

## La troisième loi de Newton

Vous avez peut-être appris cette formulation de la troisième loi de Newton: “A chaque action correspond une réaction qui lui est égale et opposée”. Que signifie cette phrase?

Contrairement aux deux premières lois de Newton, qui concernent des objets pris individuellement, la troisième loi décrit une interaction entre deux corps. Par exemple, que se passe-t-il si vous tirez la main de votre partenaire avec la vôtre? Pour étudier cette interaction, vous pouvez utiliser deux senseurs de force. Quand un objet (votre main) tire ou pousse un autre objet (la main de votre partenaire) les senseurs de force enregistreront ces tirers et ces poussées, qui sont liées d’une façon très simple, comme prédit par la troisième loi de Newton.

L’*action* à laquelle se réfère le premier paragraphe est la force appliquée par votre main, et la *réaction* est la force qui est appliquée par la main de votre partenaire. Ensemble, ces deux forces constituent une *interaction*. Cette courte expérience vous montrera comment les deux forces sont liées.

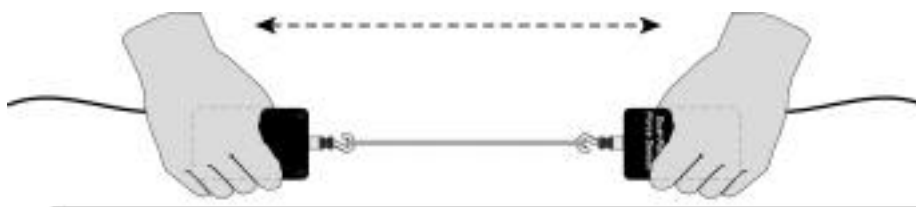


Figure 1

### OBJECTIFS

- Calibrer deux senseurs de force.
- Observer le lien directionnel entre les deux forces.
- Observer la variation au cours du temps des deux forces.
- Expliquer la troisième loi de Newton dans un langage simple.

### MATERIEL

Power Macintosh  
LabPro  
Logger Pro  
Deux senseurs de force Vernier







Masse de 500 g  
Ficelle  
Élastique



### QUESTIONS PREALABLES

1. Vous êtes en voiture sur une route et un moucheron s’écrase sur le pare-brise. Laquelle est la plus grande: la force exercée sur le moucheron par le pare-brise, ou la force exercée sur le pare-brise par le moucheron?

2. Tenez un élastique entre votre main droite et votre main gauche. Tirer avec la main gauche. Votre main droite sent-elle une force? Votre main droite applique-t-elle une force à l'élastique? Quel est le sens de cette force comparé à la force appliquée par votre main gauche?
3. Tirez plus fort avec la main gauche. Cela change-t-il la force appliquée par la main droite?
4. Quel est le lien entre la force appliquée par la main gauche et transmise par l'élastique d'une part, et la force appliquée par la main droite ? Écrivez une règle en français pour définir ce lien entre les forces.

