

Développer les compétences transversales pour engager les étudiants dans un APP de spécialité : retour d'expérience

Céline PASCAL

Université Grenoble Alpes, IUT 1 Grenoble, Département Chimie,

Celine.Pascal@univ-grenoble-alpes.fr

Sarah REZENTHEL

Université Grenoble Alpes, IUT 1 Grenoble, Département Chimie,

Sarah.Rezenthel@univ-grenoble-alpes.fr

Nadi BRAIDY

Université de Sherbrooke, Département de génie chimique et de génie biotechnologique et

Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique,

Nadi.Braidy@USherbrooke.ca

Résumé

À l'IUT 1 de Grenoble, les enseignantes de thermodynamique et d'expression-communication ont introduit une dimension interdisciplinaire à un enseignement organisé sous forme d'apprentissage par problèmes (APP) pour répondre aux difficultés d'engagement des étudiants. Le point central a été d'accompagner la montée en compétences des étudiants sur le travail de groupe. Parallèlement, une réflexion a été menée sur les ressources et leur mise à disposition ainsi que sur l'organisation de l'environnement de travail. Ces actions ont permis de tirer un premier bilan ouvrant des perspectives dans un contexte de développement de l'approche par compétences dans les Instituts Universitaires de Technologie (IUT) et à l'Université en général.

Abstract

At IUT 1 in Grenoble, the teachers of thermodynamics and expression-communication introduced a cross-disciplinary dimension in courses organized in the form of problem-based learning (PBL) in order to promote student involvement. The central point was to support the team working skill development of students. At the same time, a reflection was carried out on the resources and their availability, as well as to the organization of the working environment.

These actions allowed a first assessment that opens up prospects in the context of the development of competency-based Education in University Institute of Technology (IUT) and in University in general.

Mots-clés

Apprentissage par problèmes, interdisciplinarité, compétences transversales, travail de groupe, motivation

Key words

Problem-based learning, cross-disciplinarity, soft skills, team working, motivation

1. Contexte et problématique

Les étudiants du département chimie de l'Institut Universitaire de Technologie (IUT) de Grenoble préparent un Diplôme Universitaire de Technologie (DUT) pour devenir techniciens supérieurs. Le module de thermodynamique des matériaux est enseigné en deuxième année en mode transmissif lors de 12 cours et 12 travaux dirigés, soit un volume horaire de 36 heures, en groupe de 36 à 48 étudiants selon les années universitaires. Partant du constat que la thermodynamique des matériaux est souvent redoutée par les étudiants, notamment pour sa démarche parfois perçue comme complexe ou abstraite, l'enseignante décide d'expérimenter une autre méthode d'apprentissage, l'apprentissage par problèmes (APP), pour modifier la perception des étudiants et ainsi maintenir leur implication en appliquant la thermodynamique à des cas concrets. D'après l'enseignante, seul un des deux chapitres du module se prête à ce type d'enseignement. Il paraît plus aisé de construire des situations-problèmes réalistes sur ce thème et qui reposent sur des prérequis de l'année N-1. Ainsi, le chapitre « diagrammes d'équilibre entre phases binaires » du cours de « Thermodynamique des matériaux » est transformé en APP à la rentrée universitaire 2017 à volume horaire et cout constants. Pour mener à bien cette transformation pédagogique et didactique, l'enseignante suit la formation « découvrir et construire un apprentissage par problèmes » dispensée par Direction d'Appui à la Pédagogie et à l'Innovation (DAPI) de l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'enseignante construit ensuite sa séquence pédagogique autour de deux situations-problèmes qui permettront le développement de compétences spécifiques énoncées au début de chacune. Dans la première situation-problème, chaque groupe d'étudiants est sollicité par un grand groupe de l'industrie de la métallurgie en tant qu'experts des diagrammes de phases pour l'étude de nouveaux alliages révolutionnaires. Dans la seconde situation-problème, ils font face à une

situation de crise dans leur entreprise lorsqu'un de leurs plus gros clients constate une avarie sur une pièce fabriquée avec leurs alliages (cf. Annexe 1). Lors des séances, les étudiants, supposés actifs et preneurs d'initiatives, sont répartis en équipes de 6 ou 7 membres. Après la découverte collective et la clarification du problème (séance aller, figure 1), chacun cherche à résoudre le problème en travaillant seul et de manière autonome à partir des documents mis à disposition, conformément au design de l'APP (Raucent *et al.*, 2011). Puis, au cours d'une séance en groupe (séance retour, figure 1), les propositions de chacun sont discutées afin de proposer une solution unique construite collectivement et faisant consensus. À la fin de chaque APP, une évaluation écrite individuelle permet de s'assurer que chaque membre du groupe a acquis les compétences visées.

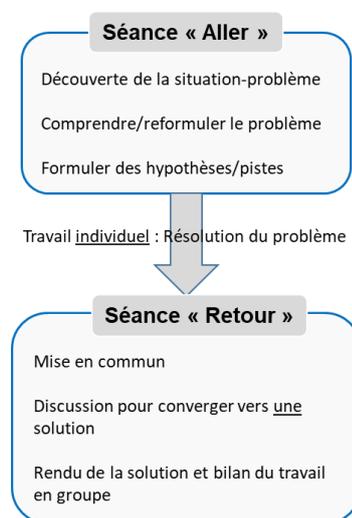


Figure 1 : Principe de l'APP

Toutefois, l'enseignante rencontre des difficultés au niveau de l'engagement des étudiants qui décroît au fur et à mesure des séances et, dans une moindre mesure, dans la tenue de sa posture de tuteur avec le suivi de 6 à 8 groupes d'étudiants simultanément. Les résultats de l'évaluation individuelle ne sont pas meilleurs qu'en apprentissage transmissif, alors que le contenu traité et les objectifs sont nettement réduits. En octobre 2019 se pose la question d'un retour à un enseignement selon le modèle transmissif.

Dans le même temps, l'enseignante responsable du module expression-communication dispose chaque semestre d'une vingtaine d'heures avec, pour objectif, d'apprendre aux étudiants à communiquer efficacement tant à l'écrit qu'à l'oral, à rechercher des informations, à exercer leur esprit critique ou encore à travailler en équipe. Toutes ces compétences sont des

compétences transversales au sens de Tardif et Dubois (Tardif & Dubois, 2013) : c'est-à-dire qu'elles n'ont pas d'ancrage disciplinaire ou de rattachement unique à une profession. Cependant, l'acquisition et la mise en œuvre d'une compétence transversale sont, quant à elles, toujours fortement contextualisées. Ainsi, la question de la recontextualisation d'une compétence transversale à une situation différente est primordiale. Cette mise en œuvre ne peut être le simple résultat d'un apprentissage et est directement liée à la manière d'organiser l'apprentissage qui favorisera, ou non, le réinvestissement (Presseau *et al.*, 2002). La contextualisation est donc essentielle et la principale difficulté de l'enseignante d'expression-communication est de proposer des situations réalistes pour vérifier la capacité à transférer les apprentissages dans les matières « cœur de métier » (c'est-à-dire matières de spécialité ou mention de la formation).

La présentation de Lison (Lison, 2019), aux rencontres FormIdex de l'Université Grenoble Alpes à laquelle assistent les deux enseignantes est l'événement fondateur de l'APP interdisciplinaire décrit par la suite. Une citation retient particulièrement leur attention : « *Vous ne pouvez pas faire apprendre les étudiants... vous pouvez simplement créer les conditions pour qu'ils apprennent* ».

