

Le projet de conception en enseignement de spécialité

PHILIPPE TAILLARD ^[1]

Apprendre en concevant et en prototypant tout ou partie d'un système, telle est la pédagogie choisie officiellement pour former efficacement les bacheliers technologiques.

Cette pédagogie de projet permet de proposer une autre façon d'apprendre, plus motivante, plus variée, plus contextualisée et plus concrète. Elle conjugue la logique de l'action, où l'élève est actif et créatif, le travail en équipe et l'apprentissage.

Le travail en mode projet

La réalisation de projets est une forme de travail de plus en plus fréquente dans les entreprises, parce qu'elle semble bien adaptée aux contraintes qu'induisent une complexité et une productivité croissantes. Décloisonnant les métiers ou les services concernés d'une entreprise, la démarche projet est une solution qui permet d'être plus efficace et plus rapide pour le développement d'un nouveau produit. Concrètement, un projet se présente comme une équipe de personnes rassemblées pour plusieurs mois qui vont devoir travailler ensemble pour atteindre les objectifs assignés.

Un projet est mis en œuvre pour créer ou changer quelque chose (nouveau), c'est une résolution de problèmes complexes qui nécessite : un travail collectif, un enjeu, des instances d'encadrement, un pilotage pour respecter les objectifs PCD (Performances, Coûts, Délais) et une maîtrise des outils de management.

Dans ces pages, on qualifiera de « projet » le rassemblement de compétences et de moyens en vue d'exécuter un dessein caractérisé par la nouveauté de son contenu et par des objectifs techniques précis. Par conséquent, un projet est unique. C'est ce qu'on se propose de faire pour la première fois. C'est donc l'idée que l'on se fait d'un objet à créer, d'un résultat à obtenir et encore inconnu. Mais c'est aussi la chaîne d'actions permettant d'atteindre l'objectif fixé. Un projet est donc ce que l'on veut obtenir et la manière dont on va l'obtenir.

De cette double acception découlent deux activités majeures que doivent mener l'ingénieur ou l'enseignant pour piloter un projet. La première, c'est la définition de ce que l'on veut obtenir en exprimant au mieux le besoin ou le service à rendre à l'utilisateur, sans a-priori de solution (approche fonctionnelle). C'est la

mot(s)-clé(s)

conception & définition, démarche pédagogique, développement durable, projet, prototypage

définition du projet en termes d'objectifs à atteindre (le cahier des charges). La seconde, c'est l'organisation et le suivi des activités pour y arriver. Quelles phases de recherche sont nécessaires ? Quel temps pour chacune d'elles ? Quelle planification dans un temps contraint ? C'est la gestion du projet (phasage, tâches, planification et suivi).

La pédagogie de projet

La pédagogie de projet (PdP) part du principe que c'est en agissant que l'élève se construit. Elle s'oppose à l'enseignement frontal qui propose des contenus dont les élèves perçoivent mal la signification et l'utilité immédiate. Les connaissances et compétences à acquérir ne sont plus partitionnées et hiérarchisées, mais au contraire liées entre elles par le problème à résoudre. Les ambitions de la PdP sont alors de :

- Proposer une autre façon d'enseigner, plus motivante, plus variée, plus contextualisée et plus concrète ;
- Conjuguer logique de l'action (élève actif et créatif), travail en équipe et apprentissage ;
- Créer des situations de développement de compétences dans le cadre d'une tâche complexe ;
- Développer une culture de l'engagement pour réaliser concrètement ce qui paraît impossible au départ.

