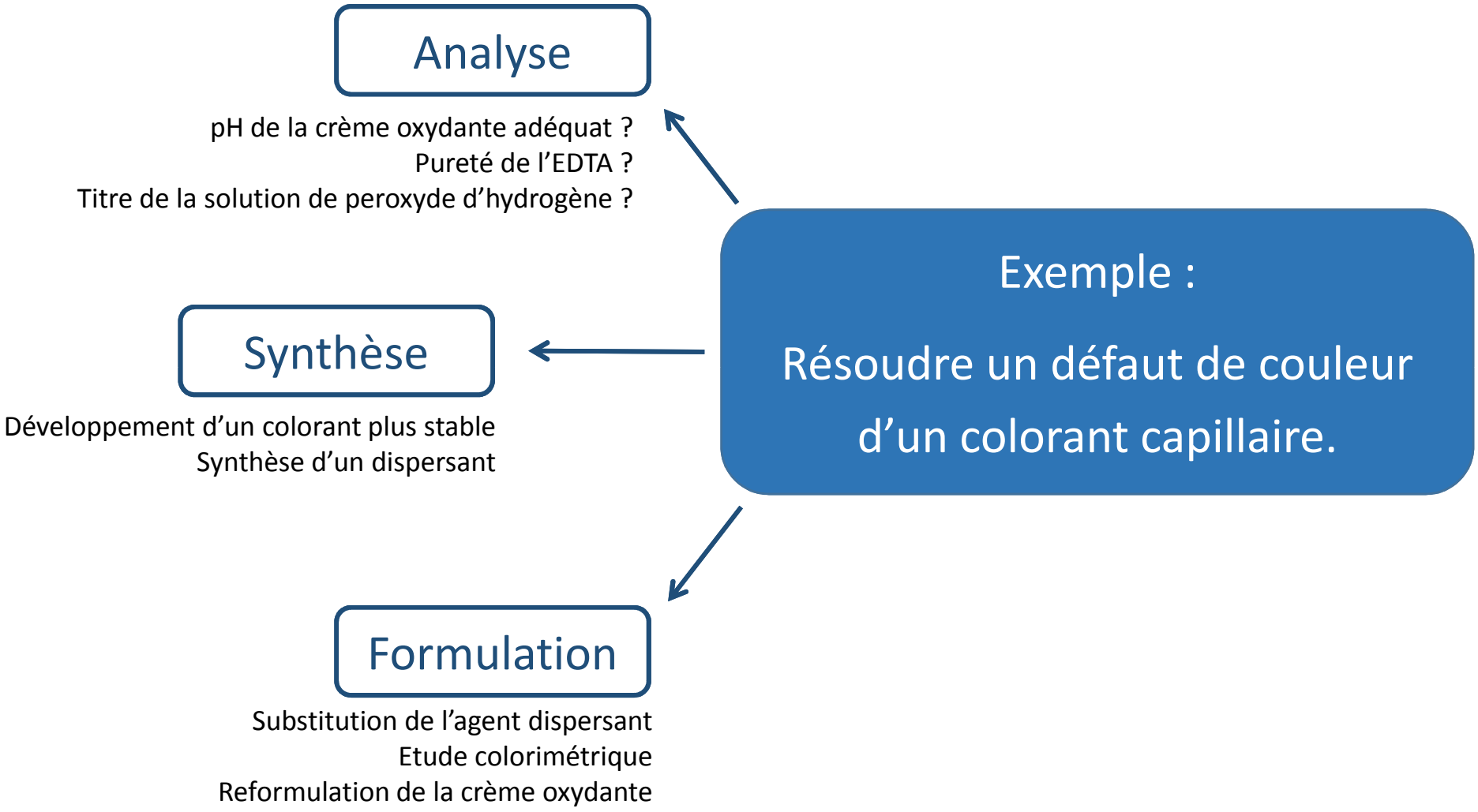
Mettre les **problématiques industrielles** au centre
… et non les savoirs académiques !

Exemple :

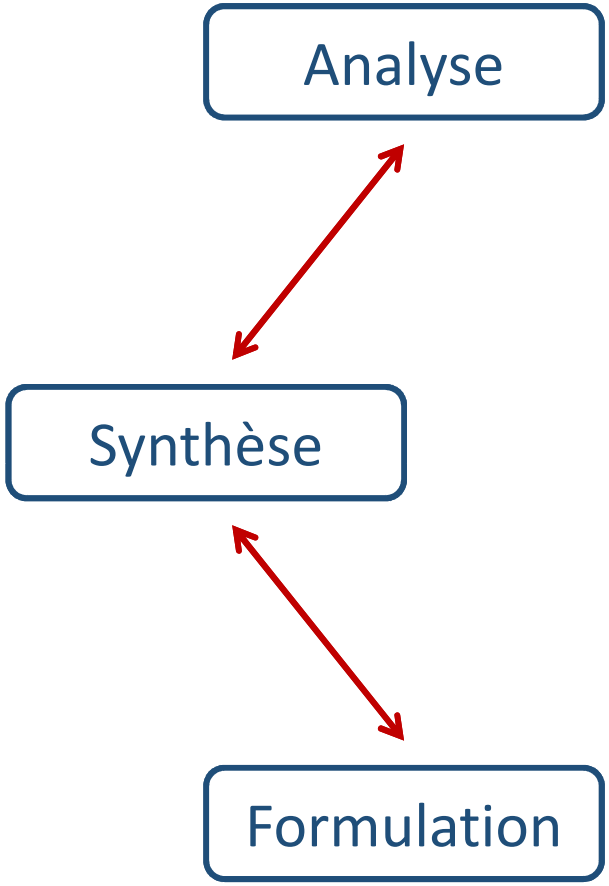
Résoudre un défaut de couleur d'un colorant capillaire.



Les objectifs de la formation



Les objectifs de la formation



Les 3 modules ne sont pas disjoints mais en **interaction**

Tous les aspects doivent être pris en compte pour résoudre un problème

Les objectifs de la formation

Les candidats peuvent commencer par la chimie générale et inorganique ou la chimie organique.
Il leur est conseillé de répartir équitablement leur temps de travail entre ces deux parties.

CHIMIE GÉNÉRALE ET INORGANIQUE

AUTOUR DU CUIVRE

DONNÉES (à 298 K):

Élément cuivre :

Symbole	Numéro atomique	Masse molaire atomique
Cu	29	63,5 $g.mol^{-1}$

Élément étain :

Symbole	Rayon atomique
Sn	$1,51 \times 10^{-10}$ m

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

Les objectifs de la formation

Les candidats peuvent commencer par la chimie générale et inorganique ou la chimie organique.
Il leur est conseillé de répartir équitablement leur temps de travail entre ces deux parties.

CHIMIE GÉNÉRALE ET INORGANIQUE

~~**AUTOUR DU CUIVRE**~~

DONNÉES (à 298 K):

Élément cuivre :

Symbole	Numéro atomique	Masse molaire atomique
Cu	29	63,5 $g.mol^{-1}$

Élément étain :

Symbole	Rayon atomique
Sn	$1,51 \times 10^{-10}$ m

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

Les connaissances sont mobilisées pour résoudre des questions **pratiques**, des cas susceptibles d'être rencontrés dans l'industrie

Le référentiel : guide de survie !

Sommaire

Annexe I - Référentiels du diplôme

Annexe I.a - Référentiel des activités professionnelles

1. Champ d'activité
- 1.1. Définition
- 1.2. Contexte professionnel
  - 1.2.1. Emplois concernés
  - 1.2.2. Types d'entreprises
  - 1.2.3. Place dans l'organisation de l'entreprise
  - 1.2.4. Environnement économique et technique des emplois
  - 1.2.5. Conditions générales d'exercice

2. Perspectives d'évolution

3. Les fonctions, activités et tâches professionnelles
- 3.1. Les fonctions et activités professionnelles
- 3.2. Les activités et tâches professionnelles
- 3.3. Tableaux récapitulatifs des tâches professionnelles
  - 3.3.1. Fonction 1 :Développement conception d'un produit
  - 3.3.2. Fonction 2 : Contrôle qualité
  - 3.3.3. Fonction 3 : Consels techniques aux clients
  - 3.3.4. Fonction 4 : Qualité, hygiène, sécurité et environnement (QHSSE)
  - 3.3.5. Fonction 5 :Organisation, formation, communication

