

*Quitter l'enseignement de sa discipline en solo pour travailler dans un pôle technologique transversal, en améliorant ses compétences*

## Un pôle sous le soleil

*Depuis la rentrée 2011, la filière STI (Sciences et technologies de l'industrie) n'est plus : vive la filière STI2D, sciences et technologies de l'industrie et du développement durable ! Au lycée Blaise-Pascal de Segré, quatre enseignants réunis au cœur de ce nouveau pôle technologique conjuguent leurs talents et les compétences des élèves autour d'un projet environnemental.*

**Lycée Blaise-Pascal, Segré** [49]

Article rédigé par C. Coquereau à partir d'échanges avec C. Flahaut, enseignant de SII (sciences industrielles de l'ingénieur) option ingénierie mécanique, O. Geffard, enseignant de SII option énergie, C. Martineau, enseignant de SII option informatique et numérique, P. Charraud, chef de travaux, et les élèves de terminale STI2D

**D**epuis plusieurs années, la nécessité d'une réforme du baccalauréat STI se précisait : problèmes de recrutement, d'attractivité, d'adaptation aux évolutions industrielles et sociétales. En septembre 2011, le STI2D entre en scène, proposant une approche concrète et active autour de l'innovation technologique et de son développement dans l'entreprise. Deux choix sont offerts aux lycéens : la spécialité énergies-environnement ou la spécialité innovation technologique et écoconception. En coulisses, le contenu de cette nouvelle mouture se dévoile aux équipes concernées au mois de mai précédent, trois mois avant la rentrée. Lorsqu'on interroge l'équipe disciplinaire de Segré, dans le Maine-et-Loire, les enseignants se souviennent de leurs inquiétudes face à ce changement : "Certes, nous attendions cette réforme, mais son arrivée tardive ne nous laissait que peu de temps pour nous adapter". Qui plus est, une modification majeure s'opérait pour les enseignants : un enseignement technologique transversal remplaçait les cours fractionnés. Une vraie révolution dans la manière d'enseigner et l'appréhension du contenu des cours ! Heureusement, les professeurs se sentent immédiatement soutenus et guidés par la mise en place, sur l'académie de Nantes, d'un plan de formation conséquent. Échelonné sur trois ans, il se répartit en douze jours la première année, dix-huit la deuxième et

douze à nouveau la troisième. C. Izac, inspectrice pédagogique régionale de la discipline (IPR), communique et s'engage aux côtés des équipes pour faciliter la transition vers ce nouveau mode d'enseignement.

### Solo, duo ou quatuor ?

Concrètement, les enseignements technologiques transversaux, sept heures à l'emploi du temps des élèves en première, et cinq heures en terminale, représentent un tronc commun pour les quatre professeurs concernés par ce nouveau pôle. Comment passer de l'enseignement en solo à une coanimation dans la salle de classe ? Quelle organisation penser et repenser en termes d'emploi du temps et d'occupation de salles ? Du point de vue des élèves, tout paraît simple si l'on regarde l'emploi du temps où figure l'appellation "Enseignements technologiques transversaux". Mais, du côté des professeurs, lequel ou lesquels des quatre concernés se trouvent là, avec les lycéens ? Enfin, comment articuler les spécialités de chacun pour alimenter les séances du tronc commun ? Dans la pratique, C. Flahaut est, à l'origine, professeur de construction mécanique, O. Geffard d'électrotechnique, C. Martineau d'électronique automatique, et enfin L. Vallée de productique. Comment transmettre son savoir disciplinaire aux autres en si peu de temps ? Comment mettre en place, à quatre, un projet

aux compétences plurielles autour du développement durable ? Quelle répartition des services et organisation des emplois du temps instaurer pour favoriser la concertation et la cohérence des apprentissages ?

