

# New Horizons

Mission to Pluto



La fusée ATLAS V a lancé la sonde New Horizons à Cap Canaveral le 19/01/06 vers Pluton où elle arrivera en 2015

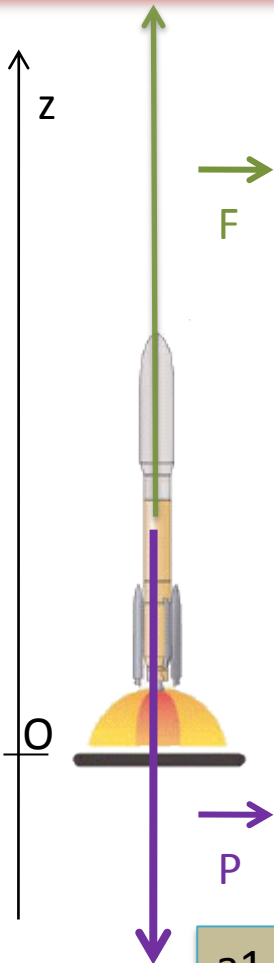
## Countdown and Flight Events Summary

| Event                                | HR:MIN:SEC |
|--------------------------------------|------------|
| Guidance Go-Inertial                 | -0:00:08.0 |
| RD-180 Ignition                      | -0:00:02.7 |
| T-0 (Engine Ready Point)             | -0:00:00.0 |
| Liftoff                              | 0:00:01.1  |
| SRB Jettison (1,2)                   | 0:01:45.0  |
| SRB Jettison (3,4,5)                 | 0:01:47.0  |
| Payload Fairing Jettison (PLF)       | 0:03:23.0  |
| Booster Engine Cutoff (BECO)         | 0:04:27.4  |
| Common Core Booster (CCB) Separation | 0:04:33.4  |
| Centaur 1st Main Engine Start (MES1) | 0:04:43.0  |
| Centaur Main Engine Cutoff (MECO1)   | 0:10:08.2  |
| Centaur 2nd Main Engine Start (MES2) | 0:31:60.0  |
| Centaur Main Engine Cutoff (MECO2)   | 0:41:47.0  |
| Third Stage Separation               | 0:41:59.9  |
| Star 48B Engine Start                | 0:42:37.0  |
| Star 48B Engine Burnout              | 0:44:05.0  |
| Observatory Separation               | 0:47:32.0  |



La masse totale des trois étages de la fusée haute de 59.7 m est de 575000 kg. Le champ de pesanteur est supposé uniforme : son intensité est  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ . On choisit un axe Oz vertical dirigé vers le haut. On étudie le mouvement de la fusée dans le référentiel terrestre qu'on suppose galiléen. La force développée par les 5 boosters du lanceur Atlas 551 peut valoir 10 906 194 N au maximum au moment du décollage.

a) Représenter clairement, sur un schéma, en les nommant, les deux forces qui agissent sur la fusée lorsqu'elle s'élève verticalement. On néglige les frottements et la poussée d'Archimède dans l'air. On considère sa masse constante pendant ces premières secondes. Calculer la valeur numérique de l'accélération  $a_1$  à l'instant du décollage et vérifier que la fusée décolle effectivement avec la poussée maximum prévue



Système : « fusée Atlas V »  
Référentiel terrestre  
(considéré comme galiléen)

2eme loi de NEWTON :

$$\Sigma \vec{\text{forces}} = m \cdot \vec{a_1}$$

$$\vec{P} + \vec{F} = m \cdot \vec{a_1}$$

Forces appliquées :

Projection sur un axe vertical Oz orienté vers le haut:

P : (poids) = action de la Terre  
F : = Poussée des gaz

$$-P + F = m \cdot a_1$$

$$-m \cdot g + F = m \cdot a_1$$

$$a_1 = \frac{F}{m} - g$$

$$a_1 = \frac{10906194}{575000} - 9.81$$

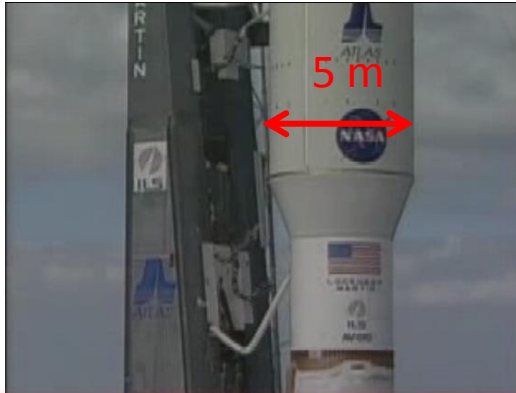
$$= 9.17 \text{ m/s}^2$$

$a_1$  est positive donc orientée vers le haut donc la fusée décolle effectivement

b) En réalité les moteurs ne sont pas réglés pour donner le maximum de leur puissance. Nous allons mesurer l'accélération réelle au décollage à l'aide d'une séquence vidéo du décollage de la fusée : Ouvrir dans **AVIMECA2** le fichier **newhorizons.avi**.

b-1 Faire les étalonnages nécessaires. Pour le pointage, il suffit de pointer une image sur 5.