La PdP est présente dans bon nombre de situations de formation :

- les réalisations collectives en technologie au collège
- le projet de créativité en EE CIT de seconde
- le projet interdisciplinaire (PPE jusqu'en 2012) en terminale S-SI
- le PPCP en lycée professionnel
- le projet partenarial industriel en STS
- le PFE (Projet de Fin d'Étude) en formation d'ingénieur

Cette pédagogie induit un changement radical dans la manière de construire son enseignement. Elle brise la vision du cours traditionnel. Elle décroïsonne les disciplines en montrant aux élèves – et aux enseignants eux-mêmes – que leurs approches sont complémentaires et concourantes dans la résolution du problème. La PdP transforme l'enseignant en guide ou en metteur en scène pour aider les élèves à s'approprier leur propre savoir par des recherches « actives ». Cela oblige l'enseignant à accepter de nouveaux rôles :

- Gérer la complexité et l'incertitude.
- Créer les conditions d'une synergie de groupe.
- Agir comme un médiateur et non comme un dispensateur de savoir.

[1] IA-IPR STI.

- Allier pensée divergente et pensée convergente pour susciter la créativité.
- Évaluer le processus, les démarches autant que le produit.
- Ouvrir l'école vers l'extérieur.
- Apprendre aux élèves à anticiper, à choisir et à décider.
- Introduire une attitude expérimentale.
- Négocier avec les élèves.
- Tenir compte des besoins des apprenants.
- Accepter un écart entre le travail demandé et le travail réel.

Quelle préparation est alors nécessaire pour cette pédagogie de projet ? Il faut quitter la casquette de professeur pour devenir maître d'œuvre et manager. La préparation sera celle du management afin de gérer les activités du projet avec des outils appropriés :

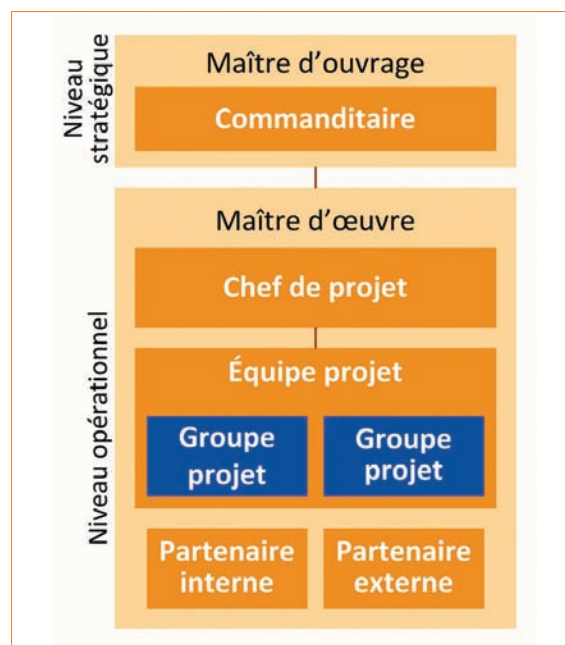
Analyse du besoin : cahier des charges
 Segmentation du projet : phasage et jalonnement
 Répartition des tâches entre acteurs : fiches de lot
 Maîtrise des délais : planification
 Gestion budgétaire : achats et maîtrise des coûts
 Suivi de projet : revues de projet
 Communication : présentations et soutenances

Un jeu de rôles

Dans une organisation saine de projet, il faut obligatoirement séparer les responsabilités entre la commande et l'exécution. Les notions de « maîtrise d'ouvrage » et de « maîtrise d'œuvre » **1** correspondent à cette réalité qu'il faut, pour qu'un travail soit bien fait, séparer clairement la responsabilité de définir les objectifs et de le commander de la responsabilité de l'exécuter et de le livrer.

Le commanditaire est responsable de la pertinence du projet, de sa définition et de sa réception finale. Le chef de projet (maître d'œuvre) est responsable de l'atteinte des objectifs PCD. Il rend compte au commanditaire. Il manage l'équipe projet. L'équipe projet réalise le projet, chaque groupe ou chaque membre traitant un lot de travaux, en lien avec les partenaires.

Ce qui est vrai pour une organisation industrielle l'est également pour une organisation pédagogique. On ne peut demander à l'élève d'être à la fois le demandeur qui exprime le besoin et le concepteur-réalisateur de la solution. Cela relèverait d'une gymnastique intellectuelle et d'un degré d'abstraction tels que la démarche de projet en perdrait une grande part de sa rigueur et que l'apprentissage visé serait faussé.



