

Chapitre 1 : Décrire un mouvement

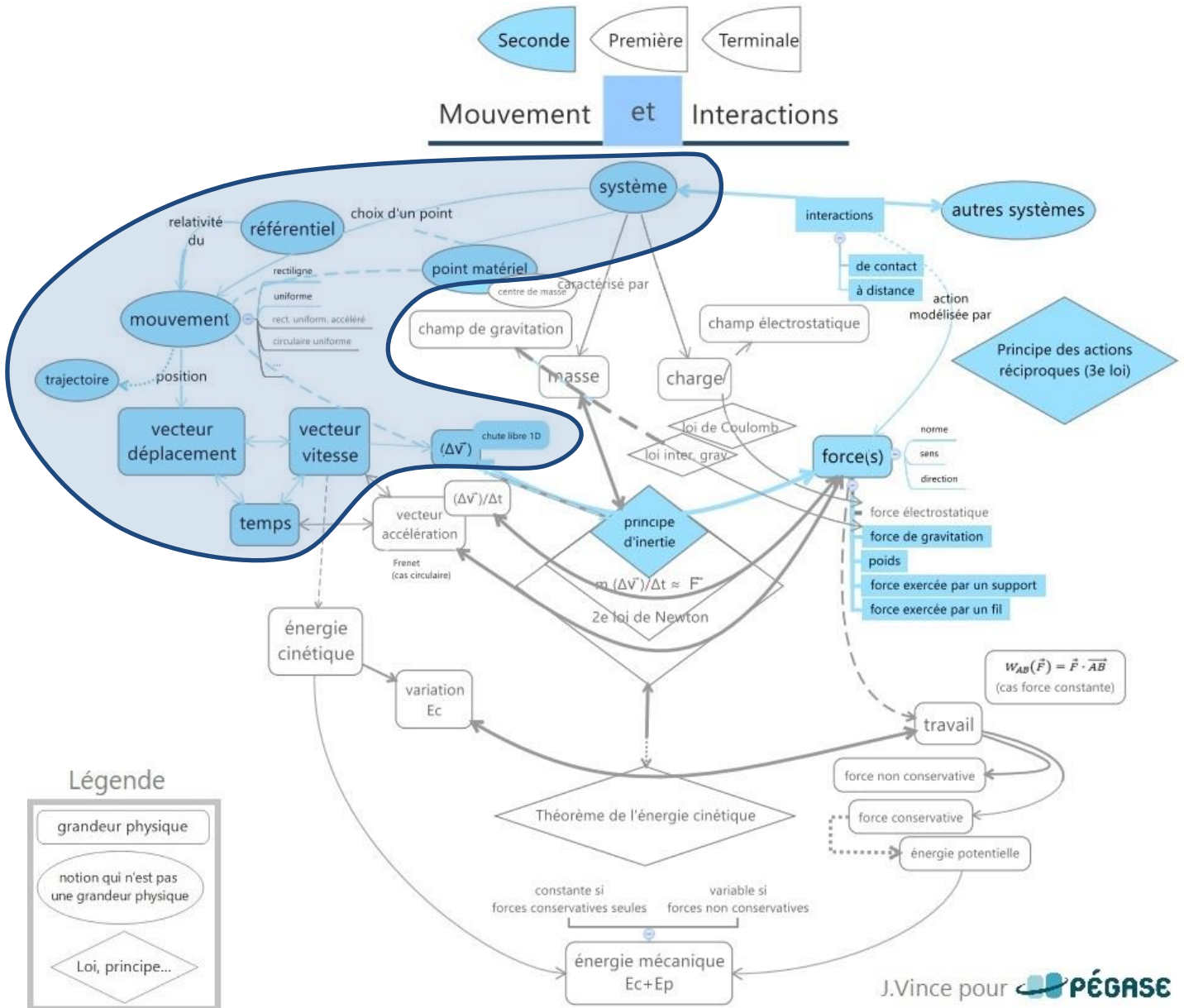
Document professeur

Préambule

- Partie de programme traitée

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
1. Décrire un mouvement	
Système. Échelles caractéristiques d'un système. Référentiel et relativité du mouvement. Description du mouvement d'un système par celui d'un point. Position. Trajectoire d'un point.	Identifier les échelles temporelles et spatiales pertinentes de description d'un mouvement. Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système. Expliquer, dans le cas de la translation, l'influence du choix du référentiel sur la description du mouvement d'un système. Décrire le mouvement d'un système par celui d'un point et caractériser cette modélisation en termes de perte d'informations. Caractériser différentes trajectoires. Capacité numérique : 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.
Vecteur déplacement d'un point. Vecteur vitesse moyenne d'un point. Vecteur vitesse d'un point. Mouvement rectiligne.	Définir le vecteur vitesse moyenne d'un point. Approcher le <u>vecteur</u> vitesse d'un point à l'aide du vecteur déplacement MM' , où M et M' sont les positions successives à des instants voisins séparés de Δt ; le représenter. Caractériser un mouvement rectiligne uniforme ou non uniforme. <i>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.</i> Capacité numérique : représenter des vecteurs vitesse d'un système modélisé par un point lors d'un mouvement à l'aide d'un langage de programmation. Capacités mathématiques : représenter des vecteurs. Utiliser des grandeurs algébriques.