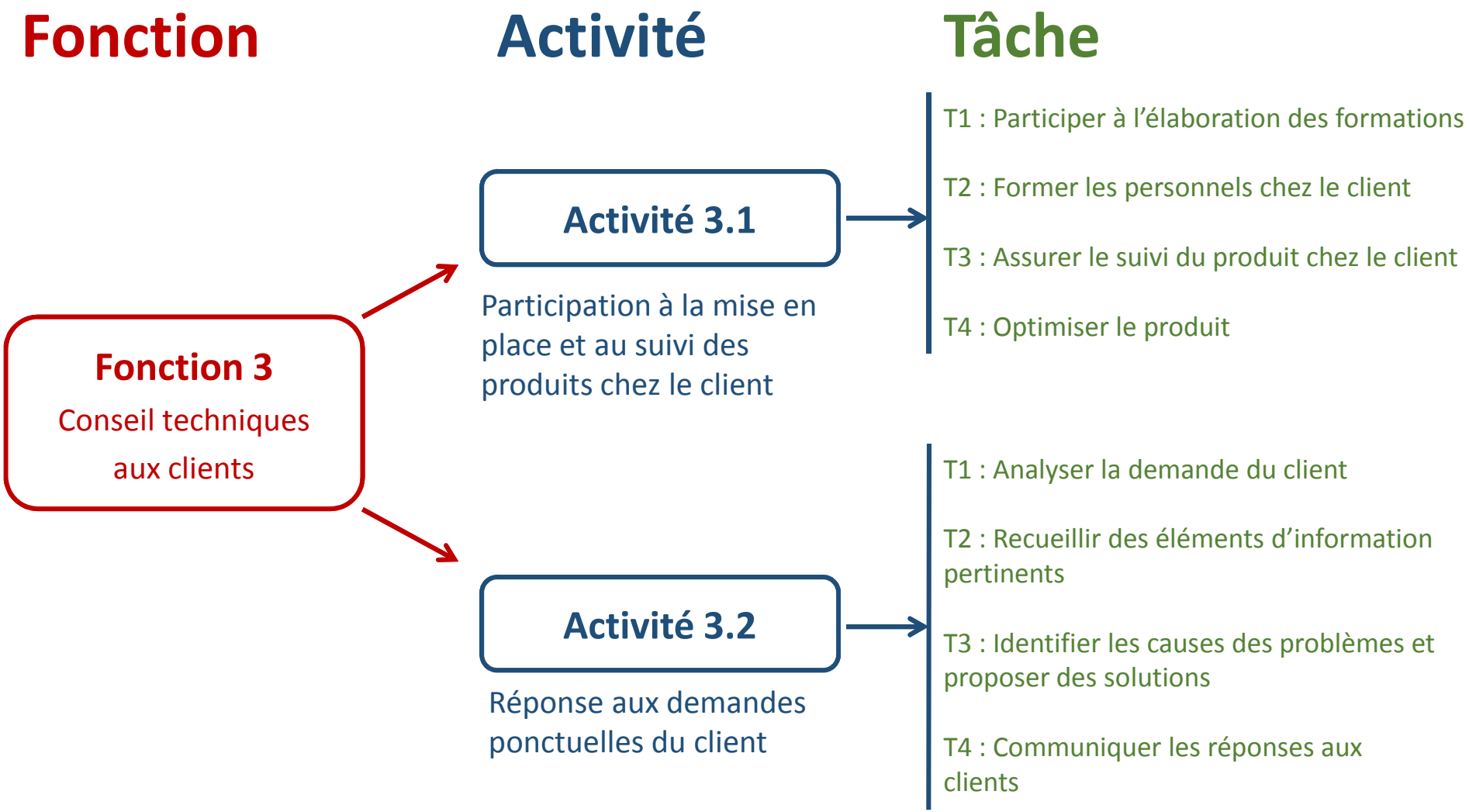
Annexe I.b - Référentiel de certification

1. Compétences

2. Savoirs associés

3. Lexique
- 3.1 Formulation
- 3.2. Analyse

Le référentiel : guide de survie !



Le référentiel : guide de survie !

Fonction **Activité** **Tâche**

Référentiel d'activités professionnelles

↓

Compétences

↓

Savoirs associés

Référentiel de certification

Les fonctions

Fonction 1 : Développement conception d'un produit

Fonction 2 : Contrôle qualité

Fonction 3 : Conseils techniques aux clients

Fonction 4 : Qualité, hygiène, sécurité et environnement (QHSSE)

Fonction 5 : Organisation, formation, communication

Les activités professionnelles et les tâches

3.2.1. Fonction 1 : DEVELOPPEMENT CONCEPTION D'UN PRODUIT

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 1-1 : Participation à l'élaboration d'un cahier des charges
T1 : Analyser la demande
T2 : Contribuer à la définition du produit
T3 : Identifier et prendre en compte les contraintes
T4 : Participer à la finalisation du cahier des charges

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 1-2 : Préparation des expériences
T1 : Concevoir ou s'approprier les protocoles adaptés au cahier des charges
T2 : Planifier les expériences
T3 : Sélectionner les méthodes, les équipements et les outils
T4 : Choisir la qualité des produits à utiliser
T5 : Vérifier et étalonner les appareils
T6 : Réaliser une maintenance de premier niveau
T7 : Gérer les stocks

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 1-3 : Réalisation des expériences
T1 : Elaborer le produit
T2 : Caractériser le produit
T3 : Modifier les expériences pour obtenir un produit conforme au cahier des charges
T4 : Valider le produit
T5 : Identifier les points critiques pour le passage à l'échelle pilote
T6 : Nettoyer, ranger et ordonner son poste de travail

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 1-4 : Traitement et communication des résultats
T1 : Prendre en compte les éléments statistiques et les sources d'erreurs
T2 : Exprimer et analyser un résultat
T3 : Utiliser un système informatique intégré pour la communication et le stockage dans une base de données
T4 : Archiver les résultats selon une procédure donnée
T5 : Rédiger des rapports selon une procédure donnée
T6 : Présenter et diffuser et les résultats

Les activités professionnelles et les tâches

3.2.2. Fonction 2 : CONTROLE QUALITE

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 2-1 : Préparation des contrôles
T1 : Réceptionner les échantillons à contrôler
T2 : Identifier la procédure de contrôle à mettre en oeuvre
T3 : Planifier les contrôles
T4 : Sélectionner les équipements
T5 : Vérifier et étalonner les appareils
T6 : Réaliser une maintenance de premier niveau
T7 : Gérer les stocks

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 2-2 : Réalisation des contrôles
T1 : Préparer les échantillons
T2 : Mettre en œuvre les procédures
T3 : Nettoyer, ranger et ordonner son poste de travail

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 2-3 : Traitement, analyse et communication des résultats
T1 : Prendre en compte les éléments statistiques et les sources d'erreurs
T2 : Exprimer et analyser un résultat
T3 : Identifier les causes de non-conformité
T4 : Archiver les résultats selon une procédure donnée
T5 : Rédiger des rapports selon une procédure donnée
T6 : Présenter et diffuser et les résultats

Les activités professionnelles et les tâches

3.2.3. Fonction 3 : CONSEIL TECHNIQUE AUX CLIENTS

Le produit étant fourni au client

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 3-1 : Participation à la mise en place et au suivi des produits chez le client
T1 : Participer à l'élaboration des formations
T2 : Former les personnels chez le client
T3 : Assurer le suivi du produit chez le client
T4 : Optimiser le produit

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 3-2 : Réponse aux demandes ponctuelles du client
T1 : Analyser la demande du client
T2 : Recueillir des éléments d'information pertinents
T3 : Identifier les causes des problèmes et proposer des solutions
T4 : Communiquer les réponses aux clients

Les activités professionnelles et les tâches

3.2.4. Fonction 4 : QUALITÉ, HYGIÈNE, SANTÉ, SÉCURITÉ ET ENVIRONNEMENT (QHSSE)

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 4-1 : Respect et application des règles
T1 : Appliquer et faire appliquer les procédures qualité
T2 : Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène, santé et sécurité
T3 : Appliquer et faire appliquer les règles relatives à la protection de l'environnement

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 4-2 : Classement et traçabilité des informations
T1: Récupérer et vérifier les informations relatives au QHSSE
T2: Enregistrer les informations selon les procédures prévues

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 4-3 : Identification et prévention des risques professionnels et respect de l'environnement
T1: Récupérer et analyser les données relatives aux différents risques professionnels
T2 : Participer à la recherche des causes qui engendrent des risques professionnels
T3 : Proposer des solutions pour résoudre les problèmes liés aux risques professionnels

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 4-4 : Amélioration continue
T1 : Contribuer à une démarche d'amélioration continue
T2 : Proposer des actions d'amélioration
T3 : Contribuer à la mise en place d'indicateurs de performance

Les activités professionnelles et les tâches

3.2.5. Fonction 5 : ORGANISATION, FORMATION, COMMUNICATION

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 5-1 Organisation du travail
T1 : Définir, planifier et vérifier la bonne exécution des tâches
T2 : Organiser le travail dans le temps et dans l'espace en tenant compte des contraintes
T3 : Evaluer l'efficacité de l'organisation de son travail

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 5-2 : Participation à la veille scientifique et technologique
T1 : Rechercher et analyser les informations concernant les produits, les matériels et les évolutions technologiques
T2 : Consulter les publications scientifiques et technologiques en lien avec son activité professionnelle
T3 : Partager l'information et contribuer à la traçabilité de la veille technologique
T4 : Créer, rechercher et exploiter des ressources en vue d'une communication professionnelle

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 5-3 : Communication adaptée
T1 : Rédiger et présenter des rapports, bilans, notes de synthèse en français et dans une autre langue
T2 : Communiquer à l'écrit et à l'oral en français et en anglais
T3 : Accueillir et former de nouveaux entrants
T4 : Adapter sa communication à son interlocuteur (interne ou externe)
T5 : Evaluer l'efficacité d'une communication

LES TÂCHES DE L'ACTIVITÉ 5-4 : Travail au sein d'une équipe et d'une organisation
T1 : Travailler dans un groupe multiculturel et/ou pluridisciplinaire
T2 : Comprendre l'organisation et la culture de l'entreprise
T3 : Veiller au respect des valeurs et de l'éthique de l'entreprise

Tableaux récapitulatifs des tâches professionnelles

FONCTION 3 : **CONSEILS TECHNIQUES AUX CLIENTS***	
Activité professionnelle n°2	**Tâches professionnelles**
Réponse aux demandes ponctuelles du client relatives à un problème	T1 : Analyser la demande du client
	T2 : Recueillir des éléments d'information pertinents
	T3 : Identifier les causes des problèmes et proposer des solutions
	T4 : Communiquer les réponses au client
Conditions de réalisation de l'activité	
Moyens et ressources : - Demande du client - Données relatives à l'usage du produit par le client - Matériel pour analyser le produit - Equipements de protection individuels et collectifs - QHSSE - Outils de gestion interne pour assurer la traçabilité des interventions - Supérieur hiérarchique et service support - Client **Autonomie :** *partielle*	
Résultats attendus	
Le diagnostic est établi. Une réponse est apportée au client.	