1 Les instances d'encadrement d'un projet

Alors, quelle répartition des rôles au sein de la classe ? Dans le cas d'un projet en partenariat avec un industriel – comme c'est souvent le cas en STS – les choses sont limpides et collent au modèle de la figure **1**. L'industriel à l'origine de la demande est le commanditaire, le professeur le chef de projet, et le groupe d'étudiants l'équipe de projet. Un des étudiants du groupe peut être chef de projet adjoint pour seconder le professeur. Ce rôle peut être tenu alternativement par chacun d'eux pour développer des compétences de gestion de projet.

Dans le cas du projet sans commanditaire extérieur, il faut créer un contexte artificiel dans lequel au moins deux partenaires, aux statuts et rôles différents, existent : le professeur responsable du groupe classe sera le demandeur qui pose le problème et exprime le besoin, et le groupe d'élèves l'équipe projet chargée de sa réalisation. Il restera au professeur à faire jouer le rôle de chef de projet successivement à chaque élève. Le professeur doit avoir le don d'ubiquité pour être le commanditaire et le maître d'œuvre. Pour éviter cela, un deuxième enseignant, n'intervenant pas *a priori* dans le projet, peut jouer le rôle de commanditaire pour que l'on distingue bien les statuts des protagonistes.

Un phasage

Le chemin qui sépare l'idée de départ d'un résultat probant est long, rempli d'incertitudes et d'imprévus. Pour augmenter les chances de réussite d'un projet, il faut se fixer des objectifs intermédiaires permettant d'exercer un contrôle et un suivi efficaces de l'évolution des travaux. Cela se fait avec un découpage du projet en grandes phases jalonnées par des revues permettant de maîtriser les objectifs PCD. Ce découpage en phases n'est pas standard et dépend de la nature du projet. Dans le cas du projet de créativité en enseignement d'exploration CIT, il comporte

4 phases et 4 jalons 2. Le passage d'une phase à la suivante est conditionné par le franchissement d'un jalon. Le jalon est un rendez-vous entre l'équipe projet et le maître d'ouvrage qui permet de mesurer l'écart entre le déroulement réel du projet et ce que l'on avait prévu au départ. Chaque jalon peut entraîner un ajustement ou un retour en arrière. Le phasage, élaboré dès le départ, est une projection dans l'avenir pour contrôler le bon déroulement du projet – c'est un « itinéraire prévisionnel ».

La définition des tâches

Pour y voir plus clair dans le projet et pouvoir affecter des travaux précis à chaque participant, il faut décomposer le projet en « lots » de tâches de nature homogène suffisamment petits – et inclus dans une phase – pour qu'ils puissent être gérés facilement par des responsables désignés.

À partir de cette décomposition exhaustive du projet, on affecte chaque lot à une équipe ou une personne de la spécialité correspondante. Pour rendre contractuelle cette mission, chaque lot fait l'objet d'une fiche descriptive détaillée dite fiche de lot de travaux rédigée par le chef de projet 3.

