

Trois démarches pour une

DOMINIQUE TARAUD, PHILIPPE TAILLARD [1]

Investigation, résolution, projet : l'analyse de chacune de ces trois démarches, de leur complémentarité et de leur utilisation dans les enseignements de STI montre en quoi elles constituent un socle participant pleinement à la formalisation d'une culture technologique justifiant les évolutions des programmes du collège et du lycée, en cours et à venir.

La rénovation des programmes de technologie au collège a mis en lumière les démarches d'investigation et de résolution de problèmes. Au lycée, l'enseignement par activités pratiques et l'organisation de l'apprentissage associé ont réaffirmé l'importance du concept de démarche de résolution d'un problème technique. Et, depuis longtemps, la démarche de projet est

mots-clés
démarche pédagogique, pédagogie, projet

mise en œuvre dans les enseignements technologiques et professionnels, dans des approches pédagogiques, techniques et même certificatives.

La démarche d'investigation

La réflexion didactique actuelle en sciences repose sur une démarche d'investigation de type scientifique. On observe le réel, naturel ou fabriqué selon les disciplines, et on développe une stratégie conduisant à en mieux

comprendre l'un des aspects. Cette approche active, fondée sur la manipulation concrète, développe le sens expérimental, les logiques d'observation, d'analyse, de restitution, et participe à l'élaboration et à l'acceptation de nouveaux savoirs.

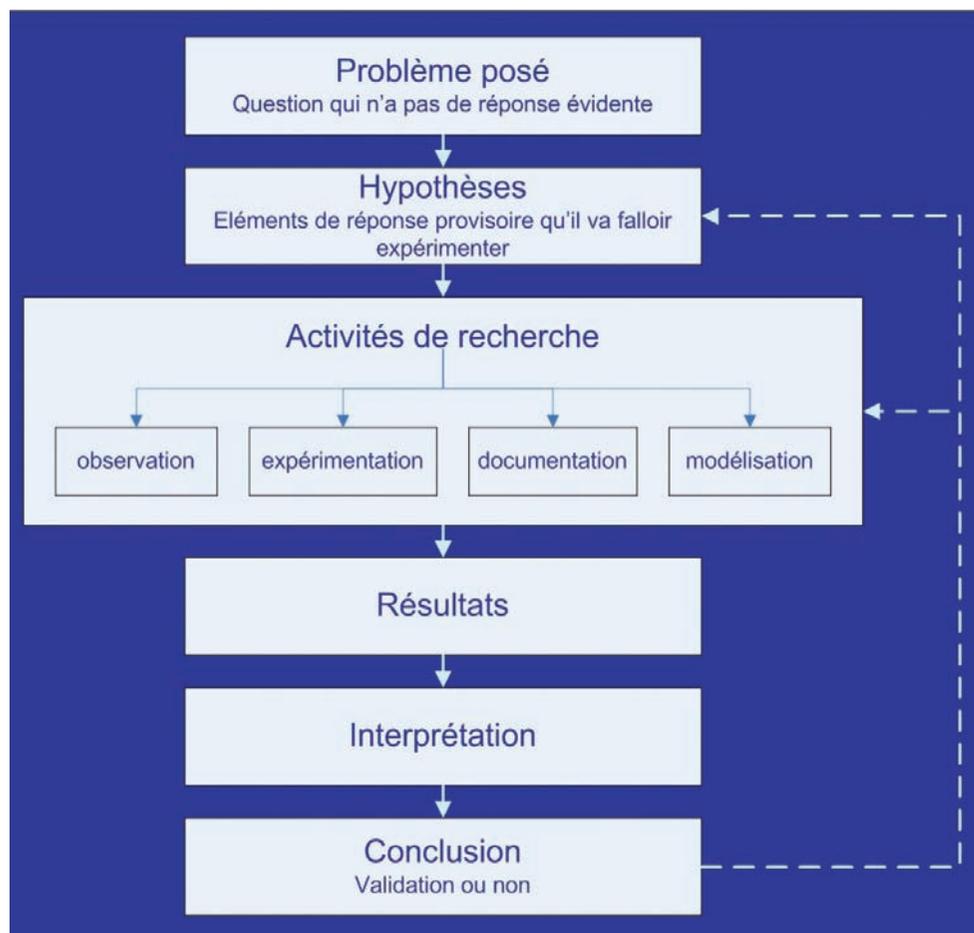
Cette démarche, universelle, a toute sa place dans les approches de type La Main à la pâte à l'école primaire, comme dans l'expérimentation de l'enseignement intégré des sciences et technologie (EIST) au collège, ainsi que dans le cadre normal de la technologie au collège ou au lycée.

