

# Analyse vidéo d'un mouvement

## Défi scientifique

Physique, EPS / Mouvement

Cycle 4/collège

<b>Durée du défi</b>	50 minutes
<b>Matériel</b>	Téléphone ou tablette avec l'application FizziQ
<b>Phénomènes ou notions approchés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Analyse de vidéo</li><li>- Mouvement (trajectoire et vitesse) d'un système</li><li>- Échelle</li></ul>
<b>Lexique</b>	Mouvement rectiligne, trajectoire, vitesse

## Défi lancé aux élèves

En fonction de vos objectifs et d'un éventuel travail interdisciplinaire, voici différents exemples de défis, au choix :

- **Exemple 1 : « Comment connaître la vitesse d'un objet ou d'un athlète à partir d'une vidéo de son mouvement ? »**
- **Exemple 2 : « Quelle équipe saura donner à sa bille un mouvement rectiligne à une vitesse la plus proche d'1 m/s ? »**

Mais ce peut être aussi :

- **Exemple 3 : « Est-ce qu'un ballon de basket et une balle de tennis lâchés du deuxième étage du collège ont le même mouvement ? »**

Pour ce défi, vous pouvez réaliser votre propre vidéo ou utiliser des vidéos que vous trouverez sur Internet, à condition de connaître le nombre d'images par seconde et d'avoir une échelle visible ou une dimension dont on peut évaluer la valeur (par exemple, la taille d'une personne moyenne, la hauteur d'un étage de maison « moyen »...). En particulier, vous pouvez lancer un défi à vos élèves en utilisant l'une des vidéos disponibles à l'adresse suivante : <https://www.fizziq.org/cinematique>. Vous pourrez alors envoyer la vidéo choisie à vos élèves par mail, par exemple.

Pour ces défis, il faudra préciser aux élèves que décrire un mouvement, c'est décrire la trajectoire et la vitesse de l'objet.

# Réalisation du défi

## Avant de répondre au défi

Ce défi peut être introduit par un travail sur le cinéma et l'histoire de cette technologie, en associant éventuellement un professeur d'histoire, d'arts plastiques ou de technologie.

Vous pouvez par exemple introduire ce défi en interrogeant les élèves : comment une caméra enregistre-t-elle un mouvement ? Ont-ils déjà vu des bobines de pellicule ? Vous pouvez leur présenter des objets comme le folioscope (1868) ou le zootrope (1834, ci-contre : une reproduction d'un zootrope de l'époque victorienne) pour qu'ils comprennent qu'une vidéo est une succession très rapide et régulière d'images.



En faisant le parallèle avec la chronophotographie, vous pouvez amener les élèves à comprendre qu'ils pourront décrire le mouvement d'un objet (en particulier sa vitesse) en analysant la vidéo grâce à une application comme FizziQ, qui permettra de pointer la position de l'objet sur chaque image.

Il faudra alors interroger les élèves sur les éléments clés que doit avoir la vidéo pour être exploitable : est-ce que la caméra doit suivre le mouvement ou rester fixe ? Sur ce point, vous pouvez évoquer la méthode de *travelling* au cinéma ; comment faire pour connaître la « vraie » distance qu'un objet parcourt dans une vidéo ?...

Vous pouvez également laisser une dizaine de minutes aux élèves pour qu'ils explorent l'application (individuellement ou en groupe, selon le nombre de téléphones ou de tablettes à disposition), éventuellement à l'aide d'une fiche s'ils ne sont pas déjà familiers de son utilisation.

## Points de vigilance et astuces

- Pour certains mouvements, notamment la course à pied, la synchronisation entre le démarrage de la vidéo et le mouvement n'est pas toujours évidente : ne pas hésiter à suggérer aux élèves de commencer à courir « hors champ ».
- Pensez à placer un objet de taille connue sur votre vidéo afin de pouvoir indiquer l'échelle lors de l'analyse (par exemple, une règle de tableau). Cet objet doit être suffisamment grand et bien visible pour améliorer la précision de l'analyse. Notez que l'orientation de l'échelle (horizontale, verticale) n'a pas d'importance, mais il vaut mieux la disposer parallèlement au mouvement.
- Attention aux éventuels problèmes de perspective si la distance entre la caméra et l'objet en mouvement ne peut pas être considérée comme constante au cours du mouvement ou si l'échelle n'est pas dans le même plan que l'objet en mouvement, par exemple. Cela induirait des erreurs de précision sur la mesure.
- Normalement, l'application FizziQ va reconnaître le nombre d'images par seconde (fréquence) de votre vidéo. Si FizziQ ne parvient pas à lire cette information, il vous sera alors demandé de l'indiquer vous-même. La plupart des téléphones filment à 30 images par seconde, mais certains (les iPhone de dernière génération, notamment) proposent une option pour filmer en 60 images par seconde. Cela peut être intéressant de comparer la précision dans l'analyse avec des vidéos du même mouvement, réalisées en 30 fps et en 60 fps.
- En fonction de la vitesse de l'objet, il faudra sans doute paramétrer FizziQ pour n'étudier qu'une image sur deux, trois ou dix (par exemple). En effet, si l'objet est « lent », c'est-à-dire s'il ne fait pas une « grande » distance entre deux images successives, le pointage de chaque image sera difficile, car certains points risquent de se « chevaucher ».

