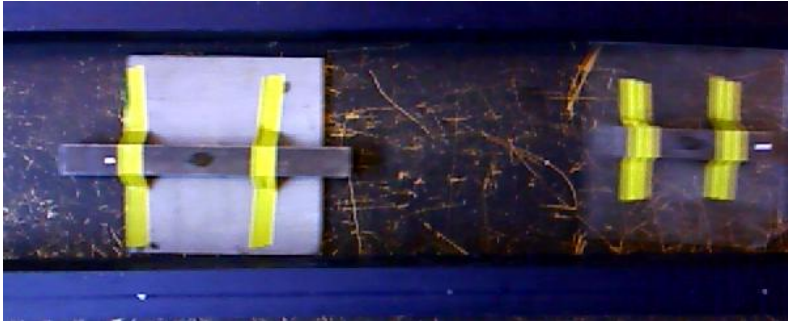


# PROPULSION PAR REACTION

EXEMPLE ET CORRIGE DU TP

# Conservation de la quantité de mouvement CORRECTION TP



Référentiel : terrestre

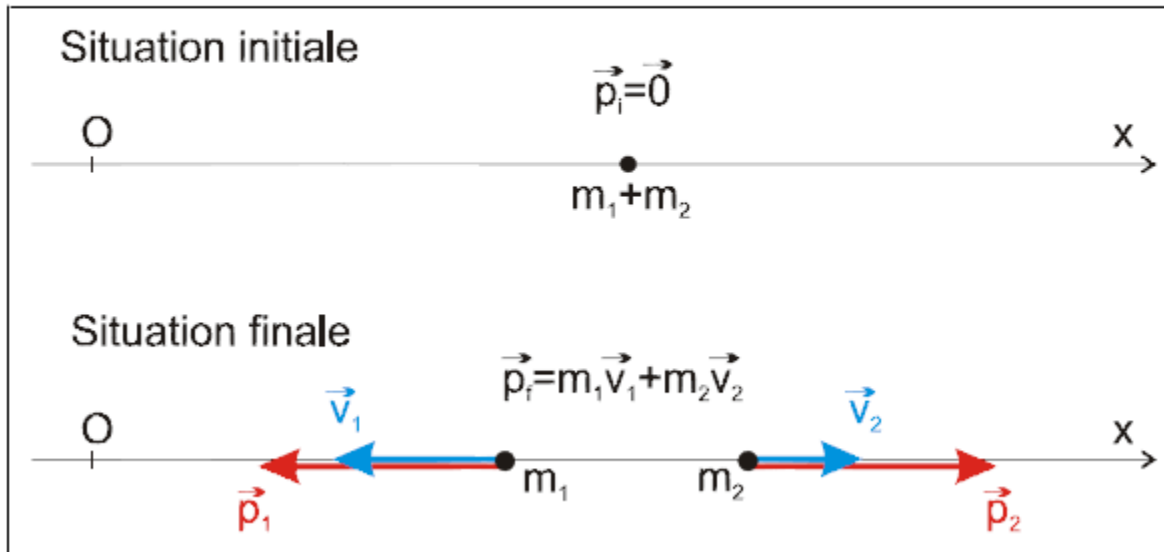
Système : aimant charriot G et aimant charriot D

HYPOTHESE Système pseudo-isolé

Première loi de Newton :

$$\frac{d \vec{p}}{dt} = \vec{0}$$

b) Application 1 : explosion d'un système en deux fragments



on a  $\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{p}_{\text{après}}$

$$\vec{0} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

Sur l'axe Ox  $-m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

## Protocole proposé :

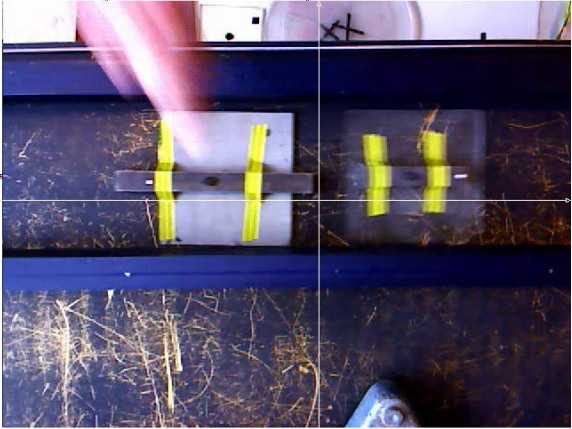
- On enregistre avec Aviméca les positions des 2 charriots au cours du temps
- On transfère les données dans Aviméca
- On calcule les vitesses  $v_1$  et  $v_2$  des charriots ( uniquement sur OX pas de mouvement en Oy )
- On calcule  $p_1 = m_1 v_1$  et  $p_2 = m_2 v_2$  et  $p_1+p_2$
- On affiche les courbes  $p_1(t)$ ;  $p_2(t)$  et  $p_1+p_2 (t)$
- Si le système est pseudo isolé  $p_1+p_2 = 0$

AviMeca v.2.7

Fichiers Clip Pointages ?