Les compétences

C1 : Rechercher et analyser

C2 : Réaliser

C3 : Interpréter et valider

C4 : Optimiser et adapter

C5 : Communiquer

C6 : Organiser

C7 : Adopter des comportements professionnels

Les compétences

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
C.2.3. Mettre en œuvre le protocole expérimental
C.2.4. Appliquer les 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

Les compétences

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 ~~les~~ 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

Les compétences

	Fonctions	Fonction 1 Développement conception d'un produit				Fonction 2 Contrôle qualité			Fonction 3 Conseils techniques aux clients		Fonction 4 QHSSE				Fonction 5 Organisation, formation, communication			
	Activités / Compétences	Participation à l'élaboration d'un cahier des charges	Préparation des expériences	Réalisation des expériences	Traitement et communication des résultats	Préparation des contrôles	Réalisation des contrôles	Traitement, analyse et communication les résultats	Participation à la mise en place et au suivi des produits chez le client	Réponse aux demandes ponctuelles des clients*	Respect et application des règles	Identification et prévention des risques professionnels et respect de l'environnement	Classement et traçabilité des informations	Amélioration continue	Organisation du travail	Travail au sein d'une équipe et d'une organisation	Participation à la veille scientifique et technologique	Communication adaptée
	C1 - Rechercher et analyser																	
C1.1	S'approprier un cahier des charges, un mode opératoire	X					X											
C1.2	Rechercher et s'approprier l'ensemble des informations liées à la demande, les données relatives à la sécurité	X								X		X					X	

Les compétences

Activité 3.2

Réponse aux demandes ponctuelles du client

C.1.2 : Rechercher et s'approprier l'ensemble des informations liées à la demande, les données relatives à la sécurité

C.4.1 : Modifier, améliorer ou transférer le protocole

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

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

C.5.3 : Utiliser différents outils de bureautique

C.5.4 : Adapter sa communication à différents interlocuteurs

Les savoirs associés

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
- Demande du client. - Retour du client - Niveau de satisfaction client - Plans d'échantillonnage	- Observer et caractériser les défauts - Questionner de façon adaptée le client - Mettre en œuvre une démarche d'analyse des causes - Proposer des actions correctives	- 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	S1 S5 S6 S7 S9

Les savoirs associés

S1 : Culture générale et expression
S2 : LV1 – Anglais
S3 : Mathématiques
S4 : QHSSE
S5 : Analyse chimique
S6 : Synthèse chimique
S7 : Formulation
S8 : Communication scientifique
S9 : Gestion de projet
S10 : Connaissance de l'entreprise

Le module formulation

Esprit du référentiel :

- Pas de catalogue de formules : cosmétiques, peintures, alimentaire, etc.
- Pas de catalogue de concepts : transition vitreuse, tension superficielle, etc.

Entrées **transversales à tous les domaines** et **opératoires** : propriétés des produits formulés.

Homogénéité
Stabilité
Applicabilité
Couleur
Etc.

Actualité Chimique, mai 2016, n° 407 : sur la formulation.



Questions ?



Information
BTS Métiers de la Chimie

10 mai 2016
ENCPB- Paris



Les objectifs de la formation

Mettre les **problématiques industrielles** au centre
… et non les savoirs académiques !

Annexe I.a - Référentiel des activités professionnelles

*Le titulaire du brevet de technicien supérieur **Métiers de la chimie** peut intervenir en tant que technicien d'analyse en chimie au sein de laboratoires de contrôle pour différents secteurs d'activité ou en recherche et développement*

sur la réalisation produit d'expériences
et d'analyse à différentes étapes de la conception
et du développement d'un produit.

Le BTS porte sur les compétences opérationnelles requises d'une part pour réaliser des analyses au sein de laboratoires de contrôle pour différents secteurs d'activité, .

avec des* exigences… *de traçabilité , de répétabilité,

et d'autre part pour réaliser et interpréter des essais de formulation de produits, en recherche et développement.

Il porte également sur les connaissances permettant d'évoluer
au sein de différents emplois en recherche et développement.

Synthèse Chimique

Mettre les **problématiques industrielles** au centre
… et non les savoirs académiques !

Module Synthèse - Référentiel de certification

Un technicien supérieur se confronte au réel dans l'exercice de son

métier en laboratoire

où il va mettre en œuvre des

démarches scientifiques à fortes composantes expérimentales

Le module synthèse permet aux étudiants d'acquérir des

compétences, en lien étroit avec
le Référentiel des Activités Professionnelles (RAP)

Synthèse Chimique

Référentiel de certification 2016

……il va mettre en œuvre des ***démarches scientifiques à fortes composantes expérimentales***……en lien étroit avec

le Référentiel des Activités Professionnelles (RAP).

Le Référentiel d'Aptitudes Professionnelles

Le Référentiel de certification

Fonction **Activité** **Tâche**

Référentiel d'Activités Professionnelles

Le passage des tâches professionnelles au référentiel de certification se fait à partir de la définition des compétences nécessaires à l'exercice du métier.

Référentiel de certification

Compétences

L'analyse de chaque tâche du référentiel des activités professionnelles (RAP) a permis de définir l'ensemble des savoirs constitutifs de chaque compétence.

Savoirs associés

Le Référentiel de certification

Sept compétences ont été identifiées :

C1 : Rechercher et analyser

C2 : Réaliser

C3 : Interpréter et valider

C4 : Optimiser et adapter

C5 : Communiquer

C6 : Organiser

C7 : Adopter des comportements professionnels

Le Référentiel d'Aptitudes Professionnelles

Le Référentiel de certification

C1.4 : Sélectionner les méthodes, techniques et matériels en fonction de l'expérience à réaliser			
Données ou ressources	**Savoir-faire et attitudes professionnelles**	**Indicateurs de performance**	**Savoirs**
- Protocole des expériences **- Notices des matériels**	- Choisir les méthodes les plus pertinentes en fonction du résultat souhaité - Identifier le matériel nécessaire - S'adapter aux conditions de mise en œuvre locales	- 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	**S2** **S5** ***S6*** **S7** **S8** **S10**

S6 Synthèse Chimique

Référentiel de certification 2016 - Synthèse Chimique

8 sous parties

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

S.2. Exploiter les structures des espèces chimiques

S.3. Comment choisir un solvant ?

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

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

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

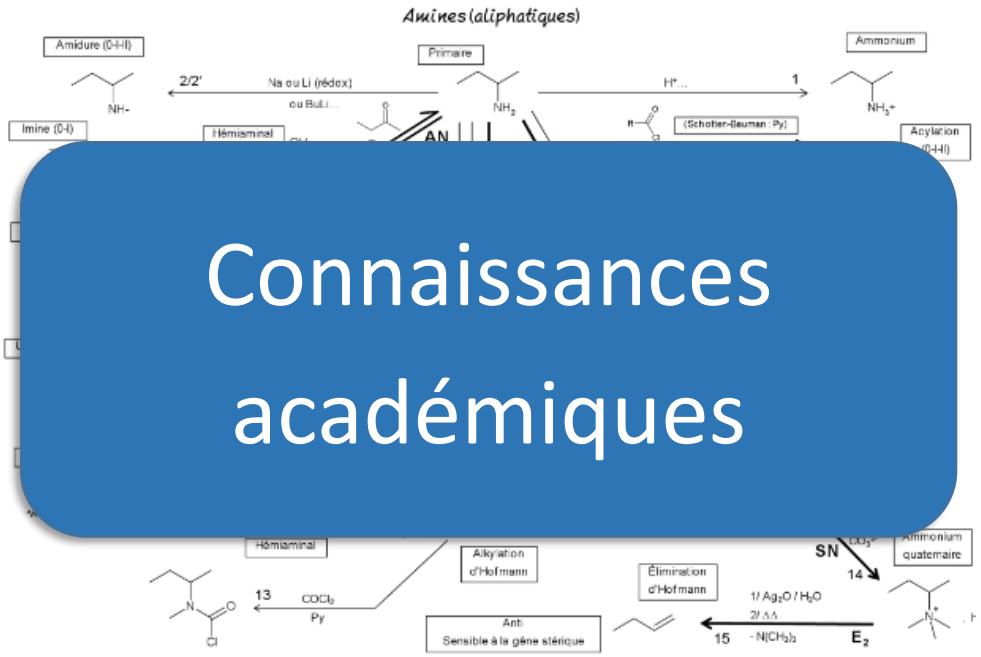
S.7. Quels paramètres faire évoluer pour optimiser une transformation chimique ?

S.8. Les polymères

Synthèse Chimique

Mettre les **problématiques industrielles** au centre

… et non les savoirs académiques !



Synthèse Chimique

Référentiel de certification 1997

PROGRAMME	COMMENTAIRES
B) CHIMIE ORGANIQUE FONCTIONNELLE.	
A l'occasion de chaque chapitre, on donnera la nomenclature (officielle et triviale), les propriétés spectroscopiques, physiques et toxicologiques, ainsi que les réactions dangereuses, les préparations et les applications industrielles. L'initiation à la synthèse organise sera développée tout au long du cycle (protection de fonction, rétrosynthèse, ...).	

PROGRAMME | COMMENTAIRES

B) CHIMIE ORGANIQUE FONCTIONNELLE.

A l'occasion de chaque chapitre, on donnera la nomenclature (officielle et triviale), les propriétés spectroscopiques, physiques et toxicologiques, ainsi que les réactions dangereuses, les préparations et les applications industrielles.
L'initiation à la synthèse organise sera développée tout au long du cycle (protection de fonction, rétrosynthèse, ...).
Les mécanismes seront interprétés uniquement en termes de contrôle de charge ; la notion d'orbitale frontière est hors programme.
A l'occasion de l'étude des propriétés des différentes familles, on insistera sur l'appartenance des réactions rencontrées aux grands types de mécanismes.
Seuls les mécanismes des réactions marquées d'un astérisque (*) sont exigibles à l'examen.

COMPOSÉS AROMATIQUES	
1- Notion d'aromaticité.	règle de Hückel sans calculs de mécanique quantique ;

Synthèse Chimique

Référentiel de certification 2016

Préambule module Synthèse Chimique

……il va mettre en œuvre des ***démarches scientifiques à fortes composantes expérimentales***……en lien étroit avec le Référentiel des Activités Professionnelles (RAP).