## Exemples de mesures

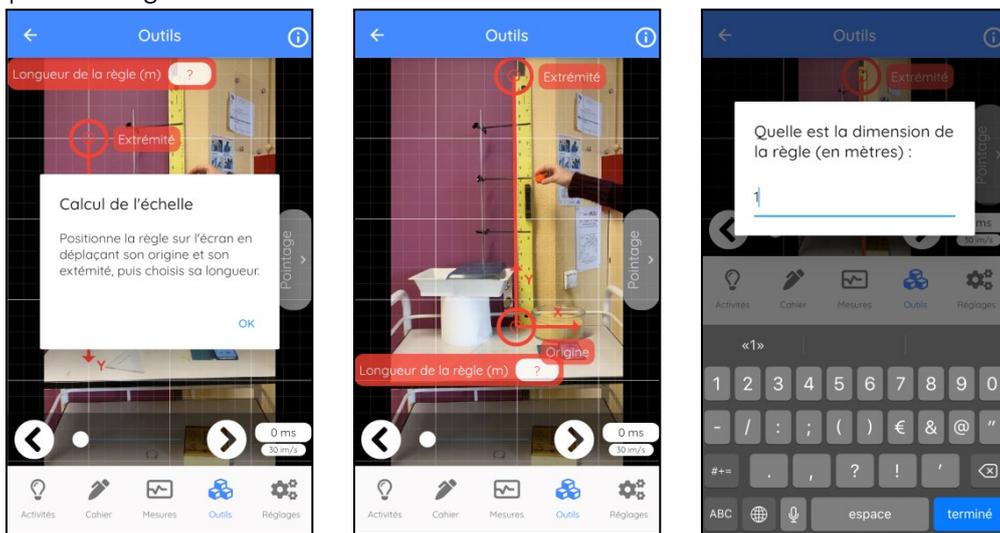
Pour ce défi, vous pouvez proposer aux élèves de réaliser leur propre vidéo. Cela leur prendra seulement quelques minutes à deux : une personne qui filme avec son téléphone sans bouger et une autre qui met un objet en mouvement.

Ils pourront ensuite essayer d'analyser la vidéo grâce à l'application FizziQ pour répondre au défi choisi.

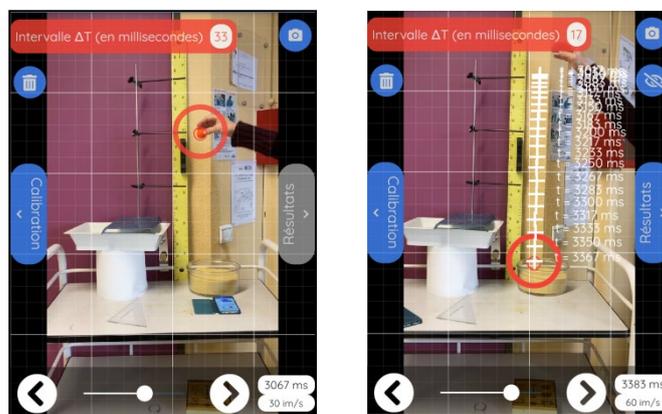
**Variante** : on pourra aussi choisir d'utiliser les vidéos proposées par FizziQ (chute libre ou parabole) ou aller en piocher de jolies sur Internet (par exemple, sur : <https://www.fizziq.org/cinematique>). Il sera alors intéressant de laisser les élèves libres de choisir la vidéo qu'ils souhaitent étudier pour qu'ils se rendent compte des éléments nécessaires pour qu'elle soit exploitable.

On peut importer la vidéo dans FizziQ pour l'analyser, en suivant les étapes « pas à pas » :

- (1) **Échelle** : il s'agit de repérer l'échelle (qui doit être présente et bien visible sur la vidéo) et d'indiquer sa longueur.



