

Analyse descriptive d'une démarche d'investigation :
Force et principe d'équilibre en bac pro SAPAT par Aurelien Fouchereau (stagiaire MSP 2014-2015)

(Les annexes se trouvent sur le site de physique-chimie de l'ENFA)

La séquence étudiée a pour thème la découverte et l'étude des forces et du principe d'équilibre. J'intègre dans ce chapitre la notion de moment qui est l'objet d'un TD qui sera analysé d'une manière plus détaillée. Ce travail réponds à l'objectif 3.3.1 « Caractériser une action mécanique par une force ; Déterminer les conditions d'équilibre d'un solide » du module MG4 du référentiel de Bac pro SAPAT.

Au delà des notions de cours je vais aussi mettre les élèves face à une situation complexe en favorisant l'autonomie dans la recherche des éléments nécessaires et dans la construction de la réponse. Par ce travail je souhaite initier avec cette classe une manière de travailler différente que je souhaite ensuite poursuivre le reste de l'année. Mon objectif est d'amener les élèves à raisonner de manière scientifique en s'appuyant sur leurs connaissances mais aussi et surtout les accompagner vers une maîtrise de la capacité à aller chercher les informations nécessaires là où elles se trouvent.

C'est la première séquence réalisée cette année avec cette classe de terminale. Elle se termine par un travail sur la pression avant d'enchaîner sur l'énergie thermique.

Le public :

La classe de terminale SAPAT est un groupe composé de 21 jeunes filles que je suis depuis leur entrée en seconde à la fois en physique-chimie mais aussi en informatique. J'assure une séance de 55min de cours par semaine le vendredi soit en salle soit au laboratoire selon les besoins.

C'est un groupe faible avec d'importantes lacunes dans les matières scientifiques et notamment en mathématiques. Malgré un dynamisme très constructif en classe la plupart des élèves ne fournissent pas un travail personnel suffisant pour ancrer convenablement les notions de cours.

C'est cependant un groupe avec qui je prends plaisir à travailler car le climat est très souvent constructif et le dialogue est aisé comme on peut l'espérer d'une classe de terminale.

Certaines élèves démontrent des capacités d'analyse assez fines et se révèlent être des alliées précieuses pour construire des raisonnements.

J'ai effectué un important travail méthodologique l'année précédente avec ce groupe sur la lecture et l'interprétation des énoncés et des questions ce qui j'espère va être remobilisé par les élèves pour construire une démarche cohérente.

La gestion du temps :

La séquence est articulée autour de :

- ✦ 3 séances de cours (05/09, 12/09 & 19/09)
- ✦ 1 séance d'exercices (10/10)
- ✦ 1 TD au laboratoire (17/10)
- ✦ 1 DS (21/11)

Soit 6 séances auxquelles viennent s'ajouter du travail personnel entre certaines séances pour soit réaliser des exercices soit préparer la séance suivante.

Les outils :

L'un des objectifs de cette séquence est d'aider les élèves à retrouver les informations dont ils ont besoin pour répondre à un problème complexe. Dans ce cadre précis l'essentiel des informations se trouve dans un seul document, leur cours. Cependant ils doivent naviguer entre les différentes parties pour rassembler tous les éléments nécessaires et éventuellement aller appuyer les notions théoriques sur les exemples réalisés lors des exercices. Pour aider les élèves dans cette démarche je leur distribue une jaquette (cf annexe1) pour chaque chapitre. J'ai mis cet outil en place l'année dernière et le retour des élèves est unanime, cela les aide à organiser leurs cours. Ce n'est cependant pas sa seule utilité puisque je l'ai pensé pour qu'il assure aussi les rôles suivants :

Du point de vue pratique les élèves vont aussi devoir réaliser un objet et des mesures de poids. Ils vont donc être amenés à utiliser des objets de la vie courante (feuilles, piques en bois et ficelle) mais aussi des dynamomètres et des balances de précision. Je trouve intéressant de mélanger ces outils afin de rendre la physique plus proche de la réalité des élèves, plus ludique. Cela permet d'autant plus d'insister sur la rigueur nécessaire dans

l'utilisation des outils de mesure et notamment des dynamomètres avec le choix d'un calibre adapté à l'objet.