- Positionnement du chapitre dans la carte conceptuelle de la séquence.



J.Vince pour PÉGASE

Activité 1 : Un point c'est tout

Informations perdues par la représentation d'un objet par un point

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

aucun

SAVOIRS VISÉS

- Chronophotographie
- Système
- Trajectoire

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

aucune

CAPACITÉS VISÉES

- Décrire** les informations perdues sur le mouvement d'un système lorsqu'on choisit de décrire le mouvement de l'un de ses points.
- Tracer** une trajectoire.

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE

20 min

RESSOURCES DISPONIBLES

Feuille de consignes
 Feuille *modèle* (à lire à la fin de l'activité)
 Expérience non disponible ou représentée
 Matériel (conseillé mais non obligatoire) : balle, roue de vélo ou plaques de bois/plastique (avec gommettes déplaçables) pour une éventuelle démonstration en classe.

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

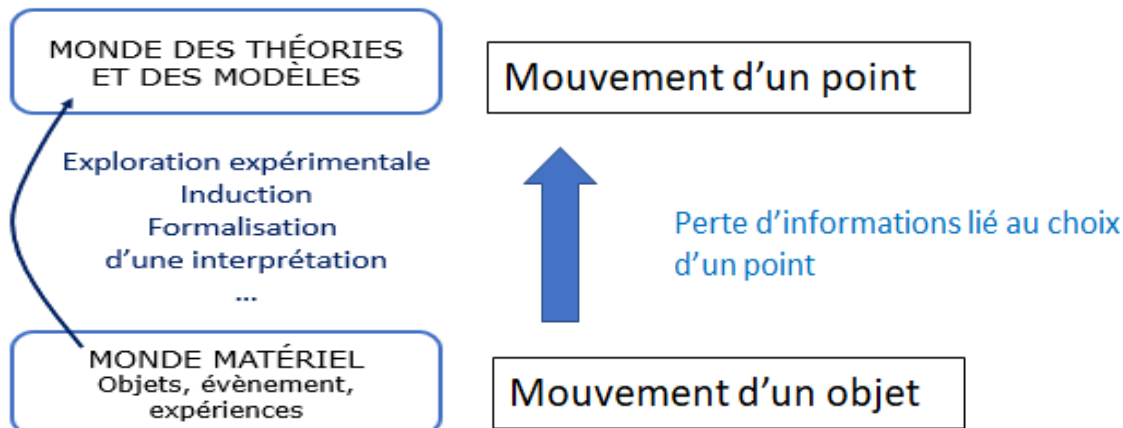
Il peut être utile de prévoir quelques objets permettant de réaliser les expériences (lancer de balle, roue qui avance) car certains élèves rencontrent des difficultés à se représenter par la pensée la situation même si elle est connue.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

Faire exploiter une expérience qualitative exploratoire

MODÉLISATION



LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Représentation figurative → Formulation écrite, représentation figurative

SAVOIRS EN JEU

Cette activité utilise une suite d'exemples pour faire prendre conscience de la perte d'informations entraînée par le choix d'un point pour décrire le mouvement d'un objet. Elle a pour but de montrer à l'élève que pour étudier le mouvement d'un objet, le physicien simplifie les choses en représentant cet objet par l'un de ses points. On veut, par cette démarche, faire réfléchir l'élève sur la façon de représenter un objet, tout en évitant qu'il croit qu'il y a toujours un choix possible. Dans certains cas, c'est la question posée qui dicte le choix (quand on assimile l'objet à un point matériel par exemple). Au lycée, ce choix n'est jamais à l'initiative de l'élève mais sera toujours imposé. L'élève doit cependant prendre conscience des conséquences de ce choix de modélisation. Le professeur aura intérêt à signaler également les avantages d'un tel choix : le mouvement à décrire est plus ou moins simple selon le point choisi, la perte d'informations étant généralement plus grande lorsque le mouvement est plus simple.

Le professeur corrige l'activité et évoque quelques informations – importantes ou non - perdues sur le mouvement de l'objet, par exemple, les "effets d'une balle de tennis". Il doit garder en tête que l'essentiel de l'activité est le choix du point qui a la trajectoire la plus représentative du mouvement de l'objet en fonction de ce que l'on souhaite étudier. Il s'agit donc, le plus souvent, de ne plus prendre en compte tous les mouvements de rotation autour du point. Par la suite, ces mouvements de rotation ne sont pas ignorés mais il est explicite qu'ils ne sont pas pris en compte. Cela évite de se limiter à des objets de petites dimensions ou à des objets en translation. Ainsi, le fait que la Lune tourne sur elle-même ne nous empêche pas d'étudier le mouvement de son centre.

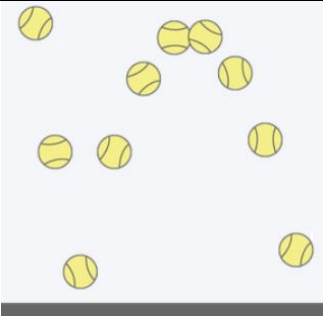
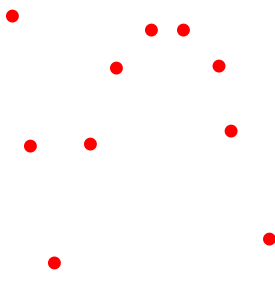


Ce choix préalable à toute étude de mouvement doit pouvoir être présenté aux élèves comme une étape essentielle de l'activité de modélisation.