La sécurité au laboratoire est primordiale et prioritaire…….maîtriser les règles de sécurité (QHSSE) afin d'adopter une attitude responsable et adaptée au travail individuel en laboratoire ou en ***équipe***…

…également à développer l'autonomie, l'adaptabilité et la capacité de travailler en ***équipe***...les activités proposées au laboratoire ou en classe doivent favoriser la ***démarche active*** de l'étudiant en ***interaction avec ses pairs***.

L'optimisation d'un protocole opératoire peut nécessiter la réalisation d'un ***plan d'expériences***…

Synthèse Chimique

Référentiel de certification 2016

Préambule module Synthèse Chimique

…l'étudiant aura pu mettre en œuvre quelques techniques de synthèse qui ne se font ***pas par voie thermique*** : électrosynthèse, photochimie, sonochimie, par rayonnement micro-onde….

…repérer les différences entre une synthèse menée au laboratoire et sa réalisation dans un pilote…***changement d'échelle*** permet également de comprendre les étapes d'optimisation d'un procédé industriel.

…***autonomes*** sur le choix et la mise en œuvre de techniques physico-chimiques d'analyse...

Les résultats expérimentaux sont exprimés avec une ***incertitude associée à un niveau de confiance*** lorsque cela est possible…

…tenir un ***cahier de laboratoire*** et à rédiger un compte rendu constitue un enjeu essentiel de ce module. Le technicien supérieur doit pouvoir communiquer à ***l'écrit et à l'oral, en français et en anglais***…

Synthèse Chimique

Référentiel de certification 2016 - Synthèse Chimique

Compétences identifiées

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.2.3. Mettre en œuvre le protocole expérimental
- C.2.4. Appliquer les procédures
- C.2.5. Calculer et exprimer un résultat

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

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

C6 – Organiser

- C.6.1. Organiser le travail et planifier les expériences dans le respect les délais
- C.6.2. Prendre en compte les différents aspects de la réglementation et de la politique QHSSE de l'entreprise

C7 - Adopter des comportements professionnels

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

Synthèse Chimique

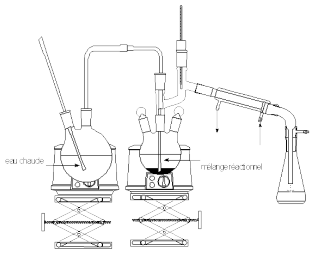
Référentiel de certification 2016

Apprentissage spiralé des connaissances et techniques expérimentales

Former le technicien supérieur :

à des techniques,

synthèse
extraction
purification
analyses



à adapter des protocoles et schéma de synthèses,

optimisations
protection de l'environnement
développement durable
agroressources

Synthèse Chimique

Référentiel de certification 2016

Familiariser le technicien supérieur à des notions et contenus toujours corrélés à une démarche expérimentale

Exploiter au maximum les activités expérimentales pour travailler les concepts à aborder

Formaliser les concepts à l'écrit les notions et contenus travaillés

Eviter cours magistraux trop lourds

Synthèse Chimique – Changement d'échelle

Référentiel de certification 2016

Comment analyser et mettre en œuvre un protocole de synthèse ?	
Notions et contenus	**Capacités exigibles**
Protocole expérimental au laboratoire	Extraire les informations contenues dans un protocole expérimental rédigé en français ou en anglais.
Matériel, montages expérimentaux	Identifier ou adapter le matériel nécessaire à la transformation à réaliser.
Conditions opératoires	Rechercher les consignes de sécurité et les données physicochimiques des différentes espèces chimiques mises en jeu. Adapter un protocole expérimental pour minimiser les impacts environnementaux. Réaliser un protocole de laboratoire en respectant les règles de sécurité.
Suivi de l'évolution d'une transformation	Mettre en œuvre une méthode permettant de suivre qualitativement ou quantitativement l'avancement d'une transformation.
Changement d'échelle : choix du matériel et des paramètres à contrôler conditions de sécurité Procédé discontinu ou continu	A l'aide de documents, proposer et/ou réaliser une adaptation d'un protocole expérimental de laboratoire à l'échelle industrielle. Analyser les conditions de faisabilité d'un changement d'échelle pour un protocole de laboratoire donné.
Schéma d'un procédé	Légender et exploiter un schéma de procédé pour - reconnaître, à l'aide d'un schéma fonctionnel, les différentes étapes d'un procédé ; - identifier les points de prélèvement de matière et les communiquer avec la production ; - effectuer des bilans de matière
Relation entre puissance thermique et énergie Puissance thermique en régime permanent Réacteurs discontinu ou continu	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. Evaluer les pertes thermiques d'un système à l'aide d'un bilan.
Analyse thermique (ATD / DSC)	Exploiter des thermogrammes pour en déduire des températures et des enthalpies caractéristiques d'un processus.
Échangeur thermique	Utiliser un dispositif expérimental comportant un échangeur thermique pour déterminer les paramètres d'influence sur le coefficient d'échange thermique global. Déterminer la valeur de la surface d'échange thermique pour dimensionner un échangeur et respecter les conditions de sécurité. Réaliser le protocole à l'échelle du pilote en respectant les règles de sécurité.

Changement d'échelle :

Synthèse Chimique – Changement d'échelle

Référentiel de certification 2016

Compétence C4 - Optimiser et adapter

C.4.1. Modifier, améliorer ou transférer le protocole

Données	Savoir-faire et attitudes professionnelles	Indicateurs de performance	Savoirs
- **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**	- 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	- 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	S1 S4 S6 S7 S8 S9 S10

Synthèse Chimique – Changement d'échelle

Référentiel de certification 2016

Intégré dans le module synthèse

Familiariser le technicien supérieur :

à certaines installations industrielles
synthèse, cristallisation
extraction L/L
rectification continue/discontinue

au schéma d'un procédé

Analyser les conditions de faisabilité d'un changement d'échelle pour un protocole donné, à l'aide de documents ciblés

étude de cas plutôt que cours magistral
utilisation des installations existantes,
transposition du laboratoire au hall

Synthèse Chimique

Référentiel de certification 1997

De la connaissance au problème (?!?!?!).....

Référentiel de certification 2016

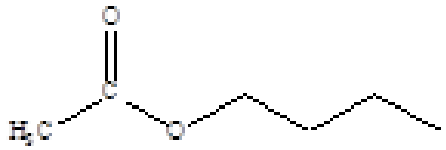
Du problème à la connaissance !

Mettre les **problématiques industrielles** au centre … et non les savoirs académiques !

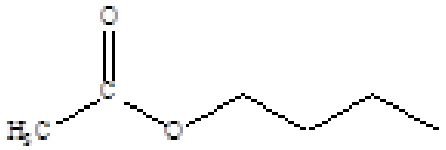
Synthèse Chimique

Mettre les **problématiques industrielles** au centre
… et non les savoirs académiques !

Référentiel de certification 1997



Référentiel de certification 2016



Synthèse Chimique

Approche disciplinaire (référentiel de certification)

- Taches
- Notions
- Capacités
- Techniques de laboratoire mises en œuvre
- Coût
- Lien avec l'industrie
- Transfert à grande échelle
- Liens entre modules synthèse-analyse ou synthèse-formulation
- Utilisation du cahier de laboratoire

Approche pédagogique

- Découpage séquence-séances et laboratoire-classe entière
- Situer ce protocole dans la progression
- Construction d'un cours à partir des notions étudiées

Approche transversale

- Liens entre modules synthèse-analyse ou synthèse-formulation
- Utilisation du cahier de laboratoire
- Ouverture sur le projet

ANALYSE

module orienté vers le travail du technicien au laboratoire (contrôle-qualité, R&D)

- analyser des matières premières, des produits finis
- effectuer une maintenance de premier niveau
- contrôler l'équipement et la méthode d'analyse
- décider de l'acceptabilité d'un résultat
- développer ou améliorer une méthode d'analyse

contrôle-qualité de plus en plus important dans l'activité quotidienne

Enseigner le module analyse

Une préoccupation permanente :

relier systématiquement une capacité au travail du technicien

- pas un cours de "chimie générale"
- pas un cours encyclopédique sur les méthodes d'analyse
- pas de dérive calculatoire sur les enseignements "théoriques"

quelques points à relever

- donner la culture chimique du laboratoire : la qualité et la sécurité (QHSSE), la connaissance des composés chimiques
- utiliser de la documentation technique : handbook, notice technique, publication
- pratique régulière de l'anglais scientifique

Quelles analyses ?

