

### **Introduction :**

Les professeurs de **physique-chimie et de mathématiques** s'attachent à **travailler conjointement** les notions qui se prêtent à un croisement fructueux. Il est essentiel d'organiser des passerelles pédagogiques entre les deux disciplines afin que les élèves puissent enrichir la compréhension de concepts communs et l'assimilation de méthodes partagées.

C'est notamment le cas du calcul infinitésimal (dérivée et primitive), où il est essentiel de préciser les démarches à l'œuvre dans les calculs menés avec des variations  $\Delta x$  ou  $\Delta t$  très petites mais finies et leurs liens avec les résultats acquis par passage à la limite. Il importe notamment d'adopter des notations parlantes et concertées. Cela nécessite un travail pédagogique commun des deux professeurs.

Il s'avère indispensable de conforter les outils mathématiques nécessaires pour la conceptualisation, la modélisation et le calcul des grandeurs associées aux notions de physique et de chimie du programme (...). Le professeur veille à la meilleure articulation possible du programme de physique-chimie avec les programmes de mathématiques, notamment celui des enseignements communs et de cette spécialité.

## Référentiel de Physique - Chimie

### Repères pour l'enseignement

Le professeur veille à adopter une **approche contextualisée** à partir de l'étude de **systèmes réels** simplifiés et assimilés du point de vue de leur mouvement à un point matériel. Il réduit l'étude du mouvement de translation d'un solide à celle de son centre de masse.

**La notion de vitesse est introduite à partir de celle de la vitesse moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit, puis elle est définie par la dérivée de la position, en lien avec l'enseignement de mathématiques.**

Les **vitesse et accélérations** sont mesurées à l'aide de **capteurs** dédiés ou évaluées en utilisant des **logiciels de pointage**.

### Énergie mécanique

| Notions et contenu  | Capacités exigibles / Activités expérimentales  |
|---|---|
| Référentiels et trajectoires.<br>Notion de solide.<br>Mouvement de translation d'un solide. | <ul style="list-style-type: none"><li>— Choisir un référentiel et caractériser un mouvement par rapport à celui-ci.</li><li>— Distinguer différents types de translation.</li><li>— Comparer les trajectoires des différents points d'un solide en translation.</li><li>— Assimiler le mouvement d'un solide en translation à celui d'un point matériel (centre de masse) concentrant toute sa masse.</li></ul>   |
| Mouvement rectiligne : vitesse moyenne.<br><br>Vitesse.<br><br>Accélération.                | <ul style="list-style-type: none"><li>— Écrire et exploiter la relation entre distance parcourue, durée du parcours et vitesse moyenne pour un point en mouvement rectiligne.</li><li>— Dans le cas d'un mouvement rectiligne, définir la vitesse comme la limite de la vitesse moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit.</li><li>— Dans le cas d'un mouvement rectiligne, définir la vitesse comme la dérivée par rapport au temps de la position <math>x(t)</math> et l'accélération comme la dérivée par rapport au temps de la vitesse.</li><li>— <b>Mesurer des vitesses et accélérations dans le cas d'un mouvement rectiligne.</b></li></ul> |

### Exemples de situation-problème d'apprentissage d'application :

- Étude de la chute libre avec ou sans frottements ; vitesse limite.

# Référentiel de Mathématiques :

## Dérivées

### Contenus

#### Point de vue local

- Notations :  $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$ ,  $\frac{dy}{dx}(x_0)$ ,  $\frac{df}{dx}(x_0)$ ,  $f'(x_0)$ .
- Approximation affine d'une fonction au voisinage d'un point.

#### Capacités attendues

- Utiliser les différentes notations du taux de variation et du nombre dérivé en un point.
- Effectuer des calculs approchés à l'aide de l'approximation affine en un point.

### • Dérivation

#### Contenus

*Point de vue local : approche graphique de la notion de nombre dérivé :*

- sécantes à une courbe passant par un point donné ; taux de variation en un point ;
- tangente à une courbe en un point, définie comme position limite des sécantes passant par ce point ;
- nombre dérivé en un point défini comme limite du taux de variation en ce point ;
- équation réduite de la tangente en un point.

#### Capacités attendues

- Interpréter géométriquement le nombre dérivé comme coefficient directeur de la tangente.
- Construire la tangente à une courbe en un point.
- Déterminer l'équation réduite de la tangente à une courbe en un point.
- Calculer la dérivée d'une fonction polynôme de degré inférieur ou égal à trois.
- Déterminer le sens de variation et les extremums d'une fonction polynôme de degré inférieur ou égal à 3.

