

## « MOBINET »

### UTILISATION D'UNE PLATEFORME PÉDAGOGIQUE AU LYCÉE

**Christophe Braillon, Gwenaël Delaval, Frédéric Germain et Lalao Rakotoarison-Harijaona**

**Tuteurs : Franck Hetroy et Fabrice Neyret**

---

## Résumé

*MobiNet est une plateforme logicielle pédagogique permettant de programmer et de simuler le comportement de mobiles dynamiques. Cette plateforme est utilisée, notamment lors des « semaines ingénieurs » ou d'ateliers de monitorat, pour permettre à des élèves de collège ou de lycée de s'approprier de manière plus concrète des notions scientifiques abordées en cours. Nous avons utilisé cette plateforme pour trois séances de travaux pratiques auprès d'une classe de seconde. Deux sujets ont été proposés aux élèves : un sujet à dominante mathématiques et portait sur les comportements aléatoires, et un sujet à dominante physique portant sur la simulation d'un gaz au niveau microscopique. Ces deux sujets nous ont permis d'évaluer la compréhension par ces élèves de la notion de simulation, en relation avec la notion d'expérience.*

## 1. Introduction

### 1.1. Présentation de MobiNet

MobiNet est un logiciel développé en 2002 avec pour objectif une utilisation lors des « semaines ingénieur » organisées par l'INPG. MobiNet permet de programmer le comportement d'un ensemble de mobiles à l'aide d'un langage intuitif proche de la langue française. L'utilisateur programme le comportement des mobiles en spécifiant un ensemble de variables d'état. Le mouvement des objets mobiles est ensuite simulé graphiquement.

L'interface de MobiNet se présente sous la forme d'une fenêtre contenant une zone d'affichage pour les différents mobiles ainsi qu'un ensemble de zones permettant la modification des variables d'état et la spécification des comportement des mobiles.

## 1.2. Intérêt pédagogique de MobiNet

L'intérêt pédagogique de MobiNet est double, il permet d'une part aux élèves de s'approprier des notions abordées en cours de mathématiques et de physique et à les initier à la démarche scientifique d'autre part. Sous les abords ludiques annoncés (programmation de jeux vidéos, de simulations de phénomènes, ...) les élèves doivent mettre en œuvre des notions vues en cours (notions de vecteurs, de gaz parfait, d'équation de mouvement, ...). Cette mise en pratique hors des exercices dits « d'application », permet une meilleure appropriation de ces concepts car elle nécessite une réflexion sur le sens bien plus que sur la « mécanique » des formules. Elle permet de donner tout leur sens à des connaissances qui paraissent abstraites à bon nombre d'élèves notamment en mathématiques. Ils peuvent ainsi prendre conscience de l'utilité des notions abordées en cours.

## 1.3. Utilisation de MobiNet dans le cadre de l'enseignement en seconde

L'outil MobiNet nous a paru rapidement adapté à l'enseignement des mathématiques au lycée puisque plusieurs TD ont été organisés les années précédentes sur les notions de vecteur dans le cadre d'autres projets de monitorat. Il nous a paru intéressant d'essayer d'appliquer à l'enseignement de physique l'expérience d'utilisation de MobiNet au lycée acquise par plusieurs générations de moniteurs.

Rendez-vous a donc été pris avec deux professeurs du lycée Europole de Grenoble afin de déterminer les objectifs pédagogiques et la forme que devait prendre notre intervention. Nous avons rencontré Michelle Gandit (professeur de mathématiques) et Éric Martinet (professeur de physique-chimie) à deux reprises et avons convenu de concevoir deux sujets pour trois séances d'une heure et demie: un sujet de mathématiques portant sur les variables aléatoires et un sujet de physique sur les gaz parfaits.

# 2. TD de Mathématiques

## 2.2. Historique

Nous disposions de trois séances de 1h20 pour mener à bien notre atelier. Nous avons décidé, au vu du cadre de notre intervention, de mener dans un premier temps une séance et demie de mathématiques et de conclure avec la physique. Deux grandes idées ont alors émergé: la notion de polyèdres réguliers et de marche aléatoire. Le lien entre la physique et les polyèdres réguliers se fait par la cristallographie. Il est également possible d'avoir une illustration tridimensionnelle par l'intermédiaire de cure-dents liés entre eux avec de la pâte à modeler. L'objectif de MobiNet

est de programmer des équations afin d'avoir une représentation graphique des polyèdres. La marche aléatoire permet de simuler des phénomènes physiques tels que la diffusion de parfum dans une pièce, le mouvement brownien, avec une approche statistique par exemple sur le temps nécessaire à la particule pour atteindre une zone définie.