analyses en solution classiques : réaction acide-base, précipitation, complexation, oxydo-réduction

méthodes spectroscopiques : UV-visible, IR, émission et absorption atomique

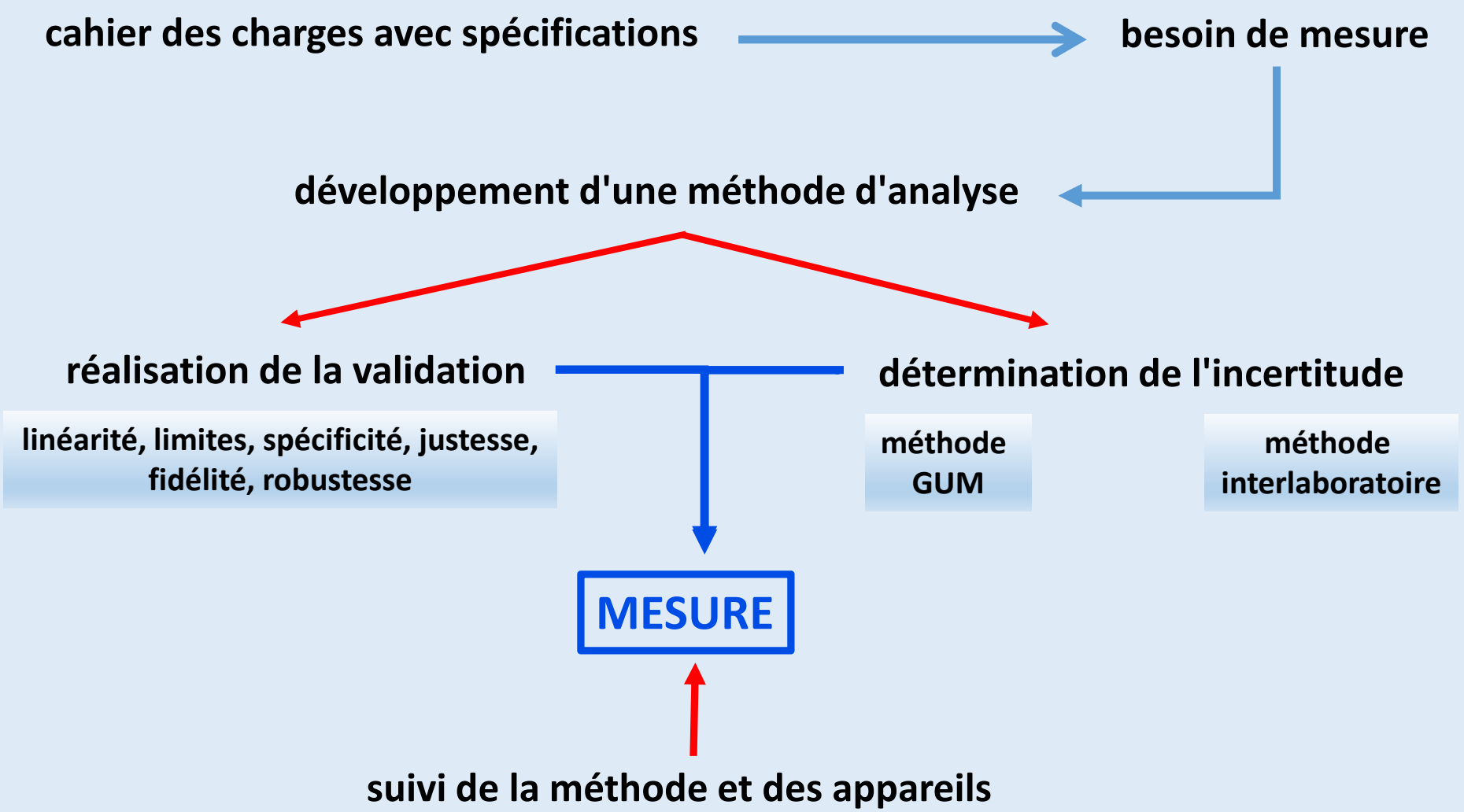
méthodes chromatographiques : CCM, CPG et CLHP

spectrométrie de masse et RMN

analyse du solide : diffraction X, granulométrie

Contextualiser au maximum les activités expérimentales en relation avec une problématique industrielle (contrôle-qualité, R&D)

Le contrôle-qualité en analyse



Enseigner le contrôle-qualité

un lien avec l'enseignement de statistique

aborder les notions "théoriques" par le biais des activités expérimentales

- **mise en place d'un suivi des équipements par carte de contrôle à l'aide d'un matériau de référence**
- **qualification d'un appareil (titrateur, pipette, CPG …)**
- **essais d'aptitude (un labo = un élève)**
- **détermination d'incertitude par essais interlaboratoires (un labo = élève)**
- **étude de linéarité, limites de détection …**
- **étude par plans d'expériences de la robustesse**

Ne pas oublier le prérequis nécessaire : la qualité manipulatoire du technicien

PLANS D'EXPERIENCES

outil de recherche-développement

objectif	Mise en évidence des facteurs d'influence	Optimisation des conditions opératoires
FORMULATION	Plan factoriel complet	Plan factoriel complet Plan de mélange
SYNTHESE	Plan factoriel complet	Plan factoriel complet
ANALYSE	Plan factoriel complet	

lien avec les mathématiques (plans d'expériences et statistiques)

utilisation d'un logiciel

étude de cas à partir de situations expérimentales

Qualité Hygiène Santé Sécurité Environnement QHSSE

Favoriser l'étude documentaire, les études de cas

pas de cours "catalogue"

quelques mots clés

qualité

normes ISO, certifications et audit,
traçabilité , non-conformité,
outils de résolution de problèmes

hygiène
santé
sécurité

règles de sécurité , FDS, REACH
analyse des risques et causes d'accidents, SEVESO

environnement

prise en compte conséquences activités sur l'environnement
pollution, traitements de déchets,
solutions industrielles minimisant l'impact



PROJET EN BTS « Métiers de la chimie »



REFERENTIEL (Extrait)

- Apprendre à l'étudiant les principes fondamentaux qui accompagnent la gestion de projet

- Autour du cahier des charges d'un produit (analyse, synthèse, formulation) à concevoir, à valider ou à améliorer.



Proposition d'organisation des séances

- 54 heures/ groupe de 3 ou 4 étudiants au second semestre
- 3h/semaine dédoublées en parallèle
- 2 encadrants (1 pour 12 élèves donc 1 pour 3 à 4 groupes)



PREPARATION DES ETUDIANTS AU PROJET

- En AP : mise en œuvre du cahier de laboratoire, recherche biblio, utilisation du logiciel de conduite de projet, prise de parole en anglais etc…
- En cours de communication scientifique: comparaison de cahiers de laboratoire, présentation de résultats de TP à l'oral, etc…
- En TP: séance de mini projets



LOGICIEL DE CONDUITE DE PROJET

- Gratuits http://methodo-projet.fr/comment-choisir-un-logiciel-de-gestion-de-projet/
- Exemple: Ganttproject
  http://eduscol.education.fr/sti/ressources_techniques/ganttproject-20



LOGICIEL DE CONDUITE DE PROJET

- Payant: Mindview (1400 euros environ par établissement)



DOSSIER DU SUJET DE PROJET

- cahier des charges
- explication succincte des missions associées et l'objectif à atteindre
- Planning des revues de conduite de projet
- Différents guides méthodologiques



Planning des revues de projet

4 revues de projets dont une en anglais selon le planning ci-dessous:

Semaine1 (01-2017)	Semaine4 (02-2017)	Semaine8 (03-2017)	Semaine12 (05-2017)	Semaine16 (06-2017)	Semaine18 (06-2017)	Semaine? (06-2017)
Distribution du cahier des charges et autres documents	Revue de projet 1	Revue de projet 2	Revue de projet en anglais	Revue de projet 3	Remise des dossiers techniques	Soutenance orale



Rôle de l'équipe pédagogique pendant les revues

- Faire le point sur l'avancement du projet
- Valider les expériences et les résultats obtenus
- Faire le point sur la répartition des tâches et l'implication de chacun, au besoin mobiliser et motiver chaque acteur pour la suite du projet
- Vérifier la rédaction du cahier de projet et des cahiers de laboratoire individuels (avant et après la revue)
- Engager des actions correctives en cas de dérives



Soutenance orale de projet

Cette présentation orale a pour but :

- D'évaluer la capacité du candidat à présenter son travail
- De confronter le résultat de son travail avec le cahier des charges initial



Exemples de sujets de projet

- Formuler un vernis à ongles qui change plusieurs fois de couleur suivant sa température (6°C, 25°C et 30°C)
- Mettre au point une méthode de dosage par HPLC des parabènes dans une lotion cosmétique
- Rechercher un protocole de traitement pour une solution comportant des ions métalliques.
- Optimiser la formulation d'une peinture acrylique mate en utilisant le charbon végétal comme pigment

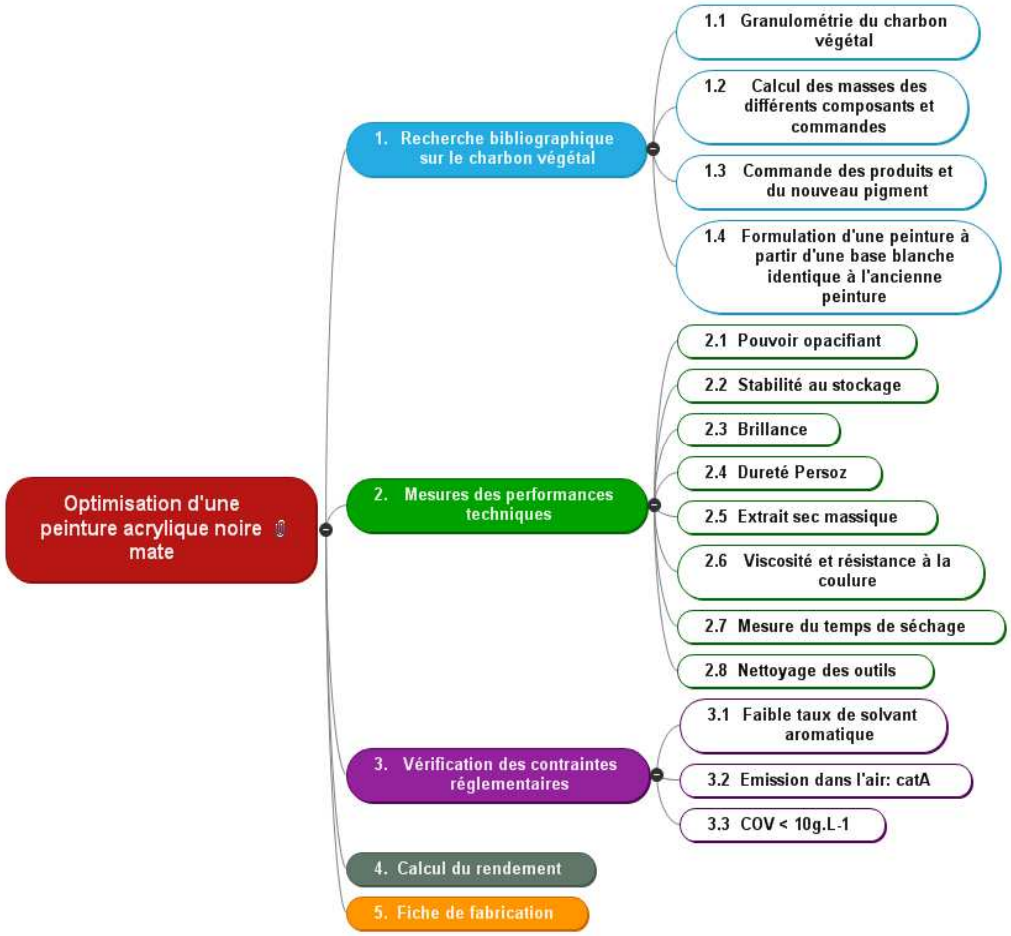


Exemple 1 de cahier des charges :

