Mouvement et forces – Exercices – Devoirs

Exercice 1

Voiture roulant sur une route en ligne droite

Pale d'une éolienne en rotation

Cabine d'une grande roue en rotation autour de son axe centrale

Funiculaire

1. Dans chacun des exemples, le solide est-il en mouvement de translation ?
2. Pour chacun des exemples, **préciser** si c'est un mouvement de translation rectiligne, circulaire ou curviligne.

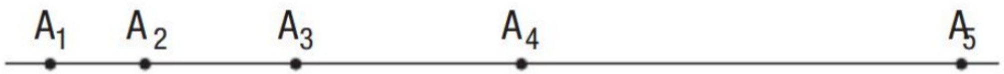
Exercice 2

1. **Convertir** les valeurs suivantes en $m.s^{-1}$:
50 $km.h^{-1}$; 90 $km.h^{-1}$; 130 $km.h^{-1}$
2. **Convertir** les valeurs suivantes en $km.h^{-1}$:
10 $m.s^{-1}$; 5 $m.s^{-1}$; 30 $m.s^{-1}$

Exercice 3

1. **Calculer** la vitesse moyenne en $m.s^{-1}$ et en $km.h^{-1}$ dans les cas suivants :
   a) Une voiture parcourt 250 km en 3h20min.
   b) Une fusée atteint 37 km d'altitude en 2,5 min.
   c) Le TGV partant de Paris à 8h54 arrive à Lyon à 10h51 après avoir parcouru 450 km.
2. **Déterminer** la distance parcourue dans les cas suivants :
   a) Une voiture lancée à 130 $km.h^{-1}$ pendant une seconde, c'est-à-dire le temps de réaction d'un conducteur attentif.
   b) Une télécabine qui met 13 min à 6 $m.s^{-1}$ pour effectuer son ascension.
   c) EN 2008, par Thomas Coville qui bat le record de la traversée de l'Atlantique Nord d'Ouest en Est en solitaire en 3 j 15 h 25 min 48 s à la vitesse moyenne de 32,94 nœuds (1 nœud marin est environ égal à 1,85 $km.h^{-1}$.
3. **Déterminer** la durée de parcours dans les cas suivants :
   a) Une voiture parcourt sur une autoroute 100 km à 130 $km.h^{-1}$.
   b) Même situation mais le conducteur a roulé à 140 $km.h^{-1}$.
   c) Un escargot traverse un jardin de 15 m de long à la vitesse de 6 $cm.min^{-1}$.

Exercice 4



On enregistre le mouvement d'un solide à des intervalles de temps égaux à $\tau = 40$ ms. La vitesse au point A_1 est nulle. L'échelle des distances est 1 cm $\leftrightarrow$ 25 cm.

1. **Déterminer** la vitesse moyenne entre A_1 et A_5.
2. **Déterminer** la vitesse en A_2.
3. Même question pour A_3 et A_4.
4. **Déterminer** l'accélération en A_2.
5. Même question pour A_3.
6. Comment peut-on qualifier le mouvement ?

Exercice 5

On lâche un e bille, que l'on assi mile à un point matériel, sans vitesse initiale, d'une hauteur h égale à 25,0 m
par rapport au sol. L'équation de la position de la bille est donnée par la relation :

$$x(t) = -4,9 \times t^2 + 25,0$$

dans le repère Ox dirigé vers le haut, où O est à la surface du sol.

1. **Déterminer** l'équation de la vitesse $v(t)$.
2. **Déterminer** l'équation de l'accélération $a(t)$.
3. Quelle est la position de la bille à $t = 1,0$ s ? Quelle est sa vitesse à cet instant ?
4. À quel instant la bille touche-t-elle le sol ?
5. **En déduire** la vitesse de la bille à cet instant.

Exercice 6

Un avion se pose sur la piste à la vitesse de 300 km.h^{-1}. La distance parcourue lors de l'atterrissage est de 1200 m. On suppose que la valeur de la décélération est constante. L'équation de la trajectoire rectiligne de l'avion est de la forme :

$$x(t) = \frac{1}{2} \times a \times t^2 + v_0 \times t + x_0$$

On prend comme origine de l'étude du mouvement de l'avion $t = 0$ où $x = 0$.

1. **Déterminer** la valeur de l'accélération a de l'avion.
2. **Calculer** la vitesse v_0 de l'avion au moment du contact avec le sol.
3. **Déterminer** la valeur de x_0.
4. **Déterminer** la durée de l'atterrissage.

