

Martin Soegaard · Damjan Štrus

C

La science dans le sport



INTRODUCTION

Cette unité d'enseignement convient bien pour traiter l'informatique et la mécanique classique. On peut utiliser l'informatique à l'appui des cours théoriques portant sur la quasi-totalité des aspects de la mécanique classique. Le logiciel Tracker (voir annexe) se prête bien à l'examen de la position et de ses grandeurs dérivées (vitesse et accélération), des forces (par exemple deuxième loi de Newton) et du travail et de l'énergie (gravité, loi de Hooke, énergie potentielle et cinétique). L'analyse peut être facilement effectuée par des élèves dès l'âge de 13 ans, la complexité de l'analyse des expériences pouvant augmenter avec l'âge.

Le recours à l'analyse vidéo est idéal pour l'apprentissage et les travaux pratiques et la démarche d'investigation dans le contexte de la méthode scientifique. La méthode scientifique est un excellent moyen d'amener les élèves à réfléchir avant d'effectuer une expérience. Ainsi, ils ne reproduisent pas seulement les résultats, mais interviennent effectivement dans l'expérience. ①

RESSOURCES

Il est nécessaire de disposer d'un ordinateur sur lequel est installé l'outil gratuit d'analyse et de modélisation «Tracker» et d'un caméscope ou d'un téléphone portable capable d'enregistrer des vidéos. Si l'établissement a déjà un autre logiciel d'analyse vidéo, on pourra utiliser celui-ci. Dans tous les cas, on commence par enregistrer des phénomènes physiques à l'aide d'un caméscope, puis on ouvre l'enregistrement dans le logiciel d'analyse vidéo, qui permet d'importer des vidéos, de traiter des images et d'analyser les corrélations entre des grandeurs physiques.

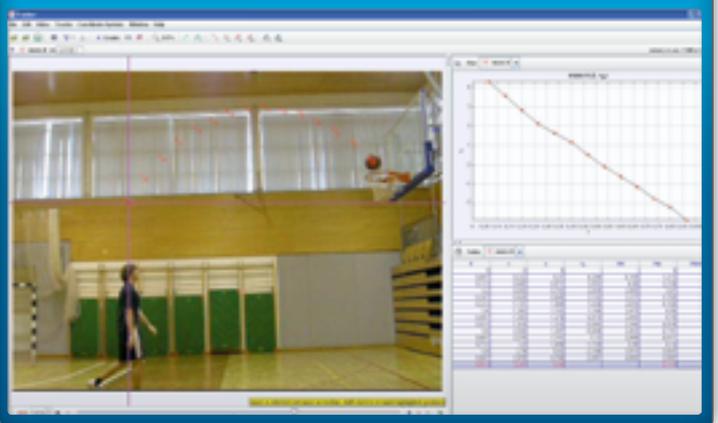
CONTENU

Contribution

Pour notre unité d'enseignement, les élèves doivent enregistrer un mouvement spécifique du sport à analyser, par exemple passage de bicyclette, coureur, lancer de ballon de basket-ball, etc., et analyser les lois physiques du type de mouvement choisi. Ils peuvent alors présenter leur projet aux autres élèves de l'école à l'aide d'outils de présentation tels que Prezi, PowerPoint, Glogster ou tout autre logiciel de présentation de projets, et finalement exposer les résultats.

Nous présentons ici notre unité d'enseignement portant sur l'analyse du mouvement d'une bicyclette. Nous avons réalisé l'expérience dans une école de Slovénie et une

① Analyse de la trajectoire d'un ballon de basket avec Tracker

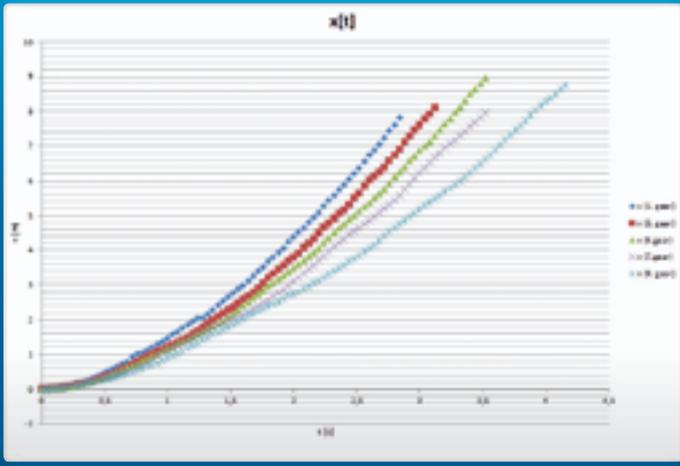


autre du Danemark. Les élèves des deux pays ont ensuite comparé les résultats.