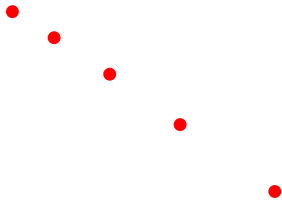
COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Cette activité peut ne pas être évidente à mener avec une classe peu réactive. Pour certains élèves, la demande d'informations perdues et le fait qu'on assume de perdre des informations sont des aspects déstabilisants de leur activité scolaire habituelle. Certains élèves ont du mal à comprendre les consignes pour les informations perdues et conservées. Nous avons donc fait le choix de leur donner les réponses au premier exemple.

Attention, certains élèves peuvent penser que l'objet est remplacé par le point choisi, ce qui conduirait à indiquer par exemple qu'il n'y a plus aucun frottement et que le mouvement serait lui-même modifié. Il faut bien faire comprendre que l'objet reste ce qu'il est dans le monde des objets et des événements mais que c'est dans le monde des modèles qu'on le décrit par un point : la situation n'est en rien modifiée par les choix de modélisation.

CORRIGÉ

Chronophotographie	Point choisi pour représenter le mouvement	Représentation des positions successives du point	
	Centre de la balle		<p>Informations conservées : <i>La position et déplacement de la balle.</i></p> <p>Informations perdues : <i>La couleur, la masse, la taille. Les "effets" de la balle, c'est à dire son mouvement de rotation autour de son centre.</i></p>
 <p>Roue qui roule</p>	Centre de la roue		<p>Informations conservées : La position et le déplacement de la roue</p>

			<p>Informations perdues : La couleur, la masse, la taille. Les mouvements des autres parties de la roue : valve, rayon. Le fait que la roue roule ou glisse sur le sol</p>
 <p>Lancer d'un javelot</p>	<p>Centre du javelot</p>		<p>Informations conservées : La position et le déplacement du javelot</p> <p>Informations perdues : La couleur, la masse, la taille, l'inclinaison, la rotation du javelot sur lui-même</p>
 <p>Luge</p>	<p>Point d'attache de la luge (au centre à l'avant)</p>		<p>Informations conservées : La position et le déplacement de la luge</p> <p>Informations perdues : La couleur, la masse, la taille.</p>

Activité 2 : Le constat d'accident

Trajectoire et représentation d'un objet

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- Trajectoire
- Système

SAVOIRS VISÉS

aucun

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Décrire** les informations perdues sur le mouvement d'un système lorsqu'on choisit de décrire le mouvement de l'un de ses points.
- Tracer** une trajectoire

CAPACITÉS VISÉES

aucune

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE

15 min

RESSOURCES DISPONIBLES

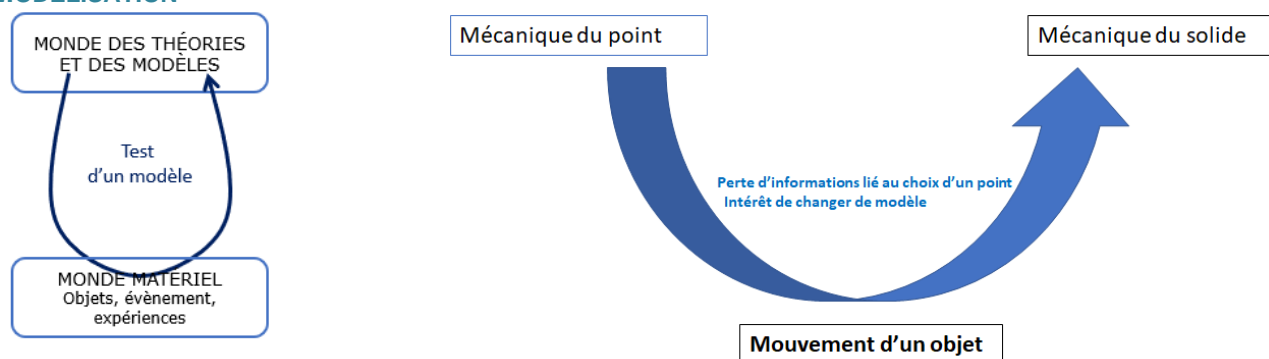
Feuille modèle
Feuille de consignes
Représentation graphique / schéma d'une situation

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

Faire exploiter une expérience qualitative exploratoire

MODÉLISATION



LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Représentation figurative → Formulation écrite

SAVOIRS EN JEU

Aucune capacité nouvelle ou aucun nouveau savoir ne sont visés pour cette activité qui s'apparente donc à un premier exercice de réinvestissement des savoirs construits dans l'activité précédente. Il s'agit ici d'insister sur le fait que même dans la vie courante nous faisons parfois des choix de modélisation : en fonction de la question posée, on n'adopte pas le même modèle.

Le professeur corrige en insistant sur le fait que représentation des voitures et des trajectoires dépend de la question que l'on se pose.

Aussi, certains élèves pensent que l'on n'a pas représenté la voiture avant le choc par un point mais par une courbe fléchée (par sa trajectoire).

