

## DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

	Seconde
<b>Notions et contenus</b>	<p>1. <u>Décrire un mouvement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Description du mouvement d'un système par celui d'un point. Position. Trajectoire d'un point</li> <li>– Vecteur déplacement d'un point. Vecteur vitesse moyenne d'un point. Vecteur vitesse d'un point</li> </ul>
<b>Capacités exigibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décrire le mouvement d'un système par celui d'un point et caractériser cette modélisation en termes de perte d'informations.</li> <li>▪ Caractériser différentes trajectoires.</li> <li>▪ <b>Capacité numérique</b> : représenter les positions successives d'un système modélisé par un point lors d'une évolution unidimensionnelle ou bidimensionnelle à l'aide d'un langage de programmation.</li> <li>▪ Définir le vecteur vitesse d'un point.</li> <li>▪ Approcher le vecteur vitesse d'un point à l'aide d'un vecteur déplacement <math>\overrightarrow{MM'}</math>, où M et M' sont les positions successives à des instants voisins séparés de <math>\Delta t</math> ; le représenter.</li> <li>▪ Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système en mouvement et représenter des vecteurs vitesse ; décrire la variation du vecteur vitesse.</li> <li>▪ <b>Capacité numérique</b> : représenter les vecteurs vitesse d'un système modélisé par un point lors d'un mouvement à l'aide d'un langage de programmation.</li> </ul>
<b>Prérequis</b>	<p><u>Cycle 4 – Mouvement et interactions</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Caractériser le mouvement d'un objet.</li> <li>– Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme.</li> <li>– Vitesse : direction, sens et valeur.</li> <li>– Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur.</li> </ul>
<b>Type d'activité</b>	Activité expérimentale développant les capacités numériques
<b>Description succincte</b>	Réalisation et analyse de la vidéo d'un lancer franc au basket à l'aide d'un langage de programmation (trajectoire et vecteurs vitesse)
<b>Compétences travaillées</b>	<b>Analyser/Raisonner</b> <b>Réaliser</b> <b>Valider</b>
<b>Mise en œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Place dans la progression de la séquence et/ou de l'année</u> : TP permettant d'illustrer et de réinvestir les notions au programme précédemment abordées dans le cadre d'activités introductives.</li> <li>• <u>Cadre de mise en œuvre de l'activité</u> : 2 Séances de TP d'1h30 par binôme.</li> </ul>
<b>Source(s)</b>	Image : <a href="https://www.istockphoto.com/fr/search/2/image?phrase=lancer+franc">https://www.istockphoto.com/fr/search/2/image?phrase=lancer+franc</a> Partie 1 inspirée du manuel Le livre scolaire Physique Chimie 2 <sup>nde</sup> : <a href="https://www.livrescolaire.fr/page/6225741">https://www.livrescolaire.fr/page/6225741</a>
<b>Auteur(s)</b>	Agnès et Julien ROUZAIRE – Lycée Pierre et Marie Curie - CHATEAUROUX

## ACTIVITÉ

### CONTEXTE – PARTIE 1



Lors d'un lancer franc, le joueur de basket tire depuis une ligne située à 4,6 m environ du panier. La vitesse initiale du ballon ainsi que l'angle de lancement par rapport à l'horizontale déterminent la réussite du lancer.

On se propose ici de procéder à la capture puis l'analyse vidéo d'un lancer franc afin d'en déterminer les deux caractéristiques énoncées ci-dessus.

### SUPPORT(S) D'ACTIVITÉ

#### Doc. 1 : Bien filmer un mouvement

On a souvent recours à la vidéo pour étudier le mouvement d'un objet. Pour qu'une vidéo soit exploitable, il faut respecter les consignes suivantes :

- L'objet doit être éclairé et bien visible.
- Le mouvement doit avoir lieu dans un plan normal à l'axe de la caméra : le caméraman doit donc orienter sa caméra dans une direction fixe et perpendiculaire au mouvement.
- Il est impératif de connaître la dimension d'un objet dans le plan du mouvement, ou de placer dans ce plan un objet de dimension connue, afin de pouvoir faire l'étalonnage de la vidéo.