Optimisation d'une peinture acrylique noire mate

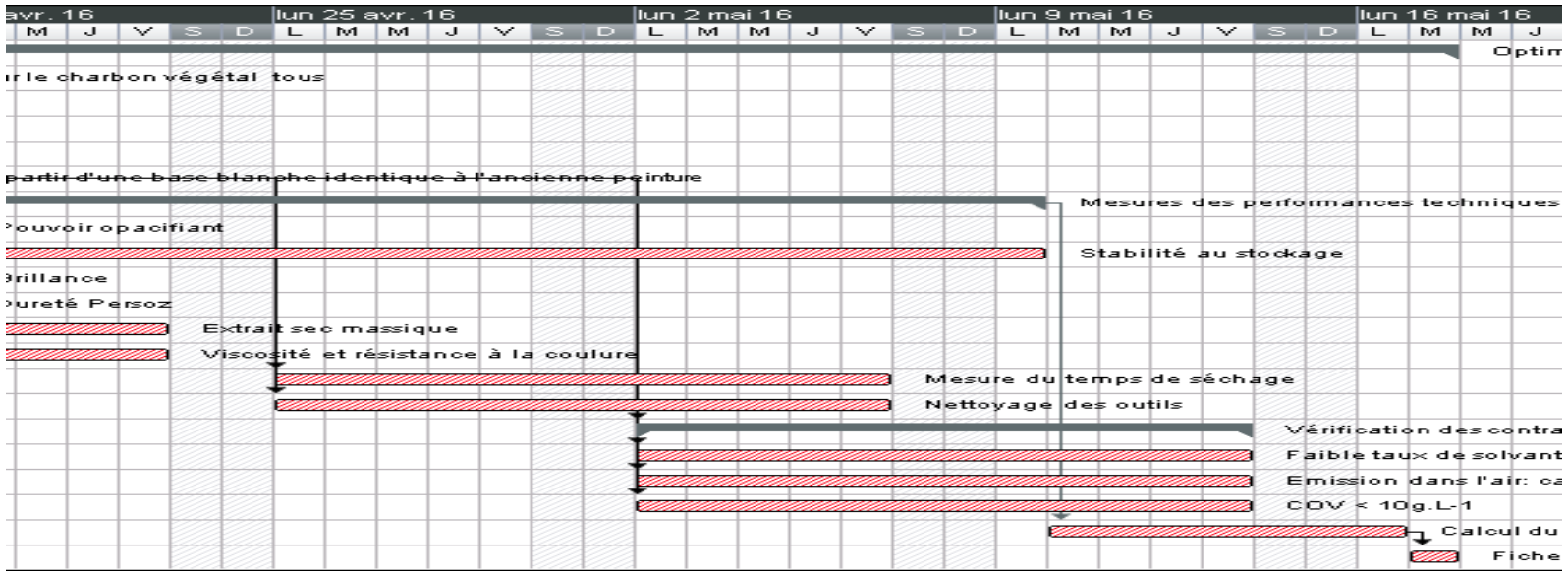





Optimisation d'une peinture acrylique noire mate
1. Recherche bibliographique sur le charbon végétal
1.1 Granulométrie du charbon végétal
1.2 Calcul des masses des différents composants et commandes
1.3 Commande des produits et du nouveau pigment
1.4 Formulation d'une peinture à partir d'une base blanche identique à l'ancienne peinture
2. Mesures des performances techniques
2.1 Pouvoir opacifiant
2.2 Stabilité au stockage
2.3 Brillance
2.4 Dureté Persoz
2.5 Extrait sec massique
2.6 Viscosité et résistance à la coulure
2.7 Mesure du temps de séchage
2.8 Nettoyage des outils
3. Vérification des contraintes réglementaires
3.1 Faible taux de solvant aromatique
3.2 Emission dans l'air: catA
3.3 COV < 10g.L-1
4. Calcul du rendement
5. Fiche de fabrication



Exemple de diagramme de Gantt avec le logiciel de conduite de projet Mindview





Exemple 2 de cahier des charges :



Mettre au point une méthode de dosage par HPLC des parabènes dans une lotion cosmétique afin :

- d'indiquer la qualité et la composition de cette lotion pour une association de consommateurs (en respectant une norme).

- de fournir au chef de projet une méthode réutilisable par la suite (en optimisant la méthode).



Détail des missions inclues dans le projet:

- Mission produit : Appliquer, en respectant les directives européennes fournies, une méthode de dosage avec le matériel du lycée.
- Mission produit : Optimiser la méthode, tester sa répétabilité, sa reproductibilité.
- Mission associée : Vérifier la conformité du produit et préciser sa composition.
- Mission associée : Apporter une réponse fiable et quantitative au consommateur



Cahier des charges fonctionnel

Cahier des charges général	Correspondance produit
Fonctions d'usages du produit : • ⇒ primaire • → secondaire • → tertiaire	 permettre de doser les deux parabènes présents de manière répétable et reproductible méthode la plus rapide possible, utilisant l'éluant le moins toxique possible /
Contraintes techniques : • → de type procédé	 utiliser le matériel du labo d'analyse respecter le budget défini
Contrainte(s) réglementaire(s)	voir pdf NE 1996 relative aux méthodes d'analyse nécessaires au contrôle de la composition des produits cosmétiques
Contrainte(s) "consommateur" (utilisateur ultérieur de la méthode)	fiche version informatique respectant les usages usuels du laboratoire et à la mise en page soignée



Résultats attendus en fin de projet

- Un dossier de validation de méthode, comportant les résultats des mesures
- Critères de succès et indicateurs mesurables du succès de la méthode : test inter-laboratoire, résultats des mesures
- Une fiche méthode de dosage HPLC (préparation de l'échantillon, paramètres, quantité et matériel utilisés, …)



Moyens et ressources mis à disposition

- Produit cosmétique
- Matériel usuel du laboratoire d'analyse
- Budget : à définir avec l'équipe
- 3 fichiers de normes européennes

Le cahier de laboratoire en BTS métiers de la chimie

Le cahier de laboratoire est un objet important de la formation des techniciens de laboratoire. Destiné a assurer une **trace écrite** de toutes les expériences réalisées pendant le temps passé au laboratoire, il constitue de plus un outil de **traçabilité**. Il sert à garder la mémoire de ce qui a été réalisé au laboratoire ainsi que permettre à l'étudiant de gagner en autonomie. Il s'agit donc d'un outil dont la finalité est d'une part liée à l'apprentissage des réflexes du technicien comme celle de la formation professionnelle[1].

Lors des **quatre CCF** du BTS Métiers de la Chimie (MdC), il sera possible **aux candidats de disposer de leur cahier de laboratoire** (CdL). En effet, durant la formation, un CdL sera établi et ce, à raison de un par module et un pour le projet. L'étudiant disposera donc de trois CdL et il existera un CdL d'équipe pour le projet. Leur contenu doit être précisé et défini de façon à uniformiser les pratiques et éviter de trop grandes disparités entre centres d'examens.

1. Structure du cahier de laboratoire

1.1. Qu'est-ce que le CdL n'est pas ?

Le **CdL n'est pas un cahier de TP au sens classique du terme**. Ce n'est pas ce gros classeur où les fiches données par le professeur s'accumulent en vrac (soyons réaliste) au fur et à mesure des séances. Il ne contient **pas de notes de cours** non plus. Il est entièrement dédié à **consigner** les résultats expérimentaux, les remarques, les idées, les observations, les détails, les astuces : c'est la mémoire écrite de ce qui est pratiqué au laboratoire.

Il ne contient que des documents personnels, **pas de fiches du professeur** (voir *infra*)

Vous trouverez en annexe un exemple de CdL.

1.2. Que contient le CdL ?

Seules les **notes de laboratoire** et résultats sont consignés, tels masses, volumes ainsi que les observations faites pendant les manipulations, les astuces pouvant être réinvesties, accompagnées de phrases de conclusions. Au delà des résultats, on doit aussi y signaler les **remarques et observations importantes**[2]. Pour les remarques d'ordre théorique, voir ci-dessous.

Le cahier, **folioté**, commence par un **sommaire** établi au fur et à mesure de la formation (3 pages suffisent). On peut également envisager de consigner les mots clés dans ces premières pages.

Chaque page commence par le titre (qui sera le plus souvent l'objectif de la séance), la date et toutes les opérations décrites doivent être accompagnées de l'heure. Il est possible d'y faire figurer le matériel utilisé, d'y mettre des schémas légendés[3], ainsi que les références des appareils.

[1] Voir notamment : http://www.cnrs.fr/infoslabos/cahier-laboratoire/.

[2] Ces remarques ne sont pas nécessairement intuitives pour l'étudiant. Au professeur donc d'inciter l'étudiant à consigner ce qui semble être pertinent.

[3] Le cahier de laboratoire ne doit comporter ni reproduction du mode opératoire, ni schémas inutiles.

Exemple de suivi de manipulations !