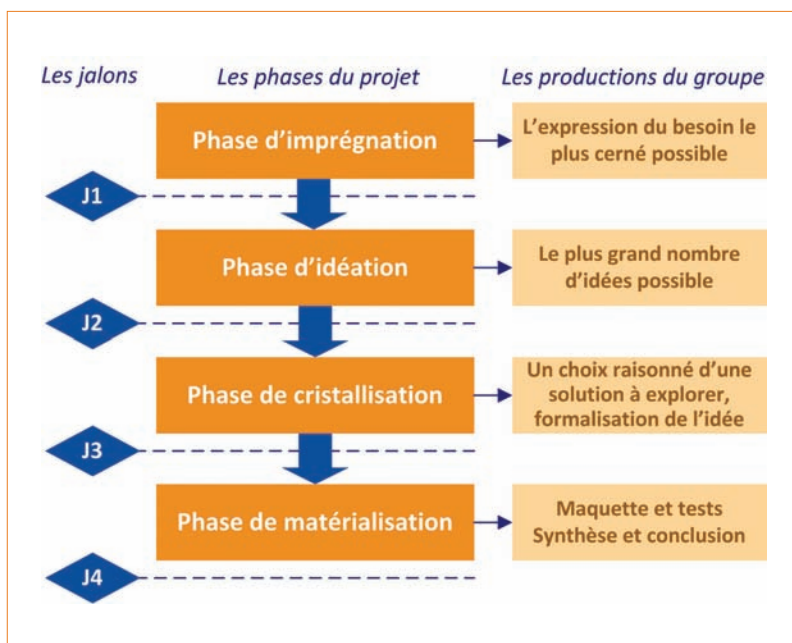
Une planification

Faire travailler plusieurs personnes simultanément, synchroniser leurs interventions, maîtriser les délais, telles sont les grandes missions du maître d'œuvre. La planification a pour but de lui fournir le maximum d'informations (dates, tâches, durées, moyens...). Elle n'est pas uniquement destinée au chef de projet, elle sert également de moyen de communication entre les différents acteurs. Deux outils complémentaires sont employés pour cette planification : le réseau Pert et le diagramme de Gantt.

Le Pert permet de tenir compte des interdépendances entre tâches, il fournit la date de fin au plus tôt et donne les marges ainsi que le chemin critique des tâches pour lesquelles il ne faut pas prendre du retard. Mais le Pert n'est pas un planning. Ce sera le rôle du diagramme de Gantt 4 de visualiser le déroulement des tâches avec des segments situés sur l'axe du temps. Ce planning – obtenu à partir du réseau Pert – il montre bien *ce qu'il faut faire* et *quand il faut le faire*. Son caractère visuel lui permet d'être aussi un outil de suivi dynamique.

Les revues de projet

Les revues de projet sont des réunions de travail entre tous les acteurs – commanditaire, chef de projet, équipe projet, ainsi qu'experts ou partenaires – qui ont lieu à chaque jalon. Elles assurent le passage d'une phase à la suivante avec soit un accord, soit un accord soumis à des réserves (demandes de corrections), soit, dans le pire des cas, un refus de poursuivre. Au-delà de cet aspect décisionnel, les revues permettent de :



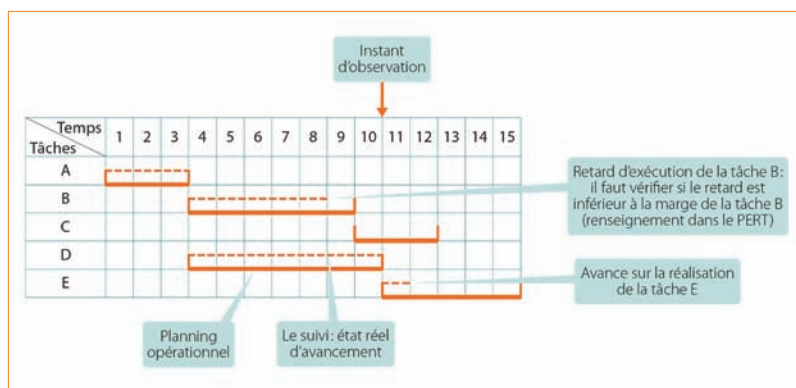
2 Un exemple de phasage d'un projet de créativité en CIT

FICHE DE LOT DE TRAVAUX	
Projet :	Groupe projet :
Date :	Émetteur :
Échéance :	Responsable :
Entrées nécessaires pour ce lot :	Activités précédant ce lot :
Tâches à réaliser :	Ressources nécessaires :
Livrables en fin de travaux :	Critères d'achèvement :

3 Un exemple de fiche de lot de travaux

- Faire le point sur l'avancement du projet ;
- Vérifier les documents et critiquer les choix et solutions ;
- Mettre en commun les informations et donner une vision semblable du projet au sein de l'équipe ;
- Soutenir une coopération efficace entre les membres de l'équipe ;
- Mobiliser et motiver chaque acteur pour la suite du projet.