En technologie, par exemple, dans le cas de l'analyse du fonctionnement d'un objet technique, elle va permettre d'identifier des relations entre des concepts technologiques et physiques (expliquant pourquoi et comment un produit technique permet de répondre à un besoin précis et identifié) et d'associer les solutions techniques aux fonctions pour répondre au cahier des charges.

Globalement, il s'agit d'abord d'une démarche pragmatique et logique, amenant les élèves à vivre tout ou partie des étapes suivantes [1] :

- Observer et cerner un problème à résoudre (ou un phénomène à expliquer).
- Rechercher, s'informer et formuler des hypothèses pour expliquer le phénomène.
- Mettre en œuvre une modalité concrète correspondant à un protocole d'expérimentation ou d'observation formalisé *a minima*.
- Observer et consigner les résultats.
- Les interpréter et en tirer des conclusions.
- Formaliser le parcours effectué et ses conclusions.

Cette démarche peut être appliquée dans toutes les activités et dans toutes les disciplines expérimentales, scientifiques, techniques et technologiques. Mais, prenant tout son sens lorsqu'elle est vécue dans une équipe qui partage les questionnements et met



[1] La démarche d'investigation

même culture

en œuvre des complémentarités, elle est exigeante au niveau du temps et de son organisation, et devient lourde lorsqu'il s'agit de vivre la totalité d'un processus d'investigation complexe. Il s'agit, de fait, de la mise en place d'un mode d'apprentissage constructiviste dont la principale qualité est de permettre la déconstruction d'un savoir initial partiel et incomplet et le passage à une nouvelle connaissance qui pourra s'appuyer sur le concret d'un vécu pour être acceptée.

Cette démarche permet le travail collectif, libère l'imagination créatrice, forme aux raisonnements logiques et à la formalisation de la pensée. « Brique élémentaire » de la manière d'apprendre, elle trouve sa place dans de nombreuses situations de formation, mais doit être maîtrisée en fonction du temps disponible, des besoins des élèves et des conditions matérielles d'enseignement. Elle est particulièrement adaptée à l'appropriation d'une problématique portant sur des phénomènes élémentaires. Ailleurs, elle est efficace, mais soit trop chronophage soit difficilement applicable, notamment aux problèmes complexes multicritères. De ce fait, elle trouve rapidement ses limites en technologie et reste souvent limitée aux études de base (étude comportementale, étude phénoménologique...).

La démarche de résolution d'un problème technique

Lorsqu'on remplace l'objet de la démarche d'investigation scientifique par un problème technique, la démarche prend une autre forme et s'enrichit. Il faut alors distinguer ce qu'apportent les mots *problème* et *technique*.

Dans sa forme générique, la démarche de résolution de problèmes s'applique à toutes les disciplines. Faire comprendre le théorème de Pythagore en demandant aux élèves d'expliquer comment faisaient les Grecs pour guider les

bateaux qui entraient dans le port du Pirée relève de cette approche. Cette façon de poser le problème apporte la motivation nécessaire au déploiement de l'énergie indispensable pour trouver la réponse. Une fois la solution trouvée, l'élève se forge une représentation mentale intéressante qui lui permettra de comprendre et de retenir la connaissance associée, formalisée par le professeur.

Cette démarche peut rester purement intellectuelle ou s'accompagner de formes plus actives d'essais et d'erreurs... Elle intègre et élargit naturellement des approches de type démarche d'investigation.