## La volonté d'apprendre

Si "Apprendre, c'est changer<sup>1</sup>, et l'on n'en finit jamais d'apprendre", alors cette réflexion s'applique aussi bien au corps enseignant qu'aux élèves. À la rentrée 2011, les quatre enseignants du pôle technologique remettent en cause leur façon d'enseigner, seul face à une classe. Au départ, chacun se familiarise avec les savoirs et savoir-faire de ses collègues en travaillant en binôme avec les élèves. Cet investissement important de leur part (seul l'enseignant référencé à l'emploi du temps élève est rémunéré) constitue un temps de développement professionnel : il faut bien s'inspirer des connaissances techniques de son collègue sur les aspects nouveaux du programme pour lesquels, telle la pompe à chaleur, on se sent un peu néophyte. Qui plus est, la formation dispensée aux enseignants, si elle répond bien aux exigences du nouveau programme, se déroule en même temps que les cours. Les enseignants ne bénéficient donc que de très peu de recul pour intégrer les changements notionnels et réfléchir à leur pratique. "Il fallait se mettre dans une posture inhabituelle, assimiler vite et se retrouver au niveau des élèves ; j'ai parfois ressenti l'angoisse de me trouver face à une copie blanche.",

se souvient C. Flahaut. O. Geffard renchérit : "À la fin du baccalauréat STI, on était dans une sorte de monotonie. Là, on a été obligés de tout reprendre, sauf notre domaine d'expertise. J'ai conservé seulement vingt pour cent de ce que je savais faire". Quelle émulation ! Au fil des semaines, les enseignants témoignent du plaisir partagé à enseigner de pair, là où au départ il s'agissait plus d'une nécessité à se former dans l'urgence. "De plus en plus, on venait dans les cours des autres, on découvrait le plaisir de réapprendre. Pas facile lorsqu'on enseigne de façon plus ou moins isolée depuis vingt ans ! C'est sûr, cela nous a demandé une quantité de travail impressionnante, nous devons suivre les nombreux jours de formation à l'extérieur, faire nos cours et assister, en surplus, aux cours des autres. Mais cela nous a sortis d'une certaine routine. Finalement, cette réforme nous a permis de retrouver un appétit professionnel et une stimulation nouvelle". D'ailleurs, le chef de travaux du lycée P. Charraud, reconnaît "le dynamisme et la forte solidarité de ces enseignants". Selon lui, un tel changement par pôle fonctionne idéalement dans le cadre d'une équipe restreinte et solidaire. Il lui semble difficile de faire fonctionner en symbiose une équipe de plus grande envergure. Il constate aussi que, dans ce lycée, une seule classe est concernée, ce qui lui permet d'avoir simultanément accès à tous les plateaux de l'atelier. Dans des établissements plus grands ou avec plusieurs classes, cela devient sans doute plus complexe.



## Une coanimation fructueuse

L'année suivante, les aspects administratifs se peaufinent et la coanimation s'inscrit de fait dans les emplois du temps de tous les professeurs. Concrètement, sur les sept heures du tronc commun appelé "enseignements technologiques transversaux", deux professeurs sont mobilisés pour intervenir en classe. La paire d'enseignants qui anime le cours peut aussi changer selon les séances. Sur l'emploi du temps des élèves, deux noms figurent, ainsi que deux salles associées aux ateliers. Les enseignants travaillent donc simultanément avec les élèves, avec la possibilité d'activités différentes. L'organisation spatiale dans les deux salles de l'atelier respecte l'avancée hétérogène des projets (salle

## Chacun développe ses capacités d'expression et de communication.

informatique pour la conception, ou atelier pour la production sur les machines). Fait novateur, les portes de la salle restent ouvertes. Les lycéens circulent d'un espace à l'autre. Leur autonomie et leur prise d'initiative se trouvent renforcées. La caricature de l'élève figé sur sa chaise face à un cours magistral paraît bien lointaine ! S'ils le souhaitent et s'ils sont disponibles, les autres collègues peuvent toujours s'associer à la séance. Le jour de la rencontre avec *Échanger*, sur le créneau du tronc commun, trois enseignants sont présents à l'atelier. La classe de terminale, vingt élèves, termine un devoir surveillé avant la pause. Dans la salle, un enseignant circule en vérifiant les productions silencieuses des élèves, tandis que l'autre peut répondre aux éventuelles questions d'incompréhension du sujet (le sens d'une consigne, par exemple). Cette double présence favorise la capacité d'écoute des enseignants face aux questionnements individuels des élèves. Ils perçoivent cette disponibilité et même les plus timides interpellent les enseignants. Après la pause, le groupe reçoit les copies d'une évaluation précédente. À nouveau, la présence des deux professeurs se révèle un atout. Pendant que le premier distribue les copies en apportant quelques commentaires, le deuxième peut prendre le temps de réexpliquer à certains une notion non comprise repérée dans le devoir (un algorithme) sans ralentir tout le groupe. Loin d'être déstabilisés par la coanimation, les élèves y trouvent au contraire une écoute et une complémentarité bénéfiques. Spatialement, les enseignants, qui circulent et ne restent pas devant leur bureau, paraissent