Une grande partie de travail de « suivi de projet » se fait durant ces revues. Mais, attention, ici suivre veut dire anticiper les problèmes éventuels pour pouvoir y faire face à temps. Cette attitude anticipative du groupe lors des revues est vitale pour garantir le succès du projet.



4 Un exemple de diagramme de Gantt avec le planning et son suivi

Le projet technologique de conception en terminale STI2D

Les enseignements de spécialité font une place très importante aux projets de formation (en première et en début de terminale) et au projet terminal d'évaluation (d'environ 70 heures en terminale). L'initiation à la démarche de projet commence dès la première avec des mini-projets permettant de vivre plusieurs étapes du projet pour résoudre un problème technique limité.

Quel est le sens du projet dans la formation ?

Le projet vise à la conception appliquée à des situations concrètes avec des problématiques liées aux enjeux du développement durable et/ou de la compétitivité des produits. Les activités de projet sont destinées à immerger les élèves dans un processus de réflexion et de création collectif et motivant. Le projet doit faire apprendre une démarche structurée et collective d'analyse, de proposition, de choix, de réalisation, de test et de communication. L'objectif de réalisation d'un prototype, fixé par le projet, ne vaut que par l'obligation de valider une conception. Cette phase de validation est essentielle, car elle permet aux élèves d'apprécier les performances de la solution conçue au vu des objectifs fixés dans le cahier des charges. Cette phase de réalisation nécessite que les solutions technologiques soient compatibles avec les moyens de prototypage, mais n'implique pas qu'elles soient optimisées du point de vue de l'industrialisation. Ce dernier objectif appartient aux projets de STS.

Quels types de projets sont réalisables ?

Majoritairement, les projets concernent la modification, pour son amélioration, d'un système disponible (présent dans le laboratoire ou dans l'environnement proche de l'élève) et analysable par les élèves. Ce contexte permet de limiter l'ampleur de la tâche – par rapport à une création *ex nihilo* – et d'en faciliter la première étape, l'analyse du besoin. En fonction de chaque spécialité, le domaine technologique et les compétences visés ainsi que les thèmes sont ceux définis par le programme et précisés dans le document d'accompagnement (voir « Pour aller plus loin » en encadré). En EE, par exemple, l'objectif du projet sera majoritairement l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le cadre de l'évolution

d'un système répondant à un problème authentique et associé à un cahier des charges. Le problème posé peut être de répondre à un nouveau besoin (autonomie, énergie renouvelable...), d'améliorer les performances d'une chaîne d'énergie (structure, rendement...) ou encore d'optimiser la gestion de l'énergie (pilotage, régulation...).

Pour les quatre spécialités, il a été fait le choix de thèmes sociétaux pour ancrer les problématiques des projets dans un contexte de développement durable. Ces thèmes – détaillés dans le document d'accompagnement – sont : le confort, l'énergie, l'environnement, la santé, la mobilité, la protection et l'assistance au développement.

Des projets dont la problématique induit des modifications de conception sur plusieurs champs de spécialité peuvent être réalisés de manière répartie et coordonnée par plusieurs groupes de spécialités différentes. Pour reprendre le cas de l'efficacité énergétique en EE, la partie modification du pilotage et de la régulation peut être affectée à un groupe de spécialité SIN. Ce sera alors la gestion de projet qui permettra de coordonner les travaux des groupes de spécialités complémentaires. La même problématique peut être envisagée sur un sujet d'efficacité énergétique dans le bâtiment avec un couplage EE et AC ou SIN et AC. Le domaine de la mécatronique offre les mêmes possibilités entre ITEC et SIN.

Quelles sont les étapes du projet ?

Pour les quatre spécialités, les activités conduites en projet concernent : l'analyse du besoin, la conception, la réalisation et la validation, auxquelles s'ajoute de manière transversale la communication (voir le document d'accompagnement). Ces activités correspondent aux principales phases de développement d'un projet. Un phasage plus détaillé précise les grandes étapes du projet ainsi que les attendus en fin de chaque phase 5. Ce phasage générique – à adapter à chaque projet – va engendrer toute l'organisation des activités (planning, répartition des tâches collectives et individuelles, revues de projet...).