#### Commentaires

- La notion de nombre dérivé gagne à être illustrée dans des contextes variés :
  - dans le cadre d'un mouvement rectiligne, il est possible d'interpréter le taux de variation de la position du point mobile entre deux instants comme une vitesse moyenne et le nombre dérivé comme une vitesse instantanée ;

## **Présentation**

3 projets d'activités pour la notion de dérivation locale en étudiant la chute libre  
Ces 3 projets ne sont pas des activités finalisées mais des pistes, des idées de scénarios possibles à perfectionner.

### **Activité 1 Physique Chimie:**

Utilisation d'un logiciel de pointage pour étudier une chute libre.

Le logiciel va donner les équations des modèles mathématiques.

Les modèles mathématiques obtenus vont permettre de prévoir les grandeurs analysés sur une étude à plus grande échelle.

### **Activité 2 Mathématiques :**

Cette activité permet de montrer que la vitesse instantanée revient à calculer une vitesse moyenne sur un laps de temps extrêmement court.

Le logiciel Geogebra permet de montrer visuellement que la vitesse à un instant  $t$  revient à calculer le coefficient directeur de la tangente à la courbe en ce point.

### **Activité 3 PHYSIQUE CHIMIE :**

Activité sommative des activités 1 et 2.

## Activité 1 Physique Chimie:

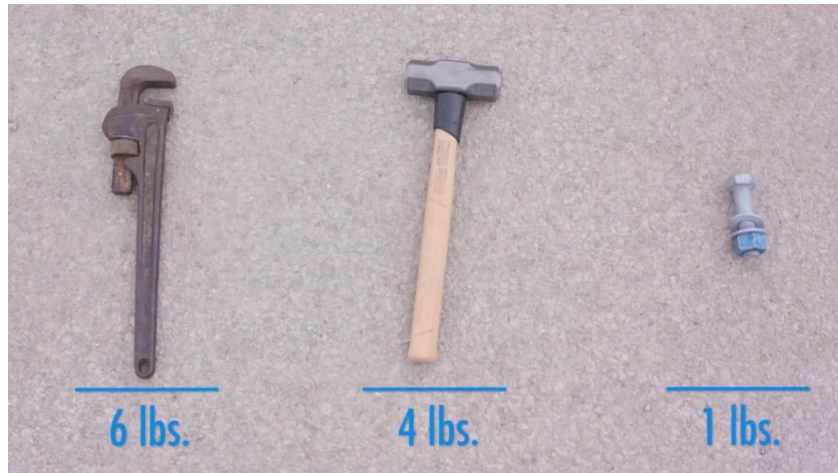
### Scénario : L'importance du casque de sécurité !

Une pastèque n'a pas la même résistance qu'un crâne humain, cette expérience sert surtout à démontrer à quel point un casque peut vous protéger.



Vidéo complète : <https://www.youtube.com/watch?v=6wQKUDX7D94>

Extrait : <https://www.youtube.com/watch?v=gSZjj6Vbnug>



La livre (lb) est une unité de masse valant 0,454 kilogramme. Cette unité est en cours dans les pays anglo-saxons.



Longueur

1

Pied

=

0,3048

Mètre

- Calculer les masses  $m_C$ ,  $m_M$  et  $m_B$  en kilogramme (kg) de la clé, du marteau puis du boulon.
- Calculer la hauteur de chute en mètre (m).

### **Objectif :**

Nous voulons savoir si la masse d'un objet en chute libre intervient sur la durée de la chute.

### **Matériel :**

Caméra de smartphone

PC avec logiciel de pointage et sa notice (<https://physlets.org/tracker/>)

(Prévoir un devoir de maison avant cette activité pour permettre aux élèves de se familiariser avec le logiciel Tracker en étudiant le déplacement et la vitesse constante d'une voiture radiocommandée par exemple).

3 masses différentes (boulon, clé à molette, marteau).

Escabeau.

Bac à sable.

### **Consignes :**

Proposer un protocole expérimental permettant de répondre à l'objectif de cette séance.

Vous devrez imprimer les graphiques montrant :

- L'évolution de la hauteur  $h$  en fonction du temps  $t$ .
- L'évolution de la vitesse  $v$  en fonction du temps  $t$
- L'évolution de l'accélération  $a$  en fonction du temps  $t$

Vous devrez trouver avec le logiciel tracker le modèle (équation) mathématique qui correspond aux graphiques précédents.

### **Utilisation des modèles mathématiques**

A partir des modèles précédents vous devrez calculer :

- La durée de la chute du boulon de l'extrait vidéo.
- La valeur moyenne  $v_{\text{moy}}$  du boulon lors de la chute.
- La vitesse  $v_{\text{max}}$  à l'instant où se produit l'impact avec la pastèque.



