

ATELIER S13
Math + Physique
ajoutons des sens!

Mireille CLAPIÉ - Robert CAMPGUILHEM
Jean AYMÈS

L'atelier a été un compte rendu d'un travail de trois années sur la liaison math-physique dans une perspective de meilleure construction du sens par les lycéens.

Autour des animateurs : Mireille CLAPIE, Robert CAMPGUILHEM, Jean AYMES, il a réuni une trentaine de participants.

La recherche-formation MAFPEN

Le groupe de travail a fait partie des groupes de recherche-formation de la MAFPEN de Toulouse. De tels groupes étaient structurés sur des "contrats" de trois années : une année de "pré-recherche" où le travail a consisté à faire un premier état de la situation pour préciser et délimiter le projet suivie de deux années de travail.

Les **points de départ** de "Formation scientifique des lycéens Mathématiques +Physique" ont reposé sur :

- l'intention de "promotion" de la filière scientifique telle qu'elle s'exprimait à la fin des années 80. Rappelons qu'il s'agissait d'augmenter le nombre de jeunes formés. Ce dernier qualificatif étant à nos yeux fondamental.
- des constats sur la performance comparée Math-Physique dans plusieurs lycées ; un diagnostic avec élèves, professeurs des deux disciplines. l'aide à des projets pédagogiques en sciences dans les établissements autour de formations conçues selon réponse à demande, plutôt que basés sur une logique habituelle de l'offre. Nous partions du principe qu'il y avait à trouver sur quoi et comment intervenir. C'était une intention de parvenir à coordonner un peu recherche et formation, selon les buts assignés à ce type de groupe.

Le travail s'est étalé sur trois années : 91-92, 92-93 et 93-94. Il a donné lieu à la rédaction d'une brochure à la MAFPEN de Toulouse. Eric SERRA (la première année) et Michèle BRION, les trois animateurs de l'atelier constituaient le groupe.

La méthode a cherché d'une part à mieux comprendre la difficulté de la liaison à travers des enquêtes auprès des élèves ou de professeurs, d'autre

part à concevoir et rédiger des documents facilitateurs du point de vue pédagogique.

Du point de vue des élèves

Un questionnaire a servi pour une petite enquête auprès des élèves lors de l'année de "pré-recherche".

Six questions sur la relation entre les mathématiques et la physique

- 1) As-tu l'impression d'utiliser les mathématiques en cours de physique ? La physique en cours de mathématiques ?
- 2) As-tu l'impression que les professeurs de mathématiques et de physique parlent parfois des mêmes choses ? Pourquoi ?
- 3) Le fait que certaines notions soient abordées la même année par des professeurs de matières différentes te déroute-t-il ? Si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ?
- 4) Préfères-tu voir d'abord fonctionner une notion mathématique en physique puis l'exposer et l'approfondir en mathématiques ou l'inverse ? Pourquoi ?
- 5) Acceptes-tu que l'on parle de physique en cours de mathématiques ? Cela te paraît-il pertinent ?
- 6) Vois-tu, en tant qu'élève, la nécessité d'essayer d'harmoniser l'enseignement des mathématiques et de la physique ?

Les réponses à ce questionnaire nous ont apporté des informations sur les représentations des élèves en matière de relation entre les deux disciplines ou bien en ce qui à leurs yeux les caractérise en propre. La hiérarchie ou la chronologie dans la construction des concepts n'est pas vue de manière unique. L'une de nos surprises a été de trouver un taux non négligeable d'élèves qui souhaitent voir fonctionner une notion d'abord en physique. Cela évolue de la seconde à la terminale.

Des idées, des pistes sur des sujets particulièrement sensibles ont été recensées dans les réponses, cela a complété ce à quoi nous avions pensé.

Une approche des représentations des professeurs

Là aussi nous avons procédé par questionnaire. Un premier questionnaire qui se voulait large dans l'étendue des questions traitées et de ce fait bien général n'a pas reçu l'accueil que nous espérions. Les réponses obtenues sont la plupart du temps assez convenues.

Nous avons, à mi-parcours de la recherche-formation, changé notre dispositif d'enquête auprès des professeurs. Deux situations ont été proposées assorties d'un court questionnaire. De cette manière les retours ont été beau-

coup plus francs, plus significatifs, enrichissants.

Ces deux liens avec des professeurs de mathématiques et de physique dans divers lycées de l'académie, nous ont aidé :

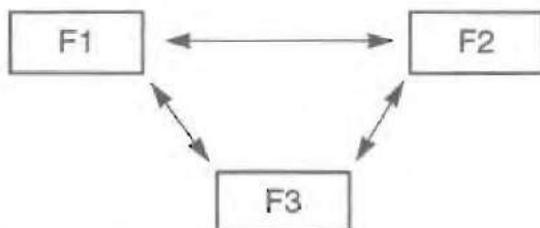
- à préciser un examen des pratiques de liaison entre les deux disciplines, ce qui était utile pour intervenir en formation
- à faire un repérage des difficultés des élèves telles qu'exprimées par les professeurs
- à élargir le regard porté sur les Mathématiques et la Physique
 - les représentations sur les disciplines
 - les pratiques pédagogiques associées
- à mieux comprendre pour mieux agir ; notamment à saisir des suggestions nouvelles.