Plusieurs remarques s'imposent au sujet de ce phasage. Le parti pris est bien celui d'une reconception partielle d'un système disponible, mais on peut si la taille du projet est raisonnable envisager une création *ex nihilo*. L'élaboration du cahier des charges résulte d'un travail collectif d'analyse du besoin après expérimentations et tests du système dans sa version initiale, le cadre de l'étude étant clairement défini par le professeur au lancement du projet. La conception se décline successivement en recherche d'idées, conception préliminaire puis détaillée, avec une activité de simulation pour estimer le comportement prévisionnel de la solution conçue. La forme linéaire du phasage ne signifie pas que l'on exclue une opération de maquettage durant la recherche d'idées, ou de simulation durant la conception préliminaire, ou encore de

maquettage pendant la conception détaillée. Bien au contraire. La numérisation des données, la présence des outils de simulation et des machines de prototype autorisent largement des boucles itératives aux deux étapes de conception pour faire au plus tôt des prévalidations ou des validations partielles 5. Néanmoins, il existe toujours un moment formel – avec le jalon (J3 par exemple) – où l'équipe projet doit passer à l'étape suivante afin de respecter le planning prévisionnel et ainsi aboutir à temps. C'est tout le sens de ce phasage, certes linéaire.

À quoi sert la maquette ou le prototype ?

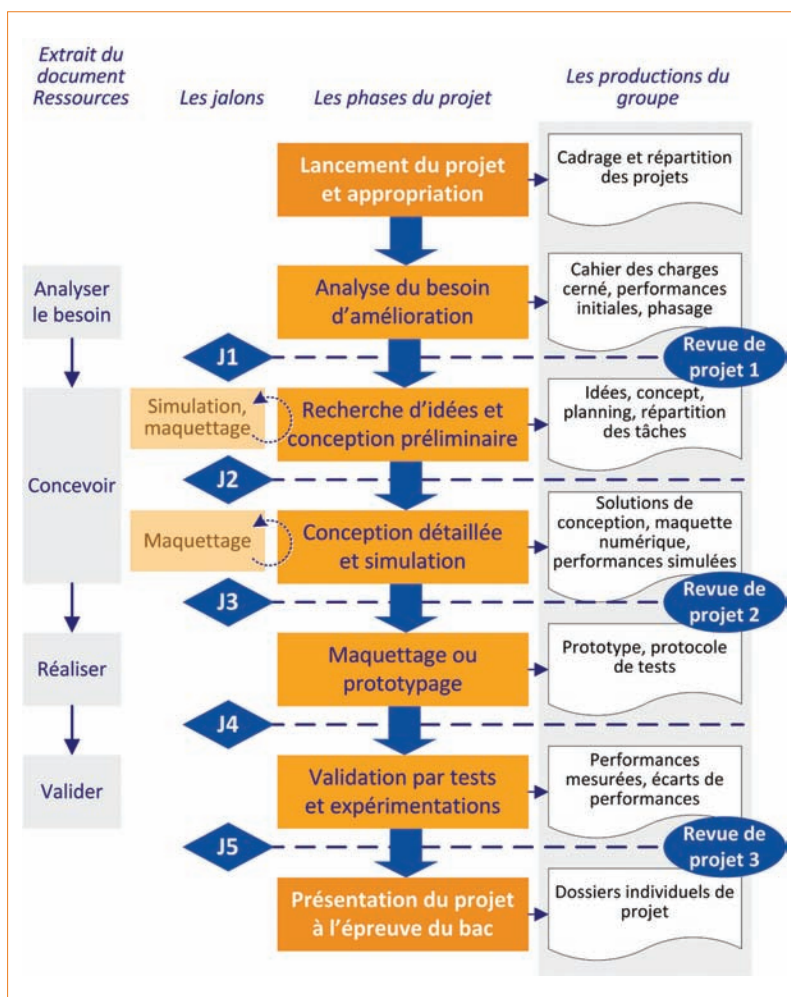
La réalisation de prototypes ou de maquettes n'est pas un objectif en soi. Elle ne doit pas supplanter l'analyse et la réflexion préalables. Elle sert l'étape essentielle de validation de la conception. Une maquette permet de mener des tests pour valider une sous-partie d'un système (validation partielle d'un système). Un prototype permet quant à lui de mesurer des performances obtenues pour valider les fonctions d'un système complet (avec solutions techniques non optimisées du point de vue de l'industrialisation). Les prototypes ou les maquettes peuvent être réalisés en vraie grandeur (échelle 1) ou à échelle réduite si cela s'impose.