Lorsqu'on ajoute le mot *technique* au mot *problème*, la démarche de résolution de problèmes change de nature et induit une forme de réponse porteuse de nombreuses conséquences éducatives et formatrices. Résoudre un problème technique implique le concret, la confrontation à ce concret et l'évaluation de son efficacité par rapport à un besoin dans un contexte particulier.

Un problème technique n'a de sens que pour répondre à un besoin identifié, souvent formalisé et quantifié. Il faut communiquer plus facilement, plus vite, moins cher, respecter l'environnement, maîtriser les énergies globales mises en jeu, en ne nuisant pas à la santé, en ayant l'impact carbone le plus faible possible, en proposant la meilleure ergonomie d'utilisation, en mobilisant les techniques de réalisation réellement disponibles, etc. Résoudre un problème technique relève d'un compromis permanent, d'une démarche constante d'optimisation multicritère dans un environnement complexe n'ayant jamais une seule bonne réponse.

Au collège, cette approche reste limitée à un cadre global de complexité moyenne... mais qui existe et qui doit être pris en compte. Au lycée, cette spécificité technologique continue



2 La diversité et le choix de solutions

d'être une des caractéristiques principales d'un problème technique, qui se traduit simplement lorsque les élèves conçoivent et proposent des solutions techniques différentes pour résoudre un problème donné. La démarche de résolution d'un problème technique porte de façon intrinsèque la diversité des solutions, des analyses, des compromis et des choix que doit faire et assumer un technicien pour répondre à une demande 2. Sans en nier le besoin pour apprendre, l'élève est alors loin des « problèmes scolaires » de type scientifique, qui n'acceptent qu'une seule solution et qui brident parfois l'imagination et la création.

La question qui se pose alors est de savoir si nos approches pédagogiques actuelles en technologie industrielle proposent de résoudre des problèmes techniques à réponses multiples ou se limitent à proposer des problèmes fermés à réponse unique. Un problème technique est toujours multicritère, amenant à un compromis justifié. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'il s'agit d'un problème scientifique déguisé en problème technique.

Un problème technique est toujours concret. Il se concrétise dans une réalisation physique, plus ou moins complexe, mais permettant aux élèves de vérifier, après l'avoir mise en œuvre, le niveau d'acceptabilité de leur proposition. Dans certains cas, la concrétisation peut se contenter du virtuel d'une simulation informatique, dans d'autres, elle exigera une simulation



© FÉSTO

3 La revue de projet

réelle (maquette, prototype, câblages volants de constituants réels...), voire des réalisations plus lourdes, des assemblages complets ou partiels... Mais, par définition, le problème technique exige une confrontation à une réalité.

Nombre de produits technologiques actuels de haut niveau se prêtent mal à cette confrontation. L'électronique embarquée des automobiles, le système de propulsion d'un porte-avions, les systèmes d'exploitation des ordinateurs ont tous été pensés, imaginés, conçus et simulés collectivement par des équipes d'ingénieurs et de techniciens compétents... qui découvrent chaque jour des contraintes oubliées, des situations non envisagées, des utilisations inappropriées mais possibles. Par contre, en formation, la confrontation permanente et systématique au concret réalisé n'est peut-être plus toujours indispensable. Cette approche a longtemps été un dogme dans nos enseignements STI et correspond aux attentes pédagogiques de certains élèves qui en ont fortement besoin pour comprendre et apprendre. À l'inverse, d'autres élèves s'ennuient lors de cette confrontation permanente. Lorsqu'ils comprennent

vite un concept théorique, ce retour au réel sert surtout à leur faire toucher du doigt les limites de la théorie, du modèle utilisé, et leur inculque l'intérêt du doute et de la validation d'un modèle par rapport au réel. Il convient donc aujourd'hui de tendre vers une maîtrise de la confrontation au réel. Elle est indispensable, mais ne doit pas être systématique, et c'est au professeur de la proposer à bon escient, en fonction de l'élève, de la connaissance visée et du problème technique posé.