À la suite de cette conférence, et aux observations précédentes, plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer les difficultés rencontrées :

- Un travail de groupe manquant d'efficacité, car n'impliquant pas tous les étudiants : rapidement, les « meilleurs étudiants » prennent en charge le travail, ceux se considérant comme plus faibles se mettent en retrait ;
- Une importance plus grande accordée à la solution au problème qu'au processus permettant d'y parvenir ainsi qu'à la mise en forme du livrable ;
- Une incompréhension de la méthode d'apprentissage, dans une formation où l'enseignement reste très transmissif et où aucune formation préalable à l'APP n'est dispensée aux étudiants. Seule l'introduction du module permet aux étudiants, via un document écrit, de prendre connaissance des principes et attendus du travail sous forme d'APP, et de poser des questions le cas échéant ;
- Un découragement rapide lorsque la solution au problème posé n'est pas trouvée immédiatement ;
- L'absence de transfert et de mobilisation des compétences acquises dans le cours de communication, telle que l'organisation du travail de groupe, la prise de notes, l'écoute

active ou encore la vigilance quant au paraverbal et non verbal lors des présentations orales.

Ces points faisant écho aux compétences développées dans les cours d'expression-communication, les deux enseignantes décident de coconstruire un cadre pédagogique stimulant basé sur la synergie entre les compétences « cœur de métier » et les compétences transversales. Dans un premier temps, pour faciliter l'adhésion et l'appropriation du dispositif d'apprentissage par les étudiants, un APP « zéro » est proposé en expression-communication : l'exercice de la NASA initialement créé par J. Hall et qui sert encore de référence aujourd'hui (Hall & Watson, 1970). Dans un deuxième temps, les compétences de communication et de travail en équipe sont mises en évidence et développées lors de la résolution en groupe de problèmes scientifiques avec restitution de la solution sous différents formats (compte -rendu, affiche, oral, jeux de rôle...). La mise en place de ces APP, basée sur une approche interdépendante des modules d'expression-communication et de thermodynamique des matériaux, prend en compte des contraintes budgétaires (c'est-à-dire cout constant par rapport à l'existant) et de compatibilité d'emploi du temps des enseignantes impliquées.

La problématique pédagogique est alors la suivante : comment créer les conditions qui permettront aux étudiants de mobiliser les concepts développés en expression-communication pour stimuler un engagement des étudiants dans les stratégies de résolution de problèmes relevant de concepts scientifiques et techniques ?

Dans cette analyse de dispositif, nous détaillerons la mise en œuvre de l'APP ainsi qu'une première itération en y intégrant les activités d'expression-communication pour l'améliorer dans un environnement de formation traditionnel intégrant des contraintes logistiques et financières. Nous terminerons par un bilan de l'expérience et ses perspectives, notamment dans le contexte de développement de l'approche par compétences dans l'enseignement supérieur et de la réforme du Bachelor Universitaire de Technologie (BUT) dans les IUT. Cette analyse de dispositif s'inscrit entre autres dans une démarche pour disséminer des stratégies d'implémentation dans un milieu traditionnel qui se raccroche à différents cadres de référence sur la dynamique motivationnelle, les compétences transversales et l'environnement capacitant.

2. Description du scénario pédagogique

Les difficultés rencontrées lors de l'enseignement de thermodynamique des matériaux sous forme d'APP proviennent essentiellement de l'engagement des étudiants sur la durée et non des problèmes à résoudre. Nous faisons donc le choix de construire notre scénario en enrichissant les situations problèmes existantes.

2.1. La définition des objectifs pédagogiques

Nous pouvons distinguer dans nos objectifs pédagogiques les objectifs d'apprentissage, c'est-à-dire ce que les étudiants seront capables de faire à la fin du module, de même que les objectifs des enseignants. Nos objectifs d'enseignement visent d'une manière générale à favoriser l'atteinte des objectifs d'apprentissage chez les étudiants. La première étape de la construction de notre scénario pédagogique repose donc sur la définition de ces objectifs en considérant les différents profils de motivation de J.-F. Michel (Michel, 2017) : quelle est l'utilité ?, vais-je apprendre ?, avec qui ?, où ça se situe ? Dans notre cas, la dimension « utilité » est particulièrement importante, car il s'agit du profil prépondérant dans notre formation professionnalisante.

Ce processus n'est pas linéaire. Si dans certains cas, les objectifs d'apprentissage sont directement issus du programme pédagogique national (PPN), ils peuvent aussi venir au service d'autres objectifs ou de facteurs de motivation (Tableau 1). Les séquences pédagogiques sont construites de manière à susciter la motivation des étudiants. Pour cela, une attention particulière est accordée au fait :

1. qu'elles soient diversifiées ;
2. qu'elles représentent un défi pour l'étudiant ;
3. qu'elles aient un caractère authentique ;
4. qu'elles exigent un engagement cognitif de l'apprenant ;
5. qu'elles responsabilisent l'apprenant en lui permettant de faire des choix ;
6. qu'elles permettent à l'apprenant d'interagir avec les autres ;
7. qu'elles comportent des consignes claires et
8. qu'elles se déroulent sur une période suffisante.

Le cinquième point est le plus difficile à satisfaire dans le cadre de nos APPs. En effet, les problèmes proposés sont à solution unique, avec la plupart du temps, un seul moyen d'arriver au résultat. Nous avons donc fait le choix d'ajouter dans nos problèmes des notions de qualité,

au sens de la vérification, du test et de l'inspection des produits manufacturés afin de satisfaire un certain niveau de normes établies. Par exemple, dans le deuxième APP, les étudiants doivent répondre à une réclamation client concernant un alliage défectueux. Malheureusement, trois analyses d'alliages avaient été réalisées pour ce client et le mail spécifiant le numéro de l'alliage défectueux a été effacé. Les étudiants doivent donc retrouver cet alliage en reprenant les dossiers d'analyse. Pour cette partie, une seule réponse est possible. Nous avons complété le défi en demandant aux étudiants de rédiger une procédure évitant que la perte d'informations lors d'une réclamation client ne se reproduise. Ils doivent ainsi mobiliser des notions de qualité et, en particulier, d'analyse de problème et rédiger un document professionnel qu'ils retrouveront fréquemment en entreprise : une procédure. Grâce à cet enrichissement, nous renforçons l'interdisciplinarité, proposons des situations à plusieurs solutions et responsabilisons l'apprenant en lui permettant de choisir. Par ailleurs, les méthodes utilisées peuvent être mobilisées par les étudiants pour optimiser le fonctionnement de leur groupe. Cela renforce la motivation des profils « vais-je apprendre ? » et « où ça se situe ? » au sens de J.-F. Michel (Michel, 2017).

Tableau 1 : Définitions des objectifs d'apprentissage et des enseignants

Objectifs d'apprentissage	Objectifs des enseignants
<p>1. Thermodynamique des matériaux Être capable de lire des diagrammes de phase et prévoir des microstructures en lien avec les propriétés</p> <p>2. Management Être capable de travailler en équipe, conduire des réunions déléguées, gérer les conflits, participer à un entretien individuel d'évaluation, fixer des objectifs, connaître et mettre en œuvre des outils d'intelligence collective</p> <p>3. Communication Être capable de communiquer à l'oral et à l'écrit dans un cadre professionnel : poster, rapport, procédure, présentation à un supérieur</p> <p>4. Qualité Être capable de comprendre un problème avec la méthode CATWOE, identifier les causes d'un problème avec le diagramme d'Ishikawa.</p>	<p>1. Décloisonnement Pour créer du lien entre matières transversales et de spécialité et favoriser le transfert de compétences</p> <p>2. Problèmes à solution unique et multiple Pour se rapprocher au maximum du contexte professionnel</p> <p>3. Création d'un environnement capacitant Pour permettre à chacun de trouver sa place et d'être écouté</p> <p>4. Place importante de l'analyse et du feedback Pour permettre une amélioration continue et favoriser l'ancrage des apprentissages</p>

2.2. Définition des activités répondant aux objectifs

En se basant sur l'« APP disciplinaire », une activité pédagogique est conçue autour des trois aspects suivants :

- les situations-problèmes enrichies en y intégrant un caractère interdisciplinaire ;
- les activités d'accompagnement à titre de tuteur ou de « coach » (cf. Section 3.2) et de support au travail de groupe en donnant des consignes claires guidant le travail en groupe ;
- l'évaluation sous plusieurs formats pour extraire des indicateurs de performance, d'autonomie, de créativité pour, à terme, alimenter un portfolio de compétences.

