



## Doc. 1 1<sup>ère</sup> loi de Newton (ou principe d'inertie)

## Doc. 2 2<sup>ème</sup> loi de Newton (ou principe fondamental de la dynamique)

## Doc. 3 La fusée Протон-М



Un lanceur russe Proton-M transportant le satellite de télécommunications Express-AM8 a décollé lundi 15 septembre 2015 à 22h00 (19h00 UTC) depuis le cosmodrome de Baïkonour, au Kazakhstan, a annoncé l'Agence fédérale spatiale russe. Le satellite géostationnaire Express-AM8 a été conçu par le groupe russe "Systèmes de communication et de navigation par satellite" (ISS) Rechetnev de Jeleznogorsk avec le concours de Thales Alenia Space (France). D'une durée de vie estimée à 16 ans, il couvrira l'Europe, la Russie européenne, l'Afrique et l'Amérique du Nord et du Sud.

### Caractéristiques:

Masse totale au décollage: 702 tonnes+ 2.1 tonnes pour le satellite AM8

Hauteur: 56.30 m

Largeur au niveau des boosters du 1<sup>er</sup> étage: 7.40 m

### 1<sup>er</sup> étage:

- Masse à vide 30.6 tonnes
- Masse avec carburant et comburant: 450 tonnes
- Durée de combustion: 124 s

### Données complémentaires:

$$F = q \cdot V_e$$

**q**: débit massique des gaz propulsifs en kg/s

**V<sub>e</sub>**: vitesse d'éjection des gaz en m/s.

**F**: Poussée en N

**Accélération de la pesanteur terrestre**:  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

## 1 Pointage du mouvement dans Aviméca

- Ouvrir [proton-am8-2.avi](#) à l'aide d'Aviméca: mes espaces / logiciel reseau / phy / cassiot / videos
- Redimensionner le film à la bonne échelle (clip/adapter/Ok) et activer la loupe
- Procéder à l'étalonnage (axe orienté vers le haut avec une origine de votre choix et échelle à l'aide du doc3 → vérification par le prof)
- Faire des pointages du décollage toutes les 10 images (quand la fusée commence à monter), sur un point facilement repérable de la fusée (par exemple trait noir au niveau de la base de la fusée)
- Transfert des mesures dans Excel (→ vérification par le prof)

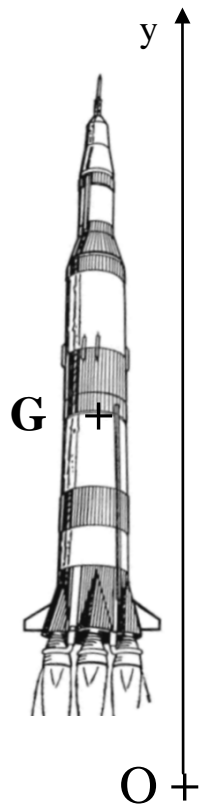
### Exploitation dans Excel

- Rajouter les colonnes nécessaires ainsi que les formules adaptées permettant de calculer la vitesse instantanée (on travaillera que sur l'axe Oy). Voir fiche méthode n°1
- Construire le graphique  $v=f(t)$ . Demander le tracé de la droite et son équation.



## 2 Questions

1. Que représente l'ordonnée à l'origine de votre équation ?
2. Sans faire de calcul, retrouver l'accélération de la fusée en exploitant le graphique. Quelle est la nature du mouvement de la fusée sur ce décollage ?
3. Représenter alors (sans échelle) dans le cadre ci-contre, le vecteur accélération  $\vec{a}_G$  de la fusée (on représentera ce vecteur à partir du centre de gravité G).
4. Faire le bilan des forces extérieures s'exerçant sur la fusée.
5. Toujours dans le cadre, dessiner ces vecteurs forces s'exerçant sur la fusée.
6. On considère que la masse de la fusée reste constante pendant les premières secondes de décollage. En appliquant la seconde loi de Newton, et la fiche méthode n°2, montrer que la force de poussée  $F$  est donnée par  $F = M.(a + g)$ ,  $M$  étant la masse de la fusée. Calculer la valeur de cette force de poussée. Comparer ce résultat au poids  $P$  de la fusée au décollage (on prendra  $g=9,81 \text{ N/kg}$ ). Conclure !
7. En s'aidant des informations du doc 3, calculer le débit massique des gaz propulsifs c'est-à-dire la masse de carburant consommé par seconde. En déduire la vitesse d'éjection des gaz.
8. Relever dans le tableau imprimé, la durée totale du pointage. Calculer la masse de carburant consommé. En déduire le pourcentage de masse perdue pendant cette durée. Conclure sur l'hypothèse faite à la question 6.



### FICHE MÉTHODE N°1 : CALCULER UNE VITESSE INSTANTANÉE AVEC EXCEL

Le tableau ci-contre donne les coordonnées  $x$  et  $y$  d'un objet en mouvement. Compléter les cases manquantes afin de calculer la vitesse instantanée  $V$  de cet objet.

position	t(s)	x(m)	y(m)	Vx(m/s)	Vy(m/s)	V(m/s)
1	0	0,00E+00	0,00E+00			
2	0,04	-1,74E-01	1,93E-01			
3	0,08	-3,47E-01	3,96E-01			
4	0,12	-5,21E-01	5,69E-01			



### FICHE MÉTHODE N°2 : PROJETER UNE RELATION VECTORIELLE SUR UN AXE

### RAPPEL : LE POIDS

Le poids d'un corps

- Le poids d'un corps est la force gravitationnelle exercée par la Terre sur ce corps

Le poids  $\vec{P}$



- direction : verticale;
- sens : vers la Terre;
- valeur :

$$P = m g$$

$P$ : poids en newton (N)  
 $m$ : masse en kilogramme (kg)  
 $g$ : intensité de pesanteur terrestre (en  $\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