- ▮ Les élèves enregistrent plusieurs vidéos : un cycliste, sur terrain horizontal, effectue un parcours de dix mètres (la caméra ne doit pas bouger pendant l'expérience). Sur le premier film, le cycliste roule à pleine puissance en première. On répète ensuite l'expérience avec un second enregistrement en troisième, etc. Si la bicyclette a un grand nombre de vitesses, il faudra choisir des vitesses à (par exemple cinq) intervalles réguliers.
- ▮ Les élèves mesurent alors la longueur de la bicyclette à titre de mesure de référence pour l'analyse de la vidéo.
- ▮ Les élèves utilisent Tracker pour dresser pour chaque vidéo un tableau indiquant le temps $[t]$, la distance $[x]$, la vitesse $[v]$ et l'accélération $[a]$.
- ▮ Comme Tracker ne peut comparer les graphiques de plusieurs vidéos, il faut copier toutes les données dans un tableur OpenOffice, LibreOffice, Excel ou autre. L'idée de base est que les élèves ne doivent générer qu'un seul graphique dans lequel ils puissent alors comparer la vitesse $v[t]$ de la bicyclette dans toutes les vidéos, et un autre graphique pour comparer l'accélération $a[t]$.



② Comparaison de la vitesse du vélo dans différentes vidéos



■ Finalement, les élèves sont en mesure d'analyser des graphiques et d'en tirer une conclusion d'ordre physique. S'ils ont au début formulé une hypothèse en utilisant la méthode scientifique, ils peuvent comparer le résultat à cette hypothèse. Les élèves peuvent ainsi vérifier si l'hypothèse était correcte, partiellement correcte ou incorrecte, ce qui les amène à se livrer à une réflexion sur l'expérience au lieu de s'en désintéresser une fois qu'elle est achevée.

L'exemple de la bicyclette tout comme les autres suggestions figurant ci-dessus, se prête également aux projets à domicile des élèves, à présenter en classe, de même qu'aux expériences normales en classe lorsque l'on désire inclure l'informatique dans le cours. Les élèves ont au moins deux options : ils peuvent enregistrer un mouve-

ment spécifique du sport à analyser, par exemple passage de bicyclette, coureur, lancer de ballon de basket-ball, etc., ou bien utiliser des vidéos sportives publiées sur des portails en ligne tels que YouTube ou vimeo et présentant des expériences déjà réalisées. La séquence choisie doit contenir certaines données (une mesure spatiale parfaitement définissable dans la séquence, par exemple longueur de la bicyclette, la masse du corps observé tel qu'il est présenté dans les images, etc.).

Toutes ces informations peuvent être notées dans le logiciel Tracker en utilisant le bouton de droite de la barre d'outils. Ces notes sont toujours visibles quand on lance le logiciel. Présentons maintenant, en prenant pour exemple l'expérience que nous avons réalisée avec la bicyclette, une bonne démarche d'utilisation de l'analyse vidéo par Tracker :

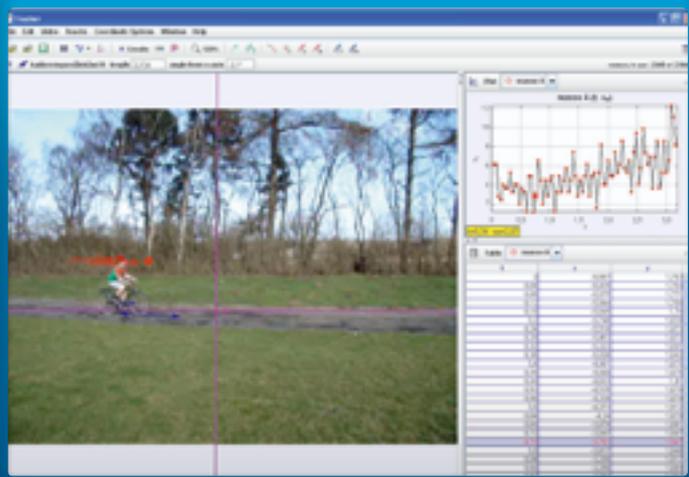
- importer dans le logiciel la première vidéo que l'on désire analyser;
- déterminer les images de début et de fin de la vidéo, entre lesquelles on analysera les grandeurs physiques (flèches noires sur le curseur de lecture);
- calibrer la vidéo au moyen d'une mesure connue, par exemple la longueur de la bicyclette, en utilisant l'outil Calibration Stick. Si on retient comme unité de mesure la longueur en cm, on obtiendra la vitesse en cm/s et l'accélération en cm/s²; si retient comme unité de mesure en mètres, la vitesse sera en m/s et l'accélération en m/s²;
- définir le système de coordonnées qui dit au logiciel quelle partie de l'espace de la vidéo doit être considérée comme une unité dans le sens horizontal et vertical.

On trouvera les boutons permettant d'accéder à tous ces réglages dans la barre d'outils du logiciel Tracker.