- (2) **Intervalle  $\Delta T$**  : il faut indiquer l'intervalle de temps  $\Delta T$  entre deux images que vous souhaitez étudier. En règle générale, FizziQ reconnaît le nombre d'images par seconde de la vidéo et va donc indiquer par défaut la durée (minimale) entre deux images successives : la plupart du temps, cette valeur vaut 33 ms, car les téléphones filment à 30 images par seconde le plus souvent. Si la vidéo ne contient pas cette information, FizziQ vous demandera alors d'indiquer vous-même le nombre d'images par seconde (fréquence).



*Ici, nous avons filmé la même chute, une fois en 30 images/s (gauche), une fois en 60 images/s (droite) : FizziQ indique automatiquement, par défaut, un  $\Delta T = 33$  ms (gauche) et un  $\Delta T = 17$  ms (droite).*

**(3) Pointage** : on réalise le pointage à l'aide de la mire que l'on peut déplacer doucement en « caressant » l'écran, sans obligatoirement avoir le doigt « sur » cette dernière : cela permet de bien l'ajuster à l'endroit souhaité.

**(4) Analyse des résultats et conclusion** : une fois le pointage terminé, on peut prendre une photo de cet écran en cliquant simplement sur l'appareil photo (en bas à droite du dernier écran ci-dessus). Le pointage est alors enregistré directement dans le cahier d'expériences. Il est maintenant temps d'analyser les résultats et de les copier dans le cahier d'expériences en cliquant sur l'icône « Partage ».

Il est également possible de faire des études graphiques des valeurs obtenues et, si cela est utile, d'en faire une modélisation selon un modèle linéaire ou quadratique. L'élève peut aussi partager le cahier d'expériences avec l'enseignant.

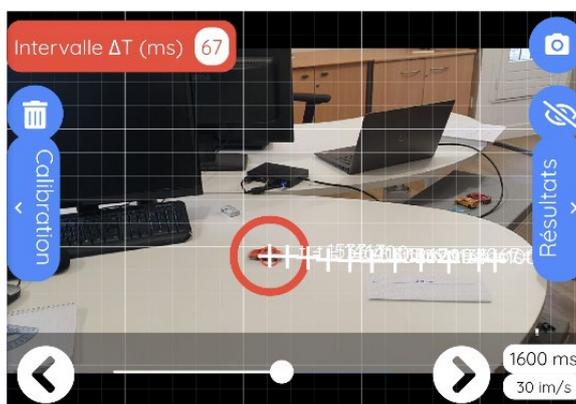
## Autres exemples et points d'attention

Ces différents exemples nous permettent d'illustrer quelques erreurs à ne pas reproduire et les points de vigilance auxquels les élèves seront confrontés.

- **Cas n° 1 : Attention aux mouvements trop lents**

Si l'objet est « lent », il ne fait pas une « grande » distance entre deux images successives : le pointage de chaque image sera alors délicat, car certains points risquent de se « chevaucher ».

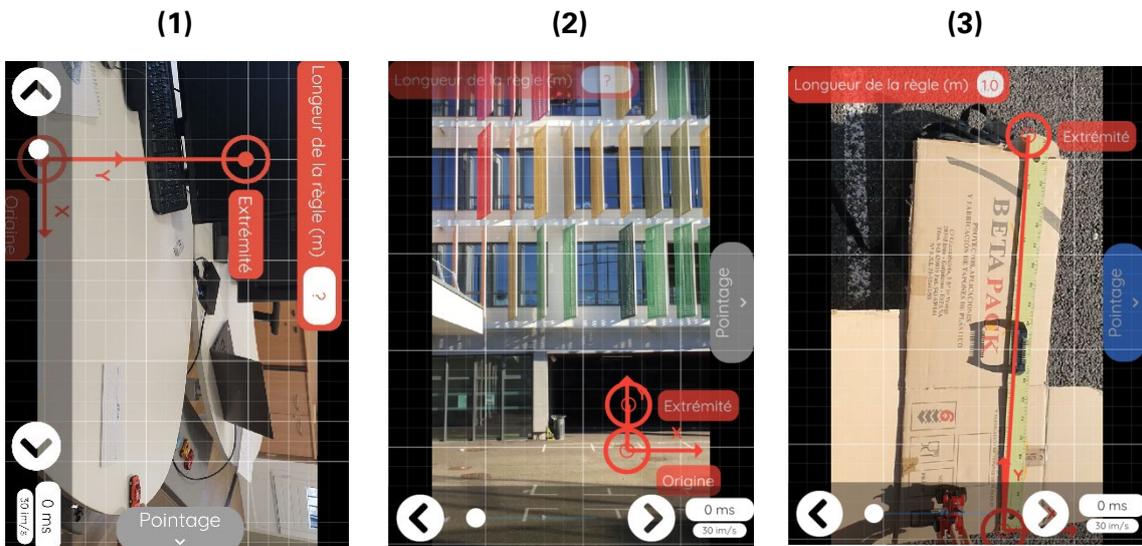
**Que faire ?** Juste avant le pointage, vous avez la possibilité de modifier l'intervalle  $\Delta T$  (en ms). Cela permet de n'étudier qu'une image sur deux, trois ou dix, en fonction de la vitesse de l'objet.