## Activité 2 Mathématiques :

### Vitesse moyenne / Vitesse instantanée

#### Introduction à la notion de nombre dérivé

Une bille est lâchée, sans vitesse initiale, d'un point O situé à 50 m du sol. La distance parcourue par la bille à l'instant  $t$  (en secondes) est  $d(t) = 5t^2$  (en mètres).

#### 1. Vitesse instantanée de la bille après 2 secondes

1. Compléter le tableau suivant :

|                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Temps $t$<br>(en seconde)      | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 |
| Distance $d(t)$<br>(en mètres) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

On souhaite calculer la vitesse instantanée (en  $m.s^{-1}$ ) de la bille à l'instant  $t=2,0$  s . Pour cela on s'intéresse à la vitesse moyenne de la balle entre deux instants de plus en plus proches.

2.

a) Calculer la vitesse moyenne de la balle

- entre les instants  $t=2,0$  et  $t=3,0$
- entre les instants  $t=2,0$  et  $t=2,7$
- entre les instants  $t=2,0$  et  $t=2,4$
- entre les instants  $t=2,0$  et  $t=2,1$

b) En déduire une approximation de la vitesse instantanée de la bille à l'instant  $t=2,0$  .

3.

a) Vérifier que la vitesse moyenne de la balle entre les instants  $t=2,0$  et  $t=2,0+h$  (où  $h$  est un nombre réel proche de zéro) est  $20+5h$  .

b) Calculer cette vitesse moyenne lorsque :

- $h=0,01$
- $h=0,001$
- $h=0,0001$

c) Compléter la phrase suivante: *Quand  $h$  se rapproche de zéro, la vitesse moyenne de la balle entre les instants  $t=2,0$  et  $t=2,0+h$  se rapproche de \_\_\_\_\_  $m.s^{-1}$ . La vitesse instantanée de la balle à l'instant  $t=2,0$  est donc de \_\_\_\_\_  $m.s^{-1}$ .*

**II. Vitesse instantanée de la balle après 1,0 seconde :**

- a) Déterminer la vitesse moyenne de la balle entre les instants  $t=1,0$  et  $t=1,0+h$  (où  $h$  est un nombre réel proche de zéro).
- b) En déduire la vitesse instantanée de la balle à l'instant  $t=1,0$ .

