

contribution à la consultation nationale des enseignants sur le projet de programme de physique-chimie du cycle terminal de la voie technologique de la série « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable » (STI2D)

préambule :

Depuis de nombreuses années, les enseignants exerçant dans les filières STI réclament une réforme de leur filière afin de l'adapter aux évolutions technologiques, environnementales et sociales. Plusieurs fois annoncée, puis reportée, cette réforme verra, peut-être, bientôt le jour.

La première des conditions pour qu'une réforme réussisse est qu'elle emporte l'adhésion, aussi large que possible, des acteurs qui seront chargés de la mettre en oeuvre. Cette adhésion ne se décrète pas « d'en haut » mais se construit à partir d'une évaluation partagée de la situation existante et d'une élaboration participative des objectifs et des moyens de la réforme.

Or les personnels enseignants dans les filières STI n'ont jamais été consultés sur le bilan de ces filières ni sur les objectifs qualitatifs et quantitatifs de cette réforme.

On a beaucoup parlé de la chute des effectifs et de la désaffection des élèves pour les filières STI sans jamais en avoir sérieusement recherché les causes. Pire, a été instillée dans les esprits l'idée que les enseignements dispensés dans ces filières n'attiraient plus les jeunes.

En tant que praticiens dans les filières Génie mécanique (productique, systèmes motorisés) et Génie électrotechnique, nous affirmons catégoriquement que l'attractivité des enseignements n'est pas en cause, bien au contraire :

- Le caractère résolument expérimental que permet l'horaire de travaux pratiques (en GE surtout),
- la possibilité d'approfondir les notions abordées qu'offre un champ disciplinaire resserré autour de l'électricité,
- et les références systématiques aux applications industrielles auxquelles nous prédispose notre formation de « physique appliquée »

suscitent, chez les élèves, un réel intérêt pour la discipline.

Si désaffection il y a, elle concerne non pas la formation mais les métiers de l'industrie, dont l'image est dévalorisée et auxquels sont associés, dans l'opinion, les plans sociaux, les délocalisations et la précarité qui les accompagnent. L'UIMM, consciente de cette situation a d'ailleurs lancé, au printemps 2010, une vaste campagne de communication pour revaloriser les métiers des entreprises industrielles (il en faudra beaucoup d'autres pour redresser la situation !).

Faute de diagnostic pertinent, d'objectifs clairement définis et de moyens, le remède tel qu'il est proposé dans le projet de réforme serait, s'il était appliqué en l'état, pire que le mal auquel il est censé remédier. Nous sommes intimement convaincus que le projet de réforme porterait un coup fatal aux filières des sciences et technologies industrielles. Oui, il faut une réforme ! Mais surtout pas celle qui nous est annoncée !

Notre avis sur le projet de programme et les horaires d'enseignement prévus

Le programme proposé est pléthorique, encyclopédique, démagogique et schizophrène

Pléthorique : l'étendue des champs disciplinaires balayés par le projet de programme est considérable, autant, sinon plus large que celui des sections scientifiques. Or, les sections STI accueillent des élèves qui ont besoin de davantage de temps pour s'approprier les notions nouvelles et les outils mis en oeuvre dans la démarche scientifique. Pour mémoire, le programme balaie les champs disciplinaires suivants : propriétés de la matière, chimie organique et minérale, thermodynamique, électricité, optique, photométrie, acoustique, mécanique des fluides, mécanique des solides, ondes électromagnétiques, énergétique, capture et traitement de l'information, radioactivité, santé (antiseptiques et désinfectants, composition d'un médicament !). Tout cela en 3h hebdomadaires en classe de 1ère et 4h en terminale (contre 6h et 6h aujourd'hui !).

Encyclopédique : Dans ces conditions, l'enseignement de sciences physiques et chimiques laissera, au mieux, dans l'esprit des meilleurs élèves, un patchwork de connaissances théoriques qui n'a rien à voir avec une véritable culture scientifique. Pour la grande majorité des élèves, ce « gavage » risque de ne laisser aucune autre trace qu'un dégoût – peut-être irrémédiable – pour les sciences physiques !