Quelques précautions sont nécessaires pour le choix du sujet. Tout d'abord, il existe déjà un nombre important de logiciels avec lesquels il ne faut pas faire doublon. L'utilisation de MobiNet, pour des théories déjà illustrées avec d'autres logiciels, doit apporter une plus-value. Un des points forts de MobiNet par rapport aux autres logiciels est qu'il ne se limite pas à une boîte noire: il s'agit d'un logiciel ouvert. MobiNet est capable de beaucoup, mais on doit faire attention à son utilisation. Certains logiciels sont peut-être mieux adaptés pour certaines applications (ex: affichage 3D pur sans mouvement). L'étude des polyèdres réguliers et la cristallographie n'ont donc pas été retenues. Des logiciels de dessins seront bien plus performants que MobiNet et plus simples à utiliser pour ce type d'étude. MobiNet gère des mobiles: entités dont les trajectoires sont programmées par les utilisateurs. L'utilisation de MobiNet est donc parfaitement adaptée à la marche aléatoire.

### **2.3. Sujet de TD**

Pour faire prendre en main le logiciel aux élèves, nous avons repris l'introduction de l'atelier MobiNet des semaines ingénieurs de l'INPG. L'objectif était donc que les élèves découvrent l'environnement de programmation du logiciel, ainsi que les principales commandes. Contrairement aux semaines ingénieurs, nous devons guider les élèves, sans les laisser prendre trop d'initiatives dans cette partie, pour atteindre rapidement le but fixé.

L'application que nous avons développée au lycée devait comporter une marche aléatoire et un traitement statistique de données. Dans un premier temps, pour la marche aléatoire, nous avons prévu de faire programmer aux élèves un mobile qui évoluerait par itération. Le point de départ était alors le centre de la fenêtre, et la distance entre deux itérations du mobile devait être constante. Pour cela, il était nécessaire de tirer aléatoirement deux variables qui correspondaient aux coordonnées du vecteur déplacement et de normaliser ce vecteur afin d'avoir un mouvement homogène. Cette normalisation étant trop complexe pour des élèves de seconde, nous leur avons fait programmer une marche aléatoire plus simple. Nous leur avons fait programmer un dé à quatre faces. Chacune des faces était associée à une direction du plan (haut, bas, gauche et droite). A partir des résultats du dé virtuel,

le mobile avançait suivant la direction établie d'une distance définie au début de l'exercice (correspondant à la vitesse du mobile).

Pour le traitement statistique des données, nous avons programmé des histogrammes qui représentaient la répartition statistique des coordonnées du mobile dans le plan  $(x,y)$ . Ne connaissant pas cette représentation, les élèves n'étaient pas en capacité d'interpréter le comportement statistique de la particule. Nous avons donc simplifié le problème : un chronomètre a été programmé de telle sorte que lorsque le mobile entrait en mouvement il se déclenchait, et s'arrêtait dès que le mobile sortait d'un cercle centré sur le centre de la fenêtre de travail de MobiNet. Les élèves devaient donc mesurer le temps que mettait le mobile pour sortir du cercle en fonction de différentes vitesses. Ils devaient répéter l'expérience cinq fois pour chaque vitesse. Ils devaient observer une non linéarité entre le temps et la vitesse: pour une vitesse deux fois plus rapide, le temps n'est pas deux fois plus lent.

Un demi-groupe avait déjà réalisé auparavant cette expérience sur papier avec l'enseignante de mathématiques. Le générateur aléatoire était un dé à 6 faces. En fonction du résultat (1=haut, 2=bas, 3=gauche, 4=droite, 5&6=relance), ils traçaient sur une feuille à carreau la trajectoire et mesuraient le temps (nombre de lancés de dés) nécessaire pour atteindre le bord d'un cercle. Pour ce groupe, la correspondance a été immédiate entre les notions vues en cours et la simulation numérique.

### **3. TP de physique**

#### **3.1. Historique**

La première réunion avec les enseignants du lycée nous a permis d'analyser le programme pédagogique des séances de TD/TP en physique et de dégager les objectifs clé:

« Les élèves ne devront se focaliser que sur l'observation du phénomène physique sans détailler les démarches de calcul permettant d'expliquer ce phénomène ».

« Le sujet de TP sur ordinateur sera fondé sur les connaissances qu'ils ont acquis en cours, en TD, ou dans un vrai TP d'expérimentation ».

La deuxième réunion nous a permis de trouver un compromis et mettre aux clair des solutions qui satisfaisaient au mieux le cahier de charge fixé pendant la première réunion. Ainsi, nous avons pu établir trois idées de sujets de physiques susceptibles d'être réalisables sur MobiNet : un sujet faisant intervenir l'effet de la force sur les trajectoires et les mouvements relatifs (tir d'un canon : choix de l'angle de tir et la

vitesse de tir pour atteindre un objectif, mouvement planétaires...), un sujet sur la cinétique des gaz parfaits (étude de comportement des gaz à l'échelle moléculaires, mouvement brownien), et enfin des sujets liés à l'astrophysique (lancements d'une fusée et vitesse de libération, mesure de la distance entre deux étoiles...).

