

ITINERAIRE DE FORMATION PAR ACQUISITION DE COMPETENCES EN BTS BIO-ANALYSES ET CONTROLES



Auteure : Isabelle BRACQ, professeure de Biochimie génie biologique, lycée de l'Escaut, 59300 VALENCIENNES, courriel : isabelle.bracq@ac-lille.fr

Le système d'évaluation vacille et la circulaire du 6 janvier 1969¹ remet en cause ses fondements : « En vérité, ce qui importe, ce sont les progrès de l'élève par rapport à lui-même (...). Les trois notions essentielles de notre système d'appréciation des résultats, notion de composition, de note, de classement doivent faire l'objet d'une triple révision (...) la notation chiffrée de 0 à 20 peut être abandonnée sans regret. Une échelle convenue d'appréciation, libérée d'une minutie excessive moins prétentieuse (...).

L'évaluation par compétences n'est pas nouvelle. Elle s'est mise en place, dans les années 90, en classes Dans certaines classes de primaire et 6^{ème}.

L'évaluation diagnostique est une des méthodes qui permet d'amener les élèves vers la réussite. Elle présente certains avantages : elle apporte un temps d'observation, elle permet d'ajuster les activités aux besoins des élèves... elle impose un découpage en séquences d'apprentissage basées sur le référentiel des activités professionnelles. Ce qui n'est pas toujours si simple à réaliser. Un des inconvénients (qui n'en est pas forcément un) est le nombre de notes par semestre. Une proposition de démarche pédagogique est présentée ci-après.

1 Citée par Lydie Heurdiere et Antoine Prost, Les politiques de l'éducation en France, La documentation Française, 2014, p. 239-240.

Quelles domaines de compétences cibler ?

Quatre domaines de compétences sont ciblés en première année : réaliser des techniques d'analyses par volumétrie, par pH-métrie, par spectrophotométrie ainsi que la mise en œuvre d'une CCM. Ils sont évalués en CCF.

Les techniques chromatographiques (HPLC, CPG...) et électrophorétiques sont abordées en première année (afin que les étudiants aient des notions techniques pour le départ en stage) et complétées en seconde année. Elles seront évaluées en CCF deuxième année avec les notions d'enzymologie (dosage de substrat et détermination des paramètres cinétiques). Ainsi, en seconde année, trois domaines de compétences sont ciblés : mettre en œuvre des techniques chromatographiques, des dosages par méthode en point final et déterminer les paramètres cinétiques d'une enzyme. Les compétences étudiées en première année sont réinvesties dans certaines activités de seconde année.

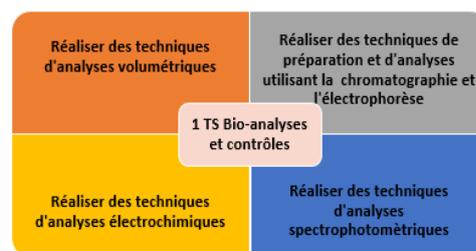


Figure 1 – Domaines de compétences ciblés en 1TS Bio-analyses et contrôles (AT biochimie)

Un exemple d'itinéraire de formation.

Un exemple d'itinéraire de formation est suggéré. Les séances s'enchaînent en essayant d'insérer un niveau de complexité croissante au sein des objectifs d'apprentissage. Après plusieurs séances, un bilan de compétences est associé à la séquence.

Séquence 1. Mise en œuvre un dosage par volumétrie (6 séances)			
Suivre une procédure opératoire de mesure. Application au dosage d'une solution d'acide chlorhydrique par une solution d'hydroxyde de sodium.	Présenter le laboratoire, de la sécurité, de la gestion des déchets, du vocabulaire de métrologie. Initiation à la démarche de prévention des risques. Réaliser un dosage acide-base.	Suivre une procédure de mesure. Réaliser un pipetage. Utiliser la burette.	Acide chlorhydrique par hydroxyde de sodium
Comparaison de deux méthodes d'étalonnage. Application à l'étalonnage d'une solution d'hydroxyde de sodium par l'acide oxalique	Comparer de la méthode par pesées successives avec celle par préparation d'une solution préparée par pesée. Choisir un détecteur coloré.	Comprendre la démarche pour trouver les masses à peser. Réaliser une pesée. Réaliser une solution à partir d'une substance solide.	Hydroxyde de sodium par acide oxalique

