# Partie 1

# Mouvement et forces

## A. Mouvements

Activité A1 - Relativité du mouvement

Activité A1 – Voyage à bord d’un TGV

Compétence travaillée : Choisir un référentiel d’étude \*.

*Une maman et son fils sont assis chacun sur leur siège, à bord d’un TGV lancé entre Paris et Lyon à pleine vitesse (*$300 km/h$ *environ). Ils discutent tous les deux, voici un extrait de leur dialogue :*

*« Maman j’en ai marre je rester sans bouger !*

* *Mais tu bouges mon petit ! Très vite, même, grâce au TGV !*
* *N’importe quoi, je suis assis depuis une heure…*
* *Tu as tort : regarde par la fenêtre, tu vas voir qu’on avance, et vite !*
* *Mais non maman, c’est le paysage qui recule… »*
1. Peut-on donner raison à l’un des deux protagonistes de cette conversation ? Pourquoi ?
2. La maman accepte de rejoindre la voiture bar, située à l’arrière du train. Tous deux marchent à une vitesse d’environ $5 km/h$. Que vaut leur vitesse par rapport au sol terrestre ?
3. En utilisant les réponses précédentes et vos connaissances, indiquer, parmi les grandeurs ci-dessous, celles qui dépendent du référentiel d’étude :
* la position
* la vitesse
* la durée
* la masse

Corrigé

1. On ne peut donner raison à aucun des deux protagonistes : si le référentiel d’étude est le référentiel terrestre, c’est la maman qui a raison, si le référentiel d’étude est le train, c’est le fils qui a raison.
2. Les 2 personnes marchent vers l’arrière du train, donc par rapport au sol terrestre, leur vitesse est de 300 – 5 = 295 km/h.
3. La position et la vitesse. Commentaire : les élèves apprendront bientôt que la durée aussi … dans la partie sur la relativité.

Activité A2 – Vecteur vitesse

Activité A2 – Etude de différents objets en mouvement

Compétence travaillée : Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse \*\*\*.

Cette compétence ne figure pas explicitement au B.O. mais permet de construire la compétence : définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération \*\*\*.

1. Pour chacun des schémas ci-dessous, indiquer si on peut prévoir la trajectoire future du centre du ballon. Si non, indiquer les informations manquantes qui permettraient de le faire.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 |  | 3 | 4 |

B- Au cours d’une séance d’essai avant une course de Formule 1, des ingénieurs mesurent la position de leur voiture à différents instants. Pour cela, ils équipent le bolide d’un appareil de positionnement GPS qui permet de connaître à des instants précis les coordonnées du point ou se trouve le GPS. Le logiciel de traitement de données associé au GPS permet d'obtenir les deux documents suivants :

* Le document 1 (en fin de fichier) indique l'enregistrement du compteur de vitesse de la voiture. L'origine des dates est prise au passage par le point numéro 1, d'où t1 = 0 s.
* Le document 2 représente certaines positions du GPS à l'échelle 1/300e. Il servira pour le calcul de vitesse. L’intervalle de temps entre 2 positions successives est  = 0,10 s. On note M6, M22 et M26, les positions de la voiture aux instants t6, t22 et t26.
1. Quelle est la valeur de la vitesse instantanée de la voiture lors de son passage à la position M6 ? M22 ? M26 ?
2. A l’aide du document 2, retrouver par un calcul lavaleur de la vitesse instantanée de la voiture lors de son passage à la position M22 puis à la position M26.
3. **En vous aidant du modèle de terminale S**, tracer les vecteurs vitesse aux positions M22 et M26 du doc 2. Échelle : 1 cm pour 20 m/s.
4. Quelle sera la trajectoire de la voiture si celle-ci dérape à la position M26 sur une plaque de verglas ?

Informations

Depuis la mise en place des nouveaux programmes, les élèves font beaucoup moins de mécanique en seconde et en première qu’auparavant. En particulier, ils ne connaissent pas la représentation vectorielle de la vitesse. En maths, les vecteurs ont été introduits en seconde et revus en 1S, puis en TS. Mais ils sont représentés par leurs coordonnées, alors qu’en physique, on les représente soit par leur direction, sens et valeur (force, vecteur accélération, vecteur vitesse), soit par leurs coordonnées (équations horaires des coordonnées des vecteurs vitesse et accélération). A ce stade, les élèves ne connaissent la vitesse que sous sa forme scalaire.