C'est pourquoi on invite les élèves à représenter la voiture aux trois dates déterminées.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

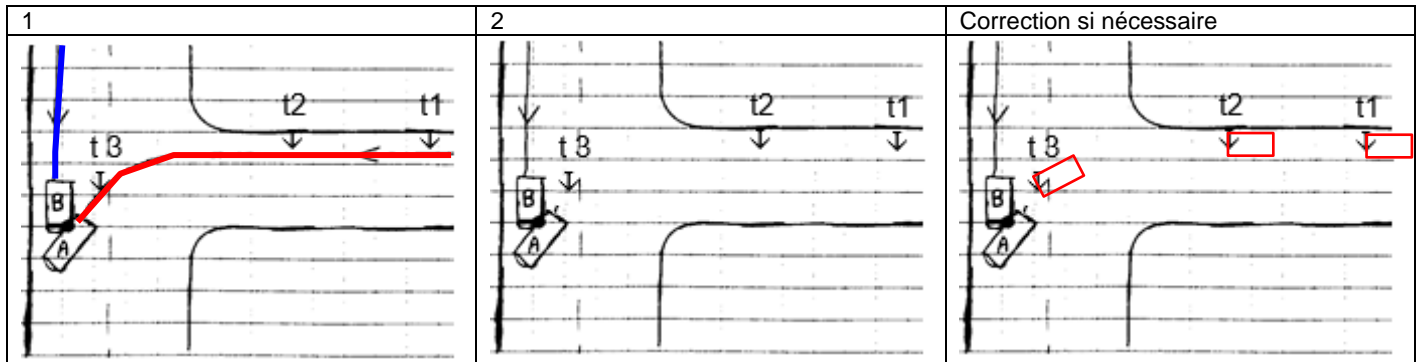
C'est une activité relativement simple pour la plupart des élèves à tel point que certains n'en voient pas trop l'utilité, le tracé de trajectoire leur paraissant évident.

Elle permet pourtant de vérifier la compréhension des élèves et de rendre accessible des notions complexes du modèle comme le point qui remplace le système et ainsi de "rassurer les élèves".

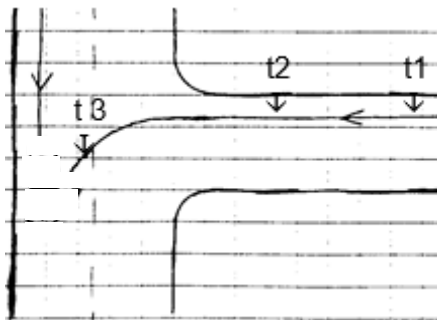
Pour certains élèves, il n'est pas évident d'interpréter dans les termes de la physique une situation de la vie de tous les jours. Ils ont de la peine à utiliser l'idée de deux modélisations différentes pour analyser le document du constat d'accident : la voiture modélisée par un point pour donner la trajectoire et par un rectangle pour situer l'impact du choc.

CORRIGÉ

1. et 3.



- 2. Pour représenter chaque voiture avant le choc, on peut par exemple choisir le milieu de son pare-chocs avant. C'est l'ensemble des positions occupées par ce point qui est représenté, c'est à dire sa trajectoire.
- 4. Au moment du choc, chaque voiture est représentée par un rectangle, car c'est l'endroit où s'est produit l'impact qui intéresse alors l'assureur. Sans changer de mode de représentation on aurait la figure suivante.



Activité 3 : Une question de point de vue...

Influence du choix du référentiel sur le mouvement d'un système

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- Mouvement circulaire, rectiligne, uniforme

SAVOIRS VISÉS

- Référentiel

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- **Tracer** une trajectoire

CAPACITÉS VISÉES

- **Décrire** un mouvement en utilisant des termes précis une fois le référentiel donné.
- **Choisir** un référentiel pour décrire un mouvement.

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE

15 min

RESSOURCES DISPONIBLES

Feuille de consignes

Expérience non disponible ou représentée

Les deux questions de la rubrique initiale « votre avis » visent à faire un diagnostic quant à la capacité des élèves à utiliser les termes de description des trajectoires. Avec ou sans boîtiers de vote, il peut être risqué de corriger avant la première situation d'étude car en l'absence de précision du référentiel, plusieurs réponses sont possibles. Par contre on pourra revenir sur les réponses en fin d'activité.

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

Il est possible de réaliser en classe une chronophotographie du mouvement : il suffit de filmer par exemple avec une application telle que *Motionshot* le mouvement d'un élève sur une trottinette. Cet enregistrement permet non seulement de motiver les élèves mais également de donner du sens à la chronophotographie puisqu'elle est alors réalisée sous leur yeux.

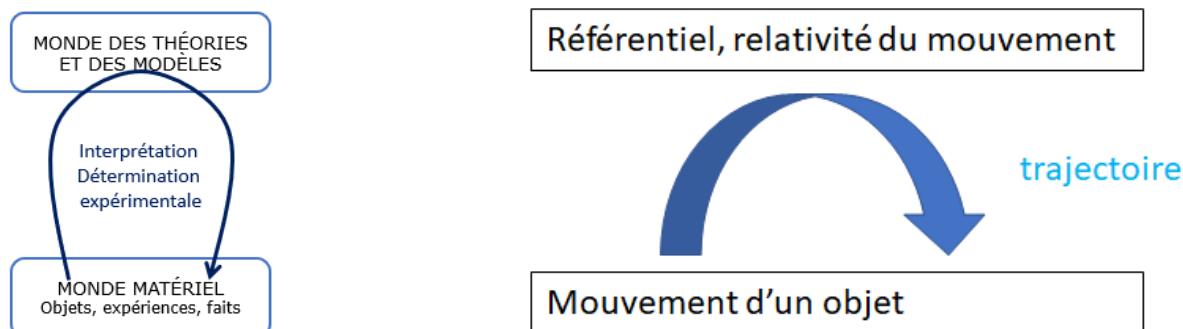
CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