plus accessibles. Lorsque l'un d'entre eux passe juste à côté d'un élève, celui-ci peut formuler une question qu'il n'aurait peut-être pas osé énoncer devant tout le groupe. Chacun développe ses capacités d'expression et de communication, d'ailleurs évaluées au cours de la formation.

## Une candeur professionnelle

Au fil d'un projet sur la création d'un four solaire pour le Burundi, les élèves devinent très vite les disciplines d'origine de leurs enseignants. "Au début, pour la première phase de conception sur ordinateur, on est allés voir principalement M. Flahaut. Mais, si cela concerne l'aspect machines, on se dirige vers M. Vallée. Finalement, on a toujours l'impression d'avoir un expert à nos côtés !" Ces expertises complémentaires valorisent la complémentarité des enseignants. Il n'y a pas d'ego mal placé, nul ne s'offusque de ces remarques d'élèves qui traduisent leurs observations et leur perspicacité. En outre, l'équipe professorale joue souvent la fausse candeur en orientant les élèves vers un autre enseignant, pour mieux faire réfléchir les élèves et développer leur capacité d'autonomie : "Vous recherchez quelle intensité, exactement, d'énergie solaire ? Quels temps de rayonnements quotidiens ?" Comme dans une situation professionnelle, le lycéen doit s'informer, partir à la recherche de sa réponse, creuser le sujet, communiquer pour trouver l'interlocuteur adéquat. C'est la démarche de formulation et de résolution de problèmes qui est visée par l'équipe enseignante : apprendre à l'élève à assembler, organiser les éléments d'un sujet, identifier les relations, raisonner à partir de ces relations, décider en vue d'un but à atteindre, se documenter. Les professeurs incitent l'élève à questionner l'interlocuteur le plus adapté, puis à compléter ses recherches via internet (ou via un dossier technique mis en réseau accessible à la classe). Ici, pour la coupole solaire du four (voir ci-dessous), les élèves vont se tourner vers O. Geffard, spécialiste en énergies-environnement. Les types de projets proposés aux élèves doivent appréhender de manière

### Coupole






globale l'approche triptyque "matière – énergie – information" qui caractérise les interactions au sein d'un système réel. Cette interactivité du propos enrichit le savoir des élèves, mais également le savoir des enseignants. On s'écoute les uns les autres, en spontanéité. Selon C. Flahaut, "Personne n'est spécialiste en tout, c'est une chance, pour nous, d'apprendre les uns des autres. Cela nous grandit."

## Devenir écoconcepteurs

Dans sa finalité, le baccalauréat STI2D ne cible pas les gestes professionnels (câblage, soudure...) pour eux-mêmes. Tourné vers la poursuite d'études en école d'ingénieurs, DUT (Diplôme universitaire de technologie) ou BTS (Brevet de technicien supérieur), il préconise la conduite de projets dans leur globalité. La formation a pour objet l'étude et la recherche, par l'élève, de solutions techniques innovantes intégrées dans une démarche de développement durable. À cet égard, en trinômes, les élèves s'engagent dès septembre autour d'une problématique technologique et écologique. Le travail est évalué en CCF (Contrôle en cours de formation) par plusieurs professeurs ; une soutenance orale porte sur la démarche de projet et le produit réalisé. Concrètement, que fait-on pour écoconcevoir au-delà des grands principes généraux ? Comment comprendre le problème et trouver des solutions sur le type de matière, la production et la forme idéales ? Ce sont les quatre enseignants du pôle technologique qui, ensemble, sur des temps de concertation personnels, réfléchissent en amont à de nouvelles