Une situation-problème est une « institution d'apprentissage », finalisée du point de vue des étudiants par ce qu'ils vont faire et du point de vue de l'enseignant par ce qu'ils vont apprendre (Meirieu, 2020). Sa rédaction est donc décisive pour l'adhésion des étudiants et pour leur apprentissage. Le type d'activité proposé aux étudiants influe sur leur perception de la valeur de l'activité et de sa faisabilité. Ces deux aspects sont les principaux déterminants de la dynamique motivationnelle (Viau, 2004).

Comme nous l'avons précisé, nous sommes reparties des situations problèmes existantes pour les enrichir. L'enrichissement consiste notamment à accentuer l'attractivité du rendu du livrable de chaque défi, en diversifiant les formats et en le reliant au futur contexte professionnel des étudiants pour répondre à leur besoin d'utilité. Il est ainsi proposé aux étudiants de rendre leurs solutions alternativement sous forme d'affiche, de rapport, de procédure ou encore de présentation orale à un supérieur. La maquette pédagogique du DUT impose de conserver des cours d'expression-communication « isolés » des cours de thermodynamique des matériaux. Toutefois, pour créer du lien entre les deux modules, les différents formats de livrables sont étudiés lors des enseignements d'expression-communication. Ceux-ci sont également dispensés à l'aide de méthodes de pédagogie active. L'enseignante d'expression-communication spécifie systématiquement lors de ces séances que les éléments seront à réutiliser lors des séances d'APP et pourquoi. Lors de l'APP, les étudiants doivent les remobiliser dans un contexte se rapprochant du contexte professionnel.

Une des hypothèses pour expliquer le désengagement progressif au cours du module dans sa version initiale est la difficulté à mettre en place et maintenir un travail de groupe efficace en autonomie. Il est donc indispensable d'intégrer dans le module un apprentissage spécifique au travail de groupe pour doter les étudiants d'outils réutilisables pour organiser efficacement leur

travail en autonomie. Deux types d'activités sont conçus et intégrés au scénario pour accompagner le travail de groupe et installer un climat de travail favorable :

- des activités pratiques pour expérimenter et développer des compétences dans ce domaine : construction du groupe, facteurs de cohésion, coopération, méthodes d'intelligence collective, gestion de conflits ;
- des phases d'échange et d'analyse du travail de groupe permettant une évaluation formative et développant la posture réflexive des étudiants : entretiens d'évaluation entre l'animateur et chacun des membres du groupe.

Le dernier levier d'action est la définition d'une évaluation sommative du module prenant en compte la réussite du travail de groupe au sens coopératif, c'est-à-dire, garantissant l'investissement de chacun dans l'œuvre commune de manière à favoriser la réussite de tous et les progrès de chacun (Meirieu, 2020). La note finale du module est ainsi composée pour moitié d'une note de groupe et pour l'autre moitié d'une note individuelle. Le tableau 2 détaille la composition de ces deux notes.

Tableau 2 : Définition de l'évaluation sommative de l'APP interdisciplinaire

Note de groupe (50 % de la note finale)	Note individuelle (50 % de la note finale)
<p>1. Les livrables collectifs (œuvres communes) lors des résolutions de problèmes intégrant le développement de la créativité et la capacité à faire des choix</p> <p>2. Une évaluation individuelle avec note collective (la note de groupe est constituée de la moyenne des notes individuelles) pour favoriser la coopération dans les révisions et se rapprocher du contexte professionnel où il est important d'être capable d'impliquer chacun pour un travail d'équipe efficace</p> <p>3. Une pondération possible de la répartition de la note collective, décidée par le groupe à partir de critères fixés par les membres du groupe pour responsabiliser les étudiants</p>	<p>1. Une évaluation individuelle de thermodynamique des matériaux en fin de module</p> <p>2. Une fiche de type portfolio dans laquelle il est demandé à l'étudiant de reprendre les activités réalisées dans le module, d'identifier les compétences associées et de s'autoévaluer sur ces compétences</p>

2.3. La programmation du module

Tout d'abord, le cœur du module est constitué des défis à résoudre sous forme d'APP, une pédagogie active basée sur la résolution collective d'un problème concret dans le but d'acquérir des compétences précises. Son organisation est très codifiée (figure 1) et une première contrainte est donc d'en respecter les codes.

Cependant, les retours d'expérience de l'enseignante de thermodynamique des matériaux lors des premières saisons d'un apprentissage organisé autour de l'APP ont montré ses limites, comme nous l'avons présenté précédemment. Pour répondre aux hypothèses que nous avons formulées, nous avons fait le choix de continuer à placer les « défis APP » au centre de notre programmation, et d'enrichir cette dernière d'activités favorisant l'implication des étudiants sur la durée de la séquence et leur réussite dans la résolution des défis, en prenant en compte les contraintes pédagogiques (c'est-à-dire programme national de la formation) et logistiques présentées précédemment. Pour cela, la progression des étudiants dans la compétence « travailler en groupe » est fondamentale. Il est donc nécessaire qu'ils prennent conscience de l'importance de l'étape « construction du groupe » en lui accordant un temps conséquent en début de module. Pour conserver la dynamique, des phases d'analyse, de positionnement et de fixation d'objectifs selon la méthode SMART (Doran, 1981), à l'échelle du groupe et de l'individu, sont intégrées au scénario. Concrètement, ces objectifs sont formalisés sur une grande affiche, exposé en permanence dans l'espace de travail de l'équipe et autoévalué après chaque séance à l'aide de gommettes (verte, orange et rouge). Les étudiants suivent, sans en avoir forcément conscience, une démarche proche de la démarche qualité (planifier, réaliser, vérifier, agir), démarche reprise au semestre 4 dans le module d'Hygiène, Sécurité, Qualité et Environnement (HSQE).

Cette montée en compétences, régulière et visuellement formalisée, favorise l'engagement des étudiants tout au long de l'APP. Pour renforcer cet aspect, nous avons identifié à partir de nos hypothèses, trois autres principes que nous avons déclinés en activités à intégrer dans notre programmation décrite dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Définition des activités favorisant l'engagement continu des étudiants

Principe	Activités
Proposer un scénario de transition entre l'enseignement transmissif et l'APP pour favoriser la compréhension de la méthode APP et rassurer l'étudiant	<ol style="list-style-type: none">1. Une séance préparatoire dans chacune des matières¹ : la découverte du travail de groupe sous format APP en expression-communication et des révisions des concepts essentiels sous forme de QCM interactif dans le module de thermodynamique des matériaux2. De courtes séquences de cours en mode transmissif, soit pour introduire des éléments clés avant l'APP, soit pour faire la synthèse de ce qui a été appris pendant3. Quatre jetons « joker » pour l'ensemble de la séquence pédagogique, ainsi le groupe peut utiliser un jeton pour obtenir une réponse à une question précise lors d'un défi
Créer un climat de confiance et guider l'étudiant dans sa montée en compétences de spécialité et transversales	<ol style="list-style-type: none">4. En début de séance, un retour systématique des points forts et points à améliorer illustrés par des photos de la séance précédente et les travaux d'étudiants5. La fixation d'objectifs précis pour la séance du jour assortis de conseils pour les atteindre6. La mise en place d'activités favorisant la cohésion et la communication entre étudiants, mais aussi entre étudiants et enseignants
Répartir les évaluations sur l'ensemble du module	<ol style="list-style-type: none">7. Un livrable (écrit ou oral) au minimum par séance8. Une évaluation sommative après chaque défi9. L'auto-évaluation et la mise à jour des objectifs étudiant et groupe à la fin de chaque séance

Le programme de la séquence articule tous ces aspects dans le respect des rythmes de l'étudiant (chronobiologie et capacité de concentration).