C:\Users\marie\Documents\ts\_2012\cassin\chapitre 2 mecanique\PARTIE 2 FORCES ET LOIS\tp quantite de mouvement\propulsion.avi

px= 276 py= -227 pixels ; xv= 2,44E-1 yv= -2,01E-1 metres



Mesures | Etalonnage | Propriétés du clip

Décimales de t | Chiffres de x, y

t (s)	x1 (m)	y1 (m)	x2 (m)	y2 (m)
0,000				
0,033				
0,067				
0,100				
0,133				
0,167				
0,200				
0,233				
0,267				
0,300				
0,333				

Origine des dates (t = 0) : image n° 27

Point suivant auto.

Point n° 1 dessin axes

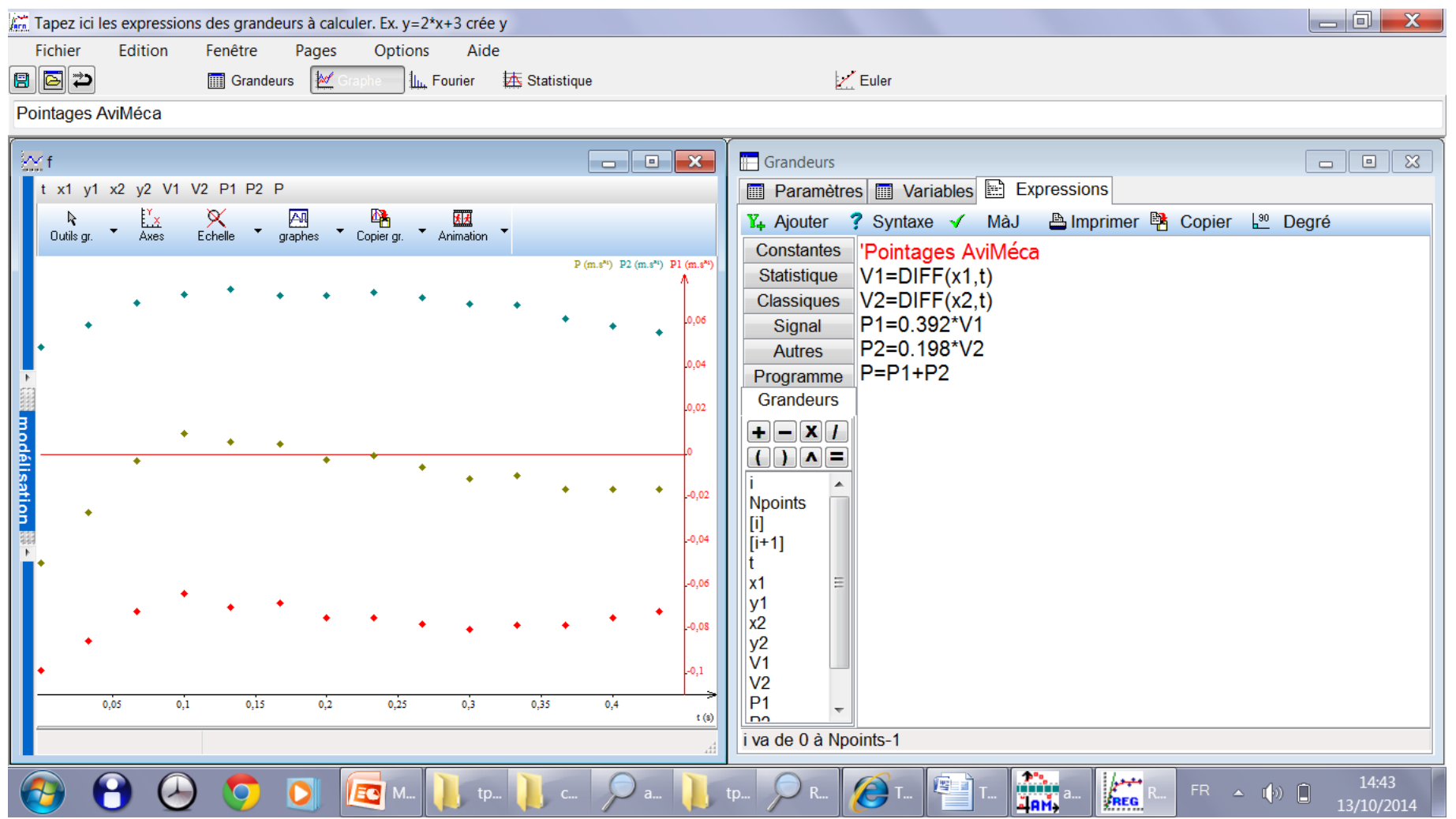
Points / image 2 Effacer

image n° 27 / 150 {t= 0}

14:34 13/10/2014

ORIGINE DES DATES IMAGE 27  