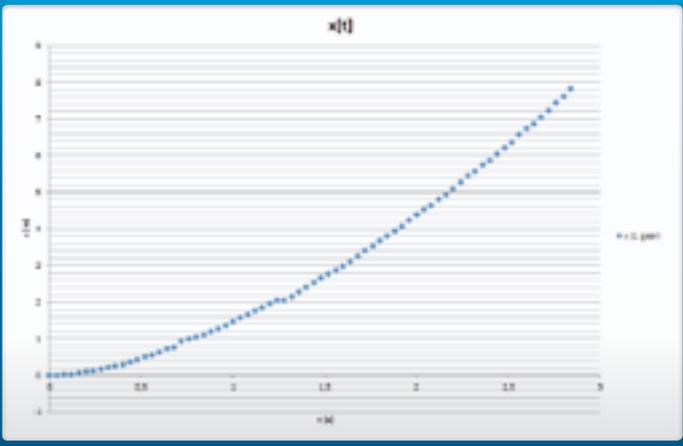
La principale partie de l'analyse vidéo consiste à marquer la position d'une bicyclette en mouvement comme une fonction du temps – on note la position dans chacune des images. À cet effet, cliquer sur Create Point Mass (Créer masse ponctuelle), puis presser et maintenir la touche Control et cliquer dans chaque image sur le corps en mouvement. Bien veiller à toujours marquer le même point de la bicyclette dans chaque image. On communique ainsi au logiciel la position de la bicyclette en fonction du temps.

Ce sont là quelques-unes des bases que les élèves doivent savoir lorsqu'ils utilisent Tracker pour la première fois. S'ils veulent en savoir davantage, la fonction d'aide de Tracker leur fournira d'excellentes informations.

③ Analyse de la vitesse du vélo avec Tracker



⌚ Analyse graphique de la vitesse



Analyse

À partir des données saisies, le logiciel peut générer une représentation graphique de la dépendance temporelle de nombreuses grandeurs (position et vitesse en sens horizontal et vertical, vitesse effective, accélération et énergie cinétique).

Dans notre expérience de la bicyclette, nous générons les deux graphiques $x(t)$ et $v(t)$. L'illustration montre le graphique $x(t)$. ⌚

Ces deux graphiques permettent aux élèves d'observer la vitesse et l'accélération de la bicyclette et de comparer l'accélération à plusieurs vitesses différentes.

Pour l'analyse des relations entre des grandeurs physiques, il est très utile d'agrandir la fenêtre des graphiques (cliquer sur la flèche à droite de la barre d'outils de la fenêtre des graphiques). Les élèves peuvent modifier les grandeurs physiques sélectionnées en cliquant sur le nom de la grandeur sur l'axe du graphique. Le logiciel ouvre une fenêtre dans laquelle on peut choisir une autre grandeur physique. En cliquant sur la même flèche (maintenant dirigée vers le bas) du côté droit de la fenêtre, les élèves peuvent retourner à la visualisation initiale.

Avec des élèves de 16 à 19 ans, l'analyse des graphiques doit être plus approfondie. À cet effet, les élèves font un clic droit sur le graphique qu'ils veulent analyser et sélectionnent l'option Analyse dans la fenêtre qui s'ouvre alors. Le logiciel ouvre une nouvelle fenêtre

présentant un graphique. Pour l'expérience de la bicyclette, nous recommandons que les élèves fassent une courbe d'ajustement pour le graphique $x(t)$; l'équation correspondante leur donne l'accélération. Ils font de même pour le graphique $v(t)$, lisent l'accélération indiquée par l'inclinaison de la courbe et comparent les deux valeurs.

Résultat

L'observation graphique des grandeurs suivantes revêt un grand intérêt éducatif : $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ et $E_{cin}(t)$. Les élèves commencent par imaginer quelle sera l'apparence du graphique, puis ils le tracent et comparent leurs solutions à celles de leurs camarades, et vérifient finalement ensemble toutes les solutions dans le logiciel Tracker.

L'analyse du graphique $v(t)$ permet aux élèves de trouver l'accélération moyenne de la bicyclette à l'aide de la fonction d'ajustement des courbes de l'outil d'analyse des données.

CONCLUSION

Les élèves peuvent formuler des hypothèses sur les problèmes qu'ils doivent résoudre et sur les réactions de différents objets ou différentes personnes prenant part à une expérience. Les logiciels d'analyse vidéo tels que Tracker peuvent être très utiles pour comprendre de nombreuses lois de la physique. Ils fournissent aux élèves une excellente visualisation de l'expérience qu'ils effectuent. En cours de physique, c'est la théorie qui est inculquée aux élèves, qui apprennent par exemple que tous les corps (soumis à la seule gravitation) tombent vers la terre avec la même accélération quel que soit leur poids. Ils apprennent à écrire et à utiliser des équations pour la trajectoire, la vitesse et l'accélération d'un corps en mouvement en accélération constante et à tracer des graphiques présentant la trajectoire, la vitesse et l'accélération en fonction du temps. L'enseignement repose sur une base interdisciplinaire en liaison avec les mathématiques, mettant les élèves en mesure de reconnaître la corrélation entre $y = kx + n$ et $v = v_0 + at$, etc. Le logiciel Tracker permet aux élèves d'apprendre très activement : ils effectuent et soumettent à la réflexion leurs propres expériences, observent les corrélations entre différentes grandeurs et analysent leurs expériences de manière détaillée. Enfin, ils comparent la théorie avec les résultats de leur expérience et apprennent ainsi par la pratique.