Démagogique : Dans le titre et le préambule du programme, on a collé quelques termes « à la mode » et quelques belles intentions : On parle de développement durable (c'est même dans le titre !) mais on ne parle pas de bilan carbone ni d'effet de serre! On n'aborde les transports que sous l'angle du véhicule individuel. On n'apprend pas aux élèves comment calculer le rejet kilométrique de CO₂ d'une automobile... On affirme que l'objectif est « d'initier l'élève à la démarche scientifique » ce qui est incompatible avec un programme aussi pléthorique. On affirme (page 3) que « le questionnement scientifique se déploiera à partir d'objets techniques, [...] ou à partir de procédés [...] emblématiques du monde contemporain. Cette approche crée un contexte d'apprentissage stimulant... ». Sous entendu : ce que l'on faisait auparavant ne stimulait pas les élèves !

Schizophrène : On ne peut que déplorer l'absolue contradiction qui existe entre les généreuses et louables intentions exprimées dans le préambule, d'une part (par exemple, page 2 : « Ainsi l'approche expérimentale ne peut se concevoir que si les conditions indispensables à une activité concrète, authentique et en toute sécurité sont réunies »), et un programme pléthorique à traiter dans des horaires réduits quasiment de moitié, sans assurance, à ce jour, que les classes puissent être dédoublées pour les travaux pratiques !

Le projet de programme et les horaires fixés par l'arrêté du 27/05/2010 font fi des ressources humaines que constituent les enseignants de physique appliquée.

Nous l'avons écrit en préambule, la réussite d'une réforme est conditionnée à l'adhésion de ceux qui sont chargés de la mettre en oeuvre. L'enseignement des sciences physiques sous le vocable « physique appliquée » est aujourd'hui assuré, dans les filières STI, par des professeurs de physique appliquée qui, au fil des années, ont su donner une coloration spécifique à leur enseignement. En particulier en recherchant toutes les occasions d'illustrer leur enseignement par des exemples issus du milieu industriel (visites d'entreprises ou de chantiers, recherche d'informations et documentations sur Internet). Ils ont également développé des supports de travaux pratiques spécifiques et des liens avec les enseignants de construction et de technologie industrielle.

Si les horaires d'enseignement prévus sont maintenus, les enseignants de physique appliquée, pour la moitié d'entre eux, se retrouveront sans élèves ! C'est un gâchis financier, social et humain inacceptable ! En outre, comment, avec cette inquiétude permanente du lendemain, demander aux enseignants concernés de s'investir pour passionner de futurs élèves qu'ils ne verront peut-être jamais ?

Nous demandons, de toute urgence, que la dimension ressources humaines soit prise en compte.

Le programme proposé exige une formation lourde des enseignants et l'aménagement de salles de travaux pratiques incompatibles avec une application à la rentrée 2011.

Un enseignant de physique appliquée peut n'avoir bénéficié d'aucun enseignement de chimie dans son cursus universitaire. Or environ 1/4 du projet de programme porte sur la chimie, avec de nombreuses compétences expérimentales exigibles des élèves. En outre, la chimie est une discipline particulièrement sensible en matière de sécurité. Pour ces raisons, il est hors de question de demander à des professeurs de physique appliquée d'enseigner la chimie à l'issue de quelques demi-journées de formation. Une formation, à plein temps, de plusieurs mois est indispensable : il en va de la sécurité des élèves et des personnels et, également, de la qualité de l'enseignement dispensé.

D'autre part, compte tenu des salles de travaux pratiques de chimie disponibles, il sera nécessaire d'aménager une salle de travaux pratiques de chimie supplémentaire.

Il sera également nécessaire d'acquérir du matériel expérimental spécifique.

Pour ces raisons, l'application de la réforme à la rentrée 2011 n'est pas envisageable, sauf à accepter qu'elle se fasse dans des conditions désastreuses pour les élèves et le personnel. Il n'est pas inutile de rappeler que la précédente consultation sur les nouveaux programmes de STI date de mars 2007. Que n'a-t-on mis à profit ces 40 mois pour préparer sereinement cette réforme ? Rien ne justifie cette précipitation... Sauf à considérer que l'objectif essentiel n'est pas éducatif mais budgétaire : la suppression de postes d'enseignants.

Le programme proposé en sciences physiques et chimiques est en contradiction avec celui qui est proposé pour les enseignements technologiques

L'enseignement technologique de la filière STI2D comporte un tronc commun et 4 spécialités (Architecture et Construction, Energie et Environnement, Innovation Technologique et Eco-Conception, Systèmes d'Information et Numérique).

