

LES BORGS

“Resistance is futile”

EPISODE I : A LA DECOUVERTE DES BORGS

L'histoire commence en 2366 lorsque la Fédération des Planètes Unies découvre qu'une espèce alien inconnue, appelée les Borgs, veulent envahir la Terre. Ce sont des êtres mi-homme mi-machine qui n'ont pour seul but : assimiler l'espèce humaine, c'est à dire de les transformer comme eux.



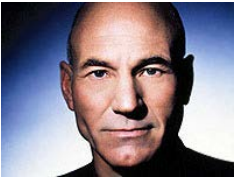
Un borg

Vous, élèves de terminale S au Lycée Sainte Elisabeth en 2005, vous allez être transporté temporellement en 2366 à bord de l'USS Enterprise pour découvrir des Borgs et aider l'équipage à résoudre le mystère des Borgs.



Le vaisseau galactique USS Enterprise

Le capitaine Picard de l'USS Enterprise a réussi lors d'une incursion dans l'espace Borg, a capturé un Borg encore fonctionnel. Il le soumet à divers examens afin de mieux comprendre leur fonctionnement.



Jean-Luc Picard, commandant du vaisseau galactique USS Enterprise.

L'un de ses examens consiste à déterminer les caractéristiques visuelles de l'œil d'un borg.

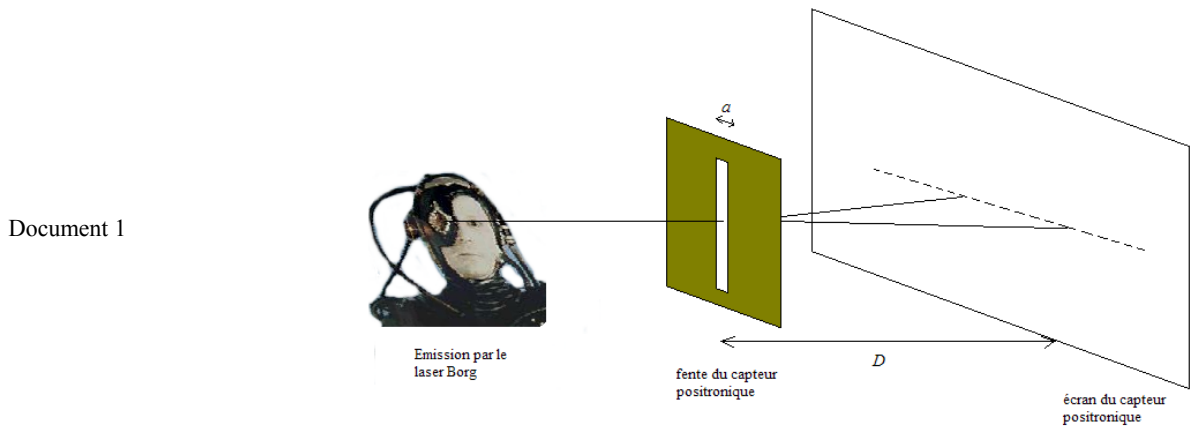
Il semble que les Borgs utilisent une vision laser au dioxyde de carbone afin de déterminer la dimension d'un objet. Le laser à CO₂ opère à des longueurs d'onde comprises entre 9 μm et 11,5 μm .

I. Propriétés du laser Borg.

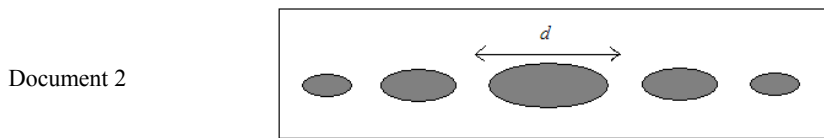
1. Rappeler les limites des longueurs d'onde du domaine du visible (en nm).
2. Les radiations du laser Borg font-elles partie du domaine des UV ? des I.R. ? du visible ?

II. Observation d'un phénomène lié au laser Borg.

On utilise le laser Borg produisant une lumière de longueur d'onde λ placé devant un capteur positronique, constitué d'une fente de largeur a et d'un écran.



On observe la figure suivante, constituée de tâches lumineuses, sur l'écran positronique placé à une distance D de la fente.



1. Quel est le nom du phénomène observé ?
2. Quelle condition doit satisfaire la taille de la fente pour que l'on obtienne cette figure ?
3. La largeur de la taille centrale d sur l'écran varie lorsque l'on fait varier la distance D entre la fente et l'écran ; la longueur d'onde λ de la lumière, ou la largeur a de la fente.

Une série d'expérience effectuées par le commandeur DATA, androïde unique dont les capacités physiques et intellectuelles sont très supérieures à celles des humains, montrent que d est proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière.



Le commandeur DATA

k étant une constante sans dimension, le commandeur DATA propose les formules (1), (2), (3), (4) et (5) ci-dessous.

Laquelle ou lesquelles peut-il éliminer ? Justifier vos réponses.

$$d = \frac{k\lambda D}{a} \quad (1) \qquad d = \frac{k\lambda D}{a^2} \quad (2) \qquad d = \frac{kaD}{\lambda} \quad (3) \qquad d = \frac{k\lambda D^2}{a^2} \quad (4) \qquad d = ka\lambda D \quad (5)$$

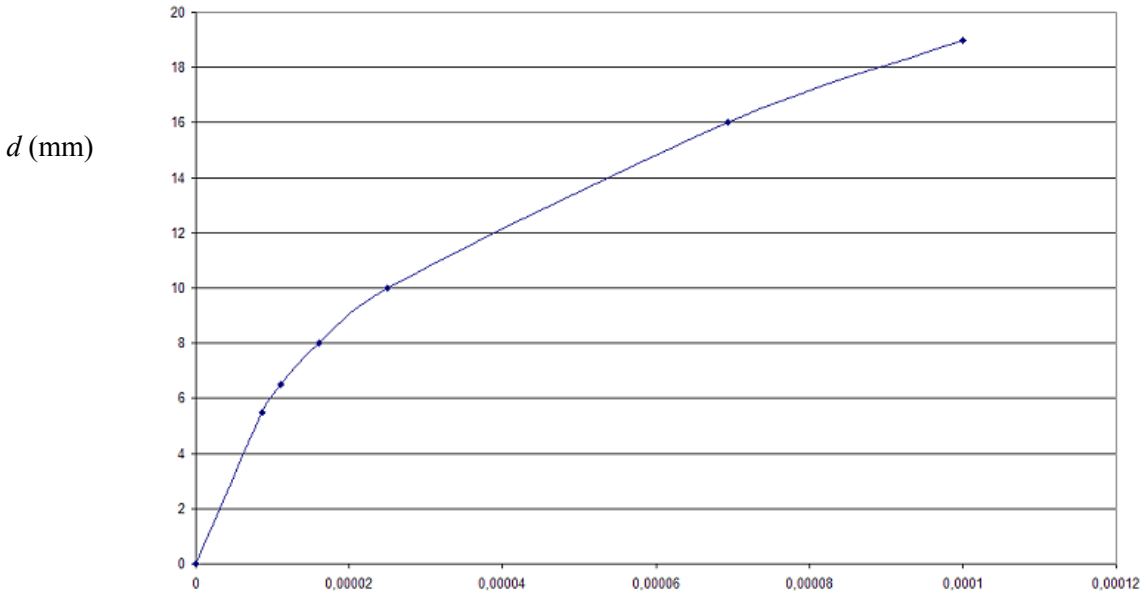
III. Influence de la largeur de la fente du capteur positronique.

Tous les autres paramètres restant inchangés pendant les mesures, DATA fait varier la largeur a de la fente et mesure les valeurs d correspondantes.

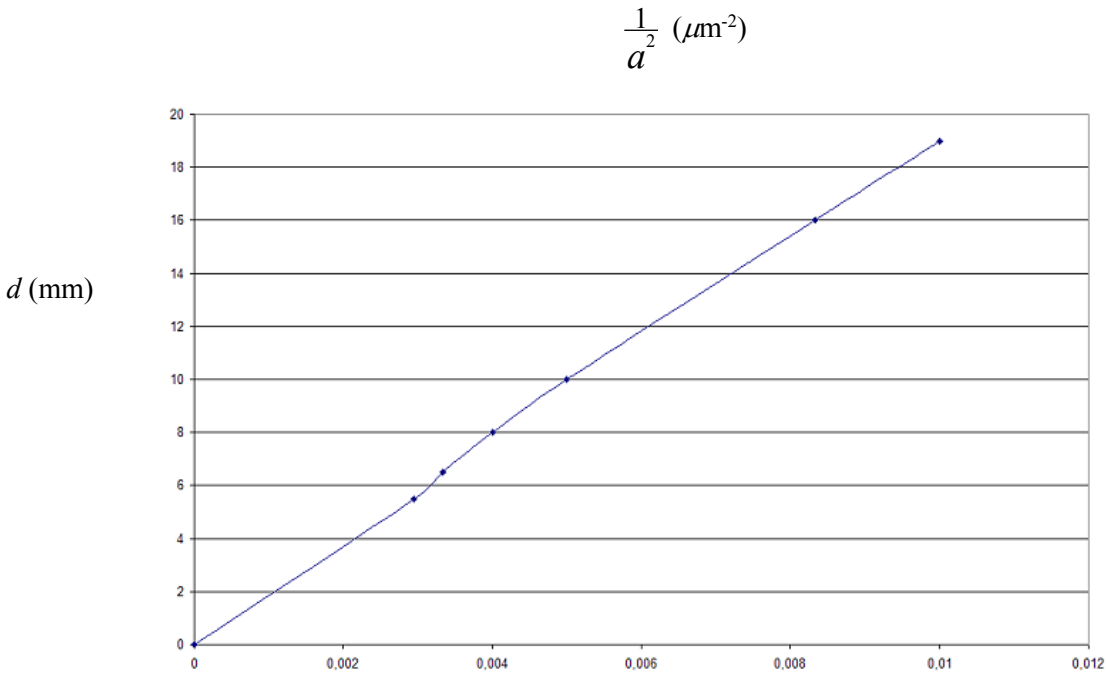
Les résultats sont consignés dans le rapport scientifique n°1 .

| | | | | | | |
|-------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Rapport scientifique n°1 du commandeur DATA Date stellaire 2.3.6.6 | | | | | |
| | a (en μm) | 100 | 120 | 200 | 250 | 300 |
| d (en mm) | 19 | 16 | 10 | 8 | 6,5 | 5,5 |

Grâce à ses résultats, le commandeur DATA obtient les courbes suivantes :



$$d = f\left(\frac{1}{a^2}\right)$$




$$d = f\left(\frac{1}{a}\right)$$

$$\frac{1}{a} (\mu\text{m}^{-1})$$

Préciser laquelle ou lesquelles des formules proposées à la question II. 3 sont encore possibles. Pourquoi ?

IV. Influence de la distance D entre la fente et l'écran.

Le commandeur DATA fixe λ et a ; il déplace l'écran et il obtient les résultats suivants :

| | | | | |
|---|---|------|------|------|
|  | Rapport scientifique n°2 du commandeur DATA Date stellaire 2.3.6.6 | | | |
| | D (en m) | 1,70 | 1,50 | 1,20 |
| d (en mm) | 21 | 19 | 15 | 13 |

1. Quelle courbe est-il judicieux de tracer pour vérifier la réponse à la question III ? Tracer la représentation graphique de cette courbe en respectant l'échelle suivante :

Abscisse : 1 cm représente 0,1 m

Ordonnée : 1 cm représente 1 mm

2. Expliquer avec soin comment calculer le coefficient directeur p de cette droite.
Déterminer la valeur de p .
3. En déduire la valeur de k , sachant que c 'est un entier, et que DATA a fait les mesures pour $\lambda = 633 \text{ nm}$ et $a = 100 \mu\text{m}$

V. Détermination de la dimension d'un fil transwarp par la méthode Borg.

Un fil transwarp servant à la conduction de l'antimatière dans le noyau du moteur de l'entreprise, placé à la position de la fente du dispositif précédent, produit exactement la même figure sur l'écran. DATA disposant d'un autre laser de longueur d'onde $\lambda = 670 \text{ nm}$, décide de mettre en œuvre la même expérience utilisant la technologie Borg pour mesurer le diamètre a du fil transwarp qu'il a placé sur le support. Il obtient une tâche centrale de largeur $d = 20 \text{ mm}$ lorsque l'écran est à $D = 1,50 \text{ m}$ du fil transwarp.

Calculer le diamètre du fil transwarp.

Vous venez de découvrir ainsi l'incroyable acuité visuelle d'un Borg grâce à sa vision laser.

Lors d'un voyage scolaire organisé par leur professeur d'EPS en Ardèche, les élèves vécurent des aventures palpitantes. En voici, quelques-unes.

I. Le grand plongeon.

Lors d'une descente en canyoning, l'un des jeunes aventuriers que l'on appellera MG, décide de sauter d'une hauteur $h = 8 \text{ m}$ dans le torrent du Chassezac. En-dessous de lui à la verticale, nage un autre aventurier que l'on appellera GF. MG prévient son camarade GF à la date $t_0 = 13 \text{ h } 31 \text{ min } 24 \text{ s}$ qu'il saute maintenant en émettant un son de fréquence $f = 400 \text{ Hz}$.

1. Etablir la relation entre la célérité du son v , la hauteur h , la date t d'arrivée du son jusqu'à GF et la date t_0 .
2. Déterminer la date d'arrivée du signal sachant que la célérité du son est $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.
3. L'onde sonore est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier.
4. Quelle est la longueur d'onde λ du son émis par MG ?
5. GF prévenu, nage pour s'éloigner du point de chute de MG. Il nage à la vitesse constante $v = 1,2 \text{ m.s}^{-1}$. Au moment où GF commence à s'éloigner, MG saute et arrive 1,26 s plus tard. A cet instant GF arrête de nager. MG crée une vague qui rattrape GF au bout de 7,2 s.
Quel est la vitesse de l'onde à la surface de l'eau ?
6. L'onde à la surface de l'eau est-elle une onde transversale ou longitudinale ? Justifier.
7. Cette onde déplacera-t-elle GF ? Si oui dans quelle direction ?

II. Une autre aventure : le barbotage au bord de la piscine.

Assise au bord de la piscine en attendant ses professeurs PR et PM, CM bat du pied dans l'eau, régulièrement à la fréquence $f = 2,0 \text{ Hz}$ et crée ainsi une onde périodique à la surface de l'eau de hauteur maximale 0,15 m.

Le déplacement des éléments du milieu peut être décrite par l'équation suivante : $x(t) = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi_0\right)$

1. Que représente X_m , et ϕ_0 ?
2. En prenant $\phi_0 = 0$, déterminer l'expression de la vitesse de l'onde $v(t)$.
3. Quelle est la hauteur de la vague à la date $t_0 = 0$?
4. Quelle est la hauteur de la vague à la date $t = 4,0$ s
5. Donner les dates comprises entre $[0 ; 1$ s] auxquelles la hauteur de la vague est nulle.
6. Déterminer la vitesse du déplacement des éléments du milieu à la date $t = 1,0$ s.
7. Déterminer la vitesse du déplacement des éléments du milieu à la date $t = 0,125$ s.

I. LES ONDES SISMIQUES (AFRIQUE JUIN 2003) ETUDE D'UN SEISME

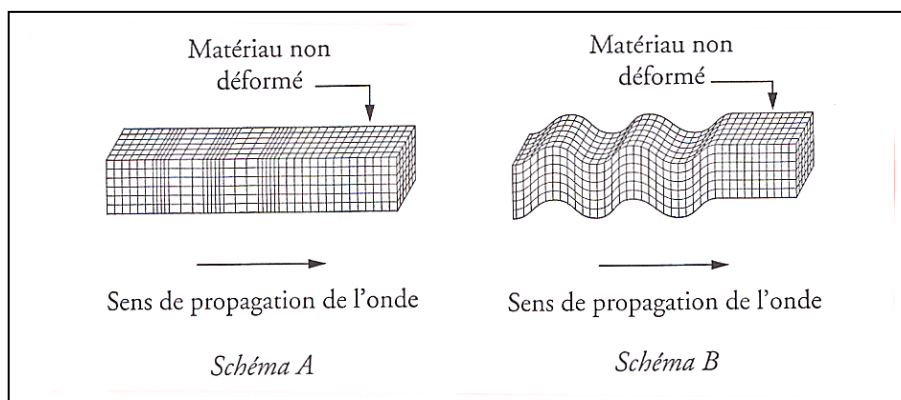
Lors d'un séisme, la Terre est mise en mouvement par des ondes de différentes natures, qui occasionnent des secousses plus ou moins violentes et destructrices en surface. On distingue :

- les ondes P les plus rapides, se propageant dans les solides et les liquides.
- les ondes S, moins rapides, ne se propageant que dans les solides. L'enregistrement de ces ondes par des sismographes à la surface de la Terre permet de déterminer l'*épicentre* du séisme (lieu de naissance de la perturbation).

Les schémas A et B modélisent la progression des ondes sismiques dans une couche terrestre.

1. Les ondes P appelées aussi ondes de compression, sont des ondes longitudinales.
- Les ondes S, appelées aussi ondes de cisaillement, sont des ondes transversales.

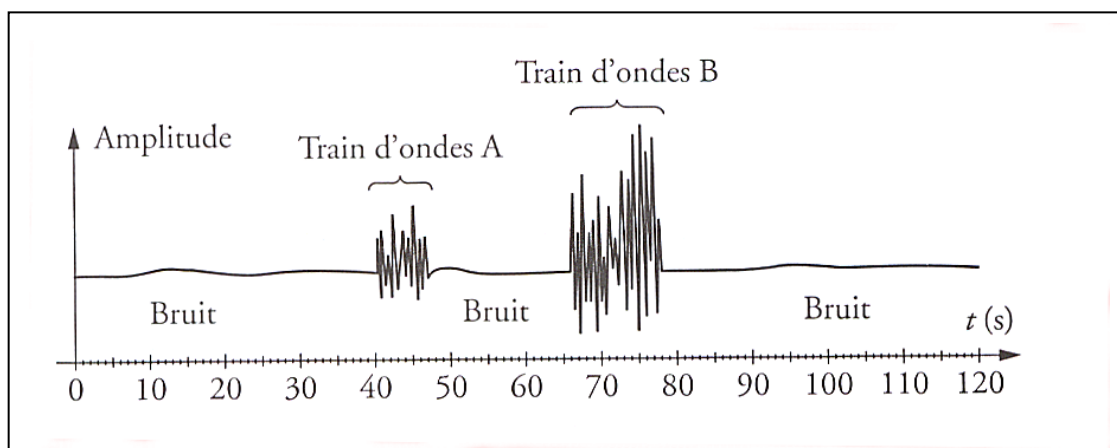
- a) Définir une onde transversale.
- b) Indiquer le schéma correspondant à chaque type d'onde.



2. Un séisme s'est produit à San Francisco (Californie) en 1989.

Le document ci-dessous présente le sismogramme obtenu, lors de ce séisme à la station Eureka.

Le sismogramme a été enregistré à Eureka, station sismique située au nord de la Californie. L'origine du repère ($t = 0$ s) a été choisie à la date du début du séisme à San Francisco.



Le sismogramme présente deux trains d'ondes repérés par A et B.

- a) À quel type d'onde (S ou P) correspond chaque train ? Justifier votre réponse à l'aide du texte d'introduction.
- b) Sachant que le début du séisme a été détecté à Eureka à 8 h 15 min 20 s TU (Temps Universel), déterminer l'heure TU (h; min; s) à laquelle le séisme s'est déclenché à l'épicentre.
- c) Sachant que les ondes p se propagent à une célérité moyenne de $10 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, calculer la distance séparant l'épicentre du séisme de la station Eureka.
- d) Calculer la célérité moyenne des ondes S.

II. DETERMINATION DE LA CELERITE DU SON DANS L'AIR.

1. Décrire à l'aide d'un schéma légendé le dispositif expérimental permettant de déterminer la célérité du son dans l'air à partir un signal sonore continu. Vous indiquerez le principe de l'expérience.
2. Résultats expérimentaux.

Les conditions expérimentales sont :

Fréquence du signal : $f = 3\,300 \text{ Hz}$

Célérité du son dans l'air : $v = 330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Position du microphone 1 par rapport à la source sonore : $d = 12 \text{ cm}$.

Tension aux bornes du microphone 1, mesurée sur la voie 1 : $U_1 = 6 \text{ V}$.

Touche DUAL enfoncée.

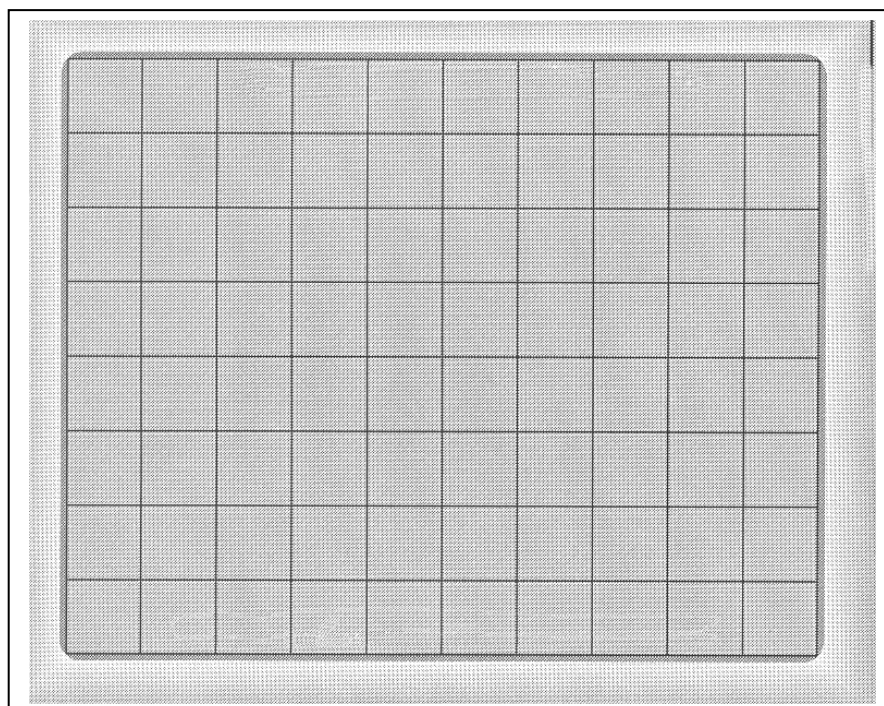
Calibre : $2 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$

Base de temps : $100 \mu\text{s} \cdot \text{div}^{-1}$

2.1 Pour quelles positions du microphone 2 par rapport à la source, observera-t-on des signaux en phase ?
(Intervalle de mesure : 0 à 50 cm en partant de la source sonore)

2.2. Dessiner l'oscillogramme des deux courbes obtenues si le microphone 2 est située à une distance $d' = 17 \text{ cm}$ de la source sonore.

(Vous dessinerez une amplitude, pour le microphone 2, approximative mais cohérente avec les données du texte)



La Terre est assimilable à une sphère homogène et à répartition sphérique de masse. On souhaite étudier le mouvement d'un satellite S de masse m_s en orbite autour de la Terre. Ce satellite décrit un mouvement circulaire de rayon r à l'altitude z .

1-Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement du satellite ?

2-Montrer que le satellite a un mouvement uniforme.

3-Etablir l'expression littérale de la vitesse du satellite. Calculer sa valeur à $z = 370\text{km}$.

4-Trouver la période de révolution du satellite autour de la Terre. Calculer sa valeur.

données: $G=6.67.10^{-11}\text{U.S.I}$ $R_T=6,37.10^3\text{km}$ $m_T=5,98.10^{24}\text{kg}$

TIR AU PIGEON

On étudie le mouvement d'un pigeon d'argile lancé pour servir de cible à un tireur de ball-trap.

Le pigeon de masse $m_P=0,1\text{ kg}$, assimilé à un point matériel M est lancé avec une vitesse initiale $v_{P0}=30\text{ m.s}^{-1}$, faisant un angle de 45° avec l'horizontale. Le tireur situé en A tire verticalement une balle de masse $m_B=0,02\text{ kg}$ avec une vitesse initiale $v_{B0}=500\text{ m.s}^{-1}$. La balle assimilée à un point matériel B part du point A tel que $OA=45\text{ m}$.

On donne $g=10\text{ m.s}^{-2}$

Attention : les temps correspondants à chaque mouvement sont notés différemment : t pour le pigeon d'argile et t' pour la balle de fusil.

PARTIE A : Etude du mouvement du pigeon d'argile :

On notera t le temps associé au mouvement du pigeon. A l'origine du mouvement $t = 0$.

1) On négligera les frottements sur le pigeon d'argile. Etablir l'expression a_P de son accélération à partir du bilan des forces.

2) Donner les composantes de l'accélération a_P dans le repère (O, x, y)

3) Etablir les composantes $v_{Px}(t)$ et $v_{Py}(t)$ du vecteur vitesse v_P dans le repère (O, x, y) en fonction du temps t .

4) Etablir les composantes $x_P(t)$ et $y_P(t)$ du vecteur OM dans le repère (O, x, y) en fonction du temps t .

PARTIE B : Tir réussi :

1) Quelle est l'abscisse x_C du point d'impact C du pigeon d'argile et de la balle ?

2) Vérifier à partir de l'abscisse x_C de l'impact, que le temps de vol du pigeon d'argile est $\Delta t = 2,1\text{s}$.

3) On néglige toutes les forces s'exerçant sur la balle.

a) Que peut-on dire de son accélération a_B ? Que peut-on dire de sa vitesse v_B ?

Déterminer alors cette vitesse v_B .

b) Calculer $\Delta t'$ le temps de "vol" de la balle jusqu'à l'impact connaissant l'ordonnée du point d'impact $y_C=22\text{ m}$.

4) Comparer Δt et $\Delta t'$ et expliquer pourquoi le tireur peut viser directement le pigeon.