Enfin, la confrontation au réel permet de finaliser la démarche de résolution d'un problème technique par l'évaluation de la performance. Si un problème technique répond à un besoin formalisé et quantifié, il doit donner lieu à une évaluation objective de la réponse proposée et à une analyse critique des performances réalisées par rapport à celle visées. Cet exercice est facilement oublié dans nos établissements, car il n'est pas toujours à l'avantage des élèves et des enseignants... et c'est dommage, car personne n'est dupe. En des temps reculés, un élève de collègue qui ramenait à la maison une pendulette toute tordue, mal réalisée

mais relevant de son travail personnel, n'était pas dupe... Il savait très bien que l'objet n'avait qu'une valeur sentimentale et ne pouvait pas être comparé à un produit manufacturé répondant à des normes attendues de qualité.

Sans évaluation critique du résultat, les frustrations s'installent, et l'image de la discipline perd en crédibilité. Avec une évaluation critique objective, on peut expliquer pourquoi le résultat obtenu n'est pas à la hauteur des espérances, on peut identifier des pistes de progrès, des obligations oubliées ou sous-estimées, et capitaliser de l'expérience pour la suite de la formation. L'important est alors de comprendre pourquoi on a bien ou mal fait et comment on peut éviter ces erreurs dans l'avenir.

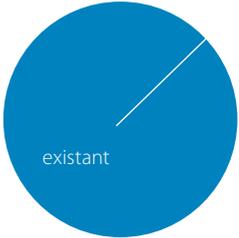
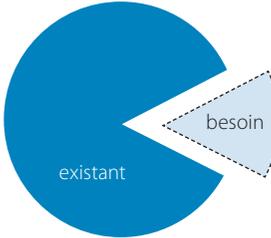
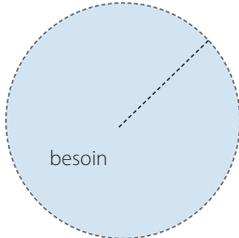
Lors de la démarche de résolution d'un problème technique, c'est le professeur qui pose le problème à résoudre, c'est lui qui a la responsabilité d'associer des compétences et des connaissances à un problème technique et à un support de formation. Il est le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage, proposant un parcours logique de formation formalisé et balisé amenant l'élève intéressé par la résolution d'un problème technique d'une situation de non-connaissance d'un concept à une situation lui permettant de structurer et de formaliser des connaissances associées.

La démarche de résolution de problèmes devient alors une composante importante de notre culture technologique, elle intègre de manière naturelle et en tant que de besoin les démarches d'investigation, et peut également s'inclure harmonieusement dans la démarche de projet technique de formation.

La démarche de projet technique de formation

C'est le dernier maillon d'une chaîne intégrant démarches d'investigation et de résolution de problèmes techniques.

Le concept de projet élargit encore l'approche et propose aux élèves et aux enseignants de « cogérer » de manière globale un espace d'actions, de réflexions, d'initiatives et de choix,

	Démarche d'investigation	Démarche de résolution de problèmes techniques	Démarche de projet technique de formation
Objectifs de la démarche	Comprendre	Comprendre et agir	Imaginer, choisir, décider, anticiper, agir et évaluer
Activités dans la démarche	Analyser et formaliser	Analyser des causes, choisir une solution, remédier et évaluer	Adhérer à un projet, concevoir, organiser et évaluer
Support d'étude ou point de départ de la démarche	Produit abouti 	Produit perfectible 	Besoin 
Approche prépondérante	Celle de l'utilisateur / du technicien	Celle de l'utilisateur / du technicien / de l'ingénieur	Celle du technicien / de l'ingénieur

15 La complémentarité des trois démarches technologiques

de rôles et de responsabilités qui transcendent les relations maître-élève et donnent un sens global à la formation.

Comme pour la démarche de résolution, le projet peut se contenter d'être pédagogique. Il est alors général et peut se dérouler dans toutes les disciplines et sur tous les terrains (artistique, culturel, personnel, entreprise, solidarité, etc.).