Corrigé

A. Schéma 4 : oui

Schéma 3 : manque la trajectoire et le sens de parcourt.

Schéma 2 : manque le sens de parcourt et la vitesse.

Schéma 1 : manque la trajectoire, le sens de parcourt et la vitesse.

B. 1. A l’aide du document 1, on trouve :

* v6 = 45 m.s–1 ;
* v22 = 64 m.s–1 ;
* v6 = 40 m.s–1.

2. v22 = M21M23 / 2 = 4,3.10–2 x 300 / 0,20 = 64 m.s–1.

v26 = M25M27 / 2 = 2,7.10–2 x 300 / 0,20 = 40 m.s–1.

1. Pour tracer le vecteur vitesse en M22, on commence par tracer la tangente de la trajectoire en ce point. Pour cela :
* on trace la droite (M21M23)
* on trace la parallèle à (M21M23) passant par M22. Cette droite est proche de la tangente à la courbe en M22

Ensuite, on trace le vecteur vitesse  sur la tangente à partir de M22 en tenant compte de l’échelle des vitesses et dans le même sens que le sens du parcourt ; ici le vecteur mesure 64/20 = 3,2 cm de long.

Pour  : même démarche … on obtient un vecteur de longueur 2,0 cm.

4. Si la voiture dérape sur une plaque de verglas en M26, elle poursuivra son trajet tout droit, selon la direction du vecteur vitesse en ce point.

**Exercice d’application à la mécanique des fluides (à faire à la maison)**

Le document ci-dessous représente le résultat d'une simulation à l'ordinateur d'écoulement d'un fluide dans une conduite. Les flèches représentent les vecteurs vitesses instantanées des différentes portions du liquide.



1. A partir des vecteurs vitesses, décrire l'écoulement de ce fluide dans la conduite.

2. Quel est l’intérêt du tracé du vecteur vitesse, par rapport à la seule donnée de la valeur de la vitesse ?

Corrigé

1. L’écoulement est uniforme avant et après le changement de diamètre de la conduite : même vecteur vitesse en chaque point du fluide. Il est plus rapide dans la partie étroite de la conduite, car les vecteurs vitesses sont plus grands. L’écoulement n’est pas uniforme dans la partie de la conduite dont le diamètre varie : la direction des vecteurs vitesses varie.
2. L’intérêt du tracé du vecteur vitesse par rapport à la seule donnée de la valeur de la vitesse est d’avoir aussi des informations sur le direction du mouvement et le sens de parcourt.

**Activité A3** – Signification de l’accélération en physique

Activité A3 - Véhicule dans différentes situations

Compétence travaillée : Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération \*\*\*.

1. A votre avis, y a-t-il accélération dans les cas suivants ? Pour chaque cas, la route est rectiligne.

1. Véhicule à vitesse constante dans une descente.
2. Véhicule à vitesse constante sur le plat.
3. Véhicule à vitesse constante en montée.
4. Véhicule quittant le plat pour commencer une montée, le tout à vitesse constante.
5. Véhicule qui freine sur une route.
6. Véhicule qui percute un mur.

*Introduire ici la définition de l’accélération en phsyique*

2. Dans les cas suivants, l’un des deux véhicules a-t-il une accélération moyenne de valeur plus grande que celle de l’autre ? Entourer la bonne réponse et si oui, préciser le véhicule dont la valeur de l’accélération est la plus grande. Si non précisez pourquoi.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Véhicule 1** | **Véhicule 2** | **Réponse** |
| 1 | accélération de 80 à 120 km/h en 10 s en descente | accélération de 80 à 120 km/h en 10 s en montée |  non oui (1 ou 2) Pas de réponse possible |
| 2 | accélération de 0 à 120 km/h | accélération de 0 à 180 km/h | non oui (1 ou 2) Pas de réponse possible |
| 3 | vitesse de 90 km/h pendant 10 s | vitesse de 110 km/h pendant 20 s | non oui (1 ou 2) Pas de réponse possible |
| 4 | accélération de 80 à 120 km/h en 10 s | accélération de 80 à 120 km/h en 12 s | non oui (1 ou 2) Pas de réponse possible |
| 5 | accélération de 80 à 120 km/h en 10 s | accélération de 80 à 110 km/h en 10 s | non oui (1 ou 2) Pas de réponse possible |
| 6 | accélération de 30 à 40 km/h en 2 s | accélération de 120 à 130 km/h en 3 s | non oui (1 ou 2) Pas de réponse possible |