Faire expliciter et prendre en compte des idées (initiales) quotidiennes

Utiliser un modèle sur une situation donnée non observée ou non observable

MODÉLISATION



REPRÉSENTATIONS UTILISÉES

Formulation écrite

Formulation écrite, utiliser un langage spécifique,

Représentation figurative

SAVOIRS EN JEU

Dans cette activité, il est important de ne rien préciser sur le référentiel. La notion de relativité du mouvement a été vue au collège et doit pouvoir émerger de ce questionnement.

La notion de référentiel est retravaillée dans cette activité pour faciliter la compréhension des élèves et la mise en place des activités suivantes.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

L'exemple de la mouche peut surprendre les élèves, « on ne regarde pas une mouche ».

S'attendre à des questions du type « la mouche est -elle à l'intérieur ou à l'extérieur ? ».

Une fois la situation clarifiée si nécessaire, deux attitudes se distinguent :

- une partie des élèves répond spontanément qu'elle est en mouvement rectiligne
- Une autre partie répond qu'on ne la voit pas bouger
- Une minorité répond : cela dépend

Il est intéressant de laisser d'abord réfléchir les élèves individuellement puis de les faire travailler par deux ou plus en fonction du type de réponse.

Prévoir des exercices ou d'autres exemples pour s'assurer de la compréhension des élèves.

Certains élèves rencontrent des difficultés à se représenter la scène. Il peut être utile de visionner une vidéo ou de réaliser une petite expérience dans la classe.

Des élèves ne parviennent pas à analyser le mouvement des clés dans le référentiel de la personne : leur faire réaliser un pointage à l'aide d'un logiciel ou utiliser un papier calque.

CORRIGÉ

1. On étudie le mouvement d'une valise transportée dans un train, le train se déplaçant en ligne droite.

La trajectoire du centre de la valise est :

- un point
- une droite
- un cercle
- rectiligne
- circulaire

2. On étudie le mouvement d'une voiture dans un manège qui tourne.

La trajectoire du point le plus en avant de la voiture est :

- un point
- une droite
- un cercle
- rectiligne
- circulaire

La réponse « un point » est acceptable dans les deux cas, en l'absence de référentiel. Cette réponse pourra faire l'objet de débat en fin d'activité.

Première situation d'étude

Une mouche est posée sur la vitre dans un TGV lancé à 300 km/h sur une ligne droite. Quel est le mouvement de cette mouche ?

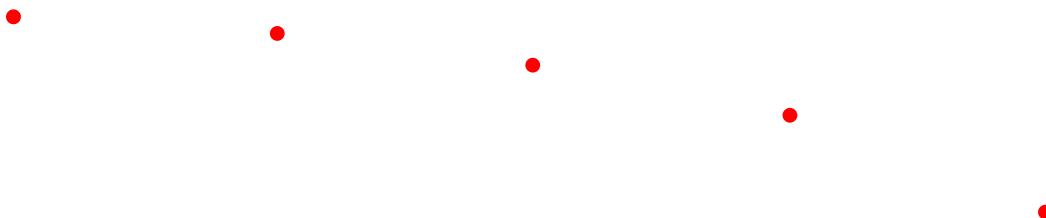
La mouche est immobile par rapport au TGV.

Le mouvement de la mouche est rectiligne (et uniforme) par rapport aux rails ou au sol.

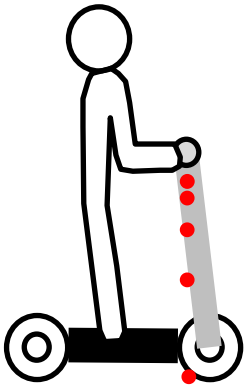
(on s'appuie ici fortement sur les connaissances vues au collège, rappelées dans le modèle).

Deuxième situation d'étude

1. Dans le référentiel Terre les clés ont un mouvement curviligne (parabolique non uniforme) :



2. Dans le référentiel « personne » les clés ont un mouvement rectiligne (non uniforme) :



Pour s'entraîner,

1. On a choisi le référentiel « Terre » pour décrire les mouvements étudiés dans l'activité 1.
2.
 - Dans le référentiel « tapis roulant » la valise est immobile.
 - Dans le référentiel « couloir » la valise a un mouvement rectiligne : sa trajectoire est une ligne droite (uniforme : la valeur de sa vitesse est constante).
3.
 - Dans le référentiel « vélo » le mouvement de la valve d'une des deux roues du vélo est circulaire.
 - Représentation de la trajectoire de la valve dans le référentiel « route » :



Activité 4 : Comment représenter la vitesse de la personne en trottinette ?

Représentation de la vitesse par un vecteur dans le cas d'un mouvement rectiligne

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- Chronophotographie
- Trajectoire
- Vitesse moyenne

SAVOIRS VISÉS

- Vecteur vitesse moyenne d'un point
- Norme direction et sens d'un vecteur
- Direction du vecteur vitesse.