Heure	Montage	Observation
10h43	Début du reflux	Changement de coloration : devient rouge pâle Utilisation de la plaque chauffante n°12 : petite défaillance du système d'agitation (saccades).
11h04	Fin du reflux (21 min)	
11h20	Extraction à l'éther par 2 fois 10 mL	Apparition d'un trouble dans la phase organique à la deuxième extraction. Utilisation d'eau saturée en NaCl pour casser l'émulsion.
11h34	Mesure du n^{20}_{D}	Réfractomètre n° 4 Etalonnage OK n^{D}_{12} = 1,4319 n^{D}_{20} = 1,4283 contre 1,4218 dans le handbook

On peut aussi y faire figurer des phrases du type : « », « la pureté semble acceptable », « apparition d'une couleur bleue ».

Il est possible d'envisager que le **professeur paraphe** chaque page visée au cours de la formation.

La rédaction d'un CdL se caractérise par la **concision**. Il ne contient pas de paraphrase de protocole ou d'autres textes consignés ailleurs (voir *infra*). On peut bien sûr y trouver des notes telles que :

- équations de réaction,
- données sur la toxicité,
- phrases H et P importantes,
- consignes diverses,
- données physico-chimiques,
- la bibliographie (sitographie) utilisée,
- ...

1.3. Les classeurs et fichiers mis en commun

Comme le CdL n'est pas un cahier de TP où sont consignés les protocoles, les **fiches techniques** et autres **fiches de manipulations**, ces documents doivent être **mis à disposition** des élèves dans la classe, sous forme de **classeurs** ou sur un serveur par exemple.

Les fiches techniques d'utilisation d'appareils doivent être disponibles dans un **classeur dédié** ou **à proximité des appareils**. Chaque appareil ou instrument doit avoir sa fiche technique, éventuellement rédigée par les étudiants au cours de la formation.

De même, les **fiches de techniques expérimentales**[4] sont également consignées dans un classeur dédié dans le laboratoire. Rien n'empêche les étudiants d'en disposer d'un exemplaire, mais dans un porte-document distinct du cahier de laboratoire.

On peut aussi envisager de créer (ou faire créer) des classeurs dédiés aux :

[4] Comme les fiches sur la conduite d'une distillation, d'une recristallisation, d'une décantation ou autre. Dans ce cas, il est évident qu'un étudiant qui ferait appel à ces fiches en situation d'évaluation se verrait sanctionné pour son manque d'autonomie à réaliser des opérations simples.

- fiches de sécurité,
- procédures d'étalonnage (équations, étalons primaires ou autres, réactifs, conditions, détection de volumes à l'équivalence, etc.),
- normes ou protocoles types,
- données physico-chimiques et spectroscopiques,
- indicateurs colorés et conditions de préparation et d'usage,
- etc.,
- voire des fiches méthodologie de résolution de problèmes spécifiques, comme des méthodologies d'optimisation par exemple.

Il peut être intéressant de consigner également dans un classeur l'ensemble des protocoles donnés aux élèves au fur et à mesure de l'année.

1.4. Contraintes du CdL

- Le CdL est personnel, signé.
- Il ne **contient pas de photocopies**.
- Les pages sont numérotées, aucune ne doit être arrachée.
- Il contient les heures de manipulations.
- C'est un outil permettant d'assurer la traçabilité des opérations menées.

Il faut faire en sorte à n'avoir qu'un seul CdL par module sur les deux ans de formation, et un CdL pour le projet.
Si un élève est absent à un TP, les données ne sont pas récupérables auprès d'un autre étudiant : le cahier de labo est personnel.

1.5. Conseils

Pour éviter les pertes du CdL, il est conseillé que celui-ci **reste dans le laboratoire** ou **gardé par le professeur** (voir aussi le CdL numérique au point 4.).
Les CdL peuvent être achetés en lots par le lycée.
Le CdL peut être un cahier de 200 pages foliotées, format 24*32[5]. On peut également envisager un format numérique, voir le point 4.

1.6. L'organisation du laboratoire

D'après ce qui a été dit précédemment, on trouvera dans le laboratoire, mis à part les aspects expérimentaux (paillasse, verrerie, appareils de mesure ou autre, produits, bidons de recyclage, dispositifs de sécurité, ordinateurs et imprimante) :

- un classeur de fiches techniques,
- un classeur de fiches expérimentales,
- un classeur de fiches de sécurité,
- un classeur de normes et de procédures d'étalonnage,

[5] Certains collègues utilisent des cahiers avec des pages à copie carbone.

- un classeur de données physico-chimiques,
- un classeur de données spectroscopiques,
- un classeur de protocoles et un cahier de suivi (voir 3.1.),
- les cahiers de laboratoire des étudiants,
- une bibliothèque[6],
- éventuellement un réseau et un serveur.

Au cours d'une séance, l'étudiant aura donc un protocole remis par le professeur, remplira son cahier de laboratoire et rédigera une fiche de synthèse (dont le contenu dépend de l'objectif de la séance). Il est recommandé que la fiche de synthèse ne fasse pas plus d'une page (voir aussi 3.1.). La concision et la précision sont des compétences qui doivent être acquises au cours de la formation.

2. Exemples de CdL

2.1. Le CdL en module analyse

Seuls les calculs nécessaires sont consignés (et donc demandés aux étudiants). Par exemple, les calculs de masses, de volumes, de dilutions, d'incertitudes-type. Ne sont pas demandés de calculs non utiles à l'exécution d'une manipulation, tels des calculs de constantes thermodynamiques, excepté bien sûr si le calcul participe à l'explication d'un phénomène particulier important (par exemple lors de réactions successives[7]).

Les **courbes** de potentiométrie, les chromatogrammes ou autres graphes doivent être collés dans le CdL. Ces courbes et graphes doivent être accompagnés de commentaires idoines.

Les **références[8] des appareils** utilisés et numéros de suivis doivent être indiqués.

Il faudra faire en sorte que les « **rapports** » générés informatiquement par certains logiciels n'excèdent pas une feuille A4.

2.2. Le CdL du module synthèse

En synthèse on dégage souvent cinq **phases** :

1. réaction (équations, quantités de matières, masses, volumes, conditions réactionnelles, observations, détails, astuces...),
2. traitement,
3. isolement,
4. purification,
5. analyses.

Ces cinq phases doivent apparaître clairement sur le CdL, pas nécessairement sous forme de schémas mais sous forme de remarques et d'observations.

Le **travail d'adaptation** et **d'optimisation** de protocole doit être clairement **explicité**.

Les CCM, CPG et CLHP ou autres graphes doivent être **collés** dans le CdL.

---

[6] Ce qui permet à l'étudiant de prendre l'habitude d'utiliser des sources validées et éviter les sources internet peu fiables et/ou crédibles, Il est envisageable de proposer une « bibliothèque idéale », constituée du Vogel, Chavanne, Harwood, Pavia, Bayle, Blanchard etc.

[7] A ce titre, il est possible de généraliser l'usage de logiciels de simulation tel Dozzzaqueux.

[8] Il s'agit du numéro de référence intralaboratoire des différents appareils.

Les analyses doivent faire l'objet d'une **conclusion**.
Remarque sur les mécanismes réactionnels. Pour **éviter les dérives**, les mécanismes réactionnels ne sont pas nécessaires, excepté si ils justifient la formation de sous-produits (par exemple lors de réactions de déshydratation) ou justifient une cinétique de réaction.

2.3. Le CdL en module formulation

Le CdL doit permettre de **suivre le cheminement** qui a permis de **mettre au point** une formule d'orientation, **optimiser** une formule existante, **adapter** un protocole de fabrication ou encore contrôler un produit :

- choix des matières premières,
- calcul des quantités,
- matériels mis en œuvre pour la fabrication ainsi que conditions opératoires,
- observations précises sur l'aspect du produit fabriqué,
- problèmes rencontrés, hypothèses et remédiations,
- idées de manipulations,
- contrôles effectués, résultats et conditions opératoires, normes,
- conclusions brèves sur les résultats obtenus, les nouvelles hypothèses de travail et les décisions prises,
- références bibliographies, sites internet consultés.

On intègrera les **courbes** permettant de caractériser le produit (rhéogrammes, profils de texture, courbes de traction, etc.), ainsi que les conclusions (brèves) relatives à ces courbes.
Le travail de formulation nécessitera souvent de différencier les essais au sein d'un groupe, avec **mutualisation** des travaux. Les résultats obtenus par les autres membres du groupe devront alors être consignés dans le CdL.

2.4. Le CdL en projet

Un CdL est associé au projet, donc **un par équipe**. Celui-ci contiendra notamment une partie bibliographie.
Pendant le projet, l'étudiant renseigne son(ses) CdL personnel(s).

3. Les usages du CdL

3.1. Le CdL en formation

Comme vu ci-dessus, l'objectif est la concision. L'étudiant doit comprendre que le cahier de laboratoire permet d'assurer la traçabilité de ses expériences et que quelqu'un le reprenant puisse, à l'aide également d'autres documents comme des protocoles, refaire une expérience donnée et obtenir des résultats similaires.
Que rend-on en fin de TP ? Afin d'éviter la rédaction de romans fleuves, il faut insister sur le fait d'**aller à l'essentiel**.
A **l'issue de chaque séance** seront demandés, **sur une page**, guère davantage, selon l'objectif fixé :

- une fiche de fabrication,
- une fiche technique,
- un protocole,
- le bilan d'une réparation,
- une méthodologie d'optimisation (en CLHP par ex.),
- etc.

On peut envisager la rédaction par le professeur d'un cahier de suivi, consultable par les élèves. Pourrait y figurer pour chaque TP :

- les techniques vues et réalisées,
- le matériel utilisé,
- l'explicitation de l'objectif de la méthode.

3.2. Le CdL en CCF

Le CdL sera utilisable par l'étudiant à **chaque CCF**. CCF1 : analyse ; CCF2 : synthèse ; CCF3 : formulation ; CCF4 : épreuve mixte analyse-synthèse-formulation.
Le CdL étant **personnel**, il ne doit **pas** comporter **de photocopies**.
En CCF4, les étudiants peuvent utiliser les CdL **des autres membres du groupe**.
Consulter également le document « Le contrôle en cours de formation (CCF) en BTS métiers de la chimie ».