réalisations utiles à l'environnement et aux sociétés. Il faut tout inventer ! Cette année, les sujets sont variés : l'isolation d'un cabanon autonome énergétiquement, la récupération de l'énergie hydraulique dans une gouttière, l'adaptation d'un moteur électrique pour une voiture quatre roues motrices, un four solaire adaptable pour une population nomade... Quentin, Alexandre et Brendan travaillent sur cette thématique héliotropique. Pour anticiper, dès la classe de première, les enseignants leur proposent des projets à échelle plus réduite, sur une quinzaine d'heures. Les professeurs envisagent la construction progressive des compétences sur deux ans. L'idée est de progresser par l'expérimentation directe (comment fournir de la chaleur à de l'eau dans une cuve à partir d'une énergie renouvelable), de retenir qu'avant de se précipiter (percer des trous dans un couvercle pour passer des tuyaux), il vaut mieux réfléchir les trous laisseront forcément passer l'eau ! Ces compétences initiées en première se transfèrent et se complètent l'année suivante. En terminale, les élèves vont disposer de quatorze heures hebdomadaires pour échelonner sur l'année leurs pratiques réflexives en privilégiant l'autonomie, la répartition des tâches au sein du trinôme, ainsi que la gestion du calendrier. À l'instar des enseignants qui montrent l'exemple, les lycéens travaillent en équipes. Pour ce faire, chaque groupe établit un calendrier en diagramme de Gantt<sup>2</sup> avec les jalons prévisionnels des différentes étapes du projet : conception préliminaire puis détaillée, prototypage, tests et validation (voir ci-dessous). Parfois, le projet prend légèrement du retard

## Calendrier

I..		Nom de tâche	Durée	Début	Fin
1		Support four solaire	12,37 jours	22/11/2013	03/03/2014
2		Définition du projet	9 hr	22/11/2013	28/11/2013
3		Conception préliminaire	18 hr	29/11/2013	13/12/2013
4		Conception détaillée	18 hr	13/12/2013	10/01/2014
5		Prototypage	36 hr	10/01/2014	20/02/2014
6		Tests et validation	9 hr	20/02/2014	03/03/2014

ou de l'avance et il est toujours possible de repréciser les délais. Cependant, ce découpage temporel permet un cadrage chronologique à tous les membres, important à chacun le respect des délais, sous peine de pénaliser le groupe... ou comment développer le sens de la responsabilité.