2 POINTS PAR IMAGE

# EXPLOITATION DES MESURES REGRESSI TRANSFERT DES DONNEES ET CALCULS

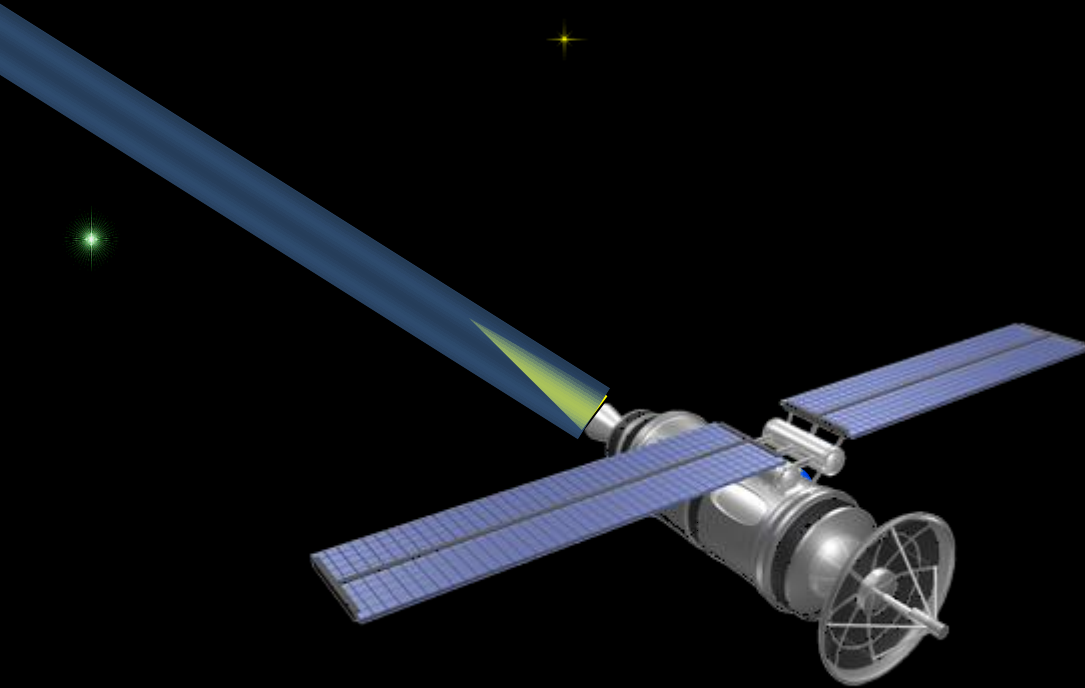


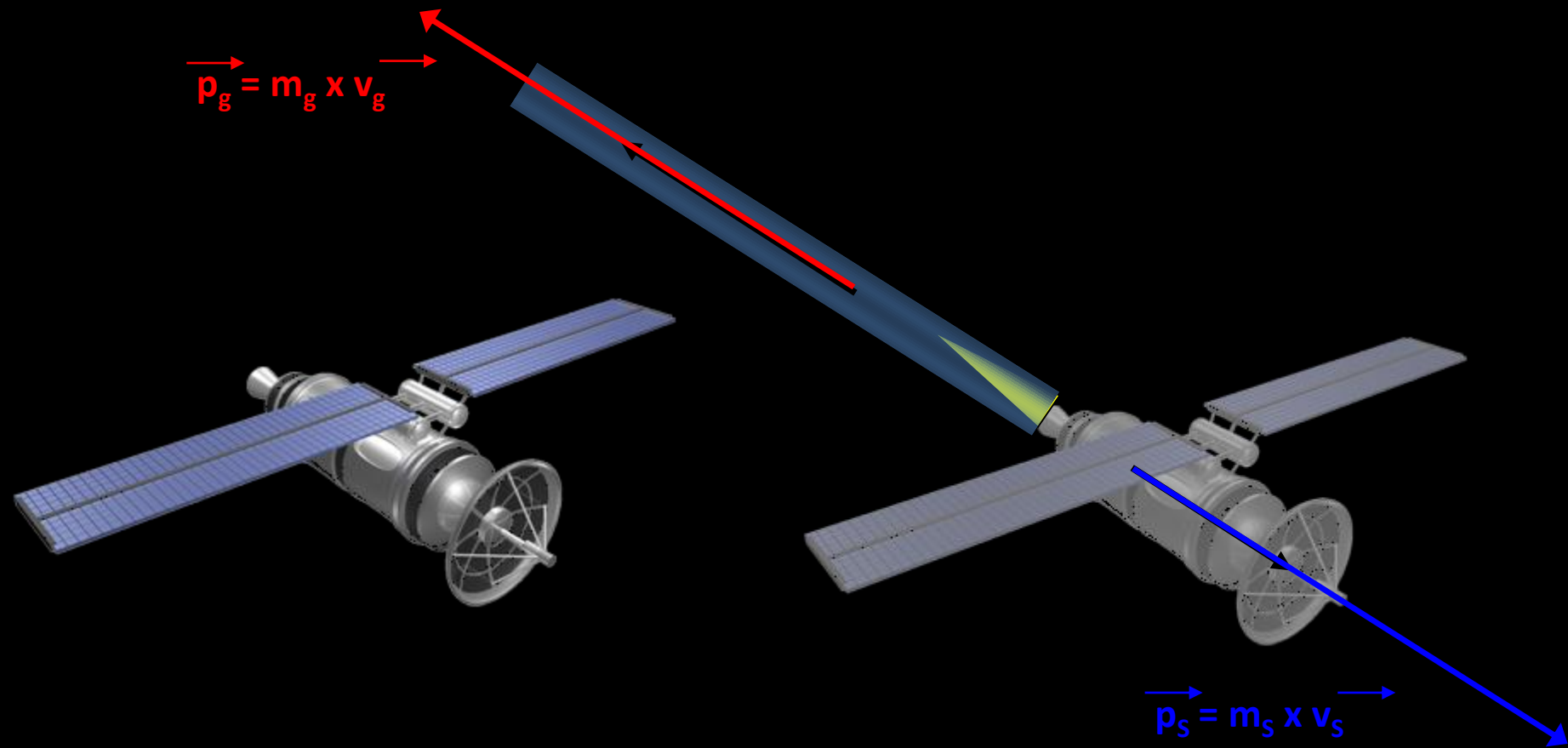
CONCLUSION : aux erreurs de pointage près on peut considérer que le système est pseudo-isolé

Soit une sonde immobile, ...

Éloigné de tous astres ...