#### Doc. 2 : Caractéristiques idéales du tir

L'angle de lancement optimal par rapport à l'horizontale varie entre 50 et 55 degrés. Quant à la vitesse du tir, elle doit se situer aux alentours de  $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

#### Doc. 3 : Latis Pro

Latis pro est un logiciel très utilisé en physique chimie au lycée. Il permet notamment de faire l'analyse de vidéo .AVI en pointant image par image la position du système étudié. Pour cela, il est nécessaire de choisir préalablement l'origine du repère ainsi que de procéder à l'étalonnage de la vidéo (voir la fiche utilisation).

### CONSIGNES DONNÉES À L'ÉLÈVE

#### Réaliser

1. Après avoir réfléchi aux conditions, procéder sur le terrain de basket à la capture vidéo d'un lancer franc avec un smartphone.
2. Transférer la vidéo sur un ordinateur et éventuellement la convertir en .AVI.  
Réaliser à l'aide de Latis pro, l'analyse vidéo du mouvement du ballon au cours du lancer.  
**On ne fera le pointage que sur les images où le ballon a quitté les mains du lanceur.**
3. Enregistrer le fichier sur le réseau.

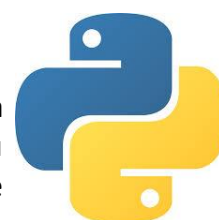
## Analyser et valider

4. Préciser le référentiel d'étude.
5. Au cours du pointage, le ballon a été modélisé par un point. Cette modélisation entraîne-t-elle une perte d'information ? Expliquer.
6. Décrire le mouvement du ballon au cours du lancer (forme de la trajectoire et évolution de la vitesse).
7. A l'aide des coordonnées du ballon, déterminer la vitesse initiale et l'angle du lancer. Comparer ces résultats avec les données du document 2.

### CONTEXTE – PARTIE 2

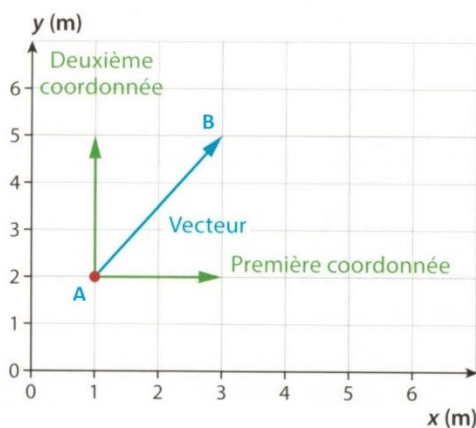
Nous avons vu comment tracer un vecteur vitesse sur un document papier.

On se propose à présent de voir comment il est possible de tracer des vecteurs vitesse à l'aide d'un langage de programmation tel que Python, sur l'exemple de la trajectoire du ballon de basket de la vidéo réalisée lors du TP précédent. Ceci permettra ensuite d'étudier l'évolution de la vitesse du ballon au cours du lancer.



### SUPPORT(S) D'ACTIVITÉ

#### Doc. 1 : Coordonnées d'un vecteur



Pour tracer un vecteur dans un repère orthonormé, on utilise ses coordonnées. Celles-ci s'expriment à partir des coordonnées du point origine A ( $x_A, y_A$ ) et de celles du point extrémité B ( $x_B, y_B$ ).

On a ainsi les coordonnées du vecteur  $\vec{AB} \begin{pmatrix} x_B - x_A \\ y_B - y_A \end{pmatrix}$

#### Doc. 2 : Scripts Python

Une première version est disponible sur le réseau.

## S'approprier

Dans l'optique d'écrire un script permettant de programmer le tracé des vecteurs vitesse, la démarche va consister tout d'abord à faire tracer la trajectoire du ballon à l'aide des coordonnées  $x_i$  et  $y_i$  des positions  $M_i$  du ballon aux dates  $t_i$ , puis à faire tracer quelques vecteurs vitesse à l'aide des coordonnées de ces vecteurs.

1. En exploitant le document 1 et en respectant les notations de l'énoncé, indiquer quelles sont les coordonnées du vecteur déplacement  $\overrightarrow{M_2M_3}$ .
2. Donner l'expression du vecteur vitesse  $\overrightarrow{v_2}$ .
3. En déduire les coordonnées du vecteur vitesse  $\overrightarrow{v_2}$ .

