

## 1 Méthode : la rédaction des synthèses de documents

### 1.1 L'introduction

Normalement, l'élaboration d'une introduction intervient en dernier lieu, après l'analyse du sujet, la problématique, la mobilisation des connaissances, la construction du plan et la rédaction de la conclusion. C'est une fois que tu sais exactement ce que tu voulais démontrer que tu peux rédiger l'introduction. Il est conseillé de rédiger au brouillon l'introduction, au moins dans ses grandes lignes.

Les trois étapes traditionnellement dans l'introduction sont :

- l'accroche, pour capter l'attention du lecteur ;
- la problématique, pour délimiter le sujet, en montrer l'intérêt (l'enjeu) et la problématique (le paradoxe, la contradiction) ;
- l'annonce du plan.

Dès l'introduction, le lecteur doit savoir où tu veux en venir et quelle est ta thèse.

À mon avis, une introduction d'environ trois phrases est suffisante dans les exercices de Bac et les travaux pratiques de physique-chimie.

### 1.2 La conclusion

La conclusion est un bilan de ton argumentation. Tu résumes les enjeux principaux et tu peux, mais ceci n'est pas obligatoire, élargir le débat. En revanche, il ne faut pas apporter de nouveaux arguments ou exemples.

À mon avis, une conclusion d'environ deux phrases est suffisante dans les exercices de Bac et les travaux pratiques de physique-chimie.

### 1.3 Le résumé de documents

1. Lire l'ensemble du texte ;
2. Transformer le titre du texte en une question à laquelle le texte cherche à donner réponse. Valider cette question en parcourant l'introduction, la conclusion et les en-têtes du texte. Suivre cette même étape pour les sous-titres ;
3. Rechercher dans chacun des paragraphes les mots clés (un ou deux) qui caractérisent la pensée de l'auteur ;
4. Relier les mots clés, selon la pensée de l'auteur, en fonction de la question posée, sous forme de plan. Les mots « chevilles » présents au début des

paragraphes peuvent être très utiles pour déceler la logique de la pensée de l'auteur : premièrement, ensuite, par contre, donc, comparativement, etc. ;

5. Rédiger le texte du résumé, en respectant la logique de l'auteur, en fonction de la question posée et selon le plan fait ;
6. Terminer le résumé en produisant une phrase synthétique qui donne la réponse à la question posée. On peut s'aider des titres et des sous-titres pour la rédiger. Une telle phrase aide à saisir la pensée globale de l'auteur.

### 1.4 La synthèse de documents

La synthèse est un exercice auquel tu seras très souvent confronté, que ce soit dans le but de synthétiser tes cours en « fiches », mais également plus tard, car il s'agit d'une pratique courante dans les entreprises.

L'intérêt premier d'une synthèse est de rendre plus efficace ton travail. Dans ton travail de synthèse, il te sera demandé d'aller à l'essentiel : lorsque l'on se retrouve devant un ensemble de données, et afin de les traiter le mieux possible, il sera plus facile de réduire le nombre d'éléments et donc de les synthétiser.

Pour cela, il faudra trouver l'idée de base. Il est donc indispensable de comprendre le texte dans sa globalité, les arguments importants présentés, les exemples, etc. Dans le cas d'un ensemble de documents, il te faudra trouver les idées communes, mais également les informations contradictoires, complémentaires, voire même inutiles, et les mettre en lien.

L'idée centrale est de reformuler les informations avec ses propres mots, tout en les gardant précises, mais synthétiques à la fois. La synthèse n'est pas un exercice aisé. C'est un mélange de compétences : analyse du texte, comparaisons des différents arguments, rédaction. Lors de l'analyse et de la confrontation, il sera important de ne pas faire apparaître deux fois la même idée. Il est primordial d'ordonner les idées, l'enchaînement doit être cohérent.

Astuce : utilise un brouillon lorsque tu dois faire une synthèse de plusieurs documents. Cela te permettra de ne pas oublier d'éléments, et d'éviter les doublons.

Petit plus : faire la synthèse de tes cours est un très bon exercice, et cela favorisera grandement ton apprentissage. En effet, tu étudies beaucoup plus facilement quelque chose que tu auras exprimé avec tes mots. De plus, si tu as su les exprimer, cela veut dire que tu les as comprises.

C'est également un gain de temps énorme en période de révisions !

Attention ! Il ne faut pas confondre la synthèse de documents avec l'analyse de documents, ou commentaire de documents !

## 1.5 L'analyse de documents

Le commentaire de documents vise à montrer :

- une bonne compréhension des documents,
- des qualités de structuration de la pensée et d'organisation,
- des capacités d'analyse et de synthèse.

