

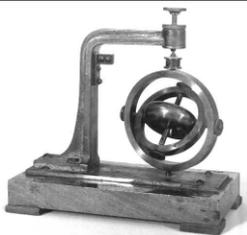
## Présentation des miniprojets

### Projet n°1 : Du pendule physique au pendule inversible de Kater

Dans ce projet, tel le physicien Yves Rocard, vous ferez osciller des pendules, et à défaut de trouver de l'eau, vous pourrez examiner la nature de ce mouvement. On examinera ensuite des objets oscillant autour d'un axe fixe, et on cherchera le rôle de la position du centre d'inertie et du moment d'inertie. D'ailleurs c'est quoi ces choses et comment ça se calcule? Pourrez-vous prédire correctement, à partir d'exemples de calcul que vous trouverez dans le cours ou dans les travaux dirigés, la période d'oscillation d'objets de votre choix? Peut-être souhaitez-vous rechercher des pendules physiques dans des objets de la vie courante, comme l'horloge des grands-parents ou le métronome mécanique. On s'est intéressé depuis le dix-septième siècle à la mesure de la gravité. Qui a effectué la première observation (avec quel pendule? au cours de quel voyage?) que la gravité  $g$  dépend de la position sur la Terre? Pour des mesures précises, le navigateur Kater (qui c'est celui-là?) inventa le pendule inversible qui porte son nom, instrument que vous manipulerez et dont vous découvrirez les astuces en exploitant un théorème du cours. Quelle précision obtenez vous sur  $g$ ?



### Projet n°2 : Initiation à la physique et la manipulation du gyroscope



Dans ce projet, vous apprendrez à manipuler le gyroscope, surprenant jouet ou instrument à faire tourner la tête! Vous explorerez successivement le mouvement du gyroscope dans vos mains, autour d'un axe fixe ou mobile, et autour d'un point fixe. Comment ça marche? Comment analyser ce mouvement, comment mesurer la vitesse de rotation? Vous apprendrez à faire la démonstration du mouvement gyroscopique et à la quantifier. Quelles sont les notions du cours auxquelles il faut faire appel pour comprendre le mouvement du gyroscope? Pouvez-vous utiliser le gyroscope pour faire la description des trois mouvements de rotation fondamentaux d'Euler et la démonstration de principes de la mécanique Newtonienne? A quoi servent les gyroscopes dans les sous-marins et les engins spatiaux?



## Projet n°3 : Etude du plan incliné



Scan ©American Institute of Physics

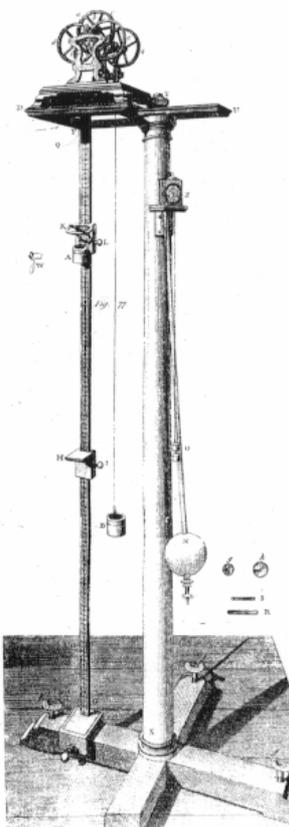


Dans ce projet, tel Galilée, vous explorerez les fondements de la mécanique grâce au plan incliné, le plus riche des objets simples, pas si simple que ça?



Vous reviendrez d'abord sur le mouvement uniformément accéléré d'un point, et sur l'expression de la vitesse acquise en fonction de la hauteur dévalée. Vous aborderez ensuite le mouvement de roulement sur le plan incliné en comparant cerceau, cylindre et sphère. Comment décrire et comparer ces différents mouvements? Qui du cylindre, du cerceau ou de la sphère arrive en bas le plus vite? Que se passe-t-il au point de contact? Quand y a-t-il roulement et quand y a-t-il glissement? Comment interpréter les résultats des expériences de roulement sans glissement? Pouvez-vous prédire comment le mouvement d'un objet, par exemple un cylindre, est modifié si on ajoute des masses en des points précis? Pour une masse donnée, va-t-on plus vite avec un véhicule à quatre ou à huit roues? Le rayon des roues joue-t-il un rôle? Les mesures confirment-elles vos prédictions?