3. Mise en œuvre du module

La démarche adoptée permet de construire une progression dynamisant les étudiants et leur permettant d'apprendre à utiliser les ressources formatives. Dans notre logique de mettre en place un scénario de transition entre l'enseignement transmissif (habituellement reçu par les étudiants) et l'APP, nous n'avons pas comme objectif que les étudiants soient capables d'identifier et trouver les moyens d'accès aux ressources par eux-mêmes. Au contraire, nous

¹ Dans l'idéal, nous aurions souhaité intégrer ces séances directement à la séquence pédagogique et les co-animer, cela n'était pas possible dans les maquettes existantes, à la fois en raison des volumes horaires et des contraintes budgétaires.

cherchons à faciliter ces deux aspects. Les choix de mise en œuvre matérielle et des postures d'enseignement permettent de répondre à ces besoins pour tous les étudiants.

3.1. La mise en place d'un environnement matériel facilitant l'accès aux ressources et leur utilisation pour tous

Une grande importance est accordée à l'environnement matériel du cours : l'élaboration des ressources et leur mise à disposition ainsi que l'organisation de l'espace de cours.

La séquence pédagogique s'appuie sur quatre grands types de ressources :

- les livrets contenant, pour chaque situation-problème, le programme des séances, le problème posé et les documents associés ;
- les ressources d'accompagnement au travail de groupe : rôles et mémo du déroulé ;
- les ressources matérielles pour les activités : feuilles A1, jeux de société, kit créativité ;
- les supports visuels avec le planning, les consignes, les éléments de cours et les bilans formalisés.

Ces supports variés permettent d'exploiter les différents intérêts et aptitudes des apprenants (aptitude oratoire, graphique, rédactionnelle, créative, etc.) qui seront, par leur valorisation, une source de motivation et d'engagement d'après E. Chamberland (Chamberland, 2013). Ainsi, chaque étudiant reçoit une version papier des livrets, les supports visuels sont mis à disposition après la séance. Pour faciliter l'accès aux ressources liées au travail de groupe et aux ressources matérielles, chaque groupe dispose d'une boîte regroupant le matériel de la séance. Une partie est donc fixe, l'autre évolutive. Nous avons créé deux documents fondamentaux pour la dimension universelle, c'est-à-dire qui prend en compte les différences pour diminuer les inégalités et favoriser l'inclusion et l'intégration (Falzon, 2005) : la fiche « mémo du travail de groupe » formalisant le déroulé et favorisant l'implication de chacun (Figure 2) et les cartes rôles rappelant à chacun sa place dans la dynamique de groupe (Figure 3).

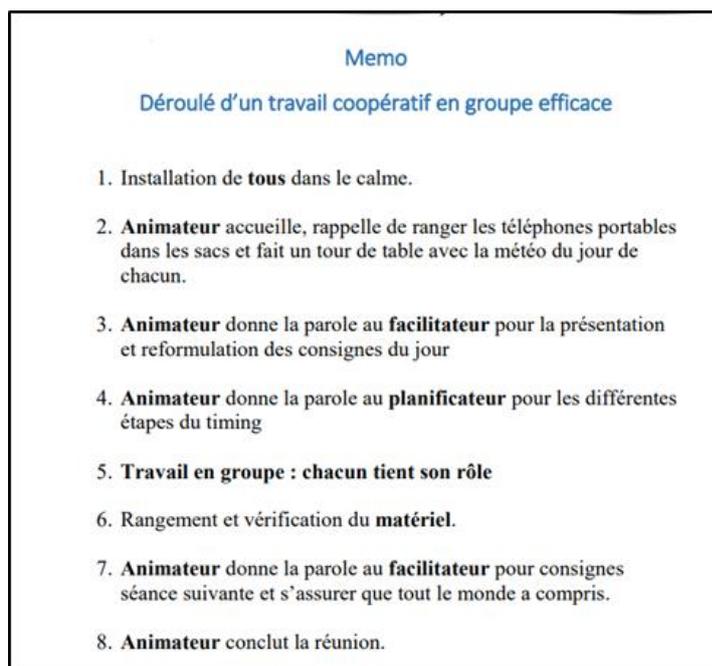


Figure 2 : Fiche Memo « travail de groupe »



Figure 3 : Cartes de rôle pour le travail de groupe

Enfin, l'organisation de l'espace renforce les éléments précédents. Les séances se déroulent dans une grande salle (capacité de 100 places pour 40 étudiants), ce qui assure à chaque équipe de 6 à 7 étudiants un espace modulable, suffisamment vaste, avec à sa disposition tables et chaises à roulettes, un paperboard et un tableau blanc. Cela favorise ainsi la communication et rend possibles différentes configurations de travail à l'initiative de l'équipe. Un espace collectif

d'affichage est également créé au fond de la salle sur lequel les enseignantes exposent les travaux réalisés et font évoluer un journal de bord au fur et à mesure des séances (Figure 4).

Ce dernier est une source de motivation extrinsèque en s'adressant aux quatre profils de motivation au sens de J.-F. Michel (Michel, 2017) :

- Vais-je apprendre : en rappelant les notions apprises ;
- Utilité : en mettant en avant les liens entre compétences travaillées et applications dans le monde professionnel ;
- Avec qui : en incluant des photos des séances précédentes ;
- Où ça se situe : en donnant une vue d'ensemble de la progression du cours.

Après la définition de l'environnement matériel, la dernière étape est la réflexion sur le positionnement et l'attitude des enseignantes pendant l'animation de la séance.



Figure 4 : Exemples d'illustrations du journal de bord

3.2. Une réflexion sur notre rôle et notre positionnement en tant qu'enseignantes dans le dispositif

Bucheton et Soulié (2009) ont défini six postures de l'enseignant. Les principes mêmes de l'APP nous imposent d'adopter successivement des postures d'accompagnement, de lâcher-prise et de contrôle :

- Posture d'accompagnement sur le fond en apportant seulement une aide ponctuelle sans donner de réponse, en répondant à une question par une autre question pour susciter des échanges dans le groupe ;
- Posture de lâcher-prise lorsque le défi peut être facilement atteignable par les étudiants et qu'ils peuvent donc être responsables de leur travail et expérimenter les chemins choisis ;
- Posture de contrôle sur la forme par un cadrage de la situation avec un planning serré pour garantir que le groupe avance en synchronie.

Dans le cadre d'un travail sous forme d'APP, l'enseignant se doit de délaissier son rôle de transmission de connaissances pour un rôle d'accompagnement. Il devient davantage un tuteur, et même un coach, qui soutient pour favoriser l'implication active de tous (Bédard & Bourget, 2016). Concrètement, les enseignantes adoptent une posture de contrôle lors de l'élaboration du planning, de la constitution des groupes et de la définition d'une méthode précise de travail de groupe.

En effet, nous accordons une attention particulière à la constitution des groupes. La séquence se déroulant en seconde année, nous connaissons bien les étudiants et en particulier leur niveau scolaire et leur personnalité. Notre choix s'est porté sur la constitution de groupes homogènes en termes de niveau scolaire et de leadership, et ce afin de favoriser l'implication de tous dans les groupes. En effet, les étudiants plus réservés sont encouragés à participer pour que le groupe fonctionne, les étudiants en difficulté peuvent aller à leur rythme et sont obligés de trouver des solutions pour résoudre les défis, les étudiants habitués à prendre le lead sur un groupe doivent composer et s'adapter au travail avec d'autres étudiants ayant le même comportement. Enfin, les étudiants ayant l'habitude de travailler ensemble sont séparés pour éviter la reproduction de phénomènes de groupes préexistants. Chaque groupe est donc homogène et les groupes sont hétérogènes entre eux.