Lorsqu'on ajoute le mot *technique* au terme *projet*, le projet devient un concept très précis, géré par une norme Afnor trop peu connue et impliquant le respect de procédures précises, visant à atteindre un résultat donné dans une logique de performance économique, humaine, industrielle. La norme Afnor NF X50-105 (1991) précise que « le projet est une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir » et qu'il est « élaboré pour répondre à un besoin, impliquant des objectifs et des actions à entreprendre avec des ressources données ». Dans son évolution de 2002, la norme X50-115 ajoute que « le projet est un processus unique, consistant en un ensemble d'activités coordonnées comportant des dates de début et de fin, entrepris pour atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques ».

La démarche de projet technique induit le respect des logiques industrielles de conception, définition, industrialisation, contrôle, qualification propres à chaque catégorie de produits ou de services. Pour garantir les contraintes techniques, économiques et calendaires, cette démarche est rigide, injonctive, et trouve dans l'informatique un moyen très performant d'imposer à l'ensemble des intervenants le respect de processus prédéterminés et obligatoires. Si l'on peut comprendre le bien-fondé de cette approche dans le cadre de l'entreprise, il n'est pas évident qu'il en soit de même dans un cadre éducatif. Lorsque la formation n'est pas directement professionnelle, la connaissance et le respect de démarches de projet technique lourdes et strictes ne sont plus aussi prégnants. Ce n'est qu'en précisant que le projet est à la fois pédagogique et technique et qu'il devient « projet technique de formation » que l'on peut y développer du sens et de la motivation. Pour un adolescent, le projet technique de formation peut être un « acte fondateur », qui va ajouter à la démarche de résolution de problèmes techniques des dimensions éducatives fortes, relevant du développement personnel et collectif tout en intégrant une

démarche de résolution de problèmes à visées cognitives.

Un projet technique de formation a un double objectif : la formation des élèves et la mise en œuvre des programmes pour les professeurs. Pour qu'un projet soit celui des élèves, ces derniers doivent pouvoir intervenir sur le choix de l'objectif, sur le pourquoi du projet et sur ce qu'il va éveiller en eux de vision prospective. Chacun d'entre nous, jeune ou adulte, doit adhérer à l'objectif d'un projet pour accepter de s'y lancer, même s'il a une vision personnelle de cet objectif et des raisons personnelles d'y adhérer et de contribuer à sa réussite. Pour l'enseignant, le projet est un outil pédagogique et didactique parmi d'autres, qui lui permet de motiver des élèves pour les amener à découvrir, comprendre et conforter des connaissances et compétences visées ; c'est une médiation pédagogique pour que les élèves apprennent mieux, alors qu'il est un moyen d'être et d'apprendre autrement pour les élèves.

Cette première condition respectée, la caractéristique d'un projet pédagogique s'appuyant sur un projet technique est qu'il réunit dans une unité de lieu et de temps un aspect technique – le problème technique large, motivant – négocié *a minima*, et une

approche pédagogique particulière, privilégiant le dialogue, le travail collectif et coopératif, les prises de responsabilité, qui se conclura par une réalisation concrète évaluée. Le projet est le lieu et le temps de l'intégration de ces deux approches distinctes mais complémentaires. Il prolonge, ou englobe, les démarches de résolution de problèmes techniques et d'investigation en apportant un cadre fédérateur aux activités de formation.

Dans ce cadre, le concept de revue de projet est fondamental **3**. C'est une étape indispensable pour réguler « institutionnellement » le déroulement et le management d'un projet. Il donne un cadre d'intervention officiel au professeur, qui peut alors faire jouer son expertise, ses responsabilités et son conseil. Il donne la possibilité à chacun de s'exprimer dans un cadre formel, où l'expression est régulée et qui débouche sur des décisions concrètes.

Par sa logique intrinsèque – partir d'un objectif, et passer par des étapes de créativité, de conception, d'organisation des actions, de réalisation et d'évaluation –, l'approche technique du projet propose un cadre stable, concret au développement personnel de chaque élève, qui va découvrir l'intérêt d'un avenir à imaginer et les contraintes du temps à organiser, d'un budget à respecter...