**Par exemple, cette vidéo d'une petite voiture en mouvement sur un bureau a été filmée en 30 images/s, soit, par défaut, un  $\Delta T = 33$  ms. Si on choisit  $\Delta T = 67$  ms, FizziQ proposera un pointage d'une image sur deux : c'est ce qui a été choisi ici, car la voiture n'était pas un bolide !**

**Remarque** : si on indique, par exemple,  $\Delta T = 110$  ms, cela ne correspond pas à un nombre entier d'intervalles entre deux images : l'application FizziQ « arrondira » alors automatiquement la valeur à un nombre entier tel que  $\Delta T = k \times \Delta T$ .

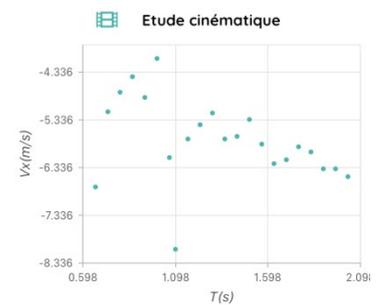
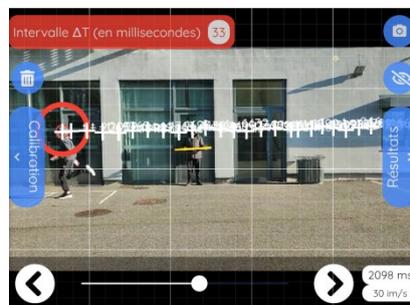
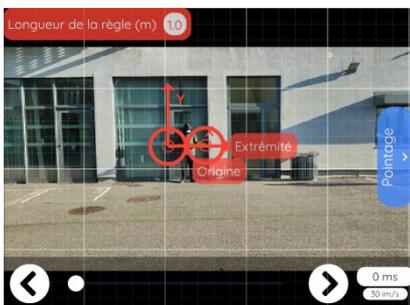
- Cas n° 2 : Attention à avoir une échelle bien visible !



Dans le cas de la vidéo de la petite voiture **(1)**, l'échelle était de 20 cm : elle a été dessinée sur une feuille, puis posée sur la table. Dans le cas de la chute d'une balle depuis le troisième étage du collège Cesária Évora de Montreuil **(2)**, l'échelle est une règle de tableau de 50 cm, posée contre le pilier à côté de la poubelle. Dans les deux cas, l'échelle n'est pas bien choisie ou positionnée : dans le premier, on ne voit pas très bien les limites de l'échelle, dans le second, l'échelle est trop petite par rapport à la taille de l'écran.

**Que faire ?** Il est préférable de faire une échelle assez longue pour une meilleure précision et de s'arranger pour qu'elle soit bien visible par la caméra. Par exemple, une nouvelle vidéo de petite voiture a été réalisée, cette fois-ci avec une échelle bien visible et bien placée **(3)**.

**Remarque :** l'orientation de l'échelle (direction et sens) n'a aucune importance. Cependant, il est recommandé de choisir le même sens que le mouvement pour faciliter la lecture des résultats. Par exemple, ci-dessous, un élève court de la droite de l'écran vers la gauche, mais l'axe est orienté de la gauche vers la droite : les vitesses sont donc négatives.



- Cas n° 3 : Et s'il n'y a pas d'échelle ?

**Vidéo de l'amerrissage de la fusée Falcon 9 de SpaceX :** [www.fizziq.org/cinematique](http://www.fizziq.org/cinematique) ou [https://video.wixstatic.com/video/5a84a5\\_ee1b36d9e0ca4d6194494044e09988da/720p/mp4/file.mp4](https://video.wixstatic.com/video/5a84a5_ee1b36d9e0ca4d6194494044e09988da/720p/mp4/file.mp4).