**Lire le paragraphe II. (accélération moyenne) du modèle et vérifier que vos réponses sont en accord avec lui.**

Information sur le savoir

Dans cette activité, on se démarque du programme officiel qui préconise de donner directement la définition physique de l’accélération, après celle de la vitesse.

En physique, la grandeur accélération est la dérivée par rapport au temps du vecteur vitesse. Le sens attaché à cette définition est que le vecteur accélération indique comment le vecteur vitesse varie.

Dans la vie quotidienne, le terme accélération sous-entend généralement « augmentation de la valeur de la vitesse » (sens 1) ou bien « action sur la pédale de l’accélérateur » (sens 2), même si la vitesse du véhicule ne varie pas. Il peut ainsi arriver que l’on dise « accélère si tu veux garder ta vitesse » lorsque un véhicule aborde une montée.

Dans le cas par exemple d’un objet mobile qui ralenti, on parle dans la vie quotidienne de « décélération » plutôt que d’accélération, même « négative ». Dans le cas d’un objet en mouvement circulaire uniforme, on ne parle pas d’accélération pour dire que le vecteur vitesse change de direction ; on dit simplement que le corps tourne ou qu’il change de direction.

Pour éviter les confusions entre les différents sens du mot accélération, il faut d’abord faire prendre conscience à l’élève des 2 sens possibles et parfois contradictoires dans la vie quotidienne. Ensuite seulement, on peut lui donner la définition en physique et lui fournir des situations lui permettant de donner tout son sens à cette définition : de « augmentation de la valeur de la vitesse » on doit passer à « variation du vecteur vitesse » et cela veut dire faire admettre qu’en physique, il y a « accélération » même si la valeur de la vitesse diminue ou si elle est constante, et que la direction du mouvement varie.

Il faut aussi prévenir l’élève que spontanément, il aura tendance à utiliser le mot accélération avec le sens de la vie quotidienne, qu’il pratique depuis de long années … et non avec la définition de physique, compliquée et nouvellement apprise ce qui lui vaudra des réponses fausses à certaines questions, non pas parce qu’il n’a pas compris ce qui a été vu en physique mais parce qu’il n’y recourt pas forcément (exemple : dire que l’accélération est nulle dans le cas d’un mouvement circulaire uniforme).

Préparation de la séance

L’un des buts de la première partie de cette activité est de faire prendre conscience aux élèves des deux sens usuels du mot accélération dans la vie quotidienne. Il faut donc impérativement donner l’énoncé aux élèves sans leur fournir de définition de l’accélération en physique.

Ce n’est que lorsque la discussion sur le sens du mot accélération dans la vie quotidienne a eu lieu, qu’on leur donne la définition en physique et qu’on leur demande de l’appliquer sur les situations qui viennent d’être vues dans cette première partie.

Puis, ensuite les élèves répondent à la deuxième partie de l’activité, en appliquant la définition de physique donc « avec leur casquette de physicien ».

Comportement des élèves

Les élèves doivent donner leur avis et selon qu’ils utilisent le sens 1 (accélération = augmentation de la vitesse) ou le sens 2 (accélération = action d’appuyer sur l’accélérateur) du mot dans la vie quotidienne, ils ne répondent pas la même chose à toutes les questions. Cela provoque en général de grandes discussions entre eux, ce qui permet d’atteindre le but de cette première partie : leur faire prendre conscience des deux sens usuels dans la vie quotidienne.

Lorsqu’on leur donne ensuite la définition en physique, les élèves ont du mal à l’appliquer et il fait les aider puisque c’est une première approche. On peut, par exemple, construire la troisième colonne du tableau avec eux.