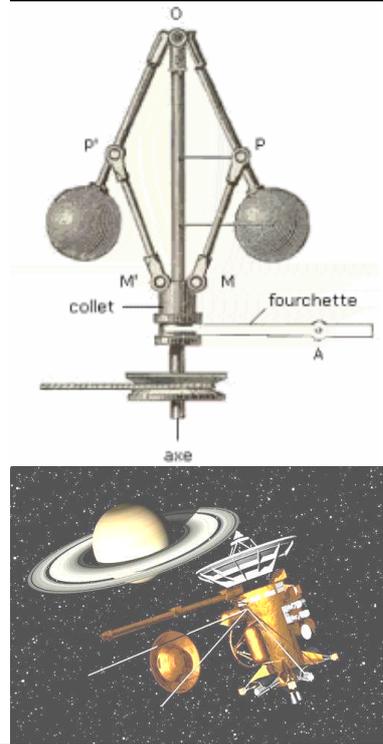
## Projet n°4 : Variations autour de la chute libre



Dans ce projet, vous reviendrez sur la chute libre. Vous reproduirez les fameuses expériences de Galilée sur la chute de deux corps de nature différente et vous les discuterez. Vous pourrez entreprendre des mesures précises sur la chute libre, avec des instruments variés. Vous réfléchirez à une machine qui permet de ralentir le mouvement pour permettre de mieux le mesurer, grâce à des roues (machine d'Atwood). Vous pourrez réaliser votre propre prototype de machine et aussi étudier la chute libre d'objets divers. Que se passe-t-il pendant la chute libre d'un solide? Quelle différence avec un point matériel? Pouvez-vous prédire la position à l'arrivée au sol? Il sera déconseillé de faire des expériences avec des chats mais vous pourrez utiliser des objets astucieusement choisis. L'utilisation d'objets roulants comme des cerceaux, cylindres et sphères pourra donner lieu à des travaux quantitatifs si vous pouvez définir proprement l'état initial. Celui-ci pourra par exemple être défini à partir d'une rampe de lancement calibrée comme le plan incliné. Vous concevrez alors des méthodes de mesure pour définir le point de chute et l'état de l'objet à l'arrivée. Pouvez-vous vérifier quantitativement les lois de la mécanique du solide à partir de vos mesures?



## Projet n°5 : De la rotation d'objets déformables

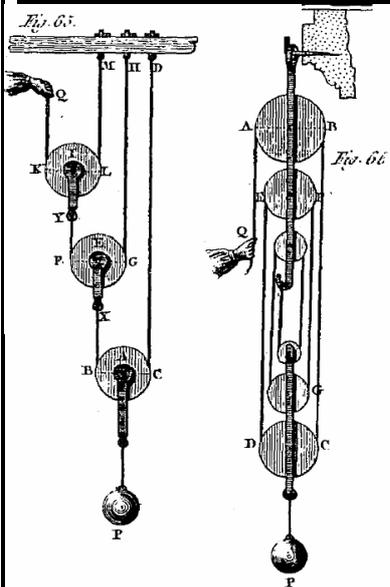


Dans ce projet, vous étudierez ce qui se passe pendant la rotation d'objets déformables. Vous commencerez par étudier la rotation de sphère souples, et vous



ferez la relation avec la forme de la Terre ainsi que d'autres planètes. Vous aborderez aussi cette discussion avec des machines telles que le régulateur de Watt. Vous construirez un dispositif sur ce principe en ajoutant des instruments de mesure des forces comme des dynamomètres. Vous ferez le bilan des forces pendant la rotation et vous exploiterez la conservation du moment cinétique. Il faudra alors apprendre à calculer le moment cinétique dans quelques situations que vous explorerez expérimentalement. Les résultats sont-ils conformes à vos attentes? Quelles applications pouvez-vous imaginer pour la manipulation d'engins spatiaux? Pouvez-vous illustrer de telles situations?