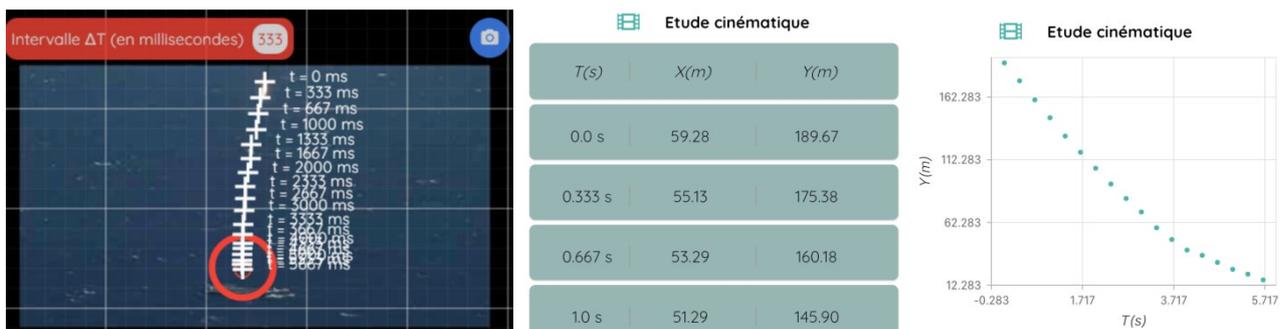
Il y a deux points de vigilance qui peuvent être intéressants à travailler avec vos élèves :

- Aucune échelle n'apparaît sur l'écran !

**Que faire ?** Il faut effectuer une rapide recherche pour trouver une taille de référence. Par exemple, quelques minutes sur Internet suffisent pour trouver que la barge d'amerrissage mesure 88 m. C'est sûrement l'occasion de faire réfléchir les élèves sur la pertinence d'indiquer 88 m (donc une valeur à 1 m près), alors que les « contours » de la barge sont assez peu nets sur la vidéo.

- Les élèves vont réaliser le pointage et se rendre compte que, entre deux images (séparées de 33 ms, puisque la vidéo est prise à 30 im/s), la position de la fusée a trop faiblement varié pour faire des pointages précis. Il faut alors les amener à réfléchir à l'intervalle  $\Delta T$  à choisir pour avoir des images suffisamment espacées (voir ci-dessus).

Voici les résultats d'un pointage d'une image sur dix, donc avec un  $\Delta T = 333$  ms :



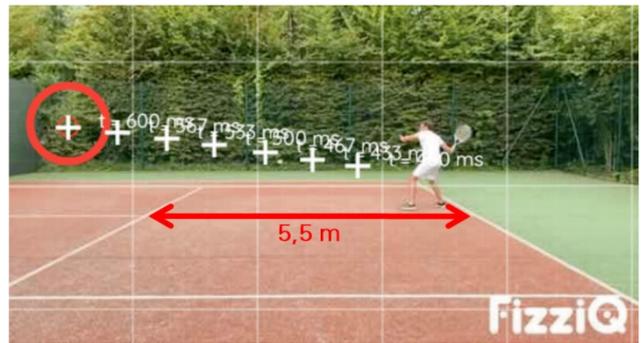
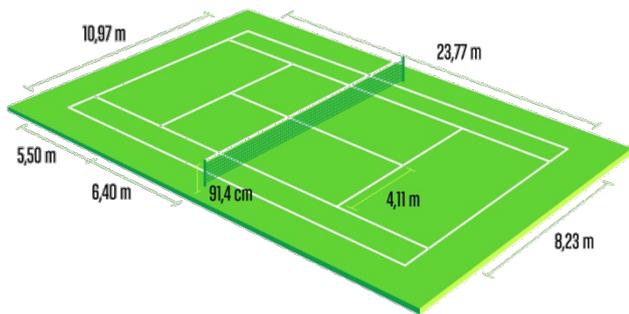
- Cas n° 4 : La question de la perspective

**Vidéo de tennis :** [www.fizziq.org/cinematique](http://www.fizziq.org/cinematique) ou [https://video.wixstatic.com/video/5a84a5\\_431cbe520ad04025bd90302b5fb1bb0a/720p/mp4/file.mp4](https://video.wixstatic.com/video/5a84a5_431cbe520ad04025bd90302b5fb1bb0a/720p/mp4/file.mp4).

Sur cette vidéo également, l'échelle n'est pas indiquée. Il faut donc discuter avec les élèves pour trouver sur le terrain une grandeur connue : peut-être que certains jouent au tennis ? Sinon, il suffira de chercher sur Internet les dimensions d'un terrain de tennis, par exemple (voir ci-dessous).

Mais il faudra aussi faire bien attention à l'effet de perspective ici !