Sous la rubrique « Modalités d'enseignement » du projet de programme on peut lire – page 3 - : « Les enseignants des

disciplines scientifiques et ceux des enseignements communs ont un accès régulier aux différents laboratoires afin de favoriser le développement de liens forts entre tous les enseignements scientifiques et technologiques. Cet aspect permet à toutes les disciplines de prendre appui sur les situations concrètes (expérimentations, projets, études de systèmes techniques) rencontrées dans les différents laboratoires et favorise la conception de progressions pédagogiques partagées. »

Concernant les objectifs du tronc commun des enseignements technologiques on peut lire : « Pour cela l'enseignement est organisé en collaboration directe et étroite avec ceux de sciences physiques et chimiques, fondamentales et appliquées et de mathématiques, de façon à coordonner les apprentissages et à garantir le niveau scientifique nécessaire aux poursuites d'études. »

Comment une telle « collaboration directe et étroite » est-elle possible alors que deux des quatre thèmes de sciences physiques et chimiques : santé, vêtement et revêtement sont totalement absents des enseignements technologiques ?

On est en droit de se demander si les rédacteurs des programmes des différentes disciplines se sont rencontrés pour mettre en cohérence l'ensemble !

On peut vivement regretter que le programme de sciences physiques et chimiques n'incite pas à collaborer avec les enseignements technologiques lors de la mise en oeuvre du projet technologique encadré. Cela répondrait parfaitement à l'objectif de dé-cloisonnement des disciplines.

Le programme ignore des champs essentiels de l'activité industrielle

Il est incompréhensible que le projet de programme de sciences physiques et chimiques de « Sciences et technologie de l'industrie et du développement durable » exclue de ses thèmes le monde de l'industrie.

En se limitant aux produits et services qui font l'environnement privé du consommateur : habitat, transport (limité en fait à l'automobile), santé, vêtement et revêtement, il écarte des champs essentiels de l'activité industrielle.

Il est sidérant de constater que les seuls générateurs d'énergie électrique figurant au programme sont : le panneau photovoltaïque, les piles, les accumulateurs et les piles à combustibles. Peut-on rester crédible en ignorant délibérément les générateurs (alternateurs, génératrices asynchrones) qui fourniront, pendant plusieurs décennies encore, plus de 90% de l'énergie électrique mondiale ? Y compris dans une spécialité qui s'appellera Énergie et Environnement ?

Le fait que la quasi totalité de l'énergie électrique produite le soit par des machines tournantes synchrones ou asynchrones (dont on peut expliquer le fonctionnement sans nécessairement utiliser tous les modèles mathématiques des programmes actuels) est essentiel pour comprendre le comportement des réseaux électriques et les problèmes que soulève la loi physique qui impose, à chaque instant, l'égalité de la puissance produite et de la puissance consommée. Les enjeux qui en découlent en matière de développement durable sont considérables dans les domaines de la valorisation des énergies renouvelables intermittentes (photo-voltaïque, éolienne), du stockage de l'énergie, ou de l'organisation de réseaux intelligents qui permettent de décaler temporellement certaines consommations dans les heures creuses.

Dans le domaine des transports, il est bien regrettable de se limiter au véhicule individuel alors que le transport ferroviaire offre un panel de solutions technologiques diversifié permettant d'aborder les questions de l'évolution des motorisations, de la récupération d'énergie, de l'adaptation aux différentes tensions d'alimentation européennes...

Limiter les applications des ultrasons, des rayons X, de la thermographie, de la radioactivité aux outils du diagnostic médical est bien réducteur quand on connaît leurs applications dans le domaine industriel !

On pourrait allonger la liste : on se prive ainsi d'occasions de motiver les élèves en stimulant leur curiosité et de leur donner envie de s'engager vers des métiers industriels.

Pour citer quelques exemples :

- faire étudier aux élèves, sur le site de RTE le document qui explique la gigantesque panne électrique européenne du 4 novembre 2006,
- faire étudier comment les génératrices pilotées par le système « optispeed » des Éoliennes VESTAS permettent d'absorber les à-coups de vent sans les répercuter sur le multiplicateur mécanique ni sur le réseau électrique,
- faire visiter aux élèves les ateliers de construction des locomotives d'ALSTOM Transport ou les ateliers de montage des groupes turbo-alternateurs de GENERAL ELECTRIC,

ces activités créent un contexte d'apprentissage largement aussi stimulant que de faire le bilan énergétique d'une habitation. En outre, elles ouvrent des perspectives aux élèves et leur donnent envie de poursuivre des études supérieures !