En général, ils sont édifiés à la fin de l’activité lorsqu’ils visualisent grâce au tableau qu’il y a différentes réponses possibles pour la même situation selon la définition utilisée pour répondre.

Corrigé (réponses pour le physicien)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Vie quotidienne | Physique |
| Situation | Sens 1 | Sens 2 |
| 1. Véhicule à vitesse constante dans une descente. | non | non | non |
| 2. Véhicule à vitesse constante sur le plat. | non | oui | non |
| 3. Véhicule à vitesse constante en montée. | non | oui | non |
| 4. Véhicule quittant le plat pour commencer une montée, le tout à vitesse constante. | non | oui | oui |
| 5. Véhicule qui freine sur une route. | non | non | oui |
| 6. Véhicule qui percute un mur. | non | On ne peut pas répondre | oui |

2.

1. Non car la valeur de l’accélération est identique

2. On ne peut pas conclure, il manque la durée.

3. Non, car la valeur de l’accélération est nulle (la valeur de la vitesse est constante)

4. Véhicule 1

5. Véhicule 1

6. Véhicule 1

**Activité A4** – Construction d’un vecteur accélération

Activité A4 - Etude de différents mouvements d’un objet à partir d’enregistrements

Compétence travaillée : Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération \*\*\*.

**1. Mouvement rectiligne**

Sur le document ci-dessous figurent les points notés de A à H correspondant à huit positions successives occupées par le centre d'inertie d'un véhicule à intervalles de temps constants. Le véhicule accélère puis ralentit.



On considère qu’entre A et C puis entre F et H, le mouvement est uniformément varié (accélération constante).

Représentation de l’accélération au point B

Le véhicule passe d’une vitesse égale à 90 km/h au point A à 135 km/h au point C, en 10 s.

a. Représenter le vecteur vitesse au point A puis au point C en utilisant l’échelle de représentation de la vitesse (voir encadré).

b. En assimilant le vecteur accélération au point B au vecteur accélération moyenne entre les points A et C, déterminer les caractéristiques de (direction, sens et valeur).

c. Représenter en utilisant l’échelle de représentation des vecteurs accélération (voir encadré).

Représentation de l’accélération au point G

d. Le véhicule passe d’une vitesse égale à 135 km/h au point F à 90 km/h au point H, en 10s. Effectuer le même travail que pour le point B en représentant le vecteur vitesse au point F et au point H puis le vecteur .

e. Les 2 vecteurs et n’ont pas le même sens. Indiquer ce que cela se traduit au niveau du mouvement.



**Échelles de représentation**

On représentera les vecteurs vitesses à l’échelle 1 cm pour 20 m.s– 1 etles vecteurs accélérations à l’échelle 1cm pour 0.5 m.s– 2.

**2. Véhicule roulant à vitesse constante et changeant de direction**

Un véhicule roule sur une route horizontale et rectiligne à vitesse constante. Tout en conservant une vitesse de valeur constante le véhicule s’engage alors dans une descente rectiligne et de pente constante.

A

B

C

D

a. On considère que le mouvement du véhicule peut être décomposé en trois phases : de A à B, de B à C et de C à D. Indiquer pour chaque phase si le mouvement du véhicule est accéléré ou non. Justifier qualitativement votre réponse en vous référant au II. du modèle de la mécanique.

b. Compléter le modèle : « propriété à compléter ».

**3. Mouvement circulaire uniforme**

Le document ci-dessous représente (vue de dessus) les positions successives du centre d’un objet accroché à un fil à intervalle de temps régulier (intervalle de temps entre deux positions : 60 ms). Ces positions ont été obtenues grâce à un logiciel de simulation qui permet de simuler un mouvement sans frottement. On considère que l’échelle des distances est 1:1.

a. Quelle propriété du vecteur vitesse nous permet de dire que le système a une accélération non nulle dans cette situation ?

b. Déterminer les caractéristiques et tracer le vecteur vitesse  de l’objet à la position 4.

c. Même question pour .

d. A partir de la position 5, construire le vecteur "variation de vitesse" .