D'autre part, l'apport des stages animés de concert dans quelques lycées a été un moyen d'observation et de vérification utile.

Un exemple de document pédagogique

- Un mode d'organisation simple, incluant un échange

Nous avons recherché une forme d'action commune du professeur de physique et du professeur de mathématiques qui vérifie un rapport qualité/coût optimal. Sans quoi l'action s'use et s'éteint, on le sait bien. Il nous a semblé que c'est par la forme donnée aux documents qu'un tel critère pouvait être satisfait. Nous voulions des documents opérationnels en classe au niveau de chaque professeur, des documents conçus à partir d'une articulation réfléchie des deux disciplines, engageant un échange attentif entre les deux professeurs, des documents susceptibles de permettre de dialoguer avec les élèves sur les correspondances et les différences en mathématiques et en physique.



Ces documents sont conçus selon trois fiches solidaires :

F1 : fiche d'activité mathématiques pour les élèves

F2 : fiche d'activité sciences physiques pour les élèves

F3 : fiche de liaison pour les professeurs.

- Trois thèmes abordés :
 - le calcul
 - le calcul vectoriel
 - la dérivation et l'intégration

Par exemple, pour la dérivation :

F1 : dérivation

Des exercices en complément de l'habitude d'une conception "algébrisée" de la notion : le thème des "petites variations" selon divers points de vue pour donner sens à la notion

- mise en relation de moyennes en du nombre dérivé à propos de grandeurs
- reconnaissance de la notion dans des contextes variés mise en œuvre de la notion dans des contextes variés
- étude de documents extraits de manuels de sciences physiques

F2 : dérivation

Des situations visant en mettre en relief le passage de "petites variations" à la dérivée étude d'un circuit R-C : mise en relation d'observations représentées sur écran ; relation entre charge du condensateur et intensité

F3 : dérivation

Un document "simple" visant à relier taux de variation et nombre dérivé mettre en évidence le rôle du nombre dérivé comme instrument pour approcher une fonction mettre en évidence les ordres de grandeurs de cette approximation

D'autres thèmes seraient évidemment à traiter.

Dans ce qui est une "recherche-formation", nous pouvons dire que les membres du groupe se forment assurément ! Avec deux physiciens, trois mathématiciens (deux à partir de la deuxième année), la matière des échanges a réellement produit une grande richesse de réflexion partagée.

Aujourd'hui... d'autres perspectives

- Les programmes ont évolué, surtout ceux de sciences physiques. Ils font moins de place à un usage accompli des mathématiques. D'une certaine manière un pan de notre travail est tombé ... et c'est tant mieux.
- L'appel à d'autres démarches est manifeste :
 - le calcul change de nature, ... de but
 - d'autres comportements scientifiques sont mobilisés.

Les interventions du calcul algébrique ou du calcul vectoriel sont réduites en seconde en sciences physiques. Un phénomène est-il modélisé par une équation différentielle, celle-ci est sujette en physique à une résolution

approchée. C'est donc plus la démarche scientifique pour obtenir l'équation et le sens de la notion pour obtenir l'approximation qui importent ! Et cette évolution peut inspirer maintes situations mathématiques.

- Un exemple a été donné en fin d'atelier avec le rebond d'une balle de ping pong.

Dans l'esprit des nouveaux programmes de sciences physiques, il s'agit, le plus souvent possible de partir de situations réelles et de les analyser pour les modéliser.

La photographie du mouvement d'une balle de ping pong éclairée par un stroboscope à la fréquence de 15 Hz permet d'obtenir les valeurs de coordonnées des positions de la balle en prenant pour origine le premier rebond. Un tableau des valeurs (abscisse, ordonnée, durée). On en tire les représentations graphiques de l'abscisse et de l'ordonnée en fonction de la durée. Il s'agit d'analyser ces courbes.

On peut prendre appui sur des modèles a priori comme un lien affine pour l'abscisse, un lien parabolique pour l'ordonnée. Mais quelles données retenir pour faire les calculs ? Quelle influence va-t-on constater sur les fonctions obtenues en fonction des choix faits ?

On peut aussi mettre en évidence la parabole en étudiant les taux de variation donnés sur chaque intervalle de temps. En cela le modèle peut être conjecturé, découvert.

On peut faire une approche à la manière du statisticien pour rechercher par ces méthodes une parabole optimale selon un certain critère ...

Cela replace notre travail de professeurs de mathématiques et de sciences physiques dans le but *essentiel* d'une appropriation de démarche scientifique où maintes compétences sont à cultiver : voir, nommer, expérimenter, relier, argumenter, généraliser, apprivoiser la complexité, communiquer, transformer, imaginer, ... Dans *une recherche d'addition des sens* tout à l'opposé d'une vision trop cloisonnée des choses.