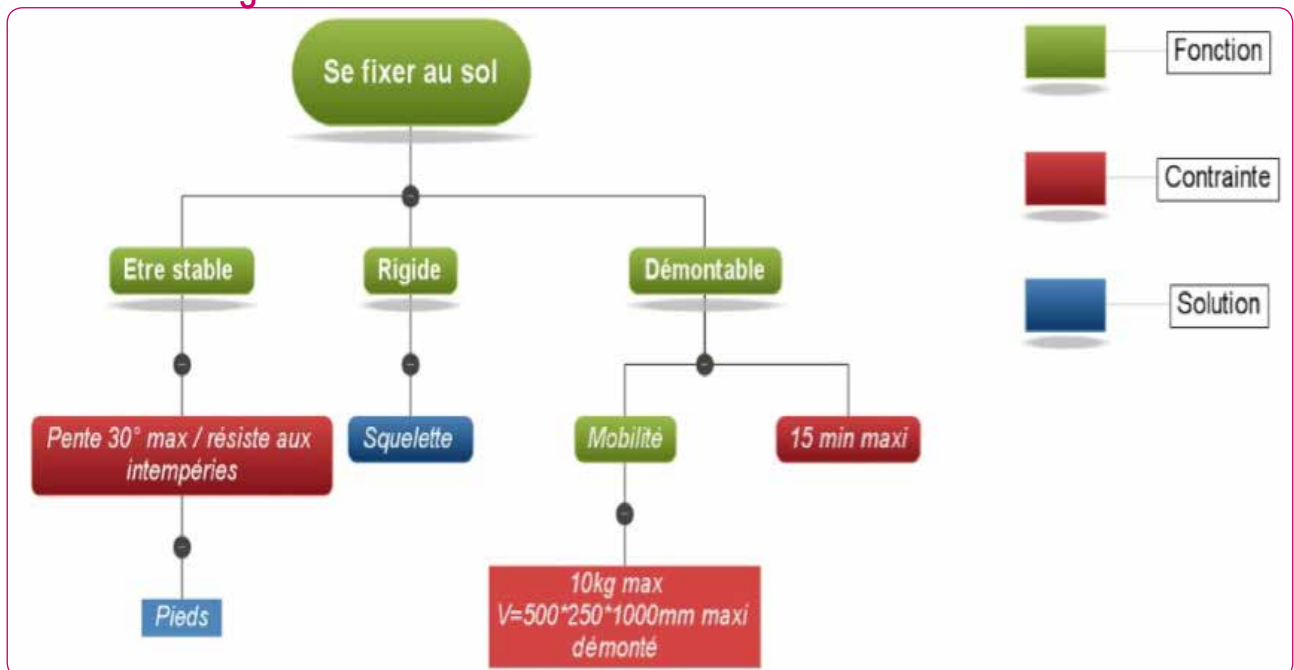
## Valse à trois temps

Dans un premier temps, Alexandre est responsable de la conception préliminaire du support du four solaire. C'est en fonction du choix de ce support que seront ensuite étudiées les modalités de la coupole par ses deux camarades. Dans un deuxième temps, Quentin devra songer à son principe de rotation en respectant l'azimut (angle formé par le plan vertical d'un astre et le plan méridien du point d'observation). Puis, Brendan réfléchira aux axes de sa deuxième rotation pour suivre, tel le tournesol, la course solaire. Les enseignants ont laissé chaque élève se positionner à sa guise, en fonction de ses aptitudes, à un stade du projet. Ils ont toutefois vérifié que les étapes étaient synonymes d'apprentissages variés pour tous les membres du groupe. Des discussions ont eu lieu dans chaque trinôme pour décider de la place de chacun. L'on comprend bien que des avancées de l'un dépendent le suivi et la justesse de conception des autres membres du trinôme. Une fois ce phasage établi, chaque partenaire du trinôme réfléchit à son propre objectif de réalisation. Ainsi, pour optimiser la mise en place de la coupole face au soleil et trouver le juste chemin (azimut, de l'arabe "az-samt chemin"), Brendan, jeune chercheur, développe sa maîtrise d'un modéleur volumique (voir ci-dessus). L'utilisation



du numérique permet, avant la réalisation effective du prototype, la conception virtuelle de la maquette pour en définir les atouts et les limites. Une fois ces esquisses réalisées, Brendan propose ses suggestions à ses camarades et aux professeurs. Le travail en équipe suscite une communication étayée, des hypothèses proposées, affirmées et contrecarrées. Les compétences techniques et mathématiques sont partagées, le dossier informatique mis en réseau reste accessible à tous. Les enseignants deviennent soutiens ou régulateurs en cas d'erreurs. C'est un vrai échange. Sur la conception préliminaire, Alexandre témoigne de ses tâtonnements face au cahier des charges précis et contraignant (voir ci-dessous). En effet, le STI2D explore la recherche de solutions techniques innovantes. En découlent pour l'élève des compétences nécessaires à l'analyse, l'éco-conception et l'intégration dans une démarche de développement durable. Ici, le four solaire doit s'adapter aux fortes températures du désert, résister aux intempéries, être léger en ne dépassant pas dix kilogrammes, démontable en quinze minutes et facilement transportable par les populations nomades. Quel challenge !