Il comprend quatre principales phases :

1. L'approche du dossier : l'attention au titre du dossier et au sujet qui l'accompagne, et le survol ra-

pide des documents. Un premier regard destiné à cerner les enjeux, à hiérarchiser et à sélectionner les informations.

2. L'analyse des documents :

- Deux règles principales : ne pas faire un commentaire document par document, et décrire et expliquer.
- Trois dangers majeurs : la paraphrase (qui n'ajoute rien), la récitation de cours (qui n'utilise pas les documents) et le traitement comme une dissertation (tuer le professeur de physique-chimie n'est pas recommandé).

3. L'élaboration d'un plan : ne pas étudier les documents les uns après les autres, mais donner une cohérence à leur étude, en les présentant de manière ordonnée selon un plan et en fonction d'une problématique.

4. La rédaction : soigner votre travail, insister sur les paradoxes et les enjeux, et vous relire !

## 2 L'évaluation par compétences

### 2.1 Une nouvelle approche

L'enseignement « par compétence » ou « méthode active », consiste à vous laisser construire vous-mêmes votre propre cours et vos propres travaux pratiques.

En début de séance, une question scientifique « complexe » est posée, complexe dans le sens qu'il faut plusieurs étapes pour arriver jusqu'à la solution. Vous êtes autonome dans vos choix : sélection des documents, des expériences éventuelles à réaliser, synthèse finale.

Le but est d'acquérir des « compétences », listées ci-dessous.

### 2.2 Les 7 compétences évaluées au Bac

**Extraire** des informations, soit des documents, soit des connaissances antérieures, afin de les utiliser pour résoudre le problème posé.

**Exploiter** des informations ou des résultats d'expériences.

**S'approprier** des informations ou des résultats d'expériences.

**Analyser** les documents à votre disposition.

**Réaliser** un protocole, un résumé, une analyse.

**Valider** des hypothèses, analyser de façon critique, ou même tester une hypothèse !

**Communiquer** selon un support imposé, par exemple s'enregistrer en audio ou vidéo (de deux à trois minutes), ou réaliser un diaporama (d'un ou deux écrans) ou un (petit) poster. On demande une communication scientifique. La trace écrite est privilégiée : compte-rendu, résumé, analyse de documents. Avec des phrases, ce qui se conçoit bien s'énonce clairement. Vous devez savoir « écrire » de la physique-chimie par vous-même, c'est un passage obligé !

**Être autonome et faire preuve d'initiative** et la huitième et dernière compétence, puisque par définition, vous serez seul face à votre copie ou à votre expérience, et donc obligé d'être autonome. Cela signifie que vous ne devez pas faire appel sans cesse au professeur, vous devez savoir vous débrouiller dans cette nouvelle démarche active : le professeur intervient cinq minutes en début de séance et cinq minutes en fin de séance, le reste du travail est de votre ressort.

### 2.3 Les points clefs du TP n° 7

- La conservation de la quantité de mouvement ;
- L'impesanteur ;
- La propulsion à réaction des avions et des fusées.

### 3 Choc de deux mobiles autoporteurs

Deux mobiles autoporteurs pseudo-isolés, entourés de ruban auto agrippant, de masses  $m_1 = 1000$  g et  $m_2 = 735$  g, sont lancés sur la table à coussin d'air horizontale. Les positions de leurs centres sont enregistrées à un intervalle de temps  $\tau = 60$  ms (enregistrement joint).

Initialement, les deux mobiles évoluent indépendamment puis s'accrochent sous l'effet d'une bande auto agrippante et continuent leur course ensemble.

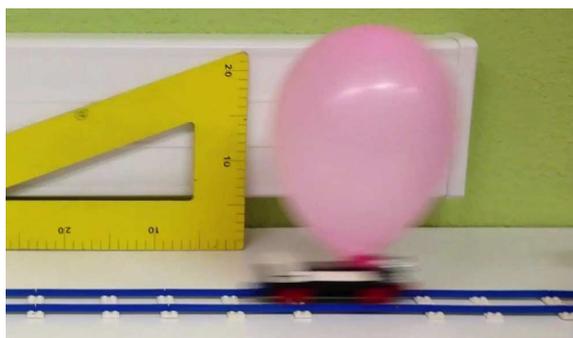
En plus de l'enregistrement joint, vous disposez des coordonnées ci-dessous.

**Question :** s'agit-il d'un choc élastique (avec conservation de la quantité de mouvement) ou d'un choc inélastique (avec non-conservation de la quantité de mouvement) ?