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

aucune

CAPACITÉS VISÉES

- Exprimer** et **calculer** la vitesse moyenne entre deux positions
- Représenter** le vecteur vitesse moyenne entre deux positions en sachant utiliser une échelle

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE

15 min

RESSOURCES DISPONIBLES

Feuille de consignes
Chronophotographie

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

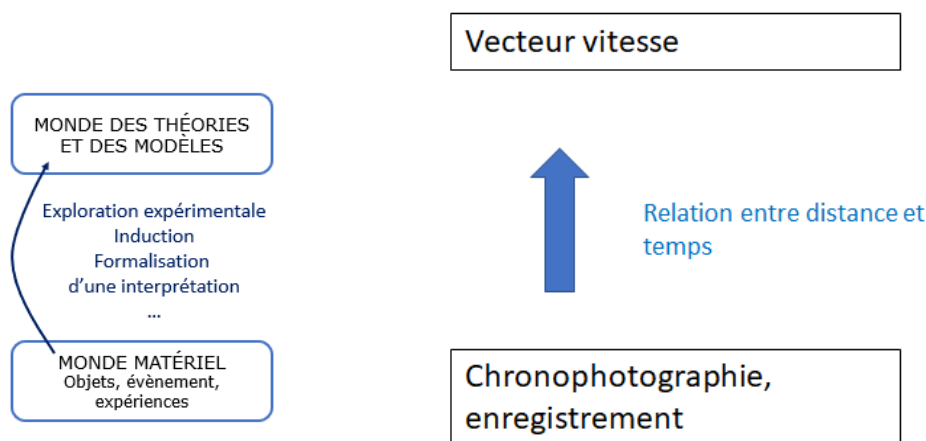
Penser à faire apporter la règle graduée
La calculatrice

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES

Faire réaliser une expérience quantitative

MODÉLISATION



REPRÉSENTATIONS UTILISÉES

Représentation figurative

Représentation de vecteurs,

Représentation spécifique (force)

Valeurs et relations formelles entre grandeurs scalaires

SAVOIRS EN JEU

Les élèves savent calculer une vitesse moyenne à partir de données : distance et durée du parcours. Ici, un premier objectif est d'analyser l'enregistrement pour déduire la distance totale et la durée du parcours. Puis de confronter la notion de vitesse moyenne à la vitesse en un point dans le cas particulier du mouvement rectiligne uniforme.

Le deuxième objectif est de faire représenter le vecteur vitesse moyenne sans avoir recours au modèle : l'élève doit identifier les caractéristiques nécessaires à une représentation cohérente, toute proposition peut être discutée afin d'amener l'élève à comprendre les manques éventuels de sa proposition, l'amener au modèle du vecteur vitesse moyenne.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Pas de difficulté particulière mises à part des erreurs dans l'évaluation de la durée du parcours. Il faut garder à l'esprit que la méthode de calcul est plus importante que le résultat. Veiller au bon décompte du nombre d'intervalles de temps au regard de la distance.

Le tracé du vecteur vitesse est par contre plus difficile, on peut reprendre avec certains élèves la notion de vecteur en mathématiques mais on peut aussi laisser les élèves faire leur représentation et les faire corriger à l'activité suivante.

CORRIGÉ

1. Quelle relation permet de calculer une vitesse ?

$v = d \times \Delta t$

$v = \frac{d}{\Delta t}$

$v = \frac{\Delta t}{d}$

$v = d + \Delta t$

2. La vitesse moyenne du point entre les deux positions M_1 et M_2 est égale à :

la distance M_1M_2 multipliée par la durée Δt mise par le point pour aller de M_1 à M_2 : $v_{1-2} = M_1M_2 \times \Delta t$

la durée Δt mise par le point pour aller de M_1 à M_2 divisée par la distance M_1M_2 : $v_{1-2} = \frac{\Delta t}{M_1M_2}$.

la distance M_1M_2 divisée par la durée Δt mise par le point pour aller de M_1 à M_2 : $v_{1-2} = \frac{M_1M_2}{\Delta t}$.

3. Pour définir totalement la vitesse en un point, on doit donner :

Son sens

Sa valeur

Sa direction

Sa norme

Son mouvement

Sa longueur

Sa rapidité

Son nom

On peut revenir dessus à la fin de l'activité pour cocher d'autres cases relatives au vecteur vitesse.

1. Calcul de la vitesse moyenne de la personne sur l'ensemble du mouvement sachant que tout au long du mouvement étudié la distance parcourue est $d = 40$ cm pour une durée $\Delta t = 0,10$ s.

$$v_{moyenne} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{40}{0,10} = 4,0 \times 10^2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1} = 4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. Tout au long du mouvement étudié, la distance parcourue par la personne entre deux positions successives est toujours la même (d) pour des intervalles de temps égaux (Δt), on peut donc en déduire que la vitesse moyenne de la personne est constante (mouvement uniforme) et que c'est ainsi la vitesse de la personne à chaque instant.

Activité 5 : Comment représenter la vitesse dans le cas d'un saut en surf ?