## Réaliser

On souhaite dans un premier temps récupérer les coordonnées des différentes positions du ballon de basket obtenues lors du pointage du mouvement du ballon réalisé au cours du TP précédent.

Pour cela il est nécessaire d'exporter les données au format .txt depuis le fichier Latis Pro en prenant soin de choisir le point comme séparateur décimal.

→ Enregistrer ce fichier sous le nom **TP2** dans le répertoire « Mes devoirs » sur le réseau.

→ ouvrir le fichier TP2.txt afin de supprimer la première ligne qui correspond à une chaîne de caractères et non aux données chiffrées que l'on souhaite exploiter.

Sur L'ENT, ouvrir Capytale puis saisir le code donné par l'enseignant, afin d'accéder à l'activité *TP Shoot V1*.

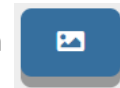
Prendre connaissance du script (on rappelle que sont indiqués des commentaires après le symbole #, ceux-ci permettant notamment de comprendre la finalité de certaines instructions) puis répondre aux questions suivantes.

4. Quelles lignes du script permettent d'importer les données du pointage réalisé au cours du TP précédent ?
5. Comment s'appellent les listes ainsi obtenues ?
6. En utilisant la réponse à la question 3, repérer les lignes permettant de calculer les coordonnées du vecteur puis de le faire afficher.

L'exécution de ce script nécessite l'accès au fichier regroupant les coordonnées successives du ballon, c'est pourquoi il faut, dans un premier temps, télécharger le fichier TP2.txt au moyen du bouton



Exécuter le script. Penser à afficher la vue graphique au moyen du bouton



→ Ajuster les données des lignes 44 et 45 de façon à régler l'échelle de la fenêtre graphique contenant le vecteur vitesse.

→ Ajuster la valeur du facteur multiplicatif de la ligne 40 pour avoir une longueur de vecteur adaptée à la fenêtre graphique.

→ Modifier le script précédent de façon à faire afficher le vecteur  $\overrightarrow{v_5}$ .

Prendre connaissance du script *TP Shoot V2* disponible sur Capytale via le nouveau code fourni. Réaliser les ajustements demandés sur le script précédent (lignes 47, 51 et 52) puis exécuter ce script.

7. Que permet ce nouveau script ?
8. Identifier les boucles permettant d'obtenir un tel résultat.

## Analyser

9. Décrire l'évolution du vecteur vitesse au cours du mouvement du ballon.

### REPERES POUR LE PROFESSEUR

#### Partie 1

1. *Selon le choix de l'enseignant, la vidéo pourra être réalisée par chaque binôme d'élèves ou par un seul groupe, tous les élèves n'étant pas forcément à l'aise pour réaliser ce lancer. On pourra préciser aux élèves que la réussite du shoot n'est pas indispensable, au contraire cela peut émerger a posteriori sur une discussion intéressante sur les conditions de réussite du tir. Dans tous les cas, une réflexion préalable sur la position de celui qui filme est nécessaire, ce dernier devant rester fixe pendant toute la durée de la vidéo. Il faudra également réfléchir au choix de l'étalon qui devra être présent dans le champ de la caméra (par exemple, on pourra choisir la hauteur du cercle du panier, 3,05 m a priori, mais la ligne de fond doit être visible dans le champ de la caméra). Si l'accès à un terrain de basket ou un gymnase n'est pas possible, on pourra proposer aux élèves une vidéo déjà prête d'un lancer (de préférence en .avi), ce qui n'empêche pas la réflexion sur les conditions de réalisation de la vidéo.*
2. *Les vidéos enregistrées sur un téléphone sont souvent au format .mov ou .mp4, il faudra donc les convertir en .avi pour pouvoir les exploiter sous Latis Pro. On pourra utiliser pour cela un convertisseur en ligne comme <https://video.online-convert.com/fr/convertir-en-avi>.*
3. *Lors de l'enregistrement du fichier sur le réseau, penser éventuellement à anticiper et à le faire dans le dossier où seront placés les scripts de la partie 2 si vous n'utilisez pas capytale dans cette deuxième partie.*
4. *Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre.*
5. *Au cours du pointage, le ballon a été modélisé par un point. Cette modélisation entraîne une perte d'informations puisqu'on ne disposera pas alors d'informations sur la rotation du ballon sur lui-même par exemple. Cependant, cette perte d'informations n'est pas préjudiciable ici puisque l'objectif de l'étude est d'obtenir des informations sur la trajectoire du ballon.*
6. *Au cours du lancer, le ballon a un mouvement parabolique décéléré jusqu'au sommet de la parabole puis accéléré lors de la phase descendante.*
7. *Cette dernière question peut ne pas être traitée par tous les élèves, notamment si le choix a été fait de faire réaliser la vidéo par les élèves (ce qui prend environ 30 min) et on pourra envisager d'y revenir en classe entière. Par ailleurs, elle requiert une certaine aisance d'un point de vue mathématique et est volontairement ouverte pour laisser place à la prise d'initiatives et à la discussion.  
Pour déterminer la vitesse initiale du lancer, on pourra proposer dans un premier temps aux élèves de calculer la vitesse initiale horizontale et la vitesse initiale verticale en calculant des vitesses moyennes entre les deux premières positions.*