### 3.2. Le sujet

Finalement, après confrontation des intérêts pédagogiques des différents sujets, l'idée de l'étude du gaz parfait à l'échelle moléculaire a été retenue. Le choix est justifié par le fait qu'il se rapproche le plus du programme scolaire, il reflète bien aux yeux des élèves l'utilité de MobiNet pour jouer le rôle d'un logiciel de simulation de phénomène physique.

Le sujet de TP consiste à étudier un dispositif formé par un récipient hermétique renfermant des molécules de gaz parfait. La simulation MobiNet proposée est composée d'une chambre fermée sur un côté par un piston amovible, et renfermant des mobiles représentant les particules de gaz. Le volume et la température de la chambre peuvent être ajusté par l'élève via la souris. Au-dessus de la chambre, un afficheur informe de la pression qui règne dans la chambre.

L'objectif est d'interpréter le comportement de ces trois grandeurs (température, volume, pression) et d'arriver à l'expression de la loi physique des gaz parfaits  $PV=nRT$ , où P est la pression, V le volume, n le nombre de molécules, R la constante des gaz parfaits et T la température de la chambre.

## 4. Évaluation

Les séances de TP ayant été réalisées dans le cadre d'ateliers pluridisciplinaires, et non pas intégrées au calendrier scolaire classique, il est difficile d'évaluer l'apport spécifique de MobiNet pour l'appropriation des notions pédagogiques particulières dont l'appropriation par les élèves étaient le but, du point de vue des deux professeurs. L'utilisation de cet outil nous a paru par contre être l'occasion d'évaluer la compréhension par les élèves de la notion de *simulation*. Les programmes officiels mentionnent en effet l'utilisation de « Technologies de l'Information et de la Communication », et insistent notamment sur la compétence transversale « *savoir ce qu'est une simulation et la distinguer clairement de résultats expérimentaux* ». MobiNet permettant aux élèves de programmer un modèle, ou plus simplement d'en modifier les paramètres en donnant un accès transparent aux sources de celui-ci, il semble en effet être un outil particulièrement adapté à l'évaluation et à l'acquisition de cette compétence. Nous avons donc utilisé les compte-rendus des élèves pour évaluer, non pas les connaissances acquises, mais la compréhension de la relation

entre *simulation* et *expérience*. Cette évaluation s'est déroulée selon quatre critères : la mention dans le compte-rendu de la différence entre expérience et simulation (la question étant explicitement posée par le professeur) ; la *relation* entre simulation et expérience ; la mention spontanée de détails techniques n'ayant de sens que pour la simulation, et aucun sens physique ; et la mention de manipulations ou de faits n'ayant de sens que pour la simulation.

25 compte-rendus d'élèves ont été ainsi évalués. 4 élèves seulement montrent qu'ils font la différence entre simulation et expérience, et parmi eux, seuls 2 savent les mettre en relation. 5 élèves mentionnent de manière spontanée des détails techniques n'ayant de sens que pour la simulation ; il faut noter par ailleurs que certains de ces détails, donnés par l'énoncé (et donc par l' « autorité »), sont repris dans la quasi-totalité des compte-rendus. Enfin, et alors que beaucoup d'élèves avaient réussi à mettre en évidence des bugs, ou des limitations du modèle utilisé (ces recherches n'étant pas découragées), aucun élève ne les a mentionnés.

Ces résultats montrent bien la vision qu'ont les élèves de l'outil de simulation : c'est pour eux un outil qui décrit la nature, de manière stricte, et qui dispense de l'expérimentation. Les conclusions de ces compte-rendus sont révélatrices de cet état de fait : pour la partie physique, les élèves concluent souvent directement sur les relations entre pression, température et volume, en faisant totale abstraction de la méthode utilisée pour exhiber ces relations.

## 5. Conclusions et perspectives

Par son aspect ouvert, « boîte blanche », MobiNet est donc un outil idéal, non pas uniquement et strictement de simulation, mais en tant qu'outil pédagogique permettant l'appréhension par les élèves de la notion de simulation elle-même. Or, dans un contexte de développement de l'utilisation de l'informatique en milieu scolaire, et notamment en sciences, cette notion, en relation avec la notion d'expérimentation, est fondamentale. Cet atelier nous a permis d'évaluer la compréhension de cette notion ; les futurs TP mis en place pourraient s'atteler à la faire directement évoluer.

Une autre piste que l'on peut évoquer, pour les ateliers futurs, serait la diffusion de travaux autour de MobiNet en direction de publics ou d'institutions plus variées. Il peut en effet être intéressant de confronter ce travail auprès d'étudiants moins « favorisés », par exemple au sein d'établissements classés ZEP ou RAR, voire auprès de structures plus originales telles que le CLEPT à Grenoble. Des contacts avaient été pris dans ce sens au début de cet atelier, mais sont restés infructueux pour la plupart.