Représentation de la vitesse par un vecteur dans le cas d'un mouvement non rectiligne

LIEN AVEC LA FICHE CCM

SAVOIRS RETRAVAILLÉS

Chronophotographie
Trajectoire
Vitesse moyenne
Vecteur vitesse (norme, direction, sens et norme)

SAVOIRS VISÉS

Vecteur vitesse
Vecteur déplacement

CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

Exprimer et **calculer** la vitesse moyenne entre deux positions

CAPACITÉS VISÉES

Représenter le vecteur déplacement lors du mouvement d'un point

Exprimer et **calculer** la vitesse moyenne entre deux positions

Représenter le vecteur vitesse moyenne entre deux positions en sachant utiliser une échelle

Représenter le vecteur vitesse en une position donnée par approximation avec un vecteur vitesse moyenne, en sachant estimer la qualité de l'approximation ...

CÔTÉ PRATIQUE

DURÉE

45 min

RESSOURCES DISPONIBLES

Feuille modèle
Feuille de consignes
Expérience décrite non disponible

REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

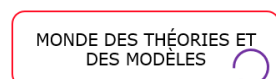
CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

Au regard du programme de seconde, cette activité peut être supprimée ou aménagée. Elle est plutôt à réserver à des classes jugées de plutôt bon niveau (ou avec une proportion relativement importante d'élèves envisageant de suivre l'enseignement de spécialité en première).

ACTIONS DIDACTIQUES

Faire réaliser une expérience quantitative (avec prise de mesures)
Utiliser le modèle pour interpréter quantitativement une Expérience

MODÉLISATION



Vecteur vitesse
moyen



Vecteur vitesse
approché en un
point

LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Représentation figurative → représentation de vecteurs, Valeurs et relations formelles entre grandeur.

SAVOIRS EN JEU

L'enjeu est de faire prendre conscience que le vecteur est un outil mathématique adapté pour décrire la vitesse d'un point pas seulement comme dans la vie de tous les jours grâce à sa valeur mais aussi pour donner sens et direction du mouvement. Ceci permet de mettre en évidence que le vecteur vitesse modélise les différentes variations qui peuvent avoir lieu lors du mouvement (direction, sens, valeur de vitesse) et permet ainsi de décrire assez précisément le mouvement, tout en préparant la mise en relation avec les forces.

L'enjeu est également de faire comprendre que le vecteur vitesse d'un point sera d'autant mieux approché par le vecteur vitesse moyenne approchée que l'on réduit l'intervalle de temps.

Le lien entre vecteur vitesse et déplacement est ici assumé. Il convient aussi d'assumer que les vecteurs vitesse tracés ne sont pas tangents à la trajectoire (ce sont des vitesses moyennes, donc aucune raison qu'ils soient tangents). Pour plus d'information concernant l'approximation faite en seconde et la construction du vecteur vitesse sur les trois années du lycée on pourra [se reporter à cette vidéo](#).

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Le tracé des vecteurs nécessite du soin et de la méthode et une compréhension importante du modèle. Il peut être nécessaire pour certains de faire un tracé avec eux car le passage de la lecture du modèle à la réalisation est difficile. On peut aussi faire intervenir des élèves qui ont compris la méthode : le travail en groupe peut s'avérer là encore très fructueux.

Une part importante d'élèves peut confondre le vecteur déplacement et le vecteur vitesse : cette confusion peut être entretenue par le fait qu'on représente de la même façon ces deux concepts. On pourra choisir une couleur pour les vecteurs vitesse et une autre couleur pour les vecteurs déplacement.

Si on veut laisser travailler les élèves en autonomie, leur laisser faire leurs propres propositions, même incorrectes. On peut alors prévoir un deuxième exemplaire de l'enregistrement. Les élèves doivent toujours pouvoir garder trace de leurs erreurs initiales.

CORRIGÉ

1. Au cours du mouvement, la vitesse du centre de gravité diminue entre les positions 1 à 8 puis augmente entre les positions 8 à 15 car respectivement, sur la chronophotographie, les distances entre deux positions successives du centre de gravité diminuent puis augmentent pour des intervalles de temps Δt égaux.

2.

- a. Calcul de la vitesse moyenne entre la position 4 et la position 5, définie par : $v_{4-5} = \frac{M_4M_5}{\Delta t_{4-5}}$

On mesure sur le document : $M_4M_5 = 1,1$ cm pour une durée de déplacement $\Delta t_{4-5} = \Delta t = 125$ ms = 0,125 s

Prise en compte de l'échelle :

	Distance sur la chronophotographie	Distance réelle
Echelle	1 cm	1 m
M_4M_5	1,1 cm	1,1 m

$$v_{4-5} = \frac{1,1}{0,125} = 8,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

- b. De la même façon :

Calcul de la vitesse moyenne entre la position 10 et la position 14, définie par : $v_{10-14} = \frac{M_{10}M_{14}}{\Delta t_{10-14}}$