$$\text{Vitesse initiale horizontale : } v_{xi} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{0,135 - 0,013}{0,0333} = 3,7 \text{ m/s}$$

$$\text{Vitesse initiale verticale : } v_{yi} = \frac{y_1 - y_0}{t_1 - t_0} = \frac{2,564 - 2,366}{0,0333} = 5,9 \text{ m/s}$$

En composant ses vitesses initiales horizontale et verticale, on obtient une valeur approchée de la vitesse initiale :  $v_i = \sqrt{v_{xi}^2 + v_{yi}^2} = 7,0 \text{ m/s}$ , ce qui est cohérent avec les données du doc 2 qui indiquent une vitesse initiale proche de 7 m/s pour un tir idéal.

$$\text{Pour l'angle } \alpha \text{ du lancer : } \tan \alpha = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = \frac{2,564 - 2,366}{0,135 - 0,013} = 1,62 \text{ d'où } \alpha = \arctan(1,62) = 58^\circ$$

La valeur obtenue expérimentalement est assez proche de l'intervalle proposé pour un tir idéal, à savoir entre 0 et 55°.

## Partie 2

- Coordonnées du vecteur déplacement  $\overrightarrow{M_2M_3} : \begin{pmatrix} x_3 - x_2 \\ y_3 - y_2 \end{pmatrix}$
- Expression du vecteur vitesse  $\overrightarrow{v_2} : \overrightarrow{v_2} = \frac{\overrightarrow{M_2M_3}}{t_3 - t_2}$
- Coordonnées du vecteur vitesse  $\overrightarrow{v_2} : \begin{pmatrix} \frac{x_3 - x_2}{t_3 - t_2} \\ \frac{y_3 - y_2}{t_3 - t_2} \end{pmatrix}$
- Lignes du script permettant d'importer les données du pointage réalisé au cours du TP précédent : lignes 6 à 17
- Les listes ainsi obtenues sont nommées t, x et y.
- Lignes permettant de calculer les coordonnées du vecteur : 35 et 36, puis de le faire afficher : 40.

→ Ajuster les données des lignes 44 et 45 de façon à régler l'échelle de la fenêtre graphique contenant le vecteur vitesse :

```
plt.xlim(0,5)
```

```
plt.ylim(2.2,4.5)
```

→ Ajuster la valeur du facteur multiplicatif de la ligne 40 pour avoir une longueur de vecteur adaptée à la fenêtre graphique : *pas de modification nécessaire ici a priori*

→ Modifier le script précédent de façon à faire afficher le vecteur  $\overrightarrow{v_5}$  : rajouter pour cela les lignes

```
Vx5=float((x[5]-x[4])/(t[5]-t[4]))
```

```
Vy5=float((y[5]-y[4])/(t[5]-t[4]))
```

```
plt.arrow(x[5],y[5],0.1*Vx5,0.1*Vy5,head_width=0.02)
```

- Ce nouveau script permet de tracer plusieurs vecteurs vitesse en différents points de la trajectoire.
- Boucles permettant d'obtenir le tracé de plusieurs vecteurs vitesse : lignes 40 à 42 et 46 à 47
- Au cours du mouvement du ballon, on constate que le vecteur vitesse varie en direction, en sens et en norme.