Allumage moteur





$$\vec{p}_g = m_g \times v_g$$

$$\vec{p}_s = m_s \times v_s$$

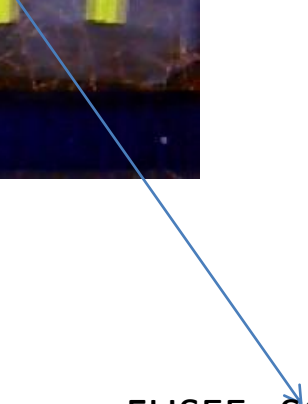


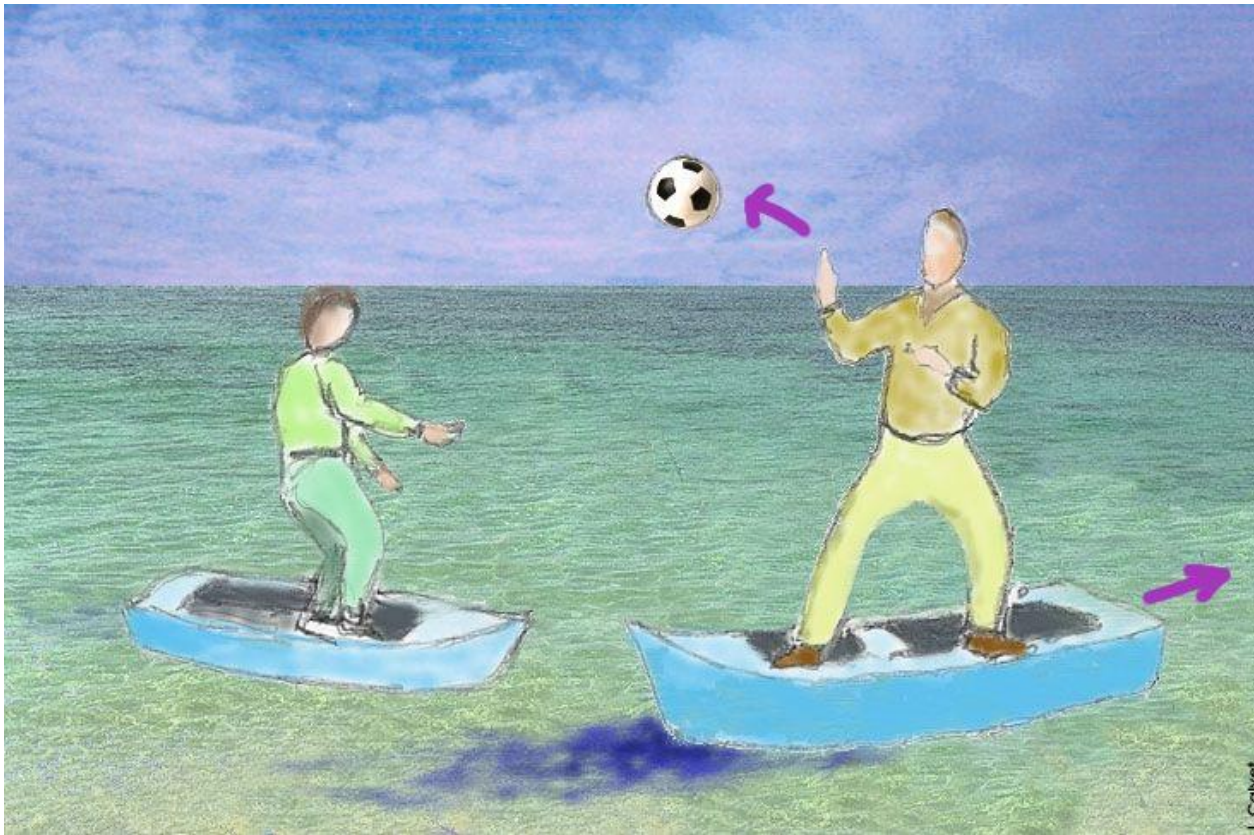


GAZ



FUSEE SONDE  
SPATIALE

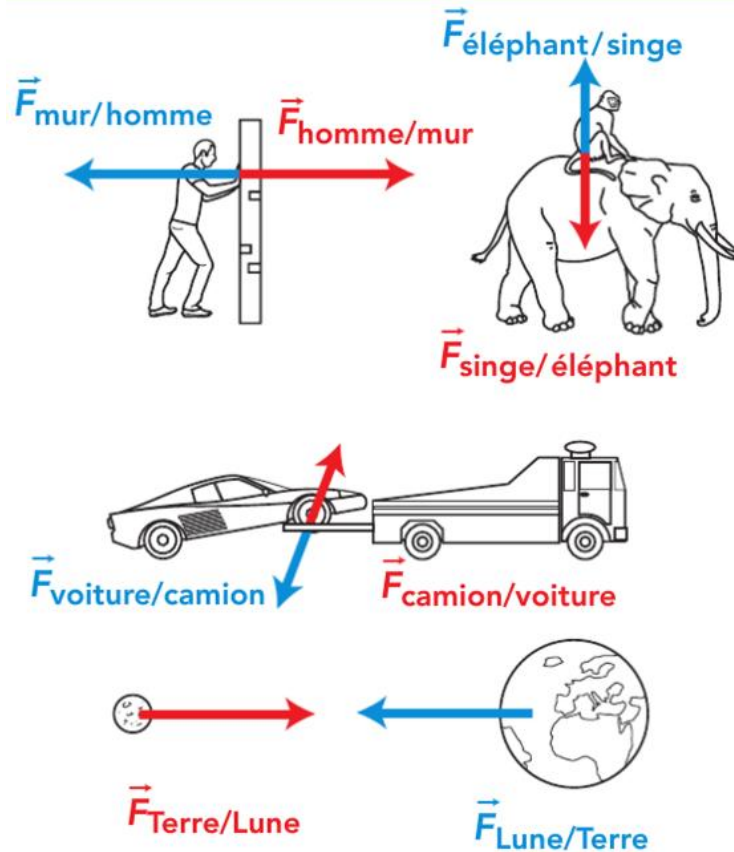




**Doc. 8 :** Comment faire avancer une barque sans rame et sans toucher l'eau ?

**UNE AUTRE FACON  
D' EXPLIQUER  
LA PROPULSION PAR REACTION**

# Troisième loi de Newton : principe des actions réciproques



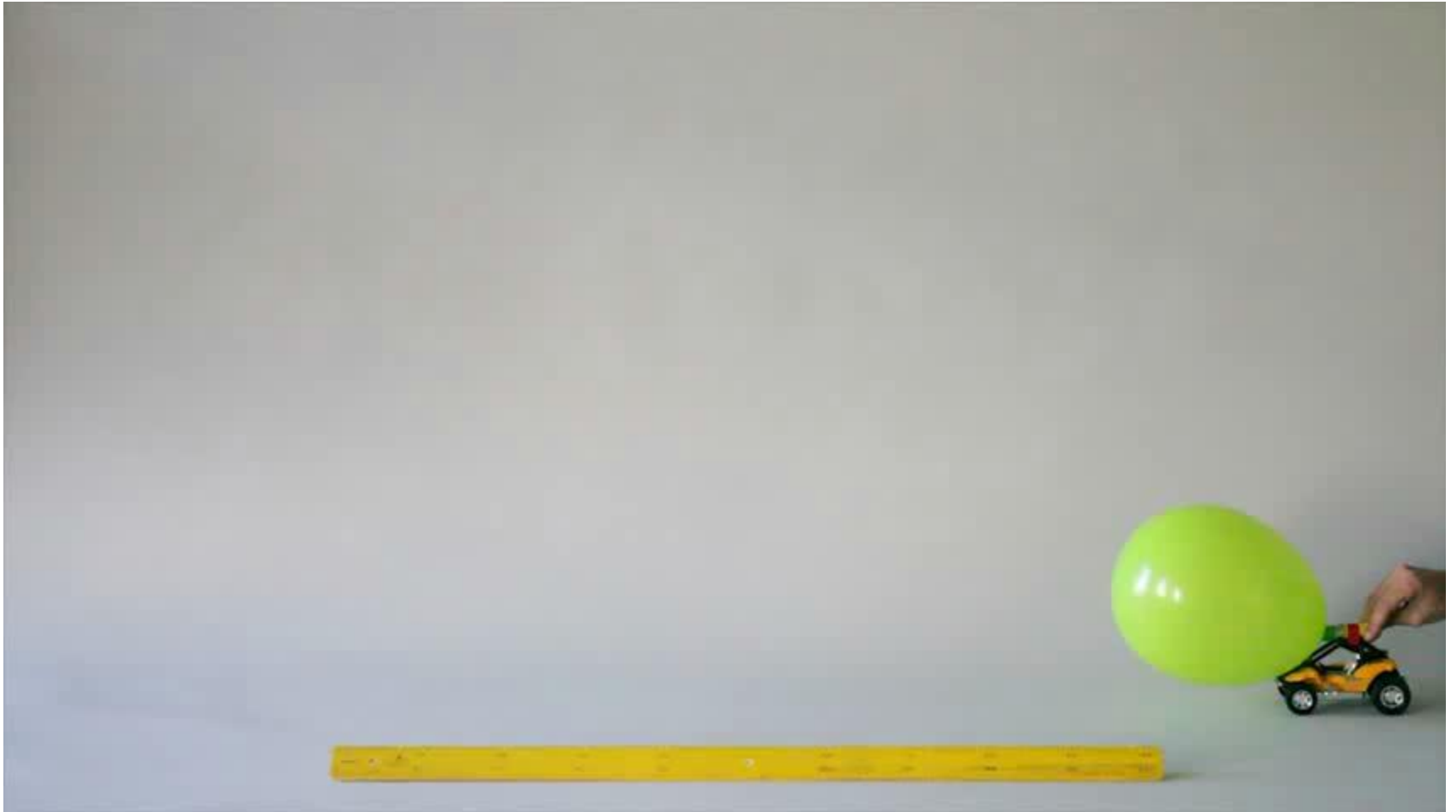
**Doc. 5 :** Dans ces 4 situations, 2 systèmes sont en interaction. On a représenté la force exercée par le système A sur B et la force exercée par le système B sur A.

**Si un objet A exerce une force sur un objet B ...**



Doc. 4 : propulsion par réaction : les gaz sont propulsés vers le bas et la fusée vers le haut.

**Application :**



**SOS vidéo**

Force des gaz  
sur la voiture

$\overrightarrow{F}_{\text{gaz/voiture}}$

Force de la  
voiture sur les  
gaz

$\overrightarrow{F}_{\text{voiture/gaz}}$



**CORRECTION**

**TP LEM**



**Remarque** : il est nécessaire de bien définir le **système étudié** dans le cas de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton :

Ainsi, quelles sont les forces **extérieures** qui s'exercent sur le système {LEM} dans le référentiel de la lune ?