Les postures d'accompagnement et de lâcher-prise sont de mise pendant les phases de travail de groupe. Lors des entretiens individuels d'évaluation, les enseignantes se placent uniquement dans une structure de lâcher-prise pour garantir les échanges les plus spontanés possibles. Les

étudiants sont ainsi, pour cette partie, dans une salle de classe adjacente, sans enseignante présente. Cet exercice et les objectifs individuels définis à la suite des entretiens sont un élément fort pour le caractère universel de l'environnement, la responsabilisation et l'autonomisation des étudiants. Enfin, notre posture évolue en ce qui concerne l'encadrement du travail autonome : en début de séquence, nous nous positionnons dans une posture de contrôle en réservant un temps de séquence au travail individuel et en nous assurant que chaque étudiant travaille seul, dans le silence, et cherche pendant toute la durée prévue. En fin de séquence, nous nous situons davantage dans une structure d'accompagnement : le travail individuel est réalisé en autonomie, hors des séances, avec une fiche de questions préparatoires à compléter et une durée indicative à y consacrer.

Cette concomitance de postures est une réponse à la tension entre fermeté de la programmation et accueil de l'événement (Meirieu, 2020). Toutefois, les limites des premières saisons d'APP montrent que se focaliser sur ces deux postures est insuffisant auprès de notre public d'étudiants de seconde année de DUT, non habitué à ce type de pédagogie. Un point de vigilance soulevé par Meirieu concerne la tension entre dynamique de la découverte et stabilisation de l'acquisition. Au vu des caractéristiques de notre public et des contraintes de volume horaire, nous avons fait le choix d'adopter ponctuellement une posture d'enseignement pour structurer les savoirs et en être le garant. Cette posture est ainsi systématiquement adoptée pour les introductions et conclusions de séance, ainsi que pour les bilans des résolutions de problème. Afin de garantir « l'accueil des événements », l'ensemble des points assurés avec une posture d'enseignement sont construits au fil de l'eau : entre deux séances pour les bilans ou éléments de cours relatifs à un livrable voire pendant la séance à la suite des questions soulevées par les étudiants. Ce dernier aspect est rendu possible par la coanimation du module.

4. Un premier bilan validant l'intégration de l'expression-communication à l'APP

Les 41 étudiants de seconde année de DUT Chimie, option chimie des matériaux, à Grenoble de septembre à novembre 2020, ont suivi cet enseignement co-animé pour l'ensemble des séances. La dernière séance a dû être adaptée en distanciel (visioconférence) en raison du contexte sanitaire.

Le bilan de cet APP interdisciplinaire repose sur :

- la comparaison par l'enseignante de spécialité avec les trois années précédentes (comportement général, productions collectives et résultats aux évaluations individuelles) ;
- l'analyse de l'enseignante d'expression-communication sur ce module, mais aussi sur la capacité des étudiants à transférer et réutiliser les méthodes de travail de groupe dans un autre module proposé au semestre 4 sous forme d'APP concernant la simulation de gestion d'entreprise via un *serious game*² ;
- un questionnaire anonyme via une application de sondage proposé aux 41 étudiants à la fin de la dernière séance (figure 5), comprenant également trois questions ouvertes : que vous a apporté cette nouvelle façon d'apprendre ?, qu'aimeriez-vous voir ajouté, modifié, supprimé dans ce type d'enseignement ?, une phrase, un avis, une préconisation pour vos enseignantes ?
- des interviews d'étudiants pour un « teaser » du module (Bocquet, Pascal & Rezenthel, 2021) et un retour d'expérience vidéo.

Malgré les limites statistiques, et en particulier la taille de l'échantillon, de nombreux points positifs ressortent de cette première expérience. Pendant le module, il est observé qu'aucun étudiant n'est à l'écart de son groupe et que tous restent actifs et engagés, même lors de la séance en visioconférence. Les réponses au questionnaire (Figure 5) et les témoignages d'étudiants valident le choix d'insister sur la dimension « travail de groupe » pour permettre la résolution des problèmes de spécialité et donc l'acquisition des compétences associées. Au niveau du format du cours, environ 80 % des étudiants apprécient l'hybridation entre deux matières et sont « contents » de venir en cours. Spontanément, 75 % des étudiants font référence au travail de groupe dans leur réponse à la question « que vous a apporté cette nouvelle façon d'apprendre ? » alors qu'un seul a répondu qu'il avait progressé dans la matière de spécialité. Et pourtant, l'enseignante constate une nette progression par rapport aux années précédentes, tant au niveau de la forme que du fond des livrables collectifs. Pour les évaluations individuelles, la dynamique est inversée par rapport aux années précédentes : si la moyenne de la première évaluation individuelle est inférieure à celle de l'année passée, la seconde est supérieure et tous les étudiants valident le module. Les étudiants reconnaissent également cet environnement comme développemental au sens de Falzon (Falzon, 2013) : plus de 90 %

² Le *serious game* utilisé est le *serious game* WinFirme, scénario savon bio : <http://www.winfirme.com>

d'entre eux considèrent, par exemple, avoir découvert des méthodes de travail réutilisables en entreprise.

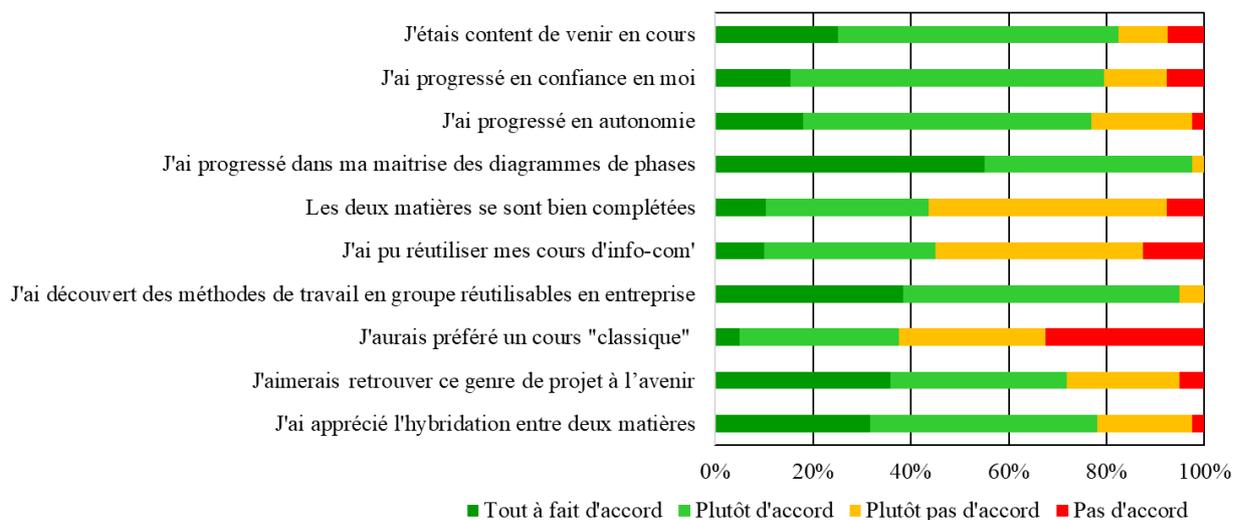


Figure 5 : Retours étudiants en fin de module APP en novembre 2020 (Échantillon : 41 répondants)

Cela s'est ensuite confirmé au semestre 4, dans le module de jeu d'entreprise : les étudiants ont pris l'initiative de réutiliser certaines des méthodes de travail et ont rédigé des analyses individuelles bien plus approfondies que les années précédentes, en créant spontanément des parallèles avec les APP du semestre 3. Enfin, l'environnement créé peut également être considéré comme préventif, c'est-à-dire préservant les capacités futures d'action. Ainsi, 80 % des étudiants considèrent avoir progressé en confiance en eux et les verbatim relevés soit dans les réponses ouvertes, soit dans les témoignages d'étudiants vont également dans ce sens. Nous citerons à cet effet le commentaire d'une étudiante : « le premier travail d'équipe qui se passe bien pour moi » (Bocquet *et al.*, 2021).