ITINERAIRE DE FORMATION PAR ACQUISITION DE COMPETENCES EN BTS BIO-ANALYSES ET CONTROLES



Comprendre les notions de métrologie. Application à l'étalonnage d'une solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide sulfurique.	Etudier de quelques qualités métrologiques d'une procédure de mesure.	Comprendre le vocabulaire international de métrologie.	Hydroxyde de sodium par acide sulfurique
Choisir et mettre en œuvre une procédure de mesure. Application à l'étalonnage d'une solution d'acide chlorhydrique par le carbonate de sodium.	Construire la démarche de raisonnement pour choisir la méthode d'étalonnage adaptée. Etudier l'acceptabilité par comparaison des limites d'acceptabilité Etudier la compatibilité métrologique entre deux valeurs mesurées	Accepter des résultats de mesures par compatibilité...	Acide chlorhydrique par carbonate de sodium
Préparer une solution de concentration donnée. Application à la préparation d'une solution d'hydroxyde de sodium à une concentration donnée.	Réaliser des calculs de dilution. Réaliser une solution à partir d'une solution trop concentrée. Etalonner la solution trop riche à partir d'hydrogénophthalate de potassium Diluer. Vérifier la concentration par étalonnage au choix.	Réaliser une solution à partir d'une solution trop concentrée.	Hydroxyde de sodium par hydrogénophthalate de potassium et autre au choix
Mettre en place d'un guide technique pour les défauts d'acidification lors de la fabrication de fromages.	Déterminer le degré Dornic pour corriger des défauts d'acidification en industrie laitière. Vérifier de la stabilité de NaOH préparée la semaine précédente par étalonnage au choix.	En autonomie, mettre en œuvre une méthode d'étalonnage au choix et un dosage de l'acide lactique.	Acide lactique par hydroxyde de sodium Etalonnage de NaOH au choix
Bilan de compétences volumétrie			
Séquence 2. Mettre en œuvre un dosage par pH-métrie (4 séances)			
Séquence 3. Mettre en œuvre un dosage par spectrophotométrie (5 séances).			
Mettre en œuvre d'une procédure de mesure pour les dosages par pH-métrie. Application au dosage de l'acidifiant dans les boissons au cola.	Ajuster un pH-mètre et exploiter un tracé par méthode des tangentes. Etalonnage de la solution	Utiliser un pH-mètre Construire un graphe (papier millimétré)	Acidifiant E388 dans le coca.
Suivre une procédure de mesure pour déterminer le coefficient d'absorbance linéique du chromophore. Vérifier la zone de linéarité de la loi de Beer-Lambert. Réaliser un dosage par oxydoréduction.	Dosage par manganimétrie, étudier le système tampon du kit par pH-métrie et Déterminer un coefficient d'absorbance linéique	Exploiter un dosage oxydoréduction Déterminer un coefficient d'absorbance linéique. Programmer un spectrophotomètre	Etude d'une réaction indicatrice d'un kit enzymatique Capet 2002
Mettre en œuvre un dosage par spectrophotométrie DNS. Application au dosage des glucides dans un moût pour la fermentation. Doser l'acidité pH-métrie.	Réaliser une gamme d'étalonnage et exploiter le tracé par régression linéaire. Dosage pH-métrique de l'acidité du vin.	Réaliser une gamme d'étalonnage. Construire un graphe à l'aide d'un logiciel	Vérifier le degré de maturité du grain de raisin
Suivre une procédure de dosage en retour. Mettre en œuvre un dosage par spectrophotométrie. Application au dosage des chlorures et du phosphore dans un produit destiné à l'alimentation des nourrissons.	Réaliser le dosage des chlorures par la méthode de Charpentier Vohlard. Mettre en œuvre un dosage de phosphore par spectrophotométrie.	Exploiter un dosage indirect Etudier l'acceptabilité par comparaison avec un étalon de contrôle	Contrôler la qualité d'un lait.
Mettre en œuvre une CCM et un dosage pH-Métrique	Mettre en œuvre un dosage de l'acide citrique d'un sirop par pH-métrie et réaliser une CCM de glucides	Réaliser une CCM	Contrôle qualité d'un sirop CAPET 1996
Bilan de compétences pH-métrie			
Réaliser un montage de distillation. Application au dosage des protéines par la méthode de Kjeldahl et par la méthode de Biuret.	Réaliser le montage de la distillation en respectant les conditions de sécurité. Comparer deux méthodes de dosage.	Réaliser un montage	Comparaison de deux méthodes de dosage adapté du CAPET interne
Suivre une procédure pour la réalisation d'une chromatographie sur couche mince / dosage par spectrophotométrie	Réaliser une CCM dans les règles d'hygiène et de sécurité. Exploiter un chromatogramme avec les Rf.		CAPET 2004
Bilan de compétence spectrophotométrie			

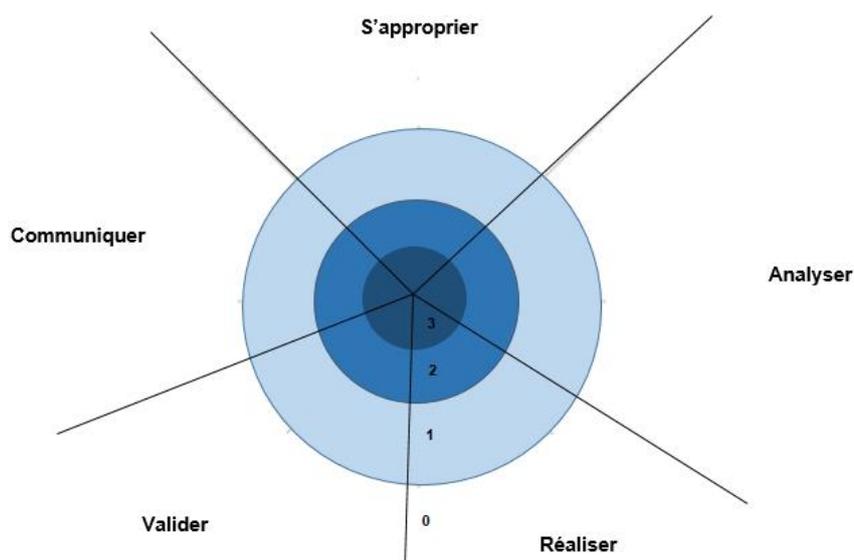
ITINERAIRE DE FORMATION PAR ACQUISITION DE COMPETENCES EN BTS BIO-ANALYSES ET CONTROLES



Séquence 4. Mettre en œuvre et optimiser des techniques chromatographique et électrophorétique (5 séances)			
Suivre une procédure opératoire pour la chromatographie liquide haute performance.	Réaliser des étalonnages externes : exploitation par ajouts dosés ou comparaison d'étalon.	Réaliser une HPLC. Exploiter une méthode par comparaison d'étalon et une par ajouts dosés	Doser la caféine dans différentes boissons.
Réaliser une électrophorèse en gel. Réaliser une chromatographie d'affinité	Réaliser un gel d'agarose avec une texture donnée. Mettre en œuvre une électrophorèse en gel d'agarose.	Réaliser une électrophorèse en gel d'agarose. Réaliser une chromatographie d'affinité.	Vérifier l'absence de fraudes des pommes de terre
Mettre en œuvre une chromatographie en phase gaz.	Choisir les conditions opératoires optimales pour l'analyse d'un échantillon. Réaliser un dosage par spectrophotométrie. Indice d'acide	Réaliser une CPG	CAPET 2009
bilan de compétences techniques chromatographique et électrophorétique			

Comment évaluer par compétences ?

Une cible d'évaluation est rendue lors de la correction de l'activité avec le rapport d'activité. Cette grille est un support d'évaluation formative. Plusieurs niveaux d'acquisition peuvent être représentés. Elle intègre les compétences ciblées ainsi que plusieurs niveaux de compétences de la cible d'évaluation.



0 : non réalisé.

1 : les savoirs et savoir-faire sont partiellement mis en relation même avec l'aide l'enseignant. Niveau INITIE.

2 : les savoirs et savoir-faire sont mis en relation avec l'aide de l'enseignant. Niveau UTILISE.

3 : les savoirs et savoir-faire mobilisés sont approfondis, réalisés en autonomie. Niveau MAITRISE.

Cette cible d'évaluation donne une vision rapide et simple aux étudiants de leur positionnement dans l'acquisition des compétences ciblées. Afin d'optimiser le processus d'apprentissage, une démarche qualité en vue d'une amélioration est instaurée. Elle peut être proposée par un tableau reprenant les points en cours d'acquisition ou non acquis, accompagnée de conseils pour s'améliorer.

ITINERAIRE DE FORMATION PAR ACQUISITION DE COMPETENCES EN BTS BIO-ANALYSES ET CONTROLES



Séquence 1. Mettre en œuvre un dosage volumétrique. Séance 2. Comparer deux méthodes d'étalonnage.

Compétences à acquérir	Indicateurs de performance	I	U	M	Pour s'améliorer...
S'approprier	Je sais mettre en œuvre une démarche de prévention des risques	X			Je dois aller sur le site INRS pour m'informer sur les données de sécurité si elles ne sont pas fournies
Analyser	Je sais réaliser les calculs de masse nécessaires au démarrage de l'activité	X			Je dois m'entraîner avec les exercices
Réaliser	Je sais réaliser une pesée			X	
Valider	Je sais vérifier la compatibilité métrologique des valeurs mesurées			X	
Communiquer	Je sais remplir une feuille de traçabilité		X		Je dois mettre les unités

ITINERAIRE DE FORMATION PAR ACQUISITION DE COMPETENCES EN BTS BIO-ANALYSES ET CONTROLES



Un bilan de compétences est réalisé après plusieurs séances d'apprentissage. Une note est attribuée.

Compétences mobilisées	Compétences élémentaires associées	Niveau de performance			
		0	initié	utilisé	maitrisé
S'approprier	L'étudiant comprend la situation professionnelle proposée L'étudiant en dégage la problématique L'étudiant recherche, extrait et organise l'information en lien avec la problématique (site CLP, site sagaweb, notice en anglais, procédure opératoire, liste du matériel, des réactifs...) L'étudiant planifie ses activités (organisation spatio-temporelle)				
Analyser	L'étudiant justifie, choisit, propose une procédure opératoire pour répondre à la problématique L'étudiant mobilise les savoirs dans le domaine de la discipline L'étudiant exploite les valeurs mesurées				
Réaliser	L'étudiant organise son poste de travail L'étudiant choisit le matériel à disposition L'étudiant met en œuvre la procédure opératoire L'étudiant effectue des mesures correctes L'étudiant manipule dans les règles d'hygiène et de sécurité				
Valider	L'étudiant critique une valeur mesurée, la procédure opératoire, identifie les sources d'erreur L'étudiant vérifie l'exactitude de la procédure de mesure L'étudiant vérifie la compatibilité métrologique des valeurs mesurées L'étudiant exprime le résultat de mesure L'étudiant compare le résultat de mesure aux normes, critique le résultat L'étudiant propose des actions correctives				
Communiquer	L'étudiant explique sa démarche (oral ou écrit) L'étudiant utilise le vocabulaire, les symboles de grandeur, les unités de mesure de manière appropriée L'étudiant utilise les outils informatiques L'étudiant rend compte des valeurs mesurées (feuille de traçabilité) et le résultat de mesure (rapport d'activité)				
Points forts	Points faibles	Profil du futur technicien			

Afin d'aider les étudiants dans l'acquisition des compétences, un dossier « aide à l'acquisition des compétences » est donné à chaque début de séquence. Elle synthétise des aides, des démarches méthodologiques. Un extrait est proposé ci-après.



SAVOIR METTRE EN ŒUVRE DES DOSAGES VOLUMETRIQUES.

Mettre en œuvre un étalonnage direct « par pesées successives d'un étalon de référence ».



Pesée



dosage

Si la masse de l'étalon de référence X n'est pas donnée, il faut la calculer. Certaines grandeurs d'entrée sont données, d'autres sont à imposer. Pour cela, plusieurs étapes sont nécessaires :

- Ecrire l'équation de la réaction chimique du dosage.
- Etablir l'égalité à l'équivalence en utilisant les coefficients stœchiométriques.
- Etablir le modèle de mesure.

$$m_{\text{substance X}} / M_{\text{substance X}} = C (Y : \text{solution à étalonner}) \times V_{\text{solution à étalonner}} \times 10^{-3}$$

Ici, les coefficients stœchiométriques sont de 1.

- En déduire l'équation aux grandeurs exprimant la masse de l'étalon de référence à peser en fonction des grandeurs d'entrée.
- Calculer la masse de l'étalon de référence accompagnée de son incertitude.

Mettre en œuvre un étalonnage indirect « par une solution d'étalon de référence préparée par pesée ».



Pesée



mise en fiole



pipetage



dosage

Si la masse de l'étalon de référence n'est pas donnée, il faut la calculer. Certaines grandeurs d'entrée sont données, d'autres sont à imposer. Il faut trouver la concentration de la solution étalon de référence à préparer par pesée :

- Ecrire l'équation de la réaction chimique du dosage.
- Etablir l'égalité à l'équivalence en utilisant les coefficients stœchiométriques.
- Etablir le modèle de mesure.

$$C (X : \text{solution étalon}) \times V_{\text{PE solution préparée}} \times 10^{-3} = C (Y : \text{solution à étalonner}) \times V_{\text{équivalent solution à étalonner}} \times 10^{-3}$$

Ici, les coefficients stœchiométriques sont de 1.

- En déduire l'équation aux grandeurs qui exprime la concentration de la solution étalon de référence
- L'intégrer dans l'équation aux grandeurs qui exprime la masse de l'étalon de référence pour préparer la solution en fonction des grandeurs d'entrée :

$$m_{\text{substance X à peser}} = C (X : \text{solution étalon de référence}) \times V_{\text{solution étalon de référence à préparer}} \times 10^{-3} \times M_{\text{substance X}}$$

- Calculer la masse de l'étalon de référence accompagnée de son incertitude.
- Calculer la concentration réelle de la solution étalon de référence à partir de la masse réellement pesée.