## Cahier des charges



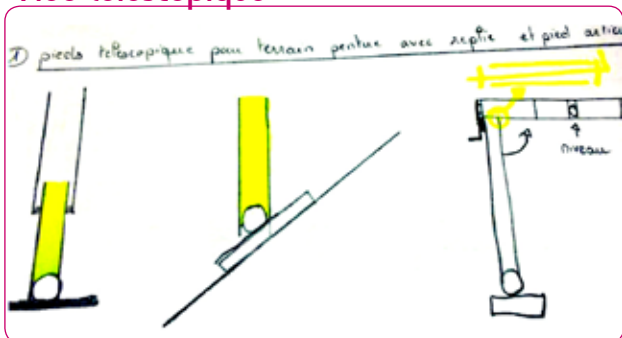
## Illustration autour d'un projet citoyen

Sur chaque projet soumis aux élèves, les enseignants souhaitent illustrer leur démarche de compétences transversales. Ici, l'idée consiste à offrir à des peuples non sédentaires la capacité à chauffer des aliments. L'enjeu concerne l'érosion des sols et la déforestation en Afrique, les bosquets étant régulièrement coupés pour le chauffage. Cette idée ingénieuse est née l'année précédente durant la rencontre du pôle technologique avec une délégation du Burundi venue à Blaise-Pascal. En

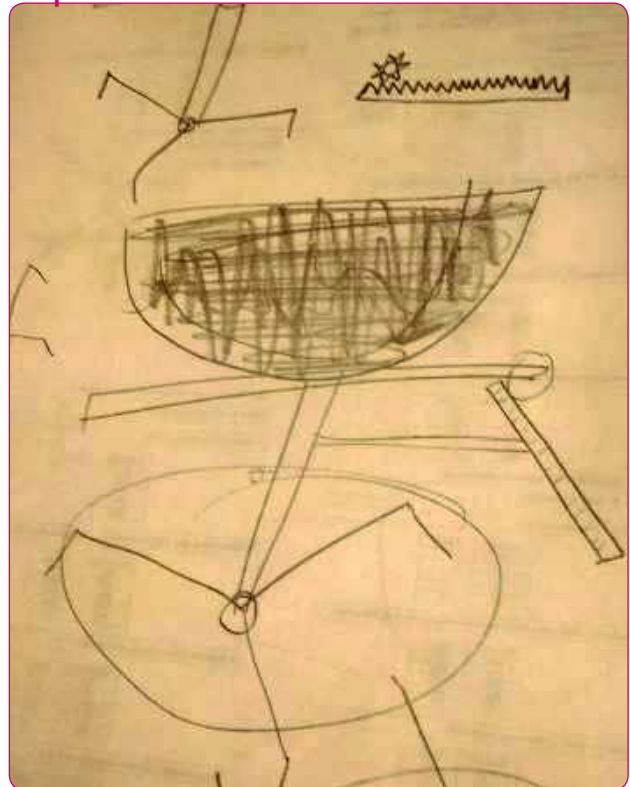
**Les élèves se sentent décomplexés par les difficultés de leurs enseignants et leur viennent parfois en aide.**

effet, deux élèves burundais sont scolarisés en section sports-études au sein du lycée. Lors de cette visite, le problème de déforestation en Afrique avait été abordé, donnant l'envie aux élèves segréens de se pencher sur le sujet. Dès la rentrée, les lycéens de terminale reprennent le flambeau. Concernant la contrainte du démontage du four (plié-déplié), Alexandre et ses partenaires réfléchissent à un pied adaptable. C'est ensemble qu'ils élaborent leurs hypothèses. Deux solutions leur viennent tout d'abord à l'esprit : soit un pied télescopique coulissant type parasol (voir ci-dessous), soit un trépied rétractable (voir ci-contre). Les esquisses, dessins multiples, se succèdent comme autant de phases de réflexion. On apprend que les croquis, gribouillages et reprises sont partie prenante de la conception. Du côté enseignants, la place est laissée à l'initiative, à la créativité des adolescents. L'erreur est constructive et participe à l'élaboration finale. Finalement, c'est la seconde hypothèse qui semble l'emporter, le tripode offrant l'avantage d'une meilleure adaptation aux inclinaisons du sol.

