



## NOTE DE SYNTHÈSE DE L'UDPPC POUR LA MISSION MATHÉMATIQUES

### Préambule

Depuis le baccalauréat 2013, nous assistons à la rapide dégradation de la formation scientifique des lycéens. La série S est devenue trop généraliste et ne permet plus la poursuite d'études scientifiques dans l'enseignement supérieur. Tout récemment, l'Académie des sciences s'est exprimée à ce propos dans un texte qui a bénéficié, entre autres, des suggestions de membres de l'UdPPC. Ce texte<sup>1</sup> reprend point par point les différents éléments de cette dégradation et demande la restructuration de l'enseignement de la physique-chimie et des mathématiques dans cette série. Il propose aussi des pistes d'amélioration comme **le nécessaire rétablissement du lien entre mathématiques et physique-chimie**, qui s'éclairent et s'enrichissent mutuellement. **Soit un retour du formalisme** : être à l'aise en calcul algébrique et trigonométrique, dériver, intégrer, résoudre des équations différentielles, utiliser des taux d'accroissement, effectuer des bilans, maîtriser la proportionnalité, écrire un problème en langage mathématique, comparer l'intervalle qui sépare deux termes quelconques, pratiquer des changements de variables, manipuler des fonctions et des vecteurs et adapter cette manipulation en fonction des finalités...

Par ailleurs le groupe interdisciplinaire de l'enseignement des sciences au lycée, composé de membres de l'UdPPC, de l'UPS, de l'APMEP, de la SMF, de la SFP, de la SIF et de la CFEM, a écrit un texte intitulé « **bagage scientifique pour tous** » qui a été illustré par des activités interdisciplinaires à mener en classe. Dans le cadre de ces activités, l'UdPPC s'est intéressée, à titre d'exemple, à **développer l'esprit critique** des lycéens en comptant le nombre de tornades qui a frappé l'Europe sur quelques dizaines d'années, à **l'idée de modèle mathématique** à travers la croissance exponentielle de la puissance éolienne mondiale installée et à **illustrer la proportionnalité ou la non proportionnalité** avec des calculs de débits en téléphone mobile. Le contenu de chacune de ces trois activités peut être envoyé à la mission « mathématiques » si elle le souhaite. Ajoutons qu'il faut que les futurs professeurs des écoles aient une bonne formation scientifique pour pouvoir proposer un enseignement de bon niveau à leurs futurs élèves. Or, les mathématiques ont été retirées de la filière L, d'où sont issus de nombreux professeurs des écoles. Il s'agirait donc de les y réintroduire, comme on peut admettre la nécessité de la

---

<sup>1</sup> Texte de l'Académie des sciences disponible à l'adresse : <http://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/restructurer-enseignement-physique-chimie-mathematiques.html>

philosophie dans un parcours identifié comme scientifique. La filière littéraire ne doit pas être la filière qui permet de "fuir les mathématiques".

L'informatique est une science qui n'est pas encore vraiment enseignée. C'est pourtant aujourd'hui une science majeure, sans parler des questions de société qui lui sont liées et des besoins du monde économique. Actuellement, des collègues de physique-chimie sont d'ores et déjà engagés dans la spécialité ISN en classe de terminale S et dans l'ICN (Informatique et création numérique) en seconde et en première. Ces collègues sont prêts à s'engager dans un enseignement d'informatique fondé sur un socle de connaissances fondamentales s'organisant autour de quatre concepts : algorithme, machine, langage (python 3) et information. Notons que l'approche algorithmique, basée sur des représentations discrètes, la séquentialité et la rigueur imposée par la machine, offre un mode de résolution de problèmes complémentaire aux autres disciplines. Dans l'enseignement, l'approche par démarche de projet en groupe est à encourager mais ses méthodes et dispositions d'organisation spécifiques sont à expliciter. Il va de soi qu'un déploiement de plus grande ampleur de l'enseignement de l'informatique intégré ou non aux différents programmes disciplinaires ne pourrait se faire sans un accompagnement sérieux des collègues sur le terrain.