En guise de conclusion

Compte tenu de ce qui précède, ce projet de programme et l'horaire alloué par l'arrêté du 27/05/2010 sont, de notre point de vue **inamendables**. La filière STI a incontestablement besoin d'une réforme ; mais d'une réforme qui, sur bien des points, tourne le dos à celle qui nous est présentée.

Dans la seconde partie de notre contribution, nous allons esquisser quelques pistes et propositions. Compte tenu du temps imparti, ces pistes et propositions n'ont pas l'ambition de constituer une alternative au projet de programme proposé, mais elles peuvent alimenter la discussion et apporter une contribution à une démarche participative d'élaboration d'un autre programme (et d'une autre réforme).

Quelques pistes et propositions

Une augmentation de l'horaire hebdomadaire en particulier pour des travaux pratiques en groupes à effectif réduit.

Les travaux pratiques sont indispensables pour l'initiation à la démarche expérimentale et pour l'appropriation des notions et contenus du programme.

L'établissement de programmes distincts entre les séries STI2D et STL.

C'est indispensable pour éviter le caractère pléthorique, touche à tout, et donc forcément superficiel, du projet de programme soumis à consultation.

La suppression pure et simple des thèmes « santé » et « vêtement et revêtement » du programme de la série STI2D.

Ces thèmes concernent la série STL. Ils n'ont pas de rapport direct avec les quatre spécialités détaillées dans le projet de programme des enseignements technologiques.

Il serait très dommageable de confiner les « thèmes » à l'environnement immédiat des élèves.

Le thème transport, même si cela n'est pas explicite, se limite au véhicule individuel. Cela apparaît clairement quand on évoque les dispositifs de sécurité et d'assistance à la conduite. Les thèmes de l'habitat et des transports ont certainement été choisis parce qu'ils font partie de l'environnement quotidien des élèves. Ce choix, qui pourrait se justifier en primaire ou pour les premières années de collège n'est pas, de notre point de vue, pertinent pour des jeunes de 17 ou 18 ans. Ce serait appauvrir le champ d'exploration qui leur est proposé et proposer un cadre peu stimulant pour les élèves.

Les outils et les productions technologiques industrielles suscitent une vive curiosité du public qui s'exprime par l'engouement que connaissent toutes les visites proposées lors d'opérations portes ouvertes. Qu'il s'agisse des visites des ouvrages de la ligne à grande vitesse Rhin-Rhône, des visites des chantiers de construction d'éoliennes, des visites d'ALSTOM ou de GENERAL ELECTRIC, des visites du centre de production ou du centre de recherche du groupe PSA PEUGEOT CITROËN, des visites d'entreprises du secteur aérospatial, de chantiers de construction de grands équipements (salles de spectacle...). Il est incontestable que lors de ces visites, des vocations germent qui ne demandent qu'à se développer et s'affirmer si les enseignants font le lien avec les contenus qu'ils enseignent.

C'est d'ailleurs un paradoxe du monde industriel : D'un côté, comme nous l'avons expliqué en préambule, le public tend - au moment de l'orientation en fin de 3ème. - à dédaigner l'emploi industriel - assimilé à précarité de l'emploi, mobilité non choisie... Et, d'un autre côté, ce sont des emplois qui font rêver et que les jeunes seraient fiers d'exercer.

Il ne s'agit pas, bien sûr, d'écarter l'environnement quotidien du champ d'application/illustration des contenus du programme, mais il ne faut pas confiner l'enseignement à cet environnement mais, au contraire, saisir toutes les opportunités d'élargir l'horizon, tout particulièrement dans le domaine industriel, concernant cette série.

Il faut affirmer, dans le programme de sciences physiques et chimiques, comme cela l'est dans le programme des enseignements technologiques, la nécessité de « *collaboration directe et étroite* » afin de « *favorise[r] la conception de progressions pédagogiques partagées* ».

Cette collaboration pourrait trouver - en particulier, mais pas exclusivement – sa place dans la conduite du projet technologique encadré.

L'électricité et l'électrotechnique doit conserver une place prépondérante dans le programme de sciences physiques et chimiques.

L'électricité est omniprésente dans le monde technologique d'aujourd'hui. Mais, l'électricité est certainement le domaine de la physique classique vis à vis duquel l'infirmité de l'homme est la plus grande : Nous ne disposons d'aucun sens pour percevoir les grandeurs électriques, contrairement à la mécanique, à l'optique, à l'acoustique, à la thermodynamique, à la chimie.