### Pied télescopique



### Tripode



Contrairement au plancher de nos maisons, le terrain des dunes n'a rien de linéaire ! Le trépied imaginé peut se positionner sur une pente allant jusqu'à trente degrés. Les calculs mathématiques et vecteurs de sciences physiques entrent en œuvre et s'inscrivent dans les hypothèses successives. À chaque étape, les trois jeunes communiquent et avancent dans la même direction. La démarche de projet multiplie les croisements interdisciplinaires. Au fur et à mesure des avancées du projet, celui-ci est soumis aux enseignants qui questionnent le groupe sur ses arguments techniques. Les élèves doivent être capables de justifier les choix des structures de leur système et des matériaux choisis. Pour l'aspect environnemental, c'est l'aluminium, léger et respectant les conditions climatiques, qui est retenu. Au stade de la conception détaillée, Brendan œuvre sur un système avec pignon et crémaillère, courroies et vérins facilitant la rotation en azimut et en inclinaison. Il faut enfin envisager le point d'orgue de la réalisation, à savoir le support compatible avec les denrées alimentaires tout en récupérant un maximum de chaleur. Aidés par les enseignants qui les orientent vers une variété de matériaux envisageables, les élèves décident de recouvrir la coupole plastique de feuilles d'aluminium, légères et concentrant les rayons solaires en leur épice. Il s'agit de faire réfléchir sur l'efficacité énergétique globale du système. Ainsi équipées, la coupole et sa broche sont capables de rôtir un poulet à température de deux cents degrés ! Mission durable accomplie !



## Perspectives tous azimuts

Finalement, la mise en place de ce pôle technologique au lycée Blaise-Pascal a permis la mise en synergie des compétences complémentaires des quatre enseignants, l'énergie stimulante des adultes rejaillissant sur la confiance créative des adolescents. O. GEFARD s'estime "heureux de travailler dans cette équipe transversale. On a également une grande chance, c'est la réelle confiance que le chef des travaux et le proviseur nous accordent dans ce fonctionnement. Cette année est la première où l'on respire, on sait où l'on va, avec franchise et tolérance entre nous." Désormais, les quatre mousquetaires souhaitent développer, élargir cette façon de travailler à l'ensemble de l'équipe pédagogique. Dans l'esprit STI2D, les mathématiques et les sciences physiques pourraient certainement trouver des points d'accroche pour s'entrecroiser face aux élèves. Une première passerelle s'est déjà tissée avec le professeur d'anglais. Sur une heure de technologie hebdomadaire, le professeur de langue vivante coanime le cours pour permettre aux élèves de poser les questions techniques en langue anglaise. Ils s'entraînent ainsi concrètement à l'examen du baccalauréat, où les lycéens ont une revue de projet à exposer en anglais (cinq minutes d'exposé face aux examinateurs, puis cinq minutes de questionnement).

Conformément aux objectifs attendus, les lycéens présentent et argumentent leur démarche, leurs résultats, y compris dans une langue étrangère. Jusqu'en 2017 (programme de langue publié pour les sessions de 2013 à 2016), cette évaluation nationale s'effectue en note "bonus", de façon à valoriser les élèves dans cette démarche optionnelle. Seuls sont pris en compte les points supérieurs à la moyenne. D'ailleurs, les élèves ne sont pas les seuls bénéficiaires de cet échange bilingue. Les professeurs admettent avec humour leurs lacunes dans la langue de Shakespeare et en profitent pour se remettre à niveau. En parallèle, les élèves se sentent décomplexés par les difficultés de leurs enseignants et leur viennent parfois en aide sur certaines subtilités de vocabulaire technique. De cette expérience innovante, tous ont finalement appris que c'est ensemble, sans cliquage de spécialité, d'âge ou de statut, que l'on résout le mieux les problèmes, de façon durable...

1. Philippe Perrenoud, *Enfance & Psy*, 2004, faculté de psychologie et des sciences de l'Éducation université de Genève.

2. Le diagramme de GANTT est un outil permettant de modéliser la planification de tâches nécessaires à la réalisation d'un projet. Il s'agit d'un outil inventé en 1917 par Henry L. GANTT.