## PROCEDURE

1. Connectez les deux Student Force Sensors ou les deux Dual-Range Force Sensors aux Channels 1 et 2 du LabPro .
2. Ouvrez le dossier Experiment 11 de *Physics with Computers*. Puis ouvrez le fichier correspondant aux senseurs de force que vous utilisez. Si votre senseur a un bouton de sensibilité, réglez le sur 50 N. Un graphique apparaîtra à l'écran. L'axe vertical porte la force avec une échelle de -20 à 20 N. L'axe horizontal porte le temps de 0 à 10 s.
3. Les senseurs de force mesurent la force seulement selon une direction; si vous appliquez une force dans une autre direction, vos mesures seront dénuées de sens. Le Dual Range Force Sensor répond à une force exercée selon le grand axe du senseur. Le Student Force Sensor répond à des forces appliquées au crochet le long de la ligne (entre les extrémités du "U" formé par le senseur).
4. Puisque vous allez comparer les données de deux senseurs, il est important qu'ils mesurent tous deux avec exactitude. En d'autres termes, vous devez les *calibrer*. Pour calibrer le premier senseur,
  - a. Choisissez Calibrate dans le menu Experiment . Cliquez sur le port du premier senseur de façon à l'éclairer et, si nécessaire, sur le port du deuxième senseur afin qu'il ne soit *pas* éclairé. Cliquez sur le bouton .
  - b. N'exercez aucune force sur le senseur et tenez le verticalement avec le crochet en bas. Entrez un **0** (zéro) dans le champ Value 1, et quand l'affichage pour Input 1 est stable, cliquez . Cela définit la condition de force zéro.
  - c. Pendez la masse de 500 g mass au senseur. Cela applique une force de 4.9 N. Entrez **4.9** dans le champ Value 2 , et quand l'affichage pour Input 1 est stable, cliquez .
  - d. Cliquez  pour terminer la calibration du premier senseur de force.
5. Répétez le processus pour le deuxième senseur de force avec une exception importante: au lieu d'entrer 4.9 pour le champ Value 2 , entrez **- 4.9**. Le signe moins indique que pour le deuxième senseur, tirer signifie une force négative. Pour cette activité, il est plus facile de régler différemment les deux senseurs, puisque par la suite les deux senseurs seront positionnés de telle façon que de tirer vers la gauche, par exemple, créera le même signe pour la force sur chaque senseur.
6. Vous allez utiliser les senseurs avec une orientation différente de celle dans laquelle ils ont été calibrés. Vous allez fixer le zéro en tenant compte de cela. Tenez les senseurs horizontalement sans appliquer de force et cliquez . Cliquez  pour mettre les deux senseurs à zéro. Cette étape assure que les deux senseurs donnent exactement une valeur nulle quand aucune force n'est appliquée.

7. Cliquez  pour faire un premier essai. Tirez sur chaque senseur et notez le signe qui apparaît. Etablissez ainsi le sens positif pour chaque senseur.
8. Faites une boucle de ficelle avec une longueur 30 cm. Utilisez-la pour attacher les crochets des senseurs. Tenez un senseur dans une main, votre partenaire l'autre de façon à pouvoir tirer l'un sur l'autre avec la ficelle comme intermédiaire. Prenez soin de n'appliquer de force que dans la direction sensible pour votre senseur.
9. Cliquez sur  pour commencer l'acquisition des données. Tirez gentiment sur le senseur de force de votre coéquipier avec le vôtre, en prenant soin de ne pas dépasser le maximum d'échelle. Demandez à votre coéquipier de tirer à son tour. Vous avez 10 secondes pour faire différents essais. Choisissez Store Latest Run dans le menu Data.
10. Que se passerait-il si vous utilisiez le ruban élastique au lieu de la ficelle? Est-ce qu'une partie de la force "s'userait" pour étirer l'élastique? Esquissez l'allure du graphique que vous prévoyez puis répétez les étapes 8-9 avec l'élastique.

## ANALYSE

1. Examinez les deux ensembles de données. Qu'en concluez-vous sur les deux forces (la vôtre et celle exercée par votre collègue)? Discutez les grandeurs et les signes de ces forces.
2. L'élastique change-t-il les résultats?
3. Pendant que votre collègue et vous tirez sur vos senseurs de force respectifs, ont-ils le même sens positif? Quel est l'impact de votre réponse sur l'analyse de l'interaction?
4. Y a-t-il un moyen de tirer sur le senseur de force de votre partenaire sans que son senseur ne tire en retour? Essayez
5. Relisez l'énoncé de la troisième loi donné au début de cette activité. L'expression *égales et opposées* doit être interprétée avec soin, car pour que deux vecteurs soient égaux ( $\mathbf{A} = \mathbf{B}$ ) et opposés ( $\mathbf{A} = -\mathbf{B}$ ) on doit avoir  $\mathbf{A} = \mathbf{B} = 0$ ; c'est-à-dire que les deux forces sont toujours nulles. Que signifie en fait *égales et opposées*? Énoncez la troisième loi de Newton avec vos propres mots, sans utiliser les termes "action," "réaction," ou "égal et opposé."
6. Réévaluez votre réponse à la question sur le moucheron et le pare-brise.

## EXTENSIONS

1. Fixez un senseur de force à une table et répétez les expériences. La table tire-t-elle aussi? Est-il important que ce soit une personne qui tienne le deuxième senseur
2. Utilisez une tige rigide pour connecter les senseurs de force au lieu de la ficelle et essayez d'effectuer des poussées mutuelles plutôt que de tirer. Refaites les expériences. La tige change-t-elle quelque chose à l'interaction?