Quelles revues de projet ?

On l'a vu précédemment, une revue de projet permet d'aider l'équipe à franchir les caps importants de la vie du projet. Les regards convergents et bienveillants de tous les acteurs sur l'état d'avancement du projet sont vitaux pour consolider les travaux de conception, en étant alerté au passage sur les faiblesses qui pourraient provoquer des problèmes. Mais ces revues de projet sont chronophages, et dans le cadre de la formation il ne sera pas toujours possible d'en faire autant que de besoin – tout du moins dans leur forme complète. Le bon équilibre est certainement deux ou trois revues placées aux instants cruciaux que sont l'accord sur le cahier des charges (au jalon 1), qui engage toute la suite des travaux, l'accord sur la conception (au jalon 3) avant de lancer la réalisation du prototype, et la validation par expérimentation avec le prototype (au jalon 5).

Comment s'effectue le déroulement de la revue de conception au jalon 3 ?

Des professeurs extérieurs aux projets peuvent être conviés ; ils seront considérés comme des auditeurs et apporteront un regard extérieur neuf. Chaque projet est passé en revue, et les groupes d'un même projet vus l'un après l'autre. Chaque groupe s'organise pour faire une présentation complète de la conception. Les rôles ayant été préalablement distribués en fonction de la répartition des tâches initiale, chaque élève prend successivement la parole pendant environ dix minutes. La présentation d'un groupe doit couvrir les points suivants :



5 Le phasage du projet technologique de conception en STI2D

- rappel des principales spécifications à atteindre
- présentation et justification de l'idée, des principes et des solutions techniques prospectives
- présentation des essais de validation de solutions
- présentation et justification des choix technologiques retenus
- présentation des résultats de simulation
- présentation de la faisabilité du prototype

Cette présentation prend appui sur tous les éléments du dossier de conception : le CdC finalisé, le planning, les fiches de répartition des tâches (fiches de lot), les plans, les schémas, les algorithmes, les simulations... Elle est suivie d'une discussion avec les auditeurs pour échanger toutes les questions, les remarques, les réserves et les idées constructives afin de valider l'ensemble des travaux de conception du groupe. Au cours de cet échange, le rôle des auditeurs est prioritairement de porter un regard externe critique afin de s'assurer de la cohérence des solutions retenues – mais pas seulement, comme on va le voir. Les participants doivent s'efforcer d'être constructifs et d'aboutir à des préconisations actives, et non uniquement à des critiques négatives (posture « force de proposition »).

Revue de projet et évaluation, mariage contre nature ?

La note du 5 mars 2012 (avec ses annexes) définit l'épreuve de projet en enseignement de spécialité (ETS) et l'épreuve d'enseignement technologique en langue

vivante 1 (ETLV1), à compter de la session 2013 de l'examen du baccalauréat. Elle nous indique que la première partie de l'épreuve de projet se déroule au cours de la formation et s'appuie sur les revues de projet ponctuant son déroulement. Cette partie de l'épreuve permet d'évaluer le travail individuel de chaque candidat au sein du groupe durant le déroulement du projet technologique. Elle est conduite par le ou les enseignants de technologie responsables du suivi du projet. Une fiche donne, pour chaque compétence du programme d'enseignement de spécialité, les indicateurs de performance avec leurs niveaux pour guider cette évaluation. Les trois revues de projet placées aux jalons 1, 3 et 5 couvrent toutes les compétences de l'ETS. Ainsi, progressivement, la fiche individuelle d'évaluation sera renseignée au cours de l'année.