**Que faire ?** Il faut bien prendre l'échelle dans le plan du mouvement, sinon cela induira des erreurs de mesure des distances. Ce point est très intéressant à travailler avec les élèves (et le collègue de mathématiques, par exemple). Voici quelques pistes pour l'analyse de cette vidéo :



## Exemple de séance en classe

Lors de séances dans des classes de troisième du collège Cesária Évora (Montreuil), les élèves se sont répartis en plusieurs groupes de cinq ou six (environ deux téléphones par groupe) autour de plusieurs cas d'étude. L'objectif était de filmer et d'analyser différents mouvements pour répondre à des questions :

- **Quel est le mouvement d'une petite voiture sur un sol plat et en pente ?**

Les élèves fabriquent une rampe avec du carton et réalisent plusieurs vidéos, les premières n'étant généralement pas exploitables.

Ils se rendent vite compte, notamment, que la caméra doit rester bien fixe et que la visibilité de l'échelle est essentielle pour pouvoir analyser la vidéo. C'est pourquoi ils décideront finalement de privilégier une prise de vue par le dessus, plutôt que sur le côté.



- **Qui court le plus vite parmi plusieurs élèves ?**

Les élèves enregistrent plusieurs vidéos de personnes qui se déplacent à différentes allures. La comparaison des résultats après l'analyse est l'occasion de se questionner sur les valeurs de la vitesse : elles sont très « dispersées », mais on peut parfois voir des « tendances ». La notion de vitesse moyenne est évoquée à plusieurs reprises.

Les élèves s'interrogent aussi sur les notions de perspective et d'échelle : en particulier, est-ce que la distance entre la caméra et l'objet en mouvement peut avoir une influence sur la vitesse ? Où bien placer la règle pour être le plus précis possible ?

Ils testent plusieurs positions de l'échelle, de la caméra, et comprennent bien que le facteur important est que l'échelle soit dans le plan du mouvement.

Un groupe remarquera même qu'on peut donc accélérer ou ralentir artificiellement le mouvement de quelqu'un en jouant sur la position de l'échelle (ou, plus généralement, sur la taille qu'on indique).



## Conclusion

À la fin de l'activité, le professeur échange avec la classe sur ce qui semble important à retenir pour pouvoir analyser le mouvement d'un objet.

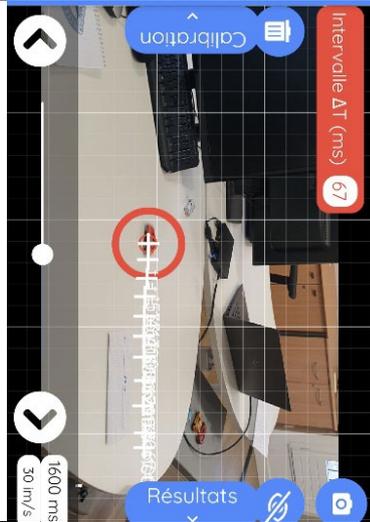
Un exemple de formulation serait : « Nous avons étudié le mouvement d'une balle/d'une petite voiture/d'un élève qui court, c'est-à-dire le chemin qu'il a parcouru et sa vitesse. Pour cela, nous avons pointé la position de l'objet à différents instants de la vidéo, en prenant soin d'avoir un objet servant de référence au niveau de l'objet en mouvement et dont la taille est connue : on parle d'échelle. »

L'enseignant pourra ensuite demander aux élèves de présenter le mouvement qu'ils ont étudié et les conclusions qu'ils ont tirées de l'analyse de la vidéo sur laquelle ils ont travaillé.

Voici quelques exemples de vidéos, leurs analyses et les conclusions que pourront en tirer les élèves :

Vidéo	Pointage	Analyse/Résultats	Conclusion
<p><b>Chute d'une balle</b></p>			<p>La trajectoire est une droite et la vitesse (suivant <math>Oy</math>) augmente : mouvement rectiligne accéléré.</p>

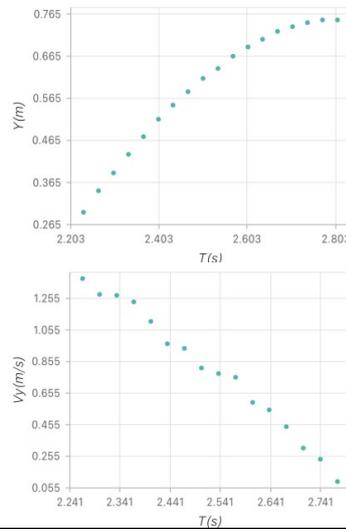
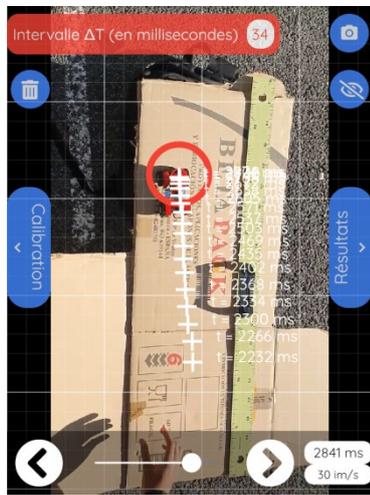
**Petite voiture sur un bureau à plat**



	Position	Vitesse
Accélération		
Norme		
Angle		
Pontage	1067	0.8
	1133	0.7
	1200	0.7
	1267	0.7
	1333	0.6

La trajectoire est une droite et la vitesse (suivant  $O_x$ ) reste constante : mouvement rectiligne uniforme.