Les détails sur la séance de TD :

La démarche d'investigation déployée lors de cette séance pour objectif de construire un mobile à deux fléaux parfaitement équilibré (cf annexe2). Il sera constitué de piques à brochette, de fil de couture et de cocottes en papier. Afin de parvenir à ce résultat les élèves doivent conjecturer la position des points d'accrochage des ficelles pour obtenir l'équilibre. Ce travail mobilise donc la capacité à modéliser un système pour lui appliquer le théorème des moments.

En amont :

J'ai choisi de préparer la séance en amont en présentant le travail à la fin de la séance précédente. Pour impliquer les élèves de manière plus efficace je leur demande de réaliser les cocottes en origami selon des gabarits, pour la séance de TD. Ce subterfuge me permet d'accrocher le groupe de manière ludique et de les amener à lire le document de travail en amont de la séance.

Ce travail a été réalisé de manière consciencieuse par l'ensemble de la classe.

Pendant :

Pour lancer la séance, je reviens avec le groupe sur les objectifs du TD et sur le matériel et les outils à disposition dans le laboratoire. Je leur demande de former des binômes. La mise en route est laborieuse, la modélisation du système est un travail réellement compliqué pour les élèves. La plupart des groupes me sollicitent et il m'est difficile de répondre rapidement à toutes les questions. Ces temps morts sont utilisés par les élèves pour commencer la construction du mobile avant d'avoir réalisé l'étude. Malgré les pistes de réflexion la démarche ne se met pas en place, il faut décoincer une à une les situations soit en indiquant où trouver des réponses soit en indiquant une piste de réflexion.

Une fois ce déblocage réalisé dans la majorité des binômes une dynamique de travail se met en place et des échanges entre les élèves viennent alimenter les réflexions. Les sollicitations s'espacent et je peux prendre le temps d'observer et de remobiliser les groupes plus passifs ou plus en difficulté.

Les élèves réalisent les mesures de poids et sont confrontés à la difficulté du manque de

précision des dynamomètres. Assez rapidement, la solution de passer par la masse émerge dans un premier groupe. Les autres réalisent ensuite les mesures par mimétisme.

Le théorème des moments est posé sans trop de difficultés, je dois cependant accompagner les élèves pour faire le tri et nommer les différentes grandeurs mises en évidence. Le problème auquel elles se sont ensuite confrontées est la résolution mathématique de l'équation issue de l'application du théorème.

La séance est terminée. Je demande aux élèves pour la séance suivante de terminer le travail par :

- ♣ la mise au propre de la démarche construite pour répondre à la question ;
- ♣ la réalisation du mobile ;
- ♣ l'analyse des problèmes éventuellement observées entre la théorie et la pratique.

En aval :

Lors de la séance suivante je ramasse les productions. Le bilan est réalisé en questionnant l'ensemble de la classe sur les résultats obtenus lors de la comparaison entre théorie et pratique afin de faire ressortir la notion d'approximation des mesures (de longueur et de masse) mais aussi et surtout le fait que l'on ai négligé certains éléments lors du calcul ce qui explique certains écarts. Ce travail de bilan est assez rapide (20 min) grâce au dynamisme de certaines élèves à l'oral, il doit toutefois être orienté pour atteindre les objectifs que je m'étais fixé.

A l'issue de cette séance j'ai accroché les différents mobiles au plafond du laboratoire de physique-chimie, **cette mise en valeur de leur production est très appréciée des élèves.**

Analyse des résultats du TD :

J'ai ramassé la trace écrite issue de la démarche construite par les élèves afin de l'évaluer. Cette correction permet d'obtenir le tableau suivant :

Capacités	objectifs	critères	barème	Ermeine Angéla	Caralis Tiphaine	Maïre Angelina	Maïre Prescilla	Lola Mégrane Marine	Opélie Maïre	Anais Célia	Axelle Chloé	Audrey Maelle	Solène Béryl	moyenne		
Communiquer	présentation écrite	présentation soignée	1	0,5	0,5	1	0	1	1	1	0,5	1	1	0,77	1	
	organisation à l'écrit	présentation structurée et	1	0	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,73	1	
	formuler des questions à l'oral	sollicitation constructive en classe	2	0,5	2	0,5	0	0,5	1	1	2	1	0,5	1,00	2	
Interpréter	schématiser une situation	identifier les éléments importants	1	1	1	1	1	1	0,5	1	0	1	1	0,86	1	
		respecter les conventions établie	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,18	0,5
		réaliser un schéma soigné	1	1	1	1	0	0,5	1	1	1	0	1	1	0,77	1
	identifier des forces	identifier les correctement les caractéristiques d'une force	2	2	1	1	0,5	0,5	0,5	2	0	0	1,5	1,00	2	
	critiquer une observation	mobiliser des savoirs pour expliquer des faits	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0,5	0	0,50	2	
Exprimer des grandeurs	déterminer un poids	mobiliser la formule adéquate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50	0,5	
		appliquer une formule à un situation précise	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,36	0,5
		utiliser les unités adéquates	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,36	0,5
	déterminer un moment	mobiliser la formule adéquate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50	0,5
		appliquer une formule à un situation précise	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,27	0,5
		utiliser les unités adéquates	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,36	0,5
	utiliser le théorème des moments	mobiliser la formule adéquate	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,91	1
		appliquer une formule à un situation précise	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,09	0,5
		utiliser les unités adéquates	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,36	0,5
Réaliser un calcul	respect des règles de l'algèbre	mener correctement un calcul à terme	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,41	0,5	
	exprimer un résultat	choisir l'unité adéquate	1	0	0,5	0,5	0,5	0	1	1	0,5	1	0,5	0,59	1	
Mobiliser des savoir et des savoir-faire pour résoudre un problème	mettre en œuvre une démarche scientifique	proposer une démarche de résolution efficace	3	1	2,5	1	0	0	1	1,5	1	1,5	1	1,23	3	
			20	8,5	15,5	12	4,5	6	13,5	15,5	10	12,5	11,5	10,95	20	

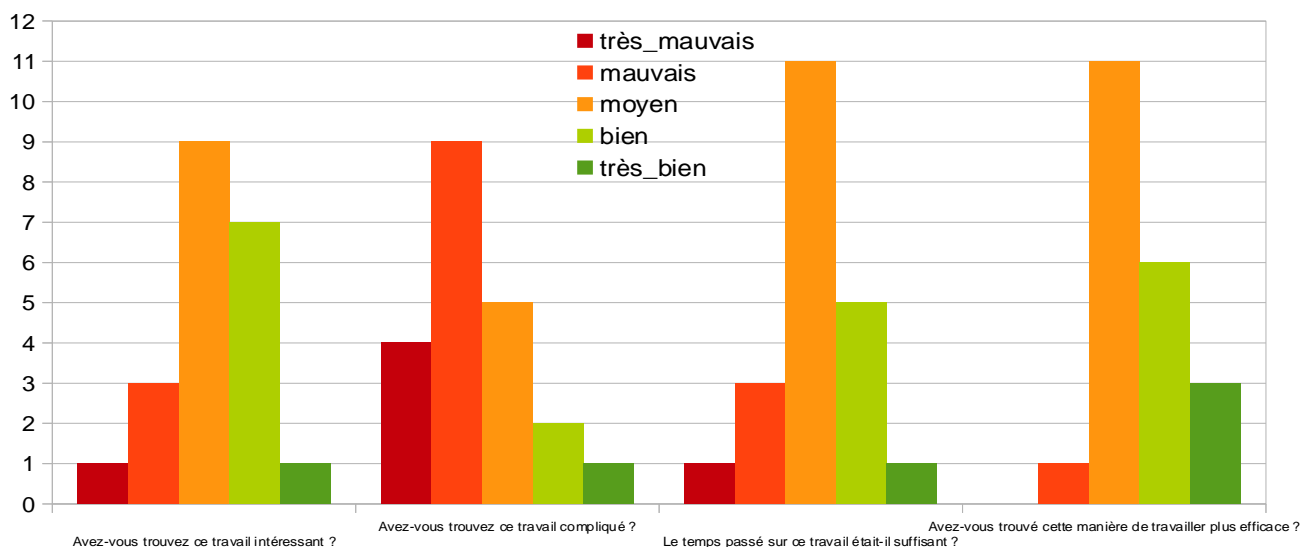
On remarque que 4 points ont posé problème :

- ✦ le respect des conventions ;
- ✦ critiquer une observation ;
- ✦ appliquer une formule à une situation ;
- ✦ proposer une démarche/un protocole.

Il ressort de ce constat que les élèves ont des difficultés à transposer le cas général à un cas particulier. D'autre part, la mise en place d'une démarche complexe est compliquée à construire pour plusieurs raisons. La mobilisation des acquis reste laborieuse, la mise en relation de ces connaissances est difficile et enfin le passage à l'écrit est un obstacle important à ne pas négliger et qui empêche les élèves de retransmettre l'intégralité de leurs démarches et analyses.

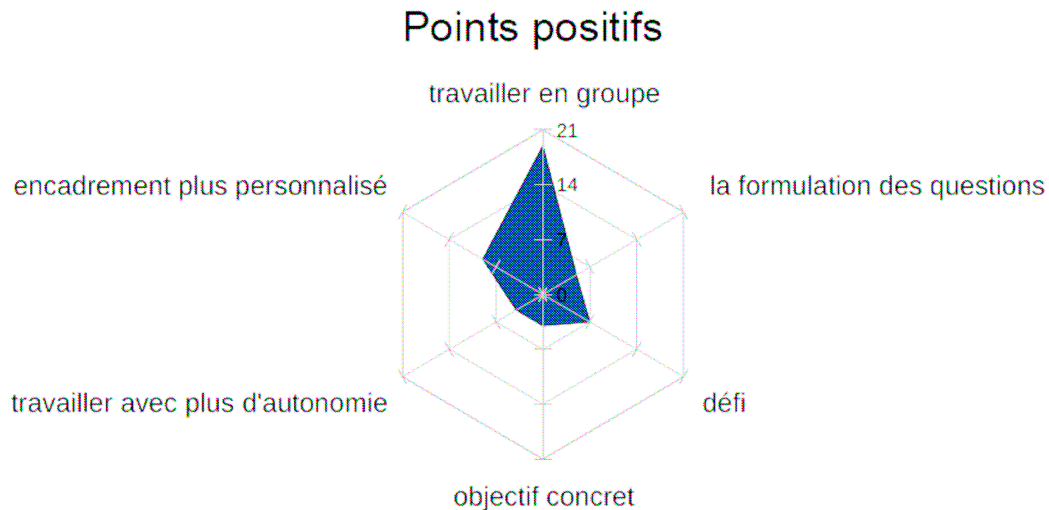
Comme je l'ai mentionné plus haut je connais bien cette classe et la relation de confiance établie me permet de les solliciter pour obtenir des réponses franches et sincères. J'ai donc soumis les élèves à un questionnaire afin de collecter leur ressenti par rapport à ce travail. Voici les principaux résultats :

Ressenti des élèves



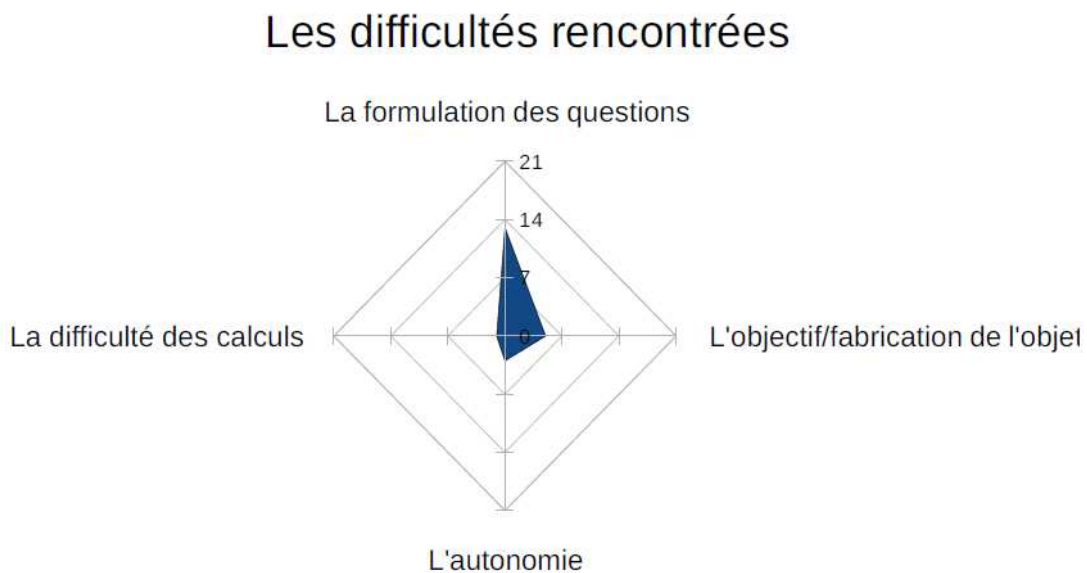
Les élèves ont trouvé le travail compliqué mais il semble que cela ne les empêche pas de voir aussi des aspects positifs, notamment concernant l'attrait et l'efficacité du TD. D'ailleurs de manière unanime elles indiquent vouloir travailler de cette manière plus souvent.

Voici ce que les élèves ont apprécié :



C'est une surprise pour moi, mais la fabrication de l'objet ne semble pas être attractive. D'un autre côté ce qui ressort c'est que les élèves apprécient que l'on soit disponible pour les accompagner de manière plus individuelle. Le travail de groupe est aussi un aspect quasi unanime et qui vient compléter ce constat, les élèves n'aiment pas travailler seuls.

Si l'on s'intéresse en détail aux difficultés :



On observe clairement que c'est la manière de poser les questions qui revient. Le fait de mettre des élèves face à des questions très ouvertes est déroutant pour elles qui sont habituées à un cadre restreint et rassurant. Malgré cette difficulté et avec un

accompagnement individuel les élèves ont su cependant franchir cette difficulté. Il est évident que ces dernières doivent gagner en autonomie mais ce premier pas est très encourageant.

Analyse des résultats du DS :

Pour clôturer et évaluer les acquis de cette séquence, j'ai proposé une évaluation classique (cf annexe 3) en intégrant de manière parcimonieuse 2 éléments nouveaux :

- ✦ un coefficient de certitude sur la partie QCM ;
- ✦ une question ouverte basée sur l'exploitation d'un document.

Ce devoir contient donc une partie évaluation des savoirs et une partie évaluation des savoir-faire.

La moyenne obtenue est de 9/20. Cette valeur correspond aux résultats obtenus par cette classe. J'ai pu remarquer une meilleure réussite sur la partie connaissance par rapport à l'habitude avec notamment une maîtrise mieux ancrée et plus précise du vocabulaire et des concepts. L'exercice sur l'interprétation d'un document qui nécessitait la mobilisation de savoirs simples a aussi été bien réussi dans l'ensemble.

Cependant les élèves ont montrés beaucoup de difficultés pour représenter les forces à l'aide des vecteurs. Enfin la partie la plus complexe, l'exercice classique sur les moments avec plusieurs questions pour guider le raisonnement à été peu traité. Je n'ai pas réalisé d'enquête pour identifier l'origine de ce problème. Cette difficulté peut trouver son origine dans :

- ✦ l'exemple de la barrière peu « parlant » pour les élèves ;
- ✦ la position finale de l'exercice ;
- ✦ le manque de maîtrise du théorème des moments ;
- ✦ le format classique de l'exercice.

On retrouve ainsi des difficultés identifiées dans le TD comme l'application d'un cas général à un cas particulier et la modélisation d'une force par un vecteur.

Il semble cependant que le TD ait aidé les élèves à résoudre des problèmes complexes à l'aide de connaissances du cours. Ainsi l'exercice sur la sonde a été plutôt bien réussi alors que c'est un exercice qui apparaît complexe au départ. Il nécessite de lire et d'interpréter un document puis d'aller piocher dans ses connaissances pour construire une réponse justifiée.

C'est le genre d'exercice qui effraie les élèves car ils doivent mener une réflexion sans repères. Je pense que le TD a permis à un certain nombre d'élèves de prendre confiance et de se rendre compte que la mise en place d'une démarche scientifique obéit à une mécanique suffisamment simple pour être tentée.

Encouragé par le retour plutôt positif des élèves j'ai donc continué à leur proposer des travaux construits autour d'une démarche d'investigation en leur demandant des tâches complexes. J'ai pu noter un gain d'autonomie réel et une prise de confiance depuis le début de l'année. Je ne sais pas si cela est lié aux travaux proposés ou simplement à l'évolution normale d'un élève de terminale à l'approche de l'examen. Toujours est-il que même si il leur est encore compliqué de construire une démarche solide, de plus en plus d'élèves essayent et progressent pas à pas vers la mise en place d'un raisonnement scientifique.