5. Perspectives : prendre en compte les limites et adapter le dispositif aux situations d'apprentissage et d'évaluation

Ces premiers résultats valident l'intérêt d'une approche interdisciplinaire et interdépendante dans le développement concomitant de compétences transversales et « cœur de métier ». Les cours d'expression-communication ont été avantageusement remplacés en les intégrant à des APP de spécialité qui offrent un terrain de contextualisation idéal de gestion de projet, de travail de groupe, d'investigation, de recherche d'informations, de développement de l'esprit critique, etc.

Les principaux leviers d'amélioration ont été identifiés par les acteurs des APP.

1. Une meilleure répartition du temps au cours des différentes phases des APP. En effet, l'enquête menée auprès des étudiants met en avant le manque de temps pour réaliser le programme prévu malgré la mise à disposition de feuille de route détaillée. Les enseignantes partagent les ressentis étudiants sur ce point. Le planning est revu pour l'année suivante et deux séances sont ajoutées.

2. La mise en place d'un travail individuel efficace. *La phase de travail individuel est déterminante* pour la tenue des délais dans la séance retour en groupe (figure 1). Le travail individuel *nécessite de la part de l'étudiant un engagement cognitif fort associé à un degré d'autonomie élevé pour organiser son temps de travail en amont, apprendre seul, et avoir la capacité d'extraire des informations pertinentes pour la résolution du défi.* Pour s'adapter au public IUT, pour lequel le travail individuel reste un point de vigilance, les phases de travail individuel sont davantage guidées même si cela semble contraire aux principes mêmes de l'APP. Cette étape « guidée » est importante en termes de méthodologie pour amener l'étudiant vers plus d'autonomie. Concrètement, les consignes du travail individuel sont retravaillées pour être les plus claires possible et une durée de travail indicative est mentionnée. Une phase de travail individuel est intégrée aux séances au début du premier APP pour apprendre aux étudiants à travailler seuls en restant concentrés, sans discuter, sur une durée définie. Il est à noter que les phases de travail individuel ne sont pas mentionnées de façon explicite dans l'emploi du temps des étudiants, ce qui serait à terme souhaitable.

3. La recherche d'informations dans un document « étendu ». Cet exercice semble difficile *pour cette génération dite « digital native », familière des outils numériques de recherche d'informations et peu habituée, à son arrivée dans l'enseignement supérieur à la lecture approfondie de documents de quelques pages en version numérique ou papier. L'absence d'immédiateté dans la recherche d'informations dans ces documents est source de découragement pour certains.* Il s'agit pourtant d'une compétence importante pour un technicien supérieur qui devra être capable d'exploiter ou de faire l'analyse critique de protocoles expérimentaux, de notices techniques, de comptes rendus d'essais, etc. Même dans un contexte de numérisation croissante, la maîtrise de la recherche d'informations sur de la documentation papier et de la communication écrite manuscrite reste des compétences clés dans le secteur de la chimie : les conditions de réalisation des manipulations ne permettant pas systématiquement l'usage de l'informatique. L'enseignante d'expression-communication travaillera plus spécifiquement ces deux aspects en amont des séances en intégrant, dès la

première année, des exercices réguliers de recherche d'informations et de synthèse à partir de supports variés.

4. **Le développement de la capacité d'apprendre en autonomie.** Environ un tiers des étudiants suggère comme piste d'amélioration davantage d'apports théoriques formels et d'explications. Cela est cohérent avec l'hypothèse concernant l'incompréhension de la méthode d'apprentissage et l'importance de prendre en compte l'adaptation à une nouvelle pédagogie, surtout dans le contexte où cette activité n'est, à ce jour, rencontrée qu'une seule fois dans leur cursus. Davantage de temps sera consacré à ce point en début de module, en s'appuyant notamment sur le teaser et les témoignages d'étudiants. Des bilans post-APP sont mis en place pour ancrer les apprentissages et « rassurer » les étudiants face à une modalité d'apprentissage inédite dans leur parcours de formation. Cette tendance devrait être corrigée dans les années à venir avec la réforme des diplômes délivrés par les IUT depuis la rentrée universitaire 2021.

À la suite de cette réforme, les étudiants préparent un Bachelor Universitaire de Technologie (B.U.T.), diplôme en trois ans et en approche par compétences. À titre d'exemple, le BUT Chimie est constitué de six blocs de compétences se déclinant sur deux ou trois niveaux suivant le parcours choisi (Figure 6).

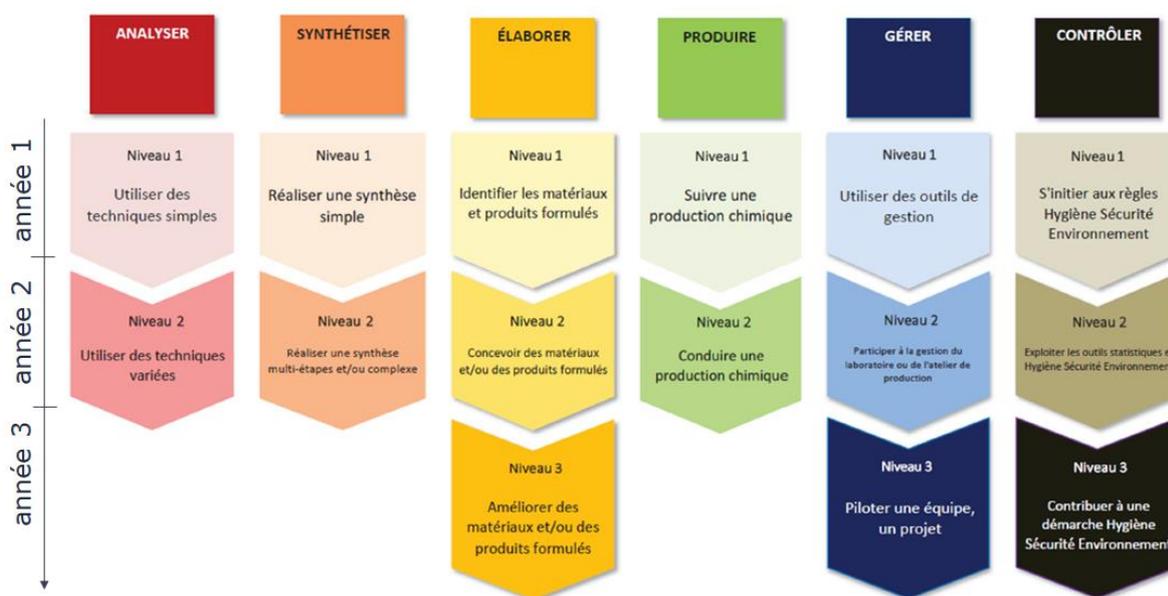


Figure 6 : Référentiel de compétences du BUT Chimie, parcours Matériaux et produits formulés - Extrait du *Bulletin Officiel Spécial* n° 4 du 17 juin 2021

Cette réforme est une opportunité pour renforcer la place des APP interdisciplinaires dans les IUT. En effet, un des principaux changements est l'apparition dans les maquettes pédagogiques des situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ), avec un fort coefficient. Elle se définit comme une tâche authentique consciemment organisée pour permettre le développement de compétences puisque les problèmes proposés se rapprochent d'une situation professionnelle future et nécessitent la construction d'une réponse originale où l'étudiant a une certaine marge de manœuvre dans le choix des moyens et doit faire preuve d'initiative (Georges & Poumay, 2020). La résolution de problème technique sous forme d'APP appuyée par un travail sur les compétences transversales en est donc une. Les livrables intermédiaires et finaux proposés dans notre exemple (affiches, rapports et oraux) sont bien des productions matérielles ou immatérielles proches de celles exigées d'un professionnel. Enfin, l'alimentation d'un portfolio de compétences peut être facilement intégrée en prévoyant un temps d'analyse individuelle en fin de module.