$(x_M; y_M)$  (4,5446 ; 9,8456) (5,7816 ; 9,3058) (6,9921 ; 8,7214) (8,1307 ; 8,8973) (9,2516 ; 8,9994) (10,3164 ; 9,0781)  
(11,3921 ; 9,1677) (12,5027 ; 9,2326) (13,5696 ; 9,3156) (14,6465 ; 9,3821) (15,6823 ; 9,4437) (16,7823 ; 9,4965)  
 $(x_N; y_N)$  (4,3137 ; 0,4301) (5,4930 ; 1,0063) (6,6567 ; 1,5720) (7,7435 ; 1,6303) (8,8122 ; 1,7177) (9,8774 ; 1,8309)  
(10,9176 ; 1,8843) (11,9938 ; 1,9826) (13,0334 ; 2,0568) (14,0466 ; 2,1178) (15,1126 ; 2,1871) (16,1289 ; 2,2542)

### 4 Propulsion

On dispose d'une vidéo amateur de la toute dernière voiture « à air » (garantie quasiment sans rejet de dioxyde de carbone).



Question : appliquer la deuxième loi de Newton pour trouver la valeur de la force exercée par l'air s'échappant du ballon.

Observez l'expérience imaginée par Constantin TSIOLKOVSKI, instituteur et professeur de physique Russe (1857-1935).



Tsiolkovski avait des idées très novatrices sur la conquête spatiale : il est considéré comme le père de l'aéronautique moderne !

**Question :** expliquer la relation entre cette expérience et la conquête spatiale.

## 5 Looping

### Document 1

« La boucle (ou looping) est une figure de voltige aérienne. C'est une rotation de l'avion ou de l'hélicoptère autour de son axe de tangage (axe des ailes).

Ainsi, l'aéronef se cabre, passe sur le dos puis redescend. La boucle constitue avec le tonneau une des deux figures de base de la voltige classique.

Pour qu'une boucle soit réussie, le pilote doit décrire un cercle parfait et ne doit pas dévier de son axe. L'entrée et la sortie de la figure doivent se faire à la même altitude.

La compensation du déport par le vent est l'une des difficultés majeures de cette figure. Au sommet de la trajectoire, l'appareil est en vol balistique (0 g). Lors des deux ressources, en début et en fin de figure, le facteur de charge est de 3 à 3,5 g.

Le premier looping fut réalisé en 1913. Les sources divergent sur l'identité du premier pilote qui réalisa cette figure. Il semblerait que le Français Adolphe PÉGOUD le 31 août 1913 à BUC fut le premier pilote à réussir cette figure au commandes d'un Blériot1. Cependant, selon d'autres sources, cet honneur échoirait au Russe Piotr NESTEROV le 27 août 1913 pilotant un Nieuport. Les historiens d'aviation précisent que PÉGOUD aurait exécuté non pas un looping, mais le vol en position « la tête en bas ». »

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Boucle\\_\(aviation\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Boucle_(aviation))

### Document 2

In 1955 test Pilot Tex JOHNSON made Boeing 707 roll and take this photo.



[https://www.youtube.com/watch?v=Ra\\_khhzuFLE](https://www.youtube.com/watch?v=Ra_khhzuFLE)

### Document 4

« Pouring water in an aircraft while upside down? Someone had told me that this is because the aircraft might be moving towards a lower altitude, but I am still not sure. What is the physics behind the following photo? »



<http://physics.stackexchange.com/questions/101548/pouring-water-in-an-aircraft-while-upside-down>

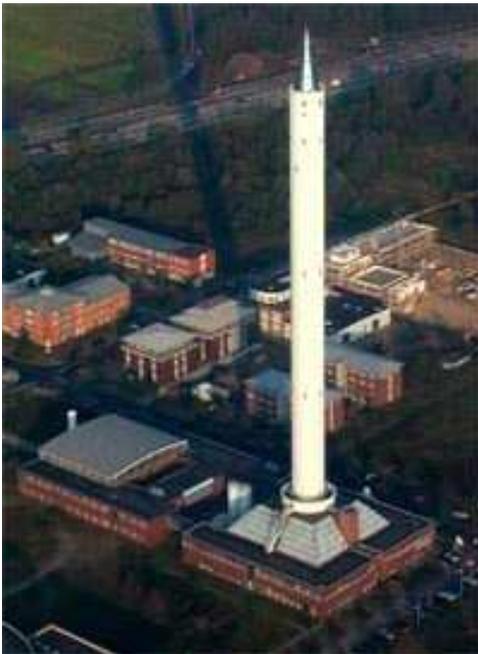
**Question :** est-il possible de faire un looping avec un avion ? Expliquer.

## 6 Impesanteur

- Un extrait d'une célèbre bande dessinée publiée le 1<sup>er</sup> mars 1950 :



- Une vue de l'ascenseur du centre de recherche sur l'impesanteur à Brême :



- Une image de l'Airbus Zéro G en pleine phase de vol parabolique :



- Une photo de l'intérieur de l'ISS (International Space Station), située à 330 km d'altitude :