Exercice 7

Le 14 octobre 2012, Félix Baumgartner est devenu le premier homme à monter à près de 40 000 mètres d'altitude et à sauter pour revenir sur Terre après une chute suivie par une descente en parachute. Il bat plusieurs records dont celui du saut le plus haut du monde et celui de chute libre (phase de saut qui précède l'ouverture du parachute).

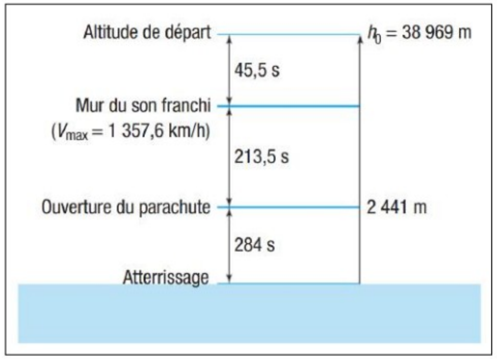


Figure 1 – *Paramètres du saut.*

Le mur du son est un phénomène physique. qui survient quand un objet atteint la vitesse du son. Cette vitesse dépend uniquement de la température pour des pressions proches de la pression atmosphérique normale. Elle est donnée par la relation $c = 20{,}05 \cdot \sqrt{T}$, où T est la température exprimée en kelvin ; c s'exprime en m·s^{-1}.

Figure 2 – *Mur du son.*

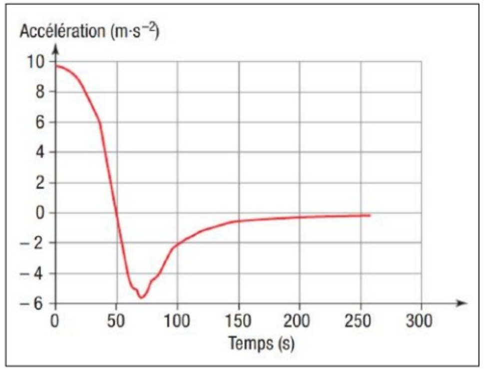


Figure 3 – *Évolution de l'accélération lors de la chute.*

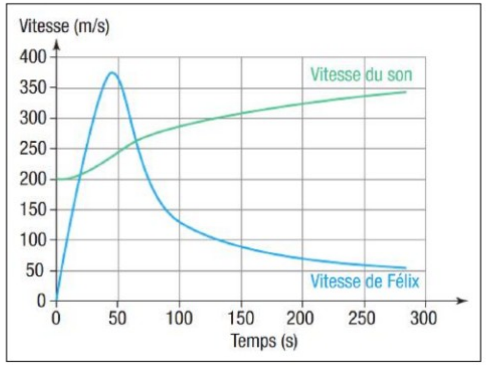


Figure 4 – *Évolution de la vitesse du son et de Félix Baumgartner.*

Figure 5 – *Mur du son.*

1. Quelle est la vitesse moyenne de la chute libre de Félix Baumgartner ?
2. Quelle est la plus grande vitesse atteinte par Félix Baumgartner ? **L'exprimer** en km.h^{-1}.
3. **Justifier** la valeur de l'accélération au départ de la chute.
4. Pourquoi la valeur de l'accélération devient-elle négative ? Que constate-t-on pour la vitesse ?
5. Que vaut l'accélération de Félix Baumgartner au bout de 250 s de chute ? **Justifier** cette valeur. Quelle est la conséquence pour sa vitesse ?
6. À partir des documents montrer que Félix Baumgartner a dépassé la valeur de la vitesse du son au niveau de la mer à une température de 15° C.

Exercice 8

Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur les objets ci-dessous et **représenter** les vecteurs forces.

▲ Bout de papier attiré par le bâton électrisé

▲ Voile tendue par le vent

▲ Skieur (homme+skis+bâtons) en l'absence de frottement

▲ Marcheur en présence de frottement

Exercice 9

1. **Faire** le bilan des forces exercées sur une boule de pétanque posée au sol et **les représenter** sur un schéma. La boule pèse 800 g.
2. Les forces se compensent-elles ? **Justifier**.
3. **Reprendre** les questions précédentes pour une boule en vol dans l'air.

Exercice 10

On suspend un boule de masse $m = 100$ g et de rayon 2,5 cm à un ressort dont les caractéristiques sont les suivantes :

- longueur à vide : $L_0 = 15,0$ cm ;
- raideur $k = 10,0$ N.m^{-1}.