Cette évaluation en cours de formation est donc un rôle supplémentaire que l'on fait jouer aux revues de projet. Attention alors que la fonction d'évaluation individuelle de l'élève n'altère pas la fonction originelle d'évaluation du projet.

Remarque : La seconde partie de l'épreuve permet l'évaluation individuelle du dossier relatif au projet préparé par le candidat, ainsi que sa soutenance orale. Cette épreuve terminale est menée en toute fin d'année **5** par deux enseignants de technologie qui n'ont pas suivi le projet.

Il existe une autre situation pendant laquelle l'évaluation va se combiner avec une revue de projet. Elle concerne la première partie de l'épreuve d'ETLV1 qui prend place dans l'une des revues de projet déjà prévues par l'épreuve de projet. Une fois dans l'année, les compétences de communication du candidat en LV1 sont évaluées dans ce contexte de la conduite de projet.

Le temps d'une revue de projet, l'exercice professionnel se complexifie donc, avec une triple évaluation, celle du projet, celle des compétences technologiques et celle de la communication en LV1 de chaque élève.

La seconde partie de l'épreuve est une présentation en LV1 du projet à partir d'un dossier de 5 pages au maximum. Cette évaluation en cours de formation (3e trimestre) est indépendante de la seconde partie de l'épreuve de projet.

Conclusion

Difficile en si peu de lignes de décrire tous les possibles d'une telle pédagogie dans les quatre champs de spécialité du bac STI2D. Puisqu'il faut conclure, ces propos liminaires du programme synthétiseront parfaitement les enjeux du projet : « Ce dernier, qui permet de finaliser les activités et de favoriser la collaboration des élèves, n'est pas seulement support à des situations d'application, mais constitue également un temps d'apprentissage. Il s'agit en effet de faire vivre

aux élèves, lors des deux années, tout ou partie d'une démarche de réalisation d'un prototype dans le cadre d'une pédagogie de projet. En classe de terminale, un projet technologique (PT) de conception-réalisation, d'amélioration ou d'optimisation d'un système permet un travail collectif de synthèse et d'approfondissement. Les démarches d'ingénierie collaborative et d'éco-conception seront utilement mises en œuvre dans la perspective de permettre à chaque élève et au groupe de faire preuve d'initiative et d'autonomie. C'est donc un moment essentiel pour l'acquisition de compétences clés au lycée. » ■

► Pour aller plus loin

En rayon

HERNIAUX (Gérard), *Commanditer un projet*, Insep Consulting Éditions, 2001

Articles parus dans *Technologie*

TAILLARD (Philippe) :

« Le management par projet », n° 132, mai-juin 2004

« Le projet : phasage et jalonnement », n° 133, sept.-oct. 2004

« L'organigramme des tâches d'un projet », n° 134, nov.-déc. 2004

« Suivi et revue de projet », n° 137, avril 2005

ORSI (Gaston) et TAILLARD (Philippe), « La planification d'un projet », n° 136, mars 2005

Ces articles sont téléchargeables sur le site STI de l'académie de Paris :

<http://sti.ac-paris.fr>

(ressources > STI2D)

TEIXIDO (Christian), « La spécification du besoin », n°s 138 et 139, mai-juin et sept.-oct. 2005

En ligne

Le Centre de ressources national des coopérations technologiques lycée-entreprise :

www.cap-innov.org

Documents de référence du bac STI2D

Le programme du bac

Le document d'accompagnement « Ressources pour la classe »

La note de service n° 2012-037 du 5 mars 2012 pour la définition des épreuves technologiques

Ces documents sont disponibles sur le site Éduscol :

<http://eduscol.education.fr>