**Petite voiture sur une rampe en montée**



La trajectoire est une droite et la vitesse (suivant  $O_y$ ) diminue : mouvement rectiligne ralenti.

## Message à emporter

### [Physique]

La trajectoire d'un objet est l'ensemble des positions successives occupées par un objet au cours de son mouvement. Il existe plusieurs types de trajectoires : rectiligne (si la trajectoire est une droite), circulaire (si la trajectoire est un cercle), curviligne...

La vitesse moyenne d'un objet en mouvement est le rapport de la distance parcourue à la durée mise pour la parcourir :

$$V = \frac{d}{t} \quad \text{avec } d \text{ (m), } t \text{ (s) et } V \text{ (m/s)}$$

La chronophotographie consiste à prendre sur des clichés, à des intervalles de temps égaux, plusieurs photographies d'un objet en mouvement. On peut aussi analyser une vidéo en la décomposant image par image.

Lorsque les distances parcourues pendant une même durée sont **égales, le mouvement est uniforme** ; dans ce cas, la **vitesse est constante**.

### [Sciences - Important sur tous les niveaux]

**Précisions des mesures** : le résultat d'une mesure est forcément un peu différent de la vraie valeur, car une mesure n'est jamais parfaite. Elle dépend non seulement de la personne qui a fait les mesures, mais surtout de l'appareil de mesure lui-même. Répétée, la même mesure donne des valeurs proches, mais différentes. Pour s'approcher de la vraie valeur, on calcule souvent la valeur moyenne.

## Prolongements possibles

- Voir les autres défis proposés sur <https://www.fondation-lamap.org/fizzig>.
- **En travail « hors de la classe »** : les élèves peuvent travailler en autonomie pour réaliser la vidéo d'un objet ou d'un sportif en mouvement en utilisant leur smartphone. Chaque élève ou équipe de deux peut partager sa vidéo. L'enseignant peut avoir réparti les « missions » afin de réaliser des vidéos de mouvements variés (mouvement rectiligne, curviligne, uniforme ou non).  
**En classe** : un échange de vidéos peut ensuite être réalisé pour poursuivre le travail par une analyse en groupe.  
**Remarques** : certains élèves auront besoin d'être accompagnés pour la réalisation d'une vidéo exploitable (voir points de vigilance sur échelle et parallaxe, notamment). De même, la vérification des valeurs de la vitesse de l'objet est plus ou moins complexe pour les élèves.
- Lien avec l'analyse de chronophotographie (réinvestissement sous forme d'exercices, TD...) : voir le défi sur la chronophotographie.
- Ouverture sur un travail interdisciplinaire physique-chimie, mathématiques et EPS : amélioration des performances sportives par analyse vidéo.

# Programme

## Technologie

- Mobiliser des outils numériques.

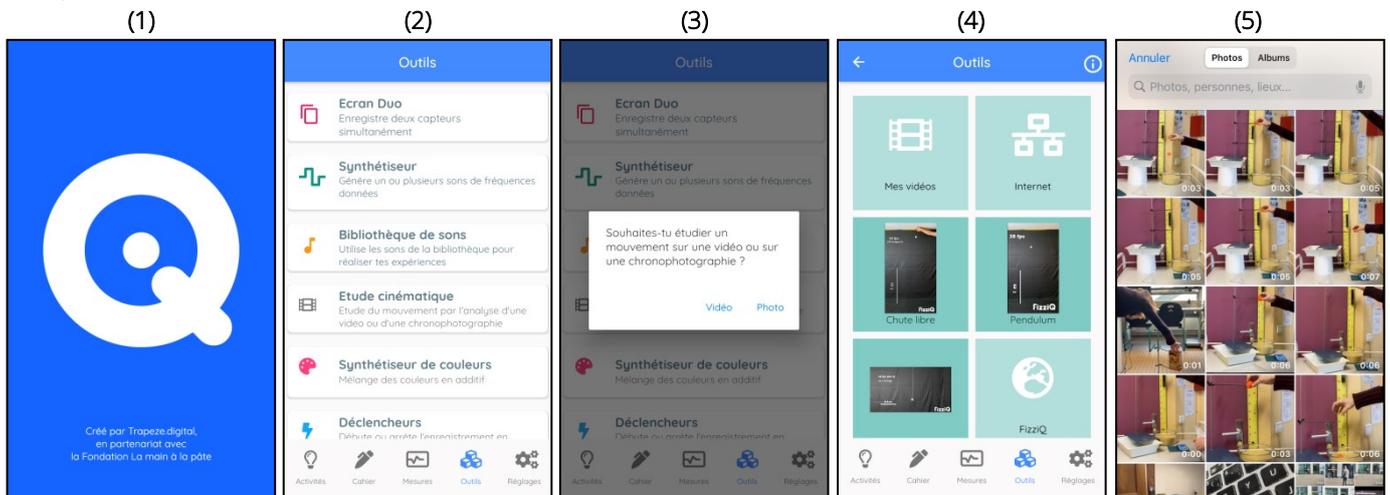
## Physique-chimie (cycles 3 et 4)