1. **Donner** les caractéristiques des forces s'appliquant à la boule dans l'air. 2. La longueur L du ressort lorsqu'on y suspend la boule est de 24,8 cm. **Calculer** la tension du ressort et **comparer** la valeur à celle du poids.
3. Que remarquez-vous ? Était-ce prévisible ? **Justifier**.
4. **Représenter**, en choisissant une échelle de représentation, les forces exercées sur la boule dans l'air.
5. On plonge la boule dans l'eau, de façon à l'immerger totalement. L'eau exerce alors une force sur la boule, la poussée d'Archimède, de direction verticale, de sens vers le haut et d'intensité :

$$\Pi = \rho_{eau} \times g \times V_{boule}$$

où ρ_{eau} est la masse volumique de l'eau, g l'intensité de la pesanteur et V_{boule} le volume de la boule.
Représenter, sans soucis d'échelle, les forces agissant sur la boule dans l'eau.
6. **Donner** les caractéristiques de la force exercée par l'eau (la poussé d'Archimède).
7. La nouvelle longueur L' du ressort est-elle plus courte ou plus longueur que précédemment ? **Justifier**.

Exercice 11

On étudie trois véhicules : un Hummer, une Audi A2 et une Formule 1.

1. La Formule 1 a un coefficient de trainée $C_x = 1,1$. **Attribuer** le coefficient de trainée aux deux autres véhicules parmi les valeurs suivantes : $C_x = 0,25$ et $C_x = 0,57$.
2. Pourquoi le coefficient de trainée de la formule 1 est-il plus élevé que celui des deux autres véhicules ?
3. **Attribuer** le maitre-couple, c'est à dire la surface obtenue en projetant le solide sur un plan perpendiculaire à l'écoulement, à chaque véhicule parmi les valeurs suivantes : $S = 1,6$ m^2, $S = 2,2$ m^2 et $S = 4,3$ m^2.
4. **Calculer** la force de trainée exercée sur chacun de ces véhicules en l'absence de vent dans les situations suivantes :

— le Hummer roulant sur route à 90 km.h^{-1} ;

— l'Audi roulant sur autoroute à 130 km.h^{-1} ;

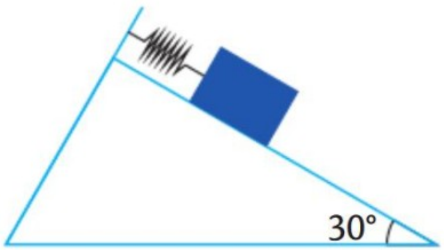
— la F1 roulant sur une piste à 270 km.h^{-1}.

5. **Classer** chacun des ces véhicules en fonction de la trainée qu'ils subissent.

Donnée : $\rho_{air} = 1,3$ kg.m^{-3}

Exercice 12

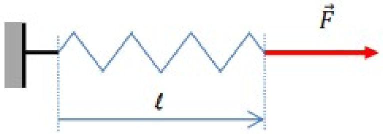
On accroche à un ressort un solide de masse 1 kg sur un plan incliné pour le maintenir en équilibre. La constante de raideur du ressort est égale à 30 N.m^{-1}.



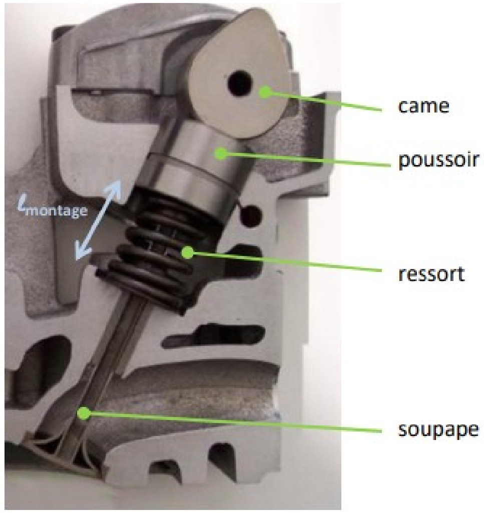
Déterminer l'allongement du ressort une fois que le solide aura atteint sa position d'équilibre.

Exercice 13

On applique une force $\vec{F}$ à un ressort de raideur K et de longueur à vide ℓ_0 encastré à une extrémité. Exprimer la composante horizontale de la force F en fonction de ℓ, tracer la courbe et faire apparaître sur cette courbe les caractéristiques du ressort.