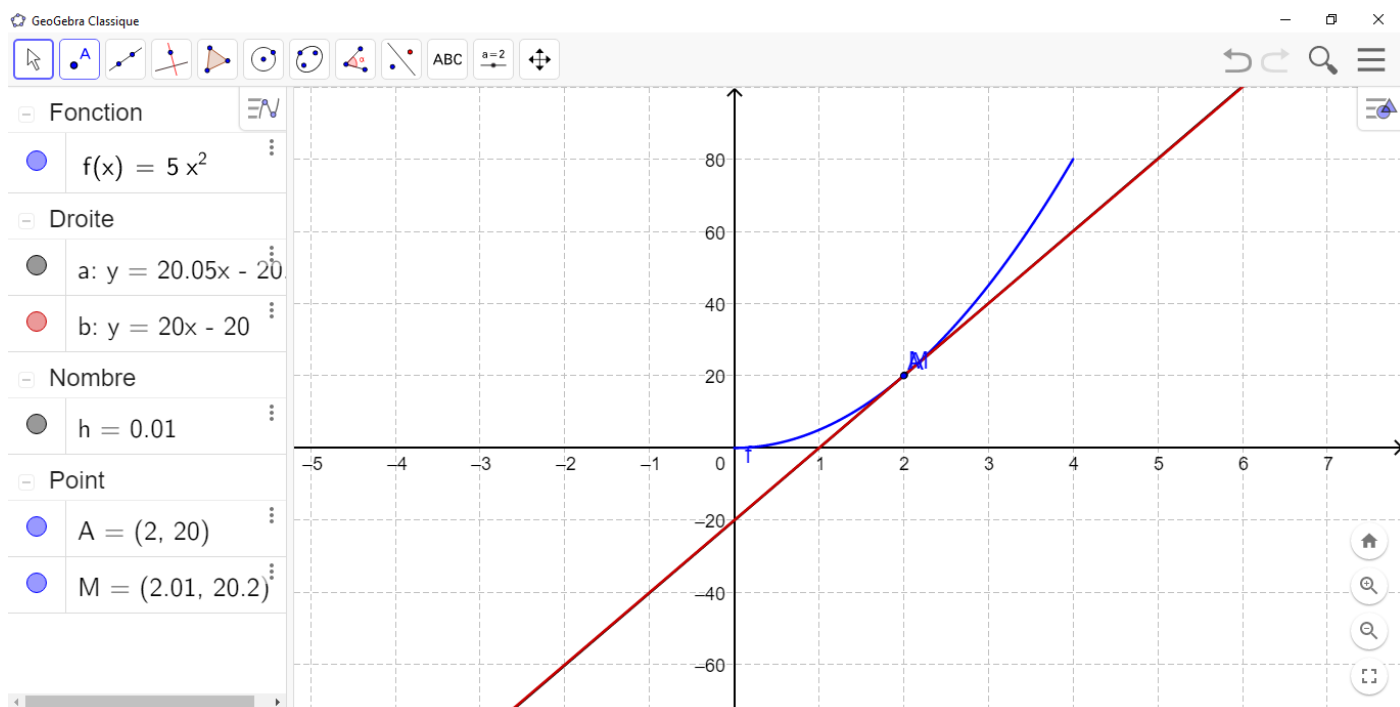
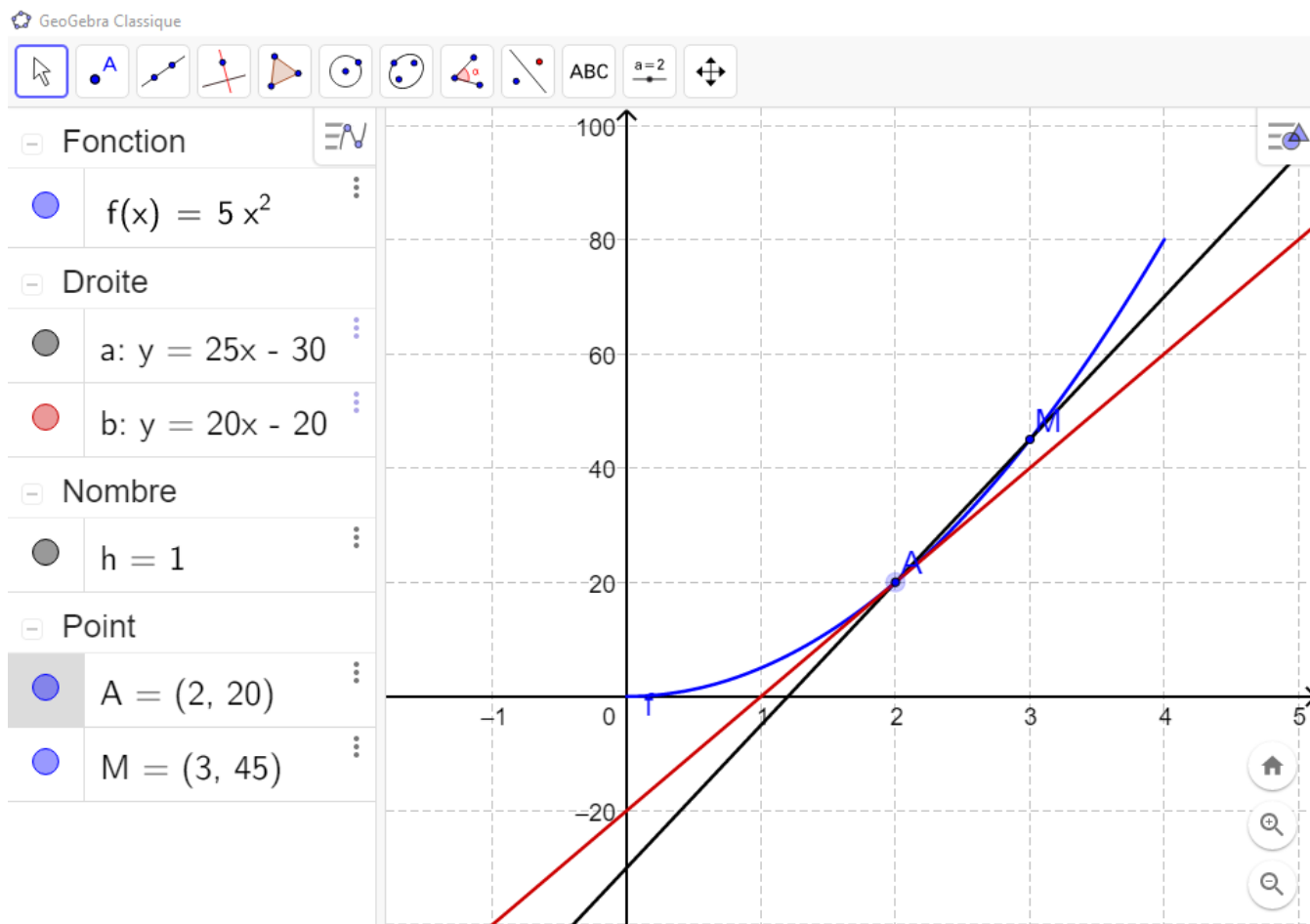
**III. Vitesse instantanée de la balle après 3,0 secondes :**