## Sur les points mentionnés dans l'invitation à l'audition

### Mathématiques et grandeurs dans la didactique et la pédagogie.

L'enseignement de physique-chimie a pour but de faire comprendre les concepts et modèles développés par l'intelligence humaine pour comprendre le monde naturel non vivant – si l'on veut aller à l'essentiel : comment décrire, comprendre et interpréter les objets et les événements qui nous entourent ?

Cela passe dès le primaire par l'observation, le raisonnement, l'argumentation. Les grandeurs physiques seront d'abord convoquées (lesquelles sont pertinentes, lesquelles sont nécessaires), sollicitées qualitativement (croissance, décroissance, indépendance), puis de plus en plus quantitativement au cours de l'enseignement, d'abord pour caractériser un système (masse, longueur, volume...) puis pour être reliées entre elles (proportionnalité, relation graphique). Ces lois mathématiques qui relient les grandeurs entre elles permettent compréhension et prédiction.

À noter une tendance des élèves à ne pas donner de sens aux lois physiques, mais plutôt à les considérer comme des « formules » (magiques ?), ce qui aboutit souvent à des malentendus du style « je me suis trompé de formules » et non « je n'ai pas compris quelles sont les relations entre les grandeurs de l'énoncé ». Ceci n'est pas nouveau mais doit rester un objet de mobilisation.

Par ailleurs la polysémie de certains termes devrait pouvoir faire l'objet d'enseignements explicites. Ces nuances de significations peuvent résulter d'un brouillage entre un usage courant et un usage scientifique (volume, longueur/largeur/distance, direction, droite, courbe, vitesse...) ou d'un brouillage entre usage mathématique et usage en physique-chimie (conjecture vs hypothèse, fonction, coefficient directeur/pente...).

## La place de l'histoire des mathématiques dans la didactique

Aujourd'hui, l'intérêt *a priori* de l'histoire dans l'enseignement des sciences n'est plus un sujet de débat. Cette approche a déjà été pratiquée et continue à l'être. Il suffit de penser à quelques exemples pertinents : l'expérience d'Ératosthène et le calcul du rayon de la Terre, l'expérience de Rutherford et la preuve de l'existence du noyau atomique. En revanche, il n'est pas toujours souhaitable d'aborder un champ disciplinaire en retraçant l'histoire de son développement : peut-on, par exemple utiliser une telle approche en relativité restreinte ou en mécanique quantique ? Deux champs disciplinaires dont on sait qu'ils se sont historiquement construits de façon complexe. On peut également citer les nombres complexes (fonctions sinusoïdales, séries de Fourier...) et les statistiques (thermodynamique, entropie...)

## Quels apprentissages des mathématiques dans les cours de physique-chimie ?

Dans beaucoup de circonstances, les objets vus en cours de mathématiques sont utilisés et, de ce fait, intégrés grâce à leur mise en pratique dans les cours de physique-chimie. La physique-chimie en tant qu'activité scientifique permet donc non seulement de leur donner du sens, d'enrichir certaines facettes conceptuelles mais aussi d'illustrer leur utilité. Voir développement dans le paragraphe 1 du préambule.

## Quelle formation en mathématiques pour les professeurs de physique ?

L'enseignement actuel des mathématiques pour les physiciens ou les chimistes jusqu'en L2 ou L3 (suivant les spécialités et les universités), nous paraît équilibré. On pourrait envisager pour les collègues une initiation à la théorie des graphes. De nombreux problèmes *a priori* complexes sont résolus simplement avec ce puissant outil : par exemple l'identification d'un coupable dans une affaire criminelle. Peut-être prévoir aussi une formation sur les méthodes numériques de résolution des équations différentielles et les proba-stats.

Il faut aussi former les collègues à croiser les regards, en particulier sur la sémantique (cf. ci-dessus sur le sens des mots) et sur les formalismes traditionnels de chacune des disciplines avec lesquels les élèves doivent se débattre souvent seuls !

## L'informatique et l'IA changent-elles le lien didactique et pédagogique entre mathématiques et physique-chimie ?

L'informatique est plutôt utilisée à bon escient en physique-chimie : mesures et gestions de données via interfaces et tableurs/traceurs, confrontation de résultats expérimentaux à divers modèles. La programmation est encore peu répandue au lycée, mais la résolution numérique de certains problèmes (séries, équations différentielles ou EDP) se développe avec succès en CPGE.