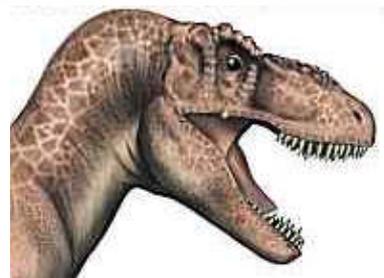
## Projet n°6 : Machines simples, poulies, leviers et mâchoires: crocodiles et dinosaures



Dans ce projet, vous mènerez une réflexion autour des concepts de base régissant les machines simples: levier, moment d'une force, centre d'inertie, énergie potentielle dans le champ de gravité, conservation de l'énergie mécanique, friction et loi des travaux virtuels. Vous illustrerez



ces concepts autour de machines simples avec leviers et poulies, vis d'Archimède, palans, cabestan, mille sabords. Vous développerez quelques théorèmes de mécanique à partir de ces machines. A partir de données physiologiques, vous réfléchirez au fonctionnement des mâchoires, en prenant des exemples comme le crocodile ou d'autres. Vous réaliserez des modèles avec des ressorts ou des dynamomètres et vous évalueriez les pressions exercées par les dents avec des expériences que vous concevrez et pour lesquelles vous imaginerez des protocoles et des instruments de mesure. Vous pourrez comparer vos calculs aux résultats expérimentaux obtenus avec vos modèles. Vous utiliserez ensuite vos connaissances sur ces mâchoires pour estimer les caractéristiques de la mâchoire du dinosaure *T. Rex*.



## Projet n°7 : Mouvement dans un système en rotation: manège et plateau tournant



En sciences de la Terre, il est particulièrement important de comprendre ce qui se passe dans un repère en rotation. A l'aide d'un plateau tournant que vous pourrez par exemple confectionner à l'aide d'un vieux tourne-disque ou un petit tour de potier, vous mettrez en évidence qualitativement les caractéristiques du mouvement, et vous démontrerez l'effet des forces d'inertie d'entraînement, de Coriolis et d'Euler. Ça sera le moment de vérifier les expressions théoriques de ces concepts!

Vous pourrez tester votre compréhension en mettant au point des expériences avec des billes que vous ferez rouler sur une surface, par exemple un saladier, en rotation sur votre plateau tournant. Pouvez-vous faire des prédictions qualitatives sur le mouvement et les illustrer expérimentalement? Pouvez-vous retrouver quantitativement l'effet de la vitesse de rotation? Pouvez-vous faire le lien avec des situations en météorologie ou en océanographie? En planétologie?



## Projet n°8 : Des surprises du mouvement sur un véhicule en mouvement rectiligne



Dans ce projet, on reviendra sur la première loi de Newton et les concepts les plus simples de la mécanique, mais qui ne manquent pas de subtilités si on cherche à les illustrer quantitativement. Ainsi on se penchera soigneusement sur la notion d'inertie et la notion d'accélération, grâce à ces expériences simples. On reviendra en particulier sur le mouvement rectiligne uniforme.



On réalisera des chariots expérimentaux bien adaptés aux besoins, avec lesquels on effectuera des expériences de chute libre. C'est grâce à de telles expériences que Galilée développa ses réflexions. Mais c'est surtout Gassendi qui réalisa les expériences. Quelles expériences d'ailleurs? Que se passe-t-il si le chariot n'est pas en mouvement uniforme? Pouvez-vous illustrer quantitativement ce qui se passe? Vous pourrez par exemple équiper vos chariots de pendules. Que se passe-t-il si votre chariot lance un objet? Quelle est la quantité qui est alors conservée? Pouvez-vous le vérifier expérimentalement? Que se passe-t-il lors d'une collision? Pouvez-vous concevoir un dispositif de mesure?