- Utiliser des outils d'acquisition et de simulation.
- Interpréter des résultats expérimentaux et en tirer des conclusions.
- Caractériser un mouvement :
  - identification de la trajectoire (rectiligne ou circulaire) ;
  - étude de la variation de la valeur de la vitesse (ralenti, accéléré et uniforme) ;
  - notion de vitesse : direction, sens et valeur (vitesse moyenne/instantanée, calcul).

## Aides

### Guidage pour les élèves (selon le besoin)

Ce guidage « pas à pas » pourra être distribué aux élèves pour gagner du temps s'ils sont bloqués, s'ils ne connaissent pas ou ne sont pas à l'aise avec l'application, et pour les aider à tirer des conclusions et à répondre au défi.



- Ouvrir FizziQ **(1)**.
- Dans « Outils », choisir « Étude cinématique » **(2)**, puis « Vidéo » **(3)**.
- Vous pouvez alors choisir d'utiliser les vidéos proposées (« Chute libre » ou « Parabole ») ou bien aller chercher n'importe quelle vidéo que vous aurez réalisée dans « Mes vidéos » **(4)** **(5)**, ou encore aller piocher des vidéos sur Internet (par exemple : <https://www.fizziq.org/cinematique>).

Pour la suite, FizziQ vous guide « pas à pas » :

- **Calibration** : il faut indiquer d'abord l'échelle, en positionnant l'origine et l'extrémité sur un objet de taille connue. On peut ensuite modifier (si besoin) l'intervalle de temps  $\Delta T$  entre deux images que l'on veut analyser : FizziQ indique automatiquement une valeur par défaut, qui correspond au nombre d'images par seconde de la vidéo, mais on peut l'ajuster.

- **Pointage** : on réalise le pointage à l'aide de la mire que l'on peut déplacer doucement en « caressant » l'écran sans obligatoirement avoir le doigt « sur » cette dernière. Cela permet donc de bien l'ajuster à l'endroit souhaité. On peut aussi faire défiler la vidéo à l'aide des flèches pour trouver le moment où le mouvement est visible.
- **Résultats** : il est maintenant temps d'analyser nos résultats et de les copier dans le cahier d'expériences.

### Liens vers quelques sites utiles et notices

- <https://www.fondation-lamap.org/fr/fizziq> : vous retrouverez ici les différents documents pédagogiques proposés en lien avec l'utilisation de l'application FizziQ, notamment des défis pour les élèves que vous pouvez adapter en fonction de vos objectifs et de vos classes.
- <https://www.fizziq.org/> : vous y retrouverez notamment des protocoles dont vous pouvez vous inspirer pour créer vos propres protocoles.
- <https://www.youtube.com/channel/UCa3FIR94qwb3iaohwjGzchw/featured> : vous y trouverez des vidéos de moins de deux minutes chacune permettant une prise en main rapide de l'application.

---

## Auteur

Aline CHAILLOU

## Remerciements

Pauline BACLE, Christophe CHAZOT, Émilie FAKHRI et ses classes de troisième (collège Cesária Évora, Montreuil)

## Cette ressource a été produite avec le soutien de CGI et de la Fondation Sciences Éducation Solidarité

**CGI**



SCIENCES  
ÉDUCATION  
SOLIDARITÉ

**FizziQ**

## Date de publication

Mars 2022

## Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



*Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.*

## Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

[contact@fondation-lamap.org](mailto:contact@fondation-lamap.org)

[www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)

 **FONDATION**  
**La main à la pâte**  
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE