

Des TP construits sur des situations-problèmes industrielles

La voiture et le quad : apprendre autrement

Sous l'impulsion de l'inspection pédagogique régionale, des professeurs de STI de neuf établissements ont réussi à formaliser plus d'une quarantaine de travaux pratiques attractifs et créatifs qui constituent une base de données directement utilisables et transférables. Ce travail est diffusé dans tous les lycées. Les TP sont conçus comme la résolution de situations-problèmes authentiques et industrielles.

Cette action, initiée et pilotée par l'inspection régionale, a pour objectif de valoriser les filières technologiques en les rendant attractives. La prise en compte de matériels, de systèmes de production contemporains, de logiciels nouveaux et la nécessité d'évoluer avec les élèves accueillis imposent un travail en équipe pédagogique. Cela a été la règle dans les neuf établissements impliqués. La mutualisation académique a fait connaître les innovations et les réussites au sein de chaque lycée et conforté les équipes dans leur créativité. La synergie ainsi créée a permis de transformer complètement la conception des travaux pratiques, en quelques mois. Bien sûr, ce qui frappe d'abord, c'est le choix de supports actuels, comme le char à voile ou le quad, mais la transformation est bien plus radicale. Les nouveaux TP (travaux pratiques) sont conçus de manière pluridisciplinaire et présentés aux élèves sous forme de problèmes techniques avérés, réels, que les activités de TP permettront de résoudre. Cette démarche nouvelle a imposé une relecture approfondie des programmes officiels, menée collectivement dans le groupe de travail de manière à passer de la logique du référentiel à la conception de parcours de formation optimisés en fonction de chaque contexte d'établissement.

Hierarchiser les objectifs

Les temps d'enseignement se répartissent en cours, en TD (travaux dirigés) et en TP. Chaque mode a bien sûr sa validité, à condition d'opérer un choix en fonction de l'apprentissage à effectuer. Les TP sont des activités pratiques où les élèves sont amenés à des manipulations sur des mécanismes réels et virtuels associés, qu'ils peuvent monter, démonter, assembler, tester. Plus coûteux en temps et en personnel, ils doivent être réservés aux apprentissages les plus difficiles. Le travail de classement de l'ensemble des compétences mené collectivement par tous les enseignants impliqués dans l'action a permis de sélectionner les compétences critiques. Chaque compétence du référentiel de STI (sciences et techniques industrielles) a été affectée, par chaque enseignant de la discipline concernée, d'un coefficient sur deux critères : la criticité et la complexité. La criticité résume l'importance de la compétence dans la suite de l'apprentissage et la complexité, le nombre d'éléments qu'elle met en

Lycée Gabriel-Touchard Le Mans [72]

Propos recueillis par M. Coupry
auprès de M. Chatillon et V. Baey,
L. Deluche et V. Brechelier, professeurs de STI
génie mécanique



interaction en son sein. La moyenne ainsi établie sur les neuf lycées a permis de dégager les apprentissages cruciaux : ceux qui sont à la fois difficiles et qui peuvent, s'ils ne sont pas réalisés, compromettre la suite de la formation. La prise en charge collective de la hiérarchisation des objectifs a engendré un travail sur les programmes qui a construit une vision partagée de la formation, indispensable au travail en groupe académique. La prise en compte des perceptions de chaque enseignant a permis de légitimer des choix toujours difficiles à faire individuellement : ce sont les objectifs ainsi affectés du plus fort coefficient qui, de manière privilégiée, seront abordés en TP.

Une conception pluridisciplinaire

Sur les objectifs ainsi ciblés, les enseignants ont recherché des activités pratiques, selon les différents centres d'intérêt qui organisent de manière systématique les compétences visées. La démarche consiste à construire un cursus d'apprentissage cohérent et complet, à travers les différentes activités proposées aux élèves dans l'année. Il s'agit de permettre aux élèves de donner un sens aux apprentissages qu'on leur propose et aussi de les motiver par des supports attractifs. Les enseignants doivent donc basculer d'une logique d'enseignement par problèmes technologiques successivement abordés, dans chacune des spécialités concernées, à une logique d'apprentissage pluridisciplinaire conçue comme résolution de problèmes réels, concrets. Ainsi, au Mans, les professeurs de STI section génie mécanique, option productive, ont construit collectivement et, pour la première fois, des TP. Ce travail pluridisciplinaire a permis un rapprochement entre les deux types d'enseignement jusque-là bien distincts et d'ailleurs éloignés géographiquement : d'un côté l'étude des constructions – la démarche de conception – et, de l'autre, la productive dans les ateliers – la démarche de fabrication et de contrôle. L'objectif de cette collaboration est avant

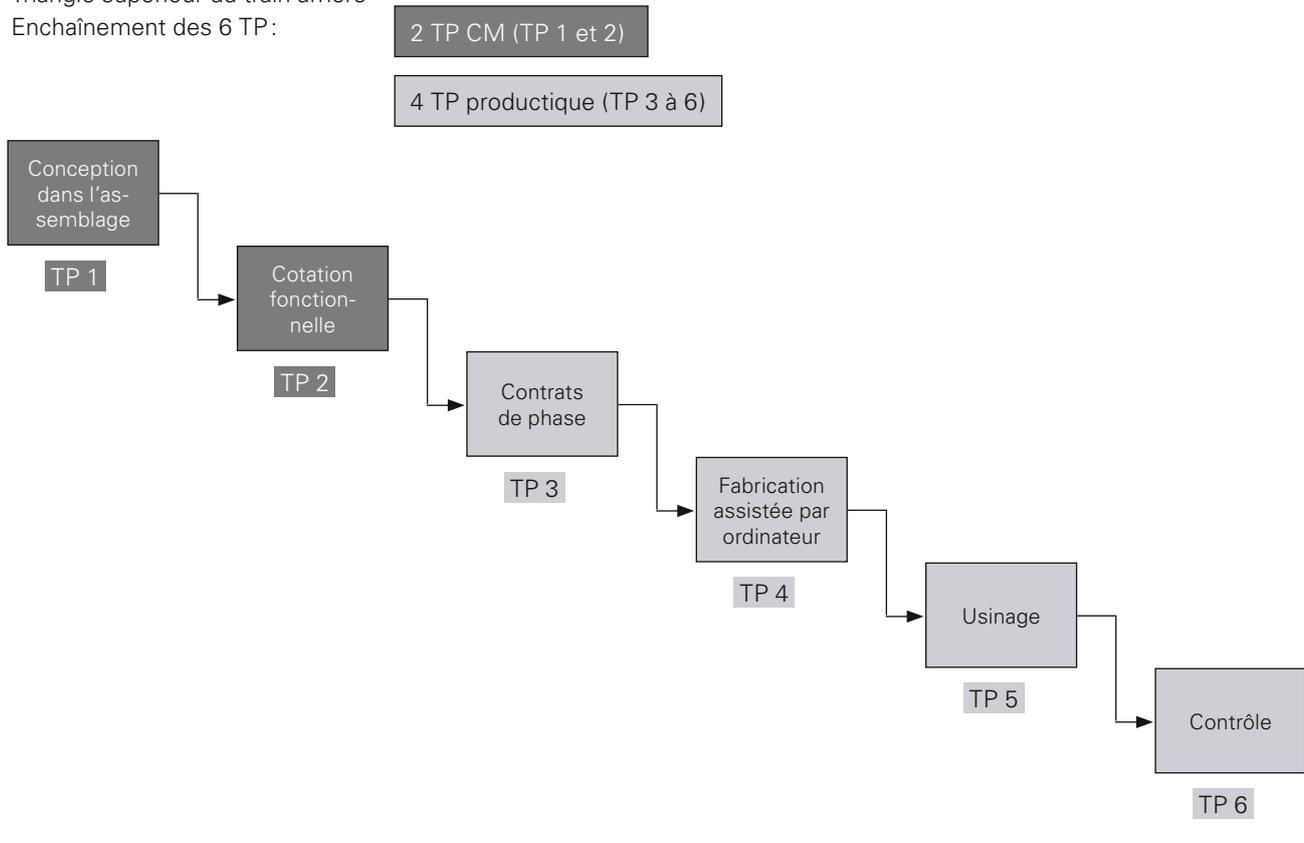
tout de donner du sens aux apprentissages des jeunes en mettant en évidence le lien, la continuité entre les deux enseignements jusque-là discontinus. Il vise à rendre l'enseignement plus efficient en rapprochant les activités des élèves des phases de structuration des connaissances.

Interpeller l'élève

Les TP proposent à l'élève une situation qui l'interpelle et qui va justifier le travail ultérieur. Cette manière de travailler est en rupture avec les pratiques antérieures. En TP, on posait alors, successivement, différents problèmes de techniciens, comme : "calculer les efforts appliqués à un système", sans que l'élève sache toujours pourquoi il faisait ce travail. La situation actuellement proposée est un problème concret qui doit frapper les élèves et être parfaitement adapté à l'apprentissage visé. C'est lui qui doit enclencher l'apprentissage et lui donner du sens. C'est une difficulté pour les enseignants car, outre la nouveauté de la démarche, il faut réussir à cerner une situation qui ne mette en œuvre qu'un nombre limité de paramètres, ceux qu'on veut justement étudier, par exemple, ici, la résistance d'un système à un effort. Une des possibilités est d'acheter un objet existant et, par des essais, de mettre en évidence des faiblesses, des limites. Ainsi, soumis à des efforts trop importants, un robinet mitigeur casse. Ce constat peut permettre de formuler une question parfaitement centrée sur l'apprentissage visé. Suite à des manœuvres répétées (phénomène de fatigue) le robinet mitigeur casse. Que faut-il faire pour éviter cet inconvénient ? Pour donner encore plus de "concret" à la situation-problème ainsi isolée, les enseignants peuvent, soit faire réaliser l'expérience en temps réel, soit la faire apparaître sur une vidéo. Dans cet exemple, on est bien passé de ce que les professeurs appellent une problématique, un problème posé de manière générale, abstraite – qui était proposé tel quel à l'élève – à une situation-problème, problème

Arborescence des six TP

Voiture radiocommandée 1/5
Triangle supérieur du train arrière
Enchaînement des 6 TP :



précis, concret, observable. Certains enseignants, plutôt que de pointer des faiblesses d'objets existants et leur adaptation à de nouvelles conditions d'utilisation, préfèrent mettre les élèves en réflexion sur les risques d'une utilisation anormale, d'une trottinette ou d'une mobylette, par exemple. Ici la démarche vise plutôt à valider les choix du constructeur et le strict respect des conditions d'utilisation, mais la formulation de la situation-problème est loin d'en être facilitée.



La voiture et le quad

Cette situation aurait pu être retenue, mais un des objectifs de la transformation est la revalorisation des sections techniques et la motivation des élèves. Les enseignants ont donc cherché des supports plus attractifs, plus en lien avec la culture locale (on est au Mans) et les intérêts des élèves, leurs loisirs, éventuellement. Le but est de faire évoluer les représentations attachées au mot mécanique, notamment. C'est ainsi qu'au Mans, le TP correspondant a été développé sur deux supports : une voiture radiocommandée, un modèle réduit au cinquième et un quad de loisirs de 49,9 cm³. C'est une des premières fois que les enseignants des deux champs disciplinaires impliqués ont réellement travaillé ensemble, en équipe, sur un projet mené de bout en bout. Des essais de la voiture dans des conditions extrêmes, en poussant la vitesse, en n'évitant pas toujours les rencontres avec les bordures de trottoirs, mettent en évidence une faiblesse : En cas de choc latéral, il arrive que le triangle de suspension arrière situé du côté de l'impact casse. Cette rupture spectaculaire ne permet pas à la voiture de continuer à rouler. Dans la perspective d'une compétition amicale, cela disqualifierait le véhicule. Il s'agit donc de proposer une modification de la pièce qui assure sa fiabilité : changer le matériau de la pièce, le plastique, pour un autre, plus résistant et plus souple, qui



Déclinaisons de la situation-problème au fil des six TP

TP 1 : Dans le cadre de la compétition, il est impératif qu'aucune pièce ne casse et ne vienne interrompre le déroulement de la course.

Les sollicitations sur les triangles AR supérieurs pendant les courses sont telles que des ruptures sont pourtant constatées avec les pièces d'origine. Il faut donc reconcevoir ces pièces en les adaptant à la compétition.

TP 2 : Dans le cadre de la compétition, il est impératif qu'aucune pièce ne casse et ne vienne interrompre le déroulement de la course.

Les sollicitations sur les triangles AR supérieurs pendant les courses sont telles que des ruptures sont pourtant constatées avec les pièces d'origine. Il faut donc reconcevoir ces pièces en les adaptant à la compétition.

Après avoir reconçu la pièce dans l'assemblage, il est nécessaire de réaliser son dessin de définition, coté fonctionnellement, en vue de sa fabrication dans un alliage d'aluminium.

TP 3 : Dans le cadre de la compétition, il est impératif qu'aucune pièce ne casse et ne vienne interrompre le déroulement de la course.

Les sollicitations sur les triangles AR supérieurs pendant les courses sont telles que des ruptures sont pourtant constatées avec les pièces d'origine. Il faut donc reconcevoir ces pièces en les adaptant à la compétition.

Après avoir reconçu la pièce, et après avoir décidé du mode de fabrication, il faut établir les documents utiles à la réalisation de la pièce : les contrats de phase.

TP 4 : Dans le cadre de la compétition, il est impératif qu'aucune pièce ne casse et ne vienne interrompre le déroulement de la course.

Les sollicitations sur les triangles AR supérieurs pendant les courses sont telles que des ruptures sont pourtant constatées avec les pièces d'origine. Il faut donc reconcevoir ces pièces en les adaptant à la compétition.

Les contrats de phase prévisionnels étant disponibles, il faut réaliser les programmes d'usinage pour la fabrication de la pièce.

TP 5 : Dans le cadre de la compétition, il est impératif qu'aucune pièce ne casse et ne vienne interrompre le déroulement de la course.

Les sollicitations sur les triangles AR supérieurs pendant les courses sont telles que des ruptures sont pourtant constatées avec les pièces d'origine. Il faut donc reconcevoir ces pièces en les adaptant à la compétition.

Après avoir reconçu la pièce, décidé du mode de fabrication, établi les contrats de phase, et réalisé les programmes de fabrication, il faut réaliser la pièce.

TP 6 : Dans le cadre de la compétition, il est impératif qu'aucune pièce ne casse et ne vienne interrompre le déroulement de la course.

Les sollicitations sur les triangles AR supérieurs pendant les courses sont telles que des ruptures sont pourtant constatées avec les pièces d'origine. Il faut donc reconcevoir ces pièces en les adaptant à la compétition.

Après avoir fabriqué la pièce, il est impératif de vérifier sa conformité dimensionnelle et géométrique.

permettrait à la pièce d'absorber le choc sans casser : un alliage d'aluminium.

Instaurer la continuité

Le premier TP s'appuie sur la mise en évidence du problème constaté, d'abord en dimension réelle sur le terrain puis en vidéo. Sur une fiche de formalisation que l'élève peut consulter sur son ordinateur, la situation-problème est clairement rappelée et le problème constaté est visualisé par une photographie de la pièce cassée. La pièce est alors repérée sur la voiture et sur la maquette virtuelle. Le problème est analysé parallèlement sur le plan technique grâce à un logiciel de résistance des matériaux. Les différentes contraintes fonctionnelles de la pièce sont rappelées car il faut concevoir un triangle arrière qui puisse s'insérer dans l'assemblage. La même situation-problème fédère une série de six TP, deux en CMI (construction mécanique industrielle) et quatre en productique (voir page 24 et ci-dessus). Ainsi les élèves vont suivre le processus d'un bout à l'autre. À chaque début de TP, on repart de la situation-problème initiale et on fait le point sur ce qui a déjà été réalisé : en quoi a-t-on avancé par rapport à la difficulté constatée et au but fixé ? Ainsi, chaque TP va proposer à l'élève une suc-

Des supports plus attractifs, en lien avec la culture locale (on est au Mans)

cession d'activités guidées qui sont autant de pas dans la résolution du problème. Les élèves travaillent en général en binômes et avancent dans le TP en fonction de leurs acquis, de leurs savoirs et savoir-faire antérieurs. Les réponses peuvent être différentes, tant que les contraintes fonctionnelles sont respectées. Des remédiations individuelles, des accompagnements personnalisés peuvent intervenir en cours de TP, si besoin. La succession des TP s'inscrit dans une logique de résolution de problèmes. Par exemple, dans le cas du triangle arrière, à la fin, on contrôle que la pièce créée respecte l'ensemble des contraintes et qu'elle remplit bien son rôle sans casser. Le va-et-

Tableau de bord TP

Voiture radio-télécommandée n° 1
“Conception d’une pièce dans l’assemblage”

SITUATION-PROBLÈME : Dans le cadre de la compétition, il est impératif qu’aucune pièce ne casse et ne vienne interrompre le déroulement de la course. Les sollicitations sur les triangles AR supérieurs pendant les courses sont telles que des ruptures sont pourtant constatées avec les pièces d’origine. Il faut donc reconcevoir ces pièces en les adaptant à la compétition.

Activités (durée)	Tâches	Questionnaire	Compétences	Savoirs et savoir-faire associés	Outils disciplinaires	Ressources
ACTIVITÉ 1 : Mise en situation Analyse fonctionnelle 45 min.	1-1 Identifier les constituants techniques.	Identifier, par coloriage, sur la perspective, le train AR puis le triangle AR Sup. Les repérer sur le système réel.	C _m 22 (3)		Diagramme de l’environnement.	Voiture radio-commandée, Triangle d’origine cassé, Maquette numérique du train arrière.
	1-2 Étudier fonctionnellement le sous-ensemble triangle AR Sup.	Identifier les fonctions techniques et compléter le FAST pour assurer la liaison entre le triangle et le châssis ainsi qu’entre le triangle et la rotule.	C _m 13 (2) C _m 45 (3)	<ul style="list-style-type: none"> Fonctions techniques associées aux fonctions d’usage. Ordonnancement des fonctions (FAST). 	Diagramme FAST.	
		Énoncer les solutions technologiques retenues pour chacune de ces liaisons.	C _m 41 (3) C _m 42 (3)	<ul style="list-style-type: none"> Liaisons normalisées. Mouvements relatifs. 		
Activité 2 : Réalisation d’une pièce dans un assemblage sous modèleur 3D 1 h 15 min.	2-1 Recenser les surfaces fonctionnelles pour chacune de ces liaisons.	Insérer une nouvelle pièce dans l’assemblage. Placer, sur la maquette numérique de l’assemblage, les plans et les axes de référence.	C _m 23 (3) C _m 24 (3)	<ul style="list-style-type: none"> Représentation en 3D par modèleur volumique paramétré : <ul style="list-style-type: none"> - différents modes de création des pièces, - arbres de construction, - relations entre paramètres géométriques et conditions fonctionnelles, - assemblage sous contrainte ; arbre d’assemblage. 		
	2-2 Réaliser la nouvelle pièce en utilisant les références définies précédemment.	Ouvrir la nouvelle pièce et la réaliser sous SW (formes simples).	C _m 25 (3) C _m 26 (3)			

vient entre virtuel et réel, entre conception et réalisation, et la mise à l’épreuve des faits constituent un ensemble dynamique qui donne du sens au travail des élèves. Et, en fin de TP, en complétant la fiche de formalisation, chaque élève peut évaluer ses acquis. L’évaluation reste cependant, pour les enseignants, un point délicat, toujours à l’étude. Conçu dans une perspective formative, chaque TP reste encore le plus souvent évalué par une note.

Une émulation créative et valorisante

Les enseignants sont très satisfaits. Pour eux, le bilan est totalement positif pour l’établissement : les deux équipes se sont rapprochées et travaillent en commun. Ainsi, les élèves qui s’étonnaient, au début, de voir le professeur d’atelier dans les bureaux, ne le remarquent plus du tout. C’est vrai que le professeur d’atelier avait pour habitude d’être tout seul, dans un lieu à lui, bien identifié avec ses machines et

ses outils. Travailler en équipe est une richesse mais demande au départ un gros effort : il faut rompre avec les habitudes et prendre le risque de la confrontation. Bien sûr les échanges ne se limitent pas aux seuls TP, mais à l’ensemble de l’enseignement. Le travail dans le groupe académique a entraîné un regard neuf sur la discipline à travers la découverte d’idées nouvelles, aussi bien pour les supports de travail que pour les approches pédagogiques. La variété des démarches permet à chacun de “prendre le meilleur” dans l’intérêt des élèves qu’il a en charge. L’émulation et le partage ont dynamisé les équipes. Les travaux des élèves se finalisent aussi au Mans par une compétition amicale envisagée en mai : un challenge entre les cinq établissements travaillant sur la voiture. Toutes les pièces conçues dans les différents ateliers équipent l’ensemble des voitures qui seront engagées dans une petite course sur piste. D’autres épreuves technologiques, encore à préciser, seront aussi proposées aux élèves. □