4. Le CdL numérique

Il est également possible d'utiliser un CdL numérique. Voici quelques exemples de CdL électroniques :

- http://www.asapfolder.com/telecharger_fr.html
- http://www.elabftw.net/
- http://www.filecluster.fr/logiciel/Espresso-ELN-157538.html

L'avantage est de pouvoir réaliser des sauvegardes et restaurations, des exportations au format pdf ou autre.
Il peut être utile pour ne pas perdre de données mais il ne faut pas négliger le fait qu'il est très lourd à mettre en place en routine, car il nécessite :

- la **disponibilité** des ordinateurs,
- la **fiabilité** et la **stabilité** du réseau,
- beaucoup de « **temps élève** » pour numériser et mettre en forme (CCM et autres graphes).

Le contrôle en cours de formation (CCF) en BTS métiers de la chimie

Quatre CCF sont prévus dans le référentiel :

- **trois évaluations individuelles** en première année : CCF1 : analyse, CCF2 : synthèse et CCF3 : formulation de **3h**,
- **une évaluation par groupe**, le CCF4 (épreuve mixte analyse-synthèse-formulation), en deuxième année, de **8h**.

L'ensemble des **capacités et compétences** évaluables sont **listées** dans les documents « capacites_et_competences_bts_mdc.docx »

1. Préparation/organisation des laboratoires ou des ateliers

Hormis l'organisation habituelle (paillasse, verrerie, appareils de mesure ou autre, produits, bidons de recyclage, dispositifs de sécurité), il est **conseillé de mettre à disposition** des candidats :

- une **bibliothèque**,
- des **ordinateurs** en réseau, une imprimante,
- des **logiciels** de traitement de données et de simulation[1],
- des copies,
- une calculatrice,
- des **classeurs d**e type :
  - fiches techniques[2],
  - fiches expérimentales,
  - fiches de sécurité,
  - normes, procédures d'étalonnage,
  - données physico-chimiques,
  - données spectroscopiques,
  - protocoles et un cahier de suivi.

Les **CCF 1, 2 et 3 se feront sans accès à internet**. Des extraits de tables de données seront fournis. Le **cahier de laboratoire** (CdL) du **module évalué sera disponible** lors de chacun de ces CCF.

Lors du **CCF4**, l'**ensemble des CdL** peut être apporté par l'étudiant.

A l'issue de chacun des CCF, un **rapport sera à restituer**. Pour les **trois premiers CCF**, ce rapport se limitera à **une page**. Il n'y a pas de limites pour le CCF4.

[1] Nous conseillons Dozzzaqueux, un traitement de textes, un tableur-grapheur scientifique.
[2] A consulter en cas de besoin mais cela pourra avoir une implication sur l'évaluation.

2. Appels/aides

Des **appels**, bien identifiés, figurent dans les énoncés des CCF. Les étudiants sont informés du rôle de ces appels et de la préparation nécessaire avant l'appel ainsi que de la présentation à faire à l'évaluateur. Deux types d'appels sont préconisés :

- certains sont **obligatoires** et placés à des étapes clés du protocole, le candidat est évalué lors de la présentation orale demandée,
- d'autres appels sont utilisés pour apporter des **aides à la demande** du candidat ; leur nombre doit rester limité, l'autonomie du candidat étant un des éléments à prendre en compte dans l'évaluation.

3. Conseils de rédaction des sujets

3.1. Les CCF de première année

Les CCF1, 2 et 3 ayant une durée de trois heures, le temps d'appropriation (lecture et compréhension) de l'énoncé par le candidat avec les annexes ne doit pas dépasser une vingtaine de minutes pour privilégier la manipulation. La mise en situation doit être si possible **contextualisée** avec une **problématique modeste** à résoudre dans le temps imparti pour donner du sens aux activités expérimentales.
La **durée des manipulations** doit être d'environ **deux heures** ; il est cependant attendu du futur technicien une **vitesse d'exécution significative** pour les gestes techniques de base.
L'ensemble des **données** nécessaires à la réalisation de l'épreuve est **fourni** aux candidats.
Le **rapport demandé** n'est pas un compte rendu exhaustif décrivant l'ensemble des opérations réalisées, mais une **réponse concise et argumentée** à l'aide des résultats expérimentaux (observations, exploitations des mesures, confrontation à des valeurs de référence, ...).
Ces trois CCF de première année évaluent principalement des **gestes techniques**, la qualité des résultats expérimentaux et l'**aisance** dans l'environnement du laboratoire sans exclure quelques **prises d'initiatives** accompagnées lors des appels. Rappelons que ces CCF s'appuient sur les compétences et capacités du référentiel. Une **concertation préalable** entre les enseignants en charge de ces 3 CCF est recommandée pour répartir les compétences évaluées et éviter les redondances.

3.2. Le CCF de deuxième année

Le sujet du CCF4 doit être conçu pour évaluer le travail et les **compétences d'un groupe** de trois ou quatre étudiants pendant une durée de huit heures.
L'**énoncé** doit être relativement **court**, l'ensemble des **données** étant plutôt **à rechercher** par les candidats dans les documents fournis **au laboratoire** ou sur **internet**. Il peut s'agir d'une **réponse** à un **cahier des charges**, à une **problématique scientifique** du monde de la recherche et/ou de l'industrie.
Le **premier appel**, obligatoire, consiste à présenter la **démarche envisagée**, le **rôle** et les **tâches attribuées** à chaque personne par le groupe ainsi que les problématiques liées à la **sécurité** et au **contrôle-qualité**.

Le **rapport** doit comporter la **feuille de marche**, les **résultats expérimentaux** et une **réponse argumentée** au cahier des charges et à la problématique. Le temps de réalisation de ce rapport doit être pris en compte sur la durée de l'épreuve.
L'évaluation se fera sur la base des compétences du **référentiel de certification**. Notamment sur le travail en équipe.
Le groupe de trois ou quatre étudiants est constitué par **tirage au sort** juste avant le début de l'épreuve de CCF.

4. Evaluation

Un professeur évalue au maximum 4 candidats en CCF1, 2 et 3 et au maximum 3 équipes en CCF4.
Les **grilles d'évaluation** sont établies sur la base des **12 compétences** du référentiel de certification associées aux **capacités**[3] définies dans le programme.
L'évaluation sera basée sur l'attribution d'un degré de maîtrise selon quatre niveaux : A – B – C – D.
Les étudiants seront **évalués individuellement**, **au sein de l'équipe**, sur :

- leur attitude pendant l'épreuve,
- leur capacité à prendre des initiatives,
- leurs gestes techniques,
- la qualité de leurs résultats expérimentaux,
- la restitution d'une feuille de marche par étudiant,
- leurs compétences en communication.

5. Exemples de pistes de CCF

La **finalité** des trois CCF de première année n'est pas dans la conception, du ressort, rappelons-le, de l'ingénieur, mais dans l'**exécution de tâches précises**, en **autonomie**, selon des **normes**. Les sujets doivent être faisables dans le temps imparti.

5.1. CCF1, analyse

En analyse, les sujets peuvent comporter les tâches suivantes :

- préparer une solution à telle concentration et l'utiliser pour...,
- préparer une solution tampon selon telles caractéristiques,
- mettre en œuvre une technique analytique,
- appliquer une norme,
- effectuer une maintenance de premier niveau,
- etc.

[3] Voir "capacites_et_competences_bts_mdc.doc". Dans ce document, les capacités ont été numérotées pour être mieux repérées.

A ces tâches professionnelles doivent être associés des gestes techniques ainsi que les aspects relatifs aux incertitudes, à la validation de méthode, à l'utilisation des cartes de contrôle, au suivi d'une norme, à la manipulation de matériaux de référence.

5.2. CCF2, synthèse

Ils peuvent comporter les tâches suivantes :

- manipuler les produits chimiques selon les normes (cf QHSSE, CLP etc.),
- réaliser une partie ou la totalité de petites synthèses avec protocoles fournis, nécessitant, si possible une phase d'adaptation ou d'optimisation,
- effectuer des purifications de produits bruts,
- mettre en œuvre des techniques d'analyses de produits bruts ou purifiés.
- ...

Rappelons que les sujets doivent aussi être faisables dans le temps imparti. Il ne s'agit donc pas de demander d'élaborer ou de concevoir de protocole *ex nihilo*. Les données sont donc fournies et l'essentiel du travail évalué sera la mise en œuvre.

5.3. CCF3, formulation

Une mise en situation inspirée d'une problématique professionnelle simple pourra permettre d'évaluer les tâches suivantes :

- choisir une matière première pertinente en fonction des données de la fiche technique, par exemple pour améliorer une formule (résolution d'un problème),
- adapter les quantités d'une ou plusieurs matières premières à partir d'une formule donnée,
- adapter
- et optimiser un protocole de fabrication (choix de l'ordre d'introduction, techniques de dispersion, de chauffage, etc.),
- réaliser des contrôles en choisissant le matériel adéquat et en respectant la normalisation.

Il ne s'agira en aucun cas de créer une formule à partir de rien, ni de valider entièrement un cahier des charges.

5.4. CCF4, épreuve mixte de 8h

Les sujets sont **mixtes**, ils portent soit sur un dyptique synthèse-analyse ou formulation-analyse ou synthèse-formulation soit sur le tryptique analyse-synthèse-formulation. Ils sont basés sur un **cahier des charges** ou sur un **problème à résoudre**.

Deux exemples :

- optimiser la synthèse de 200 mg d'un produit donné et transférer la synthèse sur un pilote pour synthétiser 2 kg de ce produit. La pureté minimale attendue en produit d'intérêt est de 98%,
- répondre à la demande d'un client pour la formulation de 4 kg de mascara.