En se limitant au seul projet technique relevant de la norme, le risque est de stéréotyper les activités et d'oublier les démarches particulières de chaque élève pour ne mesurer que le résultat. À l'inverse, lorsqu'il est réduit à sa seule composante pédagogique, le projet risque de se résumer à une série d'activités non structurées, sans organisation, dont l'objectif se perd très vite avec la durée. C'est l'articulation cohérente de ces deux concepts qui crée l'efficacité et la richesse du projet. L'approche technique propose un fil rouge concret, simple à identifier, résumant les problèmes à résoudre, remobilisateur lorsque cela est nécessaire et facilitant l'analyse et l'évaluation des résultats. L'approche pédagogique propose une rupture avec les

modes d'enseignement traditionnels, la prise en compte de chaque élève, de ses spécificités, de ses talents et de ses manques tout en l'associant à un résultat collectif, donc rassurant et motivant.

Trois démarches spécifiques et complémentaires

Rien n'interdit donc à un enseignant de conjuguer harmonieusement les trois démarches **4** à travers les activités qu'il peut proposer aux élèves au cours d'une année scolaire.

Le recours à la démarche d'investigation sera sans doute ponctuel, limité dans la durée et dans les objectifs visés. Il semble pertinent lors de travaux pratiques de découverte d'un nouveau concept, lorsque la nouvelle connaissance à faire passer impose une forte « déconstruction » des savoirs antérieurs et amène le professeur à privilégier une approche inductive, expérimentale, exigeant une approche progressive et une phase importante de reformulation.

La démarche de résolution d'un problème technique est sans doute bien adaptée aux travaux pratiques d'approfondissement et de confortation de compétences et de connaissances, lorsqu'un élève est obligé de répéter plusieurs fois l'application d'une notion pour réussir à la comprendre et à se l'approprier. Outre qu'il justifie une formation dans un domaine donné, le contexte concret du problème technique aide certains élèves à entrer dans l'activité, à mieux comprendre les liens entre un concept et un comportement réel, à se façonner des représentations mentales efficaces et durables. Lorsque la durée des activités le permet (et c'est souvent le cas dans les formations professionnelles), la démarche de résolution de problèmes peut intégrer une démarche d'investigation, centrée sur une partie précise et limitée des activités.

Enfin, la démarche de projet technique de formation intègre naturellement les deux autres démarches tout en leur apportant une dimension pédagogique et éducative. Nombre de professeurs qui ont vécu des projets

techniques et pédagogiques réussis témoignent du pouvoir de cette synergie de l'action technique et de l'aventure humaine d'un projet. Sa dimension prédictive et temporelle, l'expression d'un besoin et l'analyse technologique associée, l'organisation prévisionnelle de la réalisation et l'analyse régulière des résultats (revues de projet) permettent les mesures correctives nécessaires et l'optimisation de compromis.

L'objectif de cette réflexion n'étant pas d'approfondir le concept de projet, on se limitera ici à ce constat très général qui entérine l'apport de ce concept aux démarches technologiques.

En conclusion

La mise en place actuelle de l'année de terminale STI2D amène tous les professeurs concernés par le projet technologique de terminale (appelé comme cela dans cette formation pour bien montrer l'équilibre à obtenir entre projet technique et projet pédagogique) à s'approprier cette réflexion pédagogique fondamentale.

Le concept de projet trouve maintenant une place officielle au cœur de tous les cycles d'enseignement, au collège en classe de 3^e, au lycée en seconde, en S SI et en STI2D, et, depuis toujours, en STS. Il est donc fondamental que chaque enseignant de SI en comprenne le sens et les structures pour développer ou affiner sa compétence professionnelle lors de ce type d'activités. ■

► À retrouver dans « Technologie »

TAILLARD (Ph.), « Le projet de conception en enseignement de spécialité », n° 179 spécial STI2D, avril 2012

TAILLARD (Ph.), GASTON (S.), « Un duo pédagogique », n° 172 spécial CIT, mars 2011

ANGUENOT (G.), « Quand les élèves mènent l'enquête : La démarche d'investigation au collège », n° 177, janvier-février 2012