En négligeant les forces de frottements

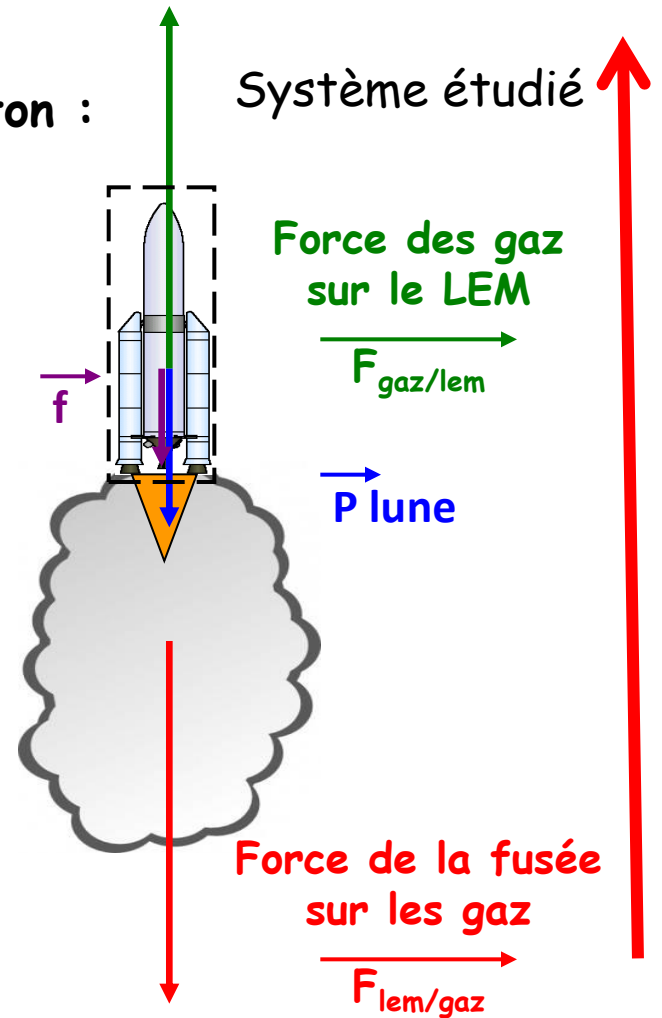
Que peut-on dire de leur valeur ?

$$\vec{P}_{\text{lune}} + \vec{F}_{\text{gaz/lem}} = m \vec{a}$$

Axe Oy orienté vers le haut

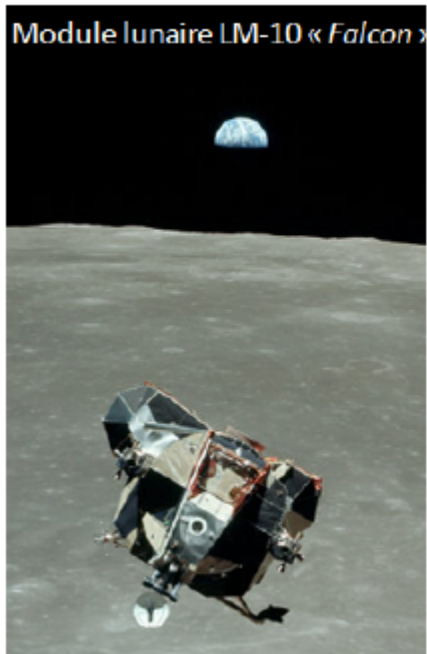
$$- P_{\text{lune}} + F_{\text{gaz/lem}} = m a$$

$$F_{\text{gaz/lem}} = m a + P_{\text{lune}} \quad \text{soit} \quad F_{\text{gaz/lem}} = m a + m g_{\text{lune}}$$



- PROTOCOLE :
- On enregistre avec Aviméca les positions du LEM au cours du temps
- On transfère les données dans Aviméca
- On calcule les vitesses ET **L'accélération** ( uniquement sur OY pas de mouvement en OX )
- On calcule **soit**  $F_{\text{gaz / lem}} = m a + m g_{\text{lune}}$
- **On compare avec la valeur du texte**

## Document 1 : Apollo 15 le module lunaire



Apollo 15 (26 juillet 1971 - 7 août 1971)

The ascent stage was an irregularly shaped unit approximately **2.8 m high and 4.0 by 4.3 meters in width** mounted on top of the descent stage.

The fully fueled mass of the ascent stage was about **4971 kg**.

The ascent engine was a fixed, constant-thrust rocket with a thrust of about **15000 N**.

The LM lifted off the Moon on 2 August at 17:11:22 UT after 66 hours, 55 minutes on the lunar surface.

The Apollo 15 lunar module (LM) "Falcon" was the fourth crewed vehicle to land on the Moon. It carried two astronauts, Commander David R. Scott and LM pilot James B. Irwin, the seventh and eighth men to walk on the Moon. The LM also carried a Lunar Roving Vehicle (LRV), an Apollo Lunar Surface Experiments Package...