En tant que praticiens de longue date, nous savons déjà, que, pour notre propre compte, il a fallu longtemps (bien au delà de notre cursus universitaire !) pour que nous nous appropriions intimement les concepts et les phénomènes électriques.

Faute de pouvoir percevoir les phénomènes et grandeurs électriques, les élèves doivent s'en faire une représentation. Cela demande du temps. Dans notre pratique quotidienne, nous voyons les élèves croire avoir compris mais continuer à se référer à des représentations archaïques erronées. Il faut bien deux ans à côtoyer les phénomènes et les systèmes électriques pour que les élèves acquièrent des bases scientifiquement justes, solides et durables.

On remarque souvent, chez les élèves assidus dans leur travail (« bons » ou « moins bons ») qu'à un moment – qui se situe généralement au cours du second trimestre de terminale – leurs connaissances s'organisent. Ils en témoignent généralement par des questions, par des rapprochements qu'ils font spontanément. Ils passent d'un corpus de connaissances qui leur paraît démesuré parce que ces connaissances ne sont pas reliées entre elles à un corpus de connaissances structuré qui leur paraît maîtrisable.

Ce bagage est un pré-requis indispensable pour réussir dans les formations technologiques supérieures : BTS et DUT industriels, prépa TSI.

Bien entendu, cet apprentissage ardu doit être soutenu par des références régulières à l'histoire des sciences et des technologies, à des réalisations industrielles qui entretiennent la curiosité et l'intérêt des élèves. Par exemple, en présentant les raisons qui ont conduit les chemins de fer suisses allemands et autrichiens à électrifier leurs voies ferrées en 16Hz2/3 et, à l'opposé à choisir une fréquence de 400Hz à bord des avions. Ou en expliquant les évolutions technologiques des système de traction des 4 générations de TGV (AGV pour la dernière).

Les programmes actuels pourraient sans doute être allégés , en particulier de certaines modélisations qui n'apportent rien à la compréhension des phénomènes. Mais, ces allègements possibles sont limités car l'acquisition des notions fondamentales demande du temps. Quelques exemples :

- Il faut du temps à l'élève pour comprendre pourquoi c'est le moment du couple d'un moteur qui détermine sa taille et non sa puissance. Que ce couple est le produit conjugué de deux « ingrédients » : l'intensité et le flux magnétique. Que c'est la charge mécanique qui détermine le courant dans un moteur électrique... C'est bien moins intuitif que le fonctionnement d'un moteur thermique !
- La notion de puissance réactive est également essentielle autant pour approcher le fonctionnement des réseaux électriques que pour comprendre les conditions de fonctionnement d'une génératrice asynchrone autonome ou couplée au réseau.
- Les notions d'asservissement et des différents correcteurs qui peuvent y être associées méritent également qu'on y consacre du temps, non pour aborder leur modélisation - hors de propos en terminale - mais pour observer qualitativement les phénomènes en travaux pratiques afin de se les approprier.
- Pour s'écarter de l'électricité, le projet de programme aborde « *le bilan thermique d'une pièce en régime stationnaire* ». Il nous paraît essentiel d'étudier également le régime transitoire qui met en jeu l'inertie thermique, élément important de confort et de maîtrise de la consommation énergétique. Il serait tout aussi intéressant d'approcher transversalement cette notion de régime transitoire : en électricité et dans le domaine de l'éclairage (lampes fluo compactes) par exemple.

L'évaluation des connaissances en sciences physiques et chimiques pour le baccalauréat doit faire l'objet d'une épreuve écrite ponctuelle.

Le projet de réforme n'aborde pas la question, mais l'existence d'une épreuve écrite ponctuelle est indispensable pour garantir une homogénéité de la formation dans les différents établissements. Il est également souhaitable que les capacités expérimentales puissent être évaluées pour le baccalauréat, comme pour la filière S.

N.B. : Quelques erreurs ou imprécisions ont été relevées dans le projet de programme, mais compte tenu de la refonte complète que nous appelons de nos vœux, il ne nous paraît pas utile de les énumérer pour l'instant.

François LACHAMBRE, Laurent MACHEREL, Emmanuelle MARION, Jean-Étienne PERRON, Corinne POUDEROUX, Nourdine ROUISSI

contact : francois.lachambre@ac-besancon.fr