Déterminer graphiquement la norme de .

e. En déduire la norme du vecteur accélération  et tracer ce vecteur.

f. En raisonnant qualitativement, tracer le vecteur accélération à la position 7.

L’étude théorique du mouvement circulaire uniforme montre que la relation entre la valeur de l’accélération de l’objet et le rayon R de sa trajectoire  s’écrit : .

Vérifier la compatibilité de cette relation avec les résultats précédents.

**Échelles de représentation** :

Distances : 1 cm pour 1 cm.

Vecteurs vitesses : 1 cm pour 0,20 m.s– 1.

Vecteurs accélérations : 1 cm pour 1 m.s– 2

Préparation de la séance

Pour mouvement circulaire uniforme (3ème partie de l’activité), il est conseillé de faire l’expérience en classe avec une petite voiture (électrique ou à ressort) accrochée à un fil, non tendu au départ ; les élèves ont en effet du mal à imaginer un mouvement correspondant à l’enregistrement fourni.

Corrigé

1. Mouvement rectiligne

Accélération au point B

a. vA = 90 km/h = m/s → on trace un vecteur de 1,3 cm de long pour

vC = 135 km/h = m/s → on trace un vecteur de 1,9 cm de long pour

b.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Direction : droite AHSens : de B vers CValeur : m.s– 2 → (c.) on trace un vecteur de 2,6 cm de long  |

Accélération au point G

d. vF = vC et vH = vA

|  |  |
| --- | --- |
|  | Direction : droite AHSens : de G vers FValeur : m.s– 2 → (c.) on trace un vecteur de 2,6 cm de long dans l’autre sens  |

e. En B : le véhicule est en train d’accélérer au sens courant du mot → la valeur de sa vitesse augmente → le vecteur accélération est dans le même sens que le mouvement.

En G : le véhicule est en train de décélérer → la valeur de sa vitesse diminue → le vecteur accélération est dans le sens inverse du mouvement.

2. Véhicule roulant à vitesse constante et changeant de direction

a. De A à B et de C à D : pas d’accélération car vecteur vitesse constant. De B à C : le mouvement est accéléré car le vecteur vitesse varie (sa direction varie lors du changement de pente).

b. Un point a une accélération non nulle quand :

* La valeur de sa vitesse varie

ou

* La direction de sa vitesse varie

3. Mouvement circulaire uniforme

a. La direction du vecteur vitesse n’est pas constante ici, donc le système a une accélération non nulle.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| b. | Direction : tangente au cercle | c. |  | Direction : tangente au cercle |
|  | Sens : sens du mouvement |  |  | Sens : sens du mouvement |
|  | Valeur : 2,2.10–2 / 60.10–3 = 0,37 m.s–1   |  |  | Valeur : 2,2.10–2 / 60.10–3 = 0,37 m.s–1   |

d. On construit graphiquement le vecteur

On mesure sa longueur : on trouve = v = 0,37 m.s–1.

e.   .

On calcule la valeur de  : m.s–2.

On trace le vecteur de même direction et même sens que  et de valeur .

f. Si on faisait la même construction à la position 7, on obtiendrait un vecteur dirigé vers le centre du cercle et de même longueur que .


## B. Forces

**Activité B1** – Bilan des forces

Activité B1 - Etude de quelques situations …

Compétence travaillée : Faire un bilan des forces \*\*\*.

Cette compétence ne figure pas explicitement au B.O. mais permet de construire la compétence : Connaître et exploiter les trois lois de Newton \*\*\*.

*Lire le paragraphe II. Interactions et forces du modèle de la mécanique de seconde et 1ère S.*

1. On considère la situation suivante : un bateau navigue sur l’eau, au gré du vent.

a. Quelles sont les systèmes en interaction avec le système bateau ? Représenter sur le même schéma appelé diagramme bateau-interaction le système bateau et ses interactions avec les autres systèmes.

b. En déduire quelles sont les forces qui s’exercent sur le bateau.