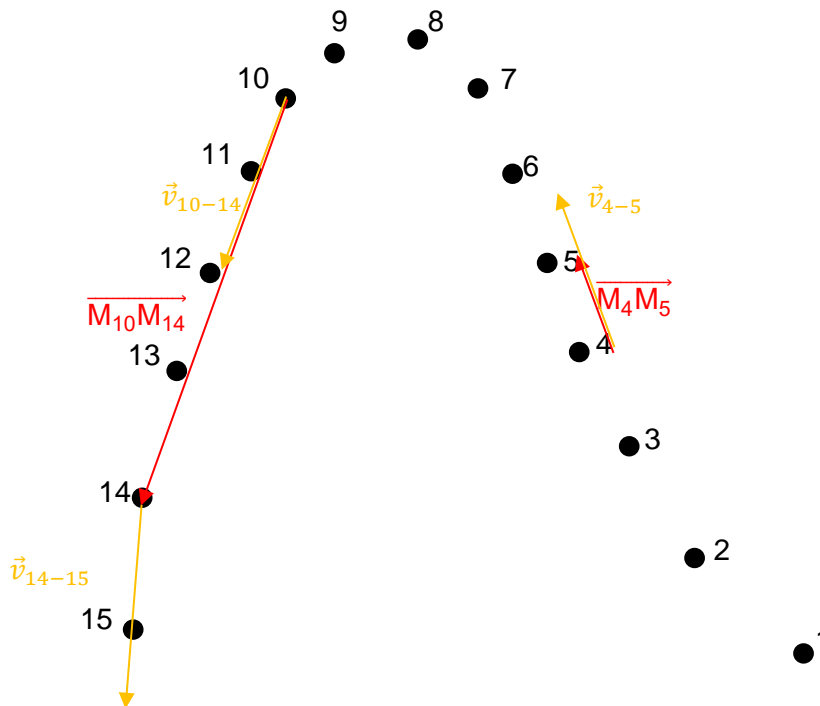
On mesure sur le document : $M_{10}M_{14} = 5,3$ cm pour une durée de déplacement entre les positions M_{10} et M_{14} correspondant à $\Delta t_{10-14} = 4 \times \Delta t = 4 \times 125$ ms = 500 ms = 0,500 s

Prise en compte de l'échelle :

	Distance sur la chronophotographie	Distance réelle
Echelle	1 cm	1 m
$M_{10}M_{14}$	5,3 cm	5,3 m

$$v_{10-14} = \frac{5,3}{0,500} = 11 \text{ m.s}^{-1}.$$

3. Après lecture du paragraphe 4 du modèle. On peut tracer les vecteurs déplacement $\overrightarrow{M_4M_5}$ et $\overrightarrow{M_{10}M_{14}}$.



4. Après lecture du *paragraphe 5 du modèle* on peut tracer le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_{4-5} après avoir déterminé la longueur du vecteur à tracer à l'aide de l'échelle suivante : 1 cm pour 5 m/s.

	Valeur de la vitesse	Longueur du vecteur vitesse à tracer
Echelle	5 m.s ⁻¹	1 cm
v_{4-5}	8,8 m.s ⁻¹	8,8/5= 1,8 cm

Le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_{4-5} sera donc un vecteur de 1,8 cm de long partant du point M_4 et ayant le même sens et la même direction que le vecteur déplacement $\overrightarrow{M_4M_5}$.

5. De la même façon pour le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_{10-14} en utilisant la même échelle :

	Valeur de la vitesse	Longueur du vecteur vitesse à tracer
Echelle	5 m.s ⁻¹	1 cm
v_{10-14}	11 m.s ⁻¹	11/5= 2,1 cm

Le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_{10-14} sera donc un vecteur de 2,1 cm de long partant du point M_{10} et ayant le même sens et la même direction que le vecteur déplacement $\overrightarrow{M_{10}M_{14}}$.

6. Réponse de l'élève.
 7. L'affirmation la plus valable est la 1^{ère}. En effet d'après le paragraphe 6 du modèle pour « considérer que le vecteur vitesse du point à la position M_1 [soit] approximativement le vecteur vitesse moyenne entre M_1 et M_2 il faut que la durée Δt mise pour aller de M_1 à M_2 [soit] suffisamment petite ». Or la durée du déplacement entre les positions 4 et 5 (Δt_{4-5}) est 4 fois plus courte que celle entre les positions 10 et 14 (Δt_{10-14}). Donc c'est bien dans le cadre de la première affirmation que l'approximation de la vitesse moyenne à la vitesse dans une position est la plus valable.

8. Tracé du vecteur vitesse approximatif du centre de gravité en fin de saut dans la position 14 :

- Calcul de la vitesse moyenne entre la position 14 et la position 15, définie par : $v_{14-15} = \frac{M_{14}M_{15}}{\Delta t_{14-15}}$

On mesure sur le document : $M_{14}M_{15} = 1,6$ cm pour une durée de déplacement entre les position M_{14} et M_{15} correspondant à $\Delta t_{14-15} = \Delta t = 125$ ms = 500 ms = 0,500 s

Prise en compte de l'échelle :

	Distance sur la chronophotographie	Distance réelle
Echelle	1 cm	1 m
$M_{14}M_{15}$	1,6 cm	1,6 m

$$v_{14-15} = \frac{1,6}{0,125} = 13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

- Longueur du vecteur vitesse :

	Valeur de la vitesse	Longueur du vecteur vitesse à tracer
Echelle	5 m.s ⁻¹	1 cm
v_{14-15}	13 m.s ⁻¹	13/5 = 2,6 cm

- Le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_{14-15} sera donc un vecteur de 2,6 cm de long partant du point M_{14} et ayant le même sens et la même direction que le vecteur déplacement $\overrightarrow{M_{14}M_{15}}$.