Si les SAÉ sont « monoblocs » en première année, elles deviennent multi-blocs dès la deuxième année de BUT. Ainsi, l'APP interdisciplinaire du DUT servira de base à une SAÉ associant les blocs de compétences « élaborer », « gérer » et « contrôler » du BUT Chimie et sera enrichie en y ajoutant une composante « travaux pratiques scénarisés ». Elle pourra être facilement transposable à d'autres combinaisons au sein de la maquette pédagogique du BUT Chimie en conservant les blocs « gérer » et « contrôler ». Le lien ou décroisement entre les matières présente un grand intérêt, mais il n'est pas aisé pour le public IUT. À l'instar de l'APP interdisciplinaire du DUT, les étudiants seront guidés lors des SAÉ multi-blocs par des feuilles de route et des consignes strictes de travail individuel. À partir de la troisième année de BUT, des défis moins directifs et offrant plus liberté d'organisation seront proposés.

Dans cette analyse de dispositif pédagogique, nous avons montré l'importance d'aménager un temps pour introduire une séance pour expliquer et justifier l'APP auprès d'étudiants habitués à un mode d'enseignement exclusivement transmissif. Cette séance servira évidemment à tous les autres APPs qui pourraient être introduits en aval du cursus. Ce dispositif pédagogique, en conservant les composantes telles que « communication », « gestion de projet », « qualité » est, de fait, généralisable à d'autres spécialités de BUT ou formation professionnalisante.

Cette initiative a enfin grandement contribué au parcours professionnel des enseignantes.

Le co-développement et la co-animation du module nous ont permis dans un premier temps de donner davantage de sens à nos enseignements. La mise en place a été possible grâce à un contexte non bloquant au niveau de notre département : nous avons été libres d'expérimenter

sous réserve que cela soit à cout constant et la responsable d'emploi du temps a quant à elle fait le nécessaire pour arranger les plannings. Nous avons en parallèle bénéficié d'un fort soutien institutionnel au niveau de l'IUT1 : financement du matériel de démarrage et d'heures d'innovation pédagogiques via les microprojets et la mission CAFEINE en 2019-2020 puis intégration dans le projet ANR http en 2021-2022.

Notre projet pédagogique a rencontré un accueil très positif auprès des industriels, et en particulier auprès de Smart Energy Systems Campus et d'une grande entreprise de la microélectronique, qui a intégré notre module à la formation continue de certains de ses salariés. D'autres formations s'intéressent à cette innovation et nous demandent de développer un module équivalent pour eux. Nous avons donc développé nos liens avec le tissu universitaire et socio-économique local. Afin de répondre à ces demandes, nous avons demandé et obtenu un congé pour projet pédagogique pour l'année universitaire prochaine. Notre seul bémol à ce jour, est que l'intégration de notre module dans le BUT est très laborieuse, en raison des tensions inhérentes à toute conduite du changement, et aux modifications de politique au niveau du département. Cela nous permet d'insister sur l'indispensable soutien de la « hiérarchie » pour la mise en place d'innovations pédagogiques radicales et nous amène à conclure avec quelques préconisations pour les enseignants qui souhaiteraient se lancer :

1. Se former aux pédagogies actives et à leur animation ;
2. Vérifier la compatibilité des approches pédagogiques des enseignants impliqués, d'emploi du temps, de cout ;
3. S'assurer du soutien d'une de ses hiérarchies de proximité ;
4. Accorder une grande attention à la planification des séances ;
5. Construire les groupes avec méthode ;
6. Ne pas se décourager si cela ne fonctionne pas tout de suite.

Remerciements :

Documents réalisés dans le cadre de l'action PHENIX2 avec le soutien du projet HTTP - ANR-20-NCUN-0001 et de Cafeine (Centre d'Accompagnement à la Formation des Enseignants et l'Insertion des Étudiants de l'IUT1 Grenoble).

Références bibliographiques

Bédard, D. & Bourget, A. (2016). Préparer et animer une séance d'apprentissage par problèmes. Dans T. Pellacia (dir.), *Comment mieux former et évaluer les étudiants en médecine et en sciences de la santé ?* (pp. 271-297). Bruxelles : De Boeck.

Bocquet, J., Pascal, C. & Rezenthel, S. (2021). Chimie – cours transversal thermo-communication

https://www.youtube.com/watch?v=A_r4kmJhBFM&list=PLjxByGQucFCo2sM5dpbGQisynMl_kGEjx&index=11&t=3s

Bucheton, D. & Soulé, Y. (2009). Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées. *Éducation et didactique*, 3, 29-48.

Chamberland, E. (2013). Doit-on adapter son enseignement aux styles d'apprentissage ?, <https://perspectivesssf.espaceweb.usherbrooke.ca/2013/01/01/donnees-probantes-en-education-doit-on-adapter-son-enseignement-aux-styles-dapprentissage/>

Doran, G. T. (1981). There's a SMART Way to Write Management's Goals and Objectives. *Management Review*, 70(11), 35-36.

Falzon, P. (2013). Pour une ergonomie constructive. *Ergonomie constructive* (pp. 1-16). Paris : PUF.

Georges, F. & Poumay, M. (2020). CRÉER DES SAÉ-Guide de soutien à la création de situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) en contexte d'APC1, 2.

Hall, J. & Watson, W. H. (1970). The Effects of a Normative Intervention on Group Decision-Making Performance. *Human Relations*, 23(4), 299-317.

Lison, C. (11/2019). La pédagogie active, une pédagogie passive ?, Conférence de clôture rencontres FormIdex, Grenoble.

Meirieu, P. (2020). *Ce que l'école peut encore pour la démocratie*. Paris : Autrement.

Michel, J.-F. (2017). *Les 7 profils d'apprentissage : pour former et enseigner*. Paris : Eyrolles.

Presseau, A., Lamothe, G. & Brouillette, N. (2002). Les compétences transversales au secondaire : d'un programme à l'autre, rupture ou continuité ? Dans C. Gauthier & D. Saint-Jacques (2002). *La réforme des programmes scolaires au Québec*, Québec : Presses de l'Université Laval.

Raucent, B., Milgrom, E., Bourret, B., Henandez, A. & Romano, C. (2011), *Guide pratique pour une pédagogie active - Les APP... Apprentissages par Problèmes et par Projets*, Éd. INSA Toulouse et École Polytechnique de Louvain.

Tardif, J., & Dubois, B. (2013). De la nature des compétences transversales jusqu'à leur évaluation : une course à obstacles, souvent infranchissables. *Revue française de linguistique appliquée*, 18(1), 29-45. Doi : <https://doi.org/10.3917/rfla.181.0029>

Viau, R. (2004). La motivation : condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire, 3^e congrès des chercheurs en Éducation, Bruxelles. https://projetadef.files.wordpress.com/2011/12/la_motivation.pdf

Annexe 1 : Exemple de situation — problème

APP2–Version 2019

Vous faites partie du service contrôle qualité de la fabrication d'alliages binaires de la société UGA Unbelievable Good Alloys. Avec votre équipe, vous êtes chargé de vérifier la conformité des coulées d'alliages binaires.