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/masterCatalog.do?sc=1971-063C>

Etalonnage AVIMECA



AviMéca v.2.7

Fichiers Clip Pointages ?

C:\Users\marie\Documents\ts\_2012\cassin\chapitre 2 mecanique\PARTIE 2 FORCES ET LOIS\tp quantite de mouvement\lem.avi

pX= 544 pY= -132 pixels ; x= 1,05E+1 y= -2,55E+0 mètres

Mesures Etalonnage Propriétés du clip

Origine et sens des axes

Echelle

d = 2,80E+0 m



1er point  2ème point

pX= 92 Coordonnées en pixels pX= 95  
pY= 0 pY= 145

L'ordre des étapes 1 à 4 est indifférent

- 1 - Cochez '1er point' pour définir p1
- 2 - Cliquez sur le clip pour désigner p2
- 3 - Modifiez la valeur réelle de la distance p1p2
- 4 - Modifiez la couleur du segment p1p2

image n° 25 / 47

FR 15:33 13/10/2014

Tapez ici les expressions des grandeurs à calculer. Ex.  $y=2^*x+3$  crée y

Fichier Edition Fenêtre Pages Options Aide

Grandeurs Graphe Fourier Statistique Euler

Pointages Aviméca

Expression du modèle  
 $ay(t)=a1*t+b$   
 $vy(t)=a2*t+b2$

Ajuster Tracé auto.

a1 1,835  
b 0,8359  
a2 1,604  
b2 1,889

Résultats de la modélisation  
Ecart expérience-modèle  
63 % sur  $ay(t)$   
Ecart quad.  $ay=1,765$  m  
Ecart expérience-modèle  
6,4 % sur  $vy(t)$   
Ecart quad.  $vy=195,9$  m  
Résultat d'un réglage man  
des paramètres. Pour o  
cliquer sur ajuster

Grandeurs

Paramètres Variables Expressions

Ajouter Syntaxe MàJ Imprimer Copier Degré

Constantes  
Statistique  
Classiques  
Signal  
Autres  
Programme  
Grandeurs

'Pointages Aviméca  
 $vx=Diff(x,t)$   
 $vy=Diff(y,t)$   
 $v=sqrt(vx^2+vy^2)$   
 $ax=Diff(vx,t)$   
 $ay=Diff(vy,t)$   
 $a=sqrt(ax^2+ay^2)$

Npoints  
[i]  
[i+1]  
t  
x  
y  
vx  
vy  
v  
ax  
ay

ax (m.s<sup>2</sup>) variable dérivée Diff(vx,t)

Windows Taskbar: Regressi, tp2-saturn5..., Outil Capture, FR, 15:37, 13/10/2014

Les résultats expérimentaux pour  $vy(t)$  et  $ay(t)$  ont un écart trop important avec le modèle

Regressi

Fichier Edition Fenêtre Pages Options Aide

Grandeurs Graphe Fourier Statistique Euler

Pointages AviMéca

Expression du modèle  
 $y(t) = a + b \cdot t + c \cdot t^2$

Ajuster Tracé auto.

a1 1,747  
 b 1,935  
 c 0,7805

Résultats de la modélisation  
 Ecart expérience-modèle  
 1 % sur y(t)  
 Ecart quad. y=39,1 mm

a1=1,75 ±0,05 m  
 b=1,93 ±0,19 m/s  
 c=780 ±160 mm.s<sup>a2</sup>

Grandeurs

Paramètres Variables Expressions

Ajouter Syntaxe MàJ Imprimer Copier Degré

Constantes 'Pointages AviMéca'  
 Statistique vx=Diff(x,t)  
 Classiques vy=Diff(y,t)  
 Signal v=sqrt(vx^2+vy^2)  
 Autres ax=Diff(vx,t)  
 Programme ay=Diff(vy,t)  
 Grandeurs a=sqrt(ax^2+ay^2)

vx (m.s<sup>a1</sup>) variable dérivée Diff(x,t)

On modélise  $y(t)$  par une parabole

Tel que si on prend le coefficient  $c$  et on multiplie par 2 on retrouve l'accélération ( voir

TP Précédent ) donc  $a = 2 \cdot 0,78 = 1,56 \text{ m/s}^2$

**soit  $F_{\text{gaz /lem}} = ma + m g_{\text{lune}}$**

$$F_{\text{gaz /lem}} = 4971 * 1,56 + 4971 * 1,62$$

$$F_{\text{gaz /lem}} = 15\ 807\ \text{N}\ \text{POUR}\ 15\ 000\ \text{annoncé...}$$

$$\text{SOIT } (15807 - 15000) / 15000 = 5\ \%$$