- a) Déterminer la vitesse moyenne de la balle entre les instants  $t=3,0$  et  $t=3,0+h$  (où  $h$  est un nombre réel proche de zéro).
- b) En déduire la vitesse instantanée de la balle à l'instant  $t=3,0$



#### IV. Utilisation de Geogebra :

- Ouvrir le fichier « 1STI\_Activité\_Vitesse instantanée.ggb » avec le logiciel Geogebra.
- Montrer que la vitesse à un instant  $t$  revient à calculer le coefficient directeur de la tangente à la courbe en ce point.

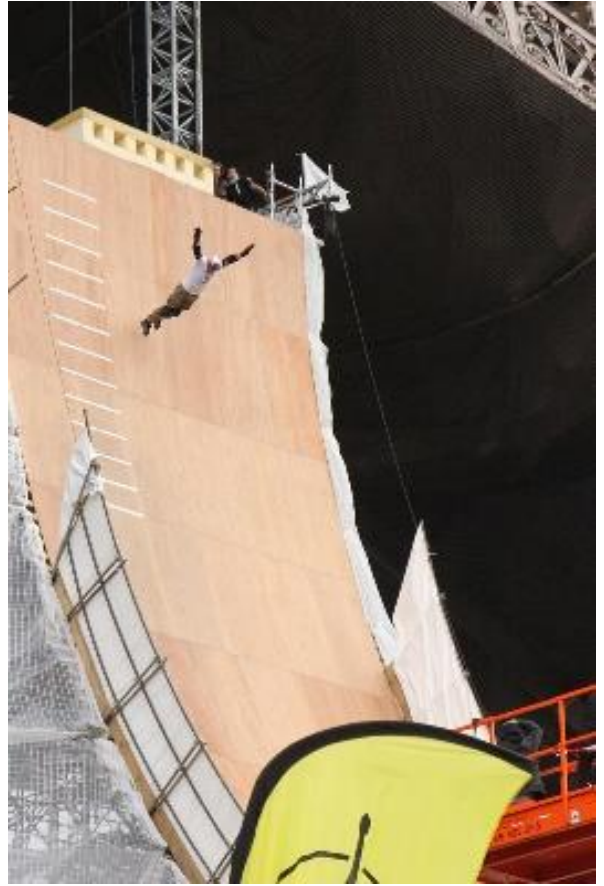


## Activité 3 PHYSIQUE CHIMIE :

### Scénario :

#### Record du monde de saut dans le vide en roller

Le 29 mai 2010, Taïg Khris établit le record du monde de saut dans le vide en roller en s'élançant d'une plate-forme située au niveau du premier étage de la tour Eiffel (40 mètres au-dessus du sol). Après une chute de 12,5 mètres, il se réceptionna sur une rampe en bois, en subissant, au cœur de son effort de redressement, une pression sur les cuisses équivalente à 280 kg. Sa course a pris fin dans un gigantesque airbag, sous les applaudissements et les cris de milliers de spectateurs. Taïg Khris a ainsi détrôné un autre champion, l'Américain Danny Way, qui détenait jusqu'alors le record avec un saut de 8,53 mètres.



Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=ArjfHI4ODC0>

Extrait : <https://www.youtube.com/watch?v=roHa5y8Qilk>

- Tracer l'évolution d'une chute libre pendant une durée de 5 secondes à partir de l'équation  $h = 4,9 \times t^2 + v_0 \times t$ .  
Avec  $h$  : distance de la chute en mètre (m)  
 $v_0$  : vitesse initiale à l'instant  $t = 0$  s
- Déterminer alors la durée de la chute libre de Taïg Khris.
- Calculer la vitesse moyenne  $v_{\text{moy}}$  de Taïg Khris lors de cette chute.
- En vous aidant de l'activité 2 étudiée en mathématiques, déterminer graphiquement la vitesse  $v_{\text{max}}$  de Taïg Khris à l'instant de sa réception sur la rampe en bois.

- Compléter alors la phrase suivante :

« De 0 à .....  $\text{Km.h}^{-1}$  en ..... secondes ! »

