

Lettre n° 22

L'informatique offre non seulement de nouveaux moyens de calcul mais aussi la possibilité de prolonger la démarche expérimentale

L'ordinateur permet de mettre en œuvre des méthodes d'intégration numériques qui pallient certaines difficultés

La description du réel recourt à la notion de modèle. L'informatique permet une pratique effective de la modélisation

Mardi 18 mai 1993 à 17 h

Sciences expérimentales et informatique

Bernard Vuilleumier

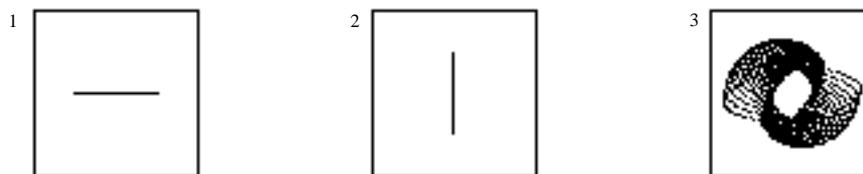
L'introduction de l'informatique en sciences expérimentales est très souvent perçue comme une immixtion. Les enseignants craignent que cette intrusion ne conduise à l'éviction des expériences en place. Ils considèrent qu'il est indispensable que les étudiants puissent manipuler des appareils de mesure et des dispositifs expérimentaux, et qu'ils gardent un certain contact avec la matière.

Les expériences ne sauraient être remplacées par des simulations, tout le monde est d'accord sur ce point. En revanche, les avis sont moins unanimes quand il s'agit de savoir quel rôle l'informatique pourrait jouer dans l'enseignement des sciences expérimentales. Grosso modo, on peut distinguer les opinions suivantes, qui ne sont d'ailleurs pas exclusives:

- l'informatique est un outil, au même titre que la calculatrice de poche;
- l'informatique permet de simuler certaines expériences;
- l'informatique offre la possibilité de prolonger la démarche expérimentale.

Illustrons à l'aide d'un exemple ces trois apports potentiels de l'informatique dans le cas d'un laboratoire de physique.

L'étude des cordes vibrantes se fait en général à l'aide d'une théorie linéaire. Déjà à ce niveau, l'ordinateur est un précieux moyen de calcul. Mais de nombreux aspects musicaux facilement perceptibles et bien connus tels la modulation et le timbre d'un instrument ne trouvent aucune explication dans ce cadre théorique. Une théorie linéaire ne rend qu'approximativement compte de la production de sons musicaux. La richesse de ceux-ci résulte d'éléments non linéaires. Malheureusement, la présence de ces éléments complique le traitement mathématique. L'ordinateur permet alors de mettre en œuvre des méthodes d'intégration numériques qui pallient ces difficultés.

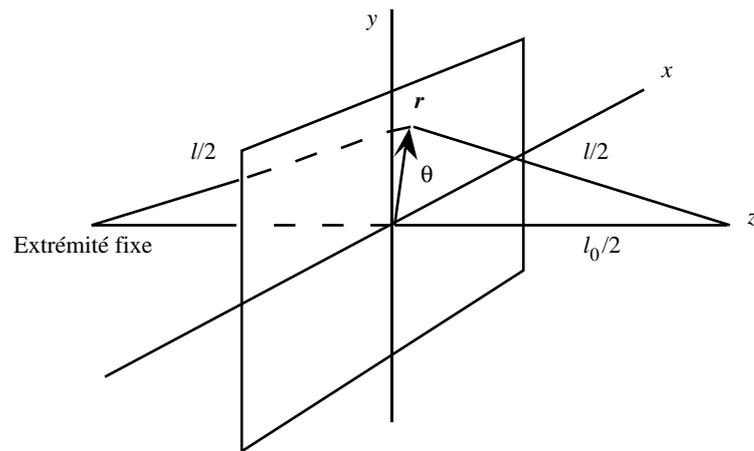


Il est difficile de faire vibrer une corde de manière à ce que son mouvement soit confiné dans un plan (coupes 1 et 2). En général, les oscillations se produisent plutôt avec une polarisation elliptique (coupe 3). Le couplage entre des mouvements de directions différentes introduit des éléments non linéaires.

Lorsqu'on augmente la tension d'une corde, la hauteur du son qu'elle produit augmente. Lorsqu'une corde vibre, sa tension augmente légèrement avec l'amplitude d'oscillation. La hauteur du son produit dépend donc de l'amplitude d'oscillation. Une théorie linéaire prédit une fréquence d'oscillation indépendante de l'amplitude. Ce genre de désaccord entre expérience et théorie est très fréquent en sciences. Toute tentative de description et de compréhension du réel recourt en effet à la notion de modèle. Et le premier modèle mis en œuvre - le plus souvent linéaire - est rarement le bon ! C'est sans aucun doute en permettant aux étudiants d'accéder à une pratique effective de la modélisation que l'informatique peut apporter le plus en sciences.

Travaux pratiques

Pour modéliser le mouvement d'une corde vibrante, on considère le schéma suivant:



Une masse ponctuelle se trouve à l'extrémité du vecteur r . Elle est reliée à deux brins de corde de longueur $l/2$ chacun et dont l'autre extrémité est fixe. La longueur de la corde lorsque la masse est à l'origine vaut l_0 et sa constante élastique k . La masse peut osciller librement dans le plan xy . L'angle θ peut donc prendre n'importe quelle valeur.

Exercice 1

- Exprimez la force exercée sur la masse par les deux brins de corde en fonction de r , l_0 et k .
- Développez l'expression obtenue en série de Taylor par rapport à r jusqu'à l'ordre 3.
- Etablissez l'équation du mouvement de la masse.

Exercice 2

- Ajoutez à l'équation du mouvement de l'exercice 1 un terme d'amortissement et un terme de forçage du type $f(t)=(A\cos(\omega t), 0)$.
- Construisez un modèle *STELLA* à partir de l'équation obtenue.
- Représentez graphiquement le mouvement de la masse dans le plan xy .

Valeurs typiques pour les caractéristiques de la corde

Longueur l_0 : 1 m

Masse par unité de longueur: 0.6 g/m

Constante élastique k : $5 \cdot 10^7$ N/m

Amplitude d'oscillation: 3 mm.

Prochaine réunion: mardi 14 septembre 1993 à 17h.