Votre service est en ébullition depuis qu'un défaut de fabrication a été signalé par Renault Sport F1, votre plus gros client. Une pièce fabriquée avec un des alliages de la société UGA s'est déformée lors des essais sur piste. Le courriel de réclamation mentionnant la pièce défectueuse a été supprimé par erreur. Dans ce contexte tendu, difficile d'interroger à nouveau votre client pour savoir de quel alliage il s'agit.

D'après le bon de commande, les derniers alliages livrés à votre client sont : W –7,6 Ni, Al–20Cu et Fe–0,3 C. Vous avez à votre disposition les fiches rédigées par votre service concernant des échantillons prélevés dans ces coulées d'alliage (à la fin du livret).

Défi 1 : Votre équipe doit se réunir en urgence pour examiner tous les échantillons prélevés dans les lots livrés à votre client.

Votre travail consistera à :

- Vérifier pour chaque alliage que la microstructure est en accord avec celle prédite à partir du diagramme,
- Identifier rapidement le lot d'alliage « défectueux »,
- Proposer une procédure pour éviter que cette erreur se produise à nouveau.

Vous devrez présenter vos conclusions sous forme d'un rapport à votre chef de service à la fin de la séance 1.

Défi 2 : L'alliage étant identifié, afin de comprendre la défaillance de la pièce, votre client vous demande :

- d'estimer la composition « réelle » de cet alliage
- d'expliquer la ductilité anormale de cette pièce et
- de donner une description complète du diagramme de phases (phases en présence dans les différents domaines et transformations invariantes (nom et équation)).

À la fin de la séance 2, vous devrez rendre votre expertise sous la forme d'un compte rendu dont une trame sera fournie à l'animateur du groupe.

APP2–Version 2020

Vous faites partie du service contrôle qualité de la fabrication d'alliages binaires de la société UGA Unbelievable Good Alloys. Avec votre équipe, vous êtes chargé de vérifier la conformité des coulées d'alliages binaires.

Votre service est en ébullition depuis qu'un défaut de fabrication a été signalé par Renault Sport F1, votre plus gros client. Une pièce fabriquée avec un des alliages de la société UGA s'est déformée lors des essais sur piste. Le courriel de réclamation mentionnant la pièce défectueuse a été supprimé par erreur. Dans ce contexte tendu, difficile d'interroger à nouveau votre client pour savoir de quel alliage il s'agit.

D'après le bon de commande, les derniers alliages livrés à votre client sont : W –7,6 Ni, Al–20Cu et Fe–0,3 C. Vous avez à votre disposition les fiches rédigées par votre service concernant des échantillons prélevés dans ces coulées d'alliage (à la fin du livret).

Défi 1 : Votre équipe doit se réunir en urgence pour examiner tous les échantillons prélevés dans les lots livrés à votre client.

Votre travail consistera à :

- 1) Vérifier pour chaque alliage que la microstructure est en accord avec celle prédite à partir du diagramme.
 - 2) Identifier le lot d'alliage « défectueux ».
 - 3) Afin qu'une telle situation ne se reproduise pas, vous décidez d'en analyser les causes et de rédiger une procédure. Vous allez mettre en œuvre une **démarche de résolution de problème** (Cf. cours HSQE).
- a) Définissez clairement le problème avec la **méthode CATWOE**.
 - b) Identifiez les causes possibles de cette erreur avec le **diagramme d'Ishikawa**.
 - c) Quelle procédure proposez-vous pour que cette erreur ne se reproduise pas ?

Vous devrez présenter vos conclusions sous forme d'un rapport à votre chef de service pour qu'il puisse rédiger une réponse au client. Il s'agit donc d'un document professionnel et non d'un document scolaire. Il n'est pas exclu, étant donné l'enjeu de cette étude, que vous soyez amené à présenter vos conclusions à l'oral au pied levé lorsque vous remettrez votre rapport.

Un conseil : préparez-vous !

Défi 2 : L'alliage étant identifié, afin de comprendre la défaillance de la pièce, votre client vous demande :

- d'estimer la composition « réelle » de cet alliage,
- d'expliquer la ductilité anormale de cette pièce et
- de donner une description complète du diagramme de phases (phases en présence dans les différents domaines et transformations invariantes (nom et équation)).

Vous devrez rendre votre expertise sous la forme d'un compte rendu dont une trame sera fournie à l'animateur du groupe.

Annexe 2 : Organisation synthétique des séances

APP N° 1	
2019 — durée = 6 h	2020 – durée = 7 h 30
<p><u>Séance n° 1 (3 h) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Phase Aller APP1 en groupe •Travail personnel défi 1 •Phase retour APP1 en groupe et rendu des travaux concernant le défi 1 •Travail personnel défi 2 	<p><u>Séance n° 1 (3 h)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Cours : Révisions chimie du solide, les diagrammes de phases binaires •Organiser le travail de groupe •Phase Aller APP1 en groupe (Travail personnel défi 1 entre les deux séances)
<p><u>Séance n° 2 (1 h 30) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Cours questions-réponses par l'enseignant •Phase Retour de l'APP1 (suite) et rendu des travaux concernant le défi 2. 	<p><u>Séance n° 2 (3 h)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Phase retour APP défi 1 en groupe et rendu des travaux concernant le défi 1 •Auto-évaluation, entretiens individuels, définition des objectifs individuels •Cours questions-réponses par l'enseignant (Travail personnel défi 2 entre les deux séances)
<p><u>Séance n° 3 (1 h 30) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Séance de clôture APP1 <p>Bilan du travail en groupe : rendu d'une fiche de synthèse (une fiche par groupe) Évaluation individuelle des compétences acquises</p> <ul style="list-style-type: none"> •Séance d'ouverture APP 2 : Découverte collective et analyse du problème n° 2 	<p><u>Séance n° 3 (1 h 30)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Phase retour de l'APP1 défi 2 et rendu des travaux concernant le défi 2 •Bilan du travail de groupe, définition des objectifs du groupe
	<p><u>Séance n° 4 (14 h 3 h0000-17h00)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Séance de clôture APP1 <p>Évaluation individuelle des compétences acquises Bilan du défi 2</p> <ul style="list-style-type: none"> •Séance de mise en situation <p>Gestion des conflits Résolution créative de problèmes</p> <ul style="list-style-type: none"> •Séance d'ouverture APP 2 : Découverte collective et analyse du problème n° 2

APP N° 2*La phase « Aller » de l'APP2 s'est déroulée lors de la dernière séance de l'APP1***2019 — durée = 3 h****2020 – durée = 6 h**Séance de 3 h

- Travail en sous-groupe : mise en commun du travail préparatoire du défi n° 1.
- En groupe, phase retour APP2 : mise en commun des travaux des sous-groupes, rédaction d'un rapport interne UGA à rendre à la fin de la séance.
- Présentation de la solution du défi 1 par un groupe/discussion
- Travail personnel sur le défi n° 2
- En groupe, rédaction d'une fiche d'expertise pour le client à rendre à la fin de la séance.
- Bilan du travail en groupe : rédaction d'une fiche de synthèse à rendre à la fin de la séance
- Bilan global des APP1 et 2

deux séances de 3 h :

Séance n° 1 (3 h)

- Travail en sous-groupe : mise en commun du travail préparatoire du défi n° 1
- En groupe, phase retour défi 1, rédaction d'un rapport professionnel à destination du chef de service
- Présentation et discussion des solutions
- Phase aller défi 2 : travail personnel
- Phase retour défi 2 : compléter collectivement la fiche APP2-défi 2

Séance n° 2 (3 h)

- Bilan APP 2
- Évaluation individuelle
- L'heure du bilan : individuel et collectif
- Mise en commun et échanges sur les compétences développées pendant la séquence pédagogique