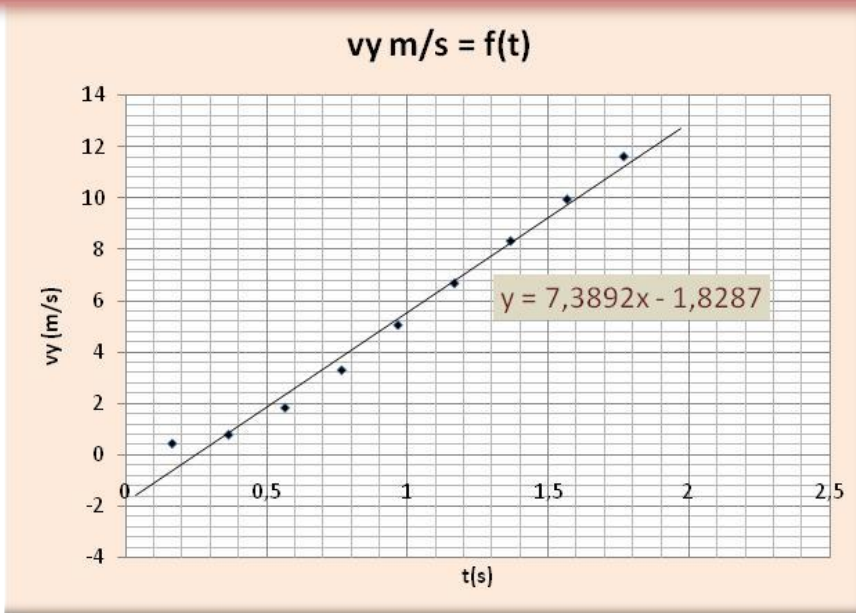
b-2 Tracer ensuite le ou les graphes nécessaires pour déterminer l'accélération du mouvement.



- Etalonnage : largeur de la coiffe : 5 m
- pointage et transfert dans Excel
- calcul de  $v_y$

| Pointages AviMéca |          |              |
|-------------------|----------|--------------|
| t<br>s            | y<br>m   | $v_y$<br>m/s |
| 0,033             | 2,35E-02 |              |
| 0,167             | 1,17E-01 | 0,42065868   |
| 0,367             | 1,64E-01 | 0,765        |
| 0,567             | 4,23E-01 | 1,81546135   |
| 0,768             | 8,92E-01 | 3,28428928   |
| 0,968             | 1,74E+00 | 5,045        |
| 1,168             | 2,91E+00 | 6,675        |
| 1,368             | 4,41E+00 | 8,325        |
| 1,568             | 6,24E+00 | 9,95012469   |
| 1,769             | 8,40E+00 | 11,6209476   |
| 1,969             | 1,09E+01 |              |

b-2 Tracer ensuite le ou les graphes nécessaires pour déterminer l'accélération du mouvement.



Graphe  $v_y = f(t)$

On observe que  $v_y$  augmente régulièrement puisqu'elle est modélisée par une droite en fonction du temps

Equation de  $v_y$  en fonction du temps :

$$y = y = 7,3892x - 1.8287 \quad \rightarrow \quad v_y = 7,4.t - 1.8$$

Vitesse initiale au temps  $t=0$   
choisi pour la mesure

Donc du type :  $v_y = a_1.t + v_0$

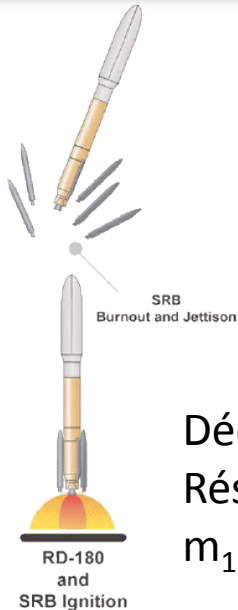
Donc  $a_1 = 7.4 \text{ m/s}^2$

b-3 Déduire ensuite la force développée par les 5 boosters et le pourcentage de la puissance totale utilisée.

$$-m.g + F = m.a_1 \quad \rightarrow \quad F = ma_1 + mg = m(a_1 + g) = 575000(9.81 + 7.4) \quad F = 9890000 \text{ N}$$

$$\text{Pourcentage utilisé : } \frac{9890000}{10906194} = 0.91 = 91\%$$

c) Au bout de 1 min 48 s , les 5 boosters ont consommés chacun leur 47 tonnes de combustibles, la poussée étant restée constante. Calculer l'accélération juste avant l'extinction de ces boosters Que peut-on conclure ?



Juste avant la séparation:  
 $t=1\text{min}48 \text{ s}$   
Réservoir vides  
 $m_2 = 575000 - (4 \times 47000)$   
 $= 340000 \text{ kg}$

$$\text{A cet instant : } -m_2.g + F = m_2.a_2$$
$$a_2 = \frac{F}{m_2} - g \quad a_2 = \frac{987850}{340000} - 9.81$$

$a_2 = 19.2 \text{ m/s}^2$

Décollage :  $t=0$   
Réservoirs pleins  
 $m_1 = 575000 \text{ kg}$

Le mouvement n'est donc pas UNIFORMEMENT accéléré puisque pendant cette durée de 1min 48s l'accélération passe de  $7.4 \text{ m/s}^2$  à  $19.2 \text{ m/s}^2$