Démarche de modélisation

L'objectif de la démarche de modélisation est de permettre aux élèves d'acquérir une démarche rigoureuse de résolution de problèmes en utilisant les capacités des logiciels de calcul symbolique, en l'occurrence *Maple*. Cette démarche, proche de la méthode scientifique classique, amène les élèves à utiliser les mathématiques pour structurer le processus de compréhension des phénomènes en cherchant à généraliser par-delà les séparations disciplinaires. Il s'agit *d'observer* un phénomène pour en extraire les règles et les structures sous-jacentes et le traduire par un système d'équations et de fonctions, le *modèle*. Ce modèle doit rendre le phénomène prédictible et reproductible. Une fois le modèle établi, il s'agit, dans une étape *expérimentale*, de l'étudier et de le simuler à l'aide de logiciels de calcul symbolique et selon un protocole de laboratoire. Un rapport de laboratoire permet de commenter le phénomène à travers son modèle et d'en définir les limites.

Cette méthode a aussi pour objectif de développer certaines habiletés comme celles d'observer et d'analyser, habiletés nécessaires pour dresser le modèle et pour effectuer des synthèses, pour communiquer et pour rédiger. Elle développe aussi l'habileté à travailler en équipe, le travail de modélisation se faisant en équipe selon des modalités graduelles tout au long des cinq cours. En terme d'attitude, le travail sur les modèles, les simulations et l'évaluation des limites du modèle, développe l'esprit critique. En terme de connaissances, l'élève est amené à maîtriser des logiciels qu'il utilisera à l'université, et il approfondit, par la visualisation, ses connaissances mathématiques.

La modélisation des phénomènes relevant d'autres disciplines (physique, biologie…) favorise le transfert des connaissances et l'autonomie dans le travail. La modélisation est une forme d'apprentissage par problèmes.

La démarche de modélisation est enseignée, puis utilisée dans l'ensemble des cours de mathématiques du programme de sciences de la nature, soit les cours NYA, NYB, NYC et FEG-05. Elle est de plus à la base de l'activité de synthèse de la filière Mathématiques-Physique. Cela suppose une certaine coordination entre les enseignantes et enseignants de mathématiques et aussi au sein du programme de sciences de la nature.

Elle doit permettre aux élèves de ne plus percevoir les mathématiques comme un simple outil de calcul, mais comme le langage permettant de traduire des phénomènes du monde qui nous entoure.

Le travail de modélisation inclut quatre étapes bien définies. Chacune de ces étapes est traitée et évaluée comme un problème en soi.

Première étape : l'observation

La première étape est celle de l'observation. À partir d'un l'énoncé ou d'une figure, il faut énumérer toutes les variables qui apparaissent et identifier les principales contraintes. En réfléchissant sur l'énoncé, en observant la figure et les données, il s'agit d'identifier les lois physiques, les résultats mathématiques qui pourraient permettre de formuler une hypothèse sur la nature du problème. Cette hypothèse doit porter sur des lois ou sur des propriétés qui pourraient correspondre à l'énoncé.

Seconde étape : la mathématisation

La seconde étape est celle de la mathématisation. Dans un premier temps, elle consiste, à partir des observations et de l'hypothèse de la première étape, à décrire le phénomène à l'aide de fonctions et d'équations. Il faut d'une part, reprendre les variables identifiées à la première étape et déterminer parmi elles la variable indépendante, la ou les variables dépendantes (dans le cas de plusieurs fonctions) et les simples paramètres et d'autre part, reprendre les

contraintes. Bref, il faut surtout traduire l'hypothèse en équations. L'ensemble de fonctions et d'équations obtenues forme le *modèle* de la situation proposée par l'énoncé.

Dans un second temps, une fois les équations et fonctions du modèle bien identifiées, il est nécessaire de rédiger un *protocole de laboratoire*. À partir de ce que l'on veut savoir sur le phénomène présenté, il s'agit, en examinant le modèle, de déterminer les calculs numériques et algébriques à effectuer, les fonctions à représenter, et dans quel domaine, et les simulations à effectuer sur certains paramètres.

Troisième étape : l'expérimentation

L'expérimentation en laboratoire informatique consiste essentiellement à réaliser à l'aide d'un logiciel de calcul symbolique ce qui a été prévu dans le protocole de laboratoire. Les résultats obtenus doivent être brièvement commentés et il est toujours nécessaire d'évaluer s'ils sont plausibles par rapport à l'énoncé du problème. S'ils ne sont pas plausibles, il faut alors revoir le modèle ou même revenir sur l'hypothèse énoncée à la fin de la première étape.

Quatrième étape : l'interprétation des résultats

La quatrième étape est celle de la synthèse et de l'interprétation des résultats. La synthèse proprement dite consiste à résumer les points les plus importants qui se dégagent de l'étude du modèle. Il y a ensuite une analyse plus globale du modèle : dans quelle mesure le modèle semble-t-il fidèle au phénomène? Quels aspects ont été négligés? Dans quelle mesure les lois retenues comme hypothèse, reflétaient-elles la situation? D'autres lois intervenaient-elles?
La conclusion doit porter sur une évaluation globale des résultats obtenus, en indiquer les limites et proposer des améliorations au modèle. Normalement, cette synthèse fait l'objet d'un rapport final.