Exercice 14



Un ressort de soupape est monté avec une précharge entre le poussoir et la soupape : il est déjà comprimé dans sa position de « repos » (correspondant à l'image ci-contre). Sa longueur au moment du montage $\ell_{montage}$ est donc inférieure à sa longueur à vide ℓ_0 (qui est impossible de connaître sans démonter le ressort !)

Le constructeur indique une précharge de Fp = 400 N pour une longueur $\ell_{montage}$ de 8 cm.

- Exprimer l'effort du ressort sur la came en fonction de Fp, $\ell_{montage}$, de la raideur du ressort k et de la longueur du ressort déformé ℓ. Attention en utilisation $\ell < \ell_{montage}$
- La longueur minimale du ressort sera ℓ_{mini} = 6 cm lorsque la came aura fait un demi tour. On souhaite que l'effort maximal soit de 2*Fp. Quelle doit être la raideur du ressort ?
- Quelle sera alors sa longueur à vide ?

Exercice 15

Soient 2 ressorts de constante de raideur : $k_1 = 10\,N.m^{-1}$ et $k_2 = 20\,N.m^{-1}$

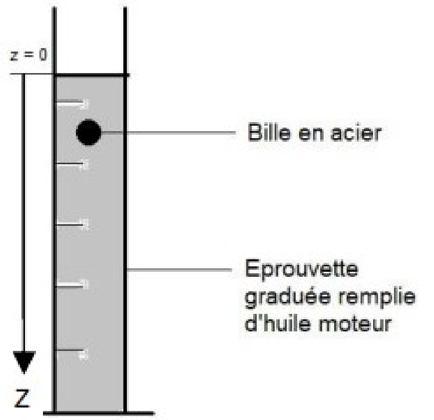
1. Pour un montage en parallèle quelle est la valeur de la constante de raideur du ressort équivalent ?

2. Pour un montage en série quelle est la valeur de la constante de raideur du ressort équivalent ?

Exercice 16

Pour réaliser cette mesure, on utilise un « viscosimètre à chute de bille », constitué d'une éprouvette remplie d'huile de moteur dans laquelle est lâchée une bille métallique sphérique.

On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen et la bille est lâchée sans vitesse initiale depuis la position $z = 0$.



Données :

- Rayon de la bille utilisée : $R = 1{,}1$ cm.
- Volume de la bille : $V = 5{,}6$ cm^3 $= 5{,}6 \times 10^{-6}$ m^3.
- Masse de la bille métallique : $m = 20{,}1$ g.
- Masse volumique de l'huile étudiée : $\rho_{huile} = 8{,}40 \times 10^2$ kg·m^{-3}.
- Intensité de la gravitation : $g = 9{,}8$ m·s^{-2}.

Les forces exercées sur la bille métallique sont :

- Le poids $\vec{P}$
- La poussée d'Archimède, notée $\overrightarrow{P_A}$, de même direction que le poids $\vec{P}$ et de sens opposé. Sa valeur est $P_A = \rho_{huile} V g$, où ρ_{huile} est la masse volumique de l'huile.

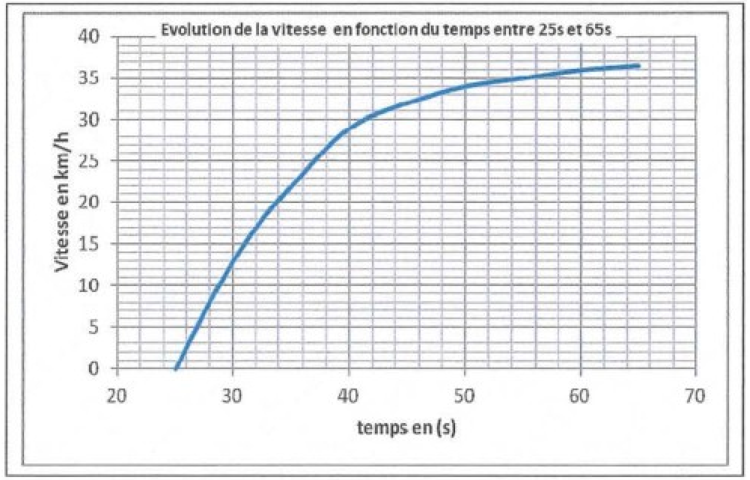
Q1. Faire un schéma des forces s'appliquant sur la bille.
Exprimer le poids de la bille en fonction de m et g puis calculer sa valeur.
Calculer de même la valeur de la poussée d'Archimède P_A et justifier que la bille d'acier tombe dans l'huile quand on la lâche en $z = 0$ avec une vitesse initiale nulle.

Exercice 17

Un système d'acquisition de données a été mis en place dans les autobus hybrides pour enregistrer les données concernant le fonctionnement du groupe motopropulseur ainsi que celles qui ont trait aux conditions d'utilisation des autobus.

On obtient dans un premier temps l'évolution de la vitesse en fonction du temps pour un déplacement entre deux points d'une ligne urbaine sur une durée d'environ 7 minutes (**Document 1 ci-dessous**).

On considère que **le mouvement du bus est horizontal** entre les dates t_1= 25 s et t_2 =65 s.
Le graphe de l'évolution de la vitesse en fonction du temps est donné ci-dessous.



Document 2

1-2 L'accélération du bus entre ces deux dates est-elle constante ? Justifier.

1-3 Une seule des trois relations suivantes permet le calcul de la valeur de l'accélération, a. Laquelle ?

1) $a = \Delta(v) \cdot \Delta(t)$ **2)** $a = \dfrac{\Delta(v)}{\Delta(t)}$ **3)** $a = \dfrac{\Delta(v)}{2.\Delta(t)}$

1-4 On considère que le bus transporte 20 passagers de masse unitaire 70 kg. Calculer la variation d'énergie cinétique de l'ensemble {bus+conducteur+passagers} entre ces deux dates, t_1 et t_2.

1-6 On veut évaluer les différents frottements au cours de ce mouvement.

1-6-1 Dans un premier temps, on prend en compte le frottement aérodynamique, ou traînée. La traînée est une force qui s'oppose à l'avancement d'un véhicule dans l'air. Elle devient très importante lorsque le déplacement se fait à des vitesses élevées. Son intensité se calcule à partir de la relation suivante.

$$T = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$$

Avec :
- T : valeur de la traînée en N (Newton)
- Cx : coefficient de traînée (sans unité)
- ρ : masse volumique du fluide en $kg.m^{-3}$
- V : vitesse en $m.s^{-1}$
- S : maître couple en m^2 (correspond à la surface de la projection sur un plan vertical de la face avant)

Le coefficient de traînée C_x vaut, dans notre cas, 0,5. On prend la masse volumique de l'air $\rho_{AIR} = 1{,}29\ kg.m^{-3}$ et la surface (ou maître couple) de la projection du véhicule sur un plan perpendiculaire au déplacement $S = 8{,}41\ m^2$.
Quelle est la valeur maximale de la traînée sur ce mouvement ?

1-6-2 L'autre force de frottement est la force de contact notée $\vec{F_c}$ (entre l'ensemble des pneus et la chaussée). Elle est définie par la relation ci-dessous :

$$F_c = K.M_T.g$$

Avec :
- K = 0,028 (pneus correctement gonflés)
- M_T : masse totale (en kg)
- g : 9,81 $N.kg^{-1}$

Calculer son intensité dans les conditions du déplacement.

1-7 Au vu des valeurs de ces deux frottements, et en considérant que l'on peut négliger une force par rapport à l'autre si celle-ci est au moins 10 fois plus faible, quel frottement pouvons-nous conserver dans l'étude ?

1-8 On étudie ci-dessous le démarrage du bus allant d'une vitesse nulle à celle de 20 km/h.

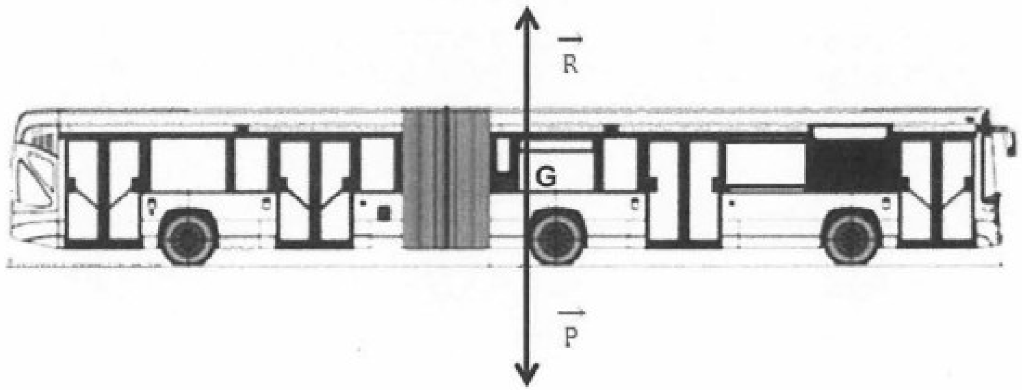
1-8-1 À l'aide du **document 2 page 4/12**, déterminer la durée nécessaire pour atteindre une vitesse de 20 $km.h^{-1}$.

1-8-2 Sur cette durée, on considérera l'accélération constante et égale à 0,60 $m.s^{-2}$. Évaluer la distance parcourue durant cette phase où la traction est exclusivement électrique. On rappelle que la distance d est donnée par :

$$d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + V_o$$

- a : accélération ($m.s^{-2}$)
- V_o : vitesse en début de mouvement ($m.s^{-1}$)
- t : temps (s)

1-8-3 Sur **le document réponse 1 (DR1) page 12/12**, tracer l'allure du vecteur représentant la force de contact $\vec{F_c}$ et du vecteur représentant la force motrice $\vec{F_M}$.



Exercice 18

Donnée : accélération due au champ de pesanteur g = 10 m.s^{-2}

DOC N°1

Un avion subit trois types de forces :

- la poussée du réacteur ou la traction de l'hélice entraînée par le moteur ;
- le poids, effet de la gravité terrestre sur la masse de l'appareil ;
- la résultante des forces aérodynamiques décomposée en portance et en traînée :
  - La portance, créée par le déplacement dans l'air d'une aile profilée, est opposé au poids.
  - La traînée, somme des résistances aérodynamiques est opposée au mouvement.

Ces forces sont représentées par quatre vecteurs.

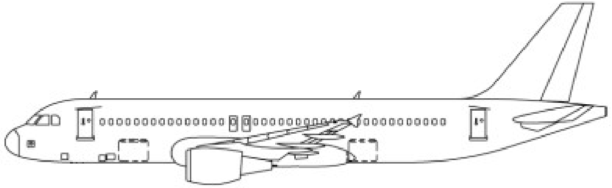


Figure 1

On rappelle l'expression de la force aérodynamique de trainée (en N) : $\boldsymbol{f = -\rho.v^2.C_x.S_f}$

avec ρ, la masse volumique en kg.m^{-3} ;
v, la vitesse en m.s^{-1} ;
C_x, le coefficient de trainée ;
S_f, le maitre couple en m^2.

Pour cet airbus, le coefficient de traînée est de 0,08, et le maitre couple de 122,40 m^2.

Performance au décollage

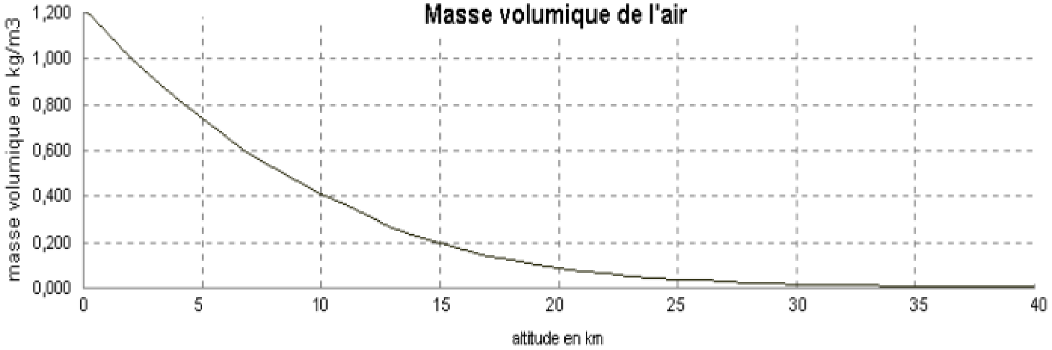
Lors du décollage, un airbus A 320 d'une masse de 75 tonnes atteint une vitesse de 300 km.h^{-1} lorsque ses roues quittent le sol. La phase de roulage s'effectue en 21 secondes et sur 875 m de piste.

La poussée totale des deux réacteurs est supposée constante et égale à F = 320 kN.

1. Calculer le poids et la force de traînée au décollage
2. Calculer l'accélération au décollage

L'avion vole maintenant à vitesse constante et à son altitude de croisière de 10 000 m. Il met sept heures pour atteindre New York, en partant de Paris.

On donne le graphe suivant représentant l'évolution de la masse volumique de l'air en fonction de l'altitude.



3. Calculer le poids, la force de traînée, la portance ainsi que la force de Poussée ; les représenter sur le schéma Figure 1