2. Pour chacune des situations suivantes :

* Faire la liste des forces qui s’exercent sur le système étudié, souligné dans le texte.
* Représenter ces forces sur un schéma, sans tenir compte d’une échelle.

a. Une assiette est posée sur une table.

b. Une assiette est posée sur une table.

c. Un cycliste (et son vélo) roule tout droit à vitesse constante dans une descente. On néglige l’action de l’air sur le système.

d. Un satellite en orbite autour de la Terre.

e. Un objet qui tombe. On néglige l’action de l’air sur l’objet.

f. Un électron entre dans un condensateur dans lequel règne un champ électrostatique constant. On néglige l’action de la Terre sur l’électron.

Informations

Les élèves n’ont pas fait de bilan des forces depuis la seconde et il est utile d’y consacrer un peu de temps même s’il n’y a pas de compétences explicites concernant les forces dans le programme étant donné que les élèves devront savoir utiliser la deuxième loi de Newton.

Leur rappeler (ou leur donner) l’outil diagramme objet-interaction pour faire l’inventaire des forces nous semble indispensable car cet outil est particulièrement fonctionnel. Les élèves l’utilisent se trompent rarement alors que ceux qui ne l’utilisent pas font beaucoup d’erreur, même en terminale (force « à distance » exercée par une main dans le cas d’un balle lancée par exemple).

Les situations étudiées dans la question 2. correspondent aux champs expérimentaux utiles en terminale.

Comportement des élèves

Même avec l’outil diagramme objet-interaction, un certain nombre d’élèves hésitent encore pour la situation de la question 1. à indiquer la force exercée par la Terre sur le bateau.

Corrigé

1. a. Les systèmes eau, vent et Terre sont en interaction avec le système bateau. Sur le schéma, bateau-interaction, on représente le bateau au centre et souligné, et les autres systèmes autour. L’interaction avec la Terre est une interaction à distance.

b. Les forces qui s’exercent sur le système bateau sont :

* la force exercée par l’eau
* la force exercée par le vent
* la force exercée par la Terre.

2.a. Forces exercées par la table et par la Terre. Schéma à faire.

b. Forces exercées par l’assiette et par la Terre. Schéma à faire.

c. Forces exercées par la route et par la Terre. Schéma à faire.

d. Force exercée par la Terre. Schéma à faire.

e. Force exercée par la Terre. Schéma à faire.

f. Force électrique exercée les charges du condensateur. Schéma à faire.

**Activité B2** – Expression des forces « utiles en TS »

Activité B2 – Poids, force électrique, force de frottement, force gravitationnelle.

Compétence travaillée : Connaître et utiliser les expressions ou certaines caractéristiques des forces suivantes : poids, force électrique, force de frottement, interaction gravitationnelle \*\*.

Cette compétence ne figure pas explicitement au B.O. mais permet de construire les compétences :

* Connaître et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes \*\*\*.
* Démontrer que, dans l’approximation des trajectoires circulaires, le mouvement d’un satellite, d’une planète, est uniforme ; établir l’expression de sa vitesse et de sa période \*\*\*.
* Établir l’expression du travail d’une force de frottement d’intensité constante dans le cas d’une trajectoire rectiligne \*.

1. Pour chacune des situations d, e et f de l’activité 1, donner le nom, l’expression de la valeur, la direction et le sens de la force qui s’exerce sur le système étudié.

Vérifier vos réponses dans le modèle de TS (paragraphe IV. forces).

2. Lire la partie du modèle concernant la force exercée par un support sur un système.

On considère la situation c de l’activité 1. A quoi correspond la force de frottement ?

Corrigé

1. d. Force gravitationnelle exercée par la Terre.

e. Force exercée par la Terre : poids. Schéma à faire.

f. Force électrique (exercée les charges du condensateur). Schéma à faire.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Situation** | **Nom de la force** | **Valeur** | **Direction** | **Sens** |
| d. | Force d’interaction gravitationnelle |  | Droite joignant le centre de la Terre et le centre du satellite. | Vers le centre de la Terre |
| e. | Poids | P = mg | Verticale | Vers le bas |
| f. | Force électrique | F = qE | Même direction que  | Si q > 0 : même sens que Si q < 0 : sens opposé à  |

2. La force de frottement correspond à la composante tangentielle force exercée par la route, appelée réaction tangentielle.

Activité A2 – Document 1



Activité A2 – Document 2

x

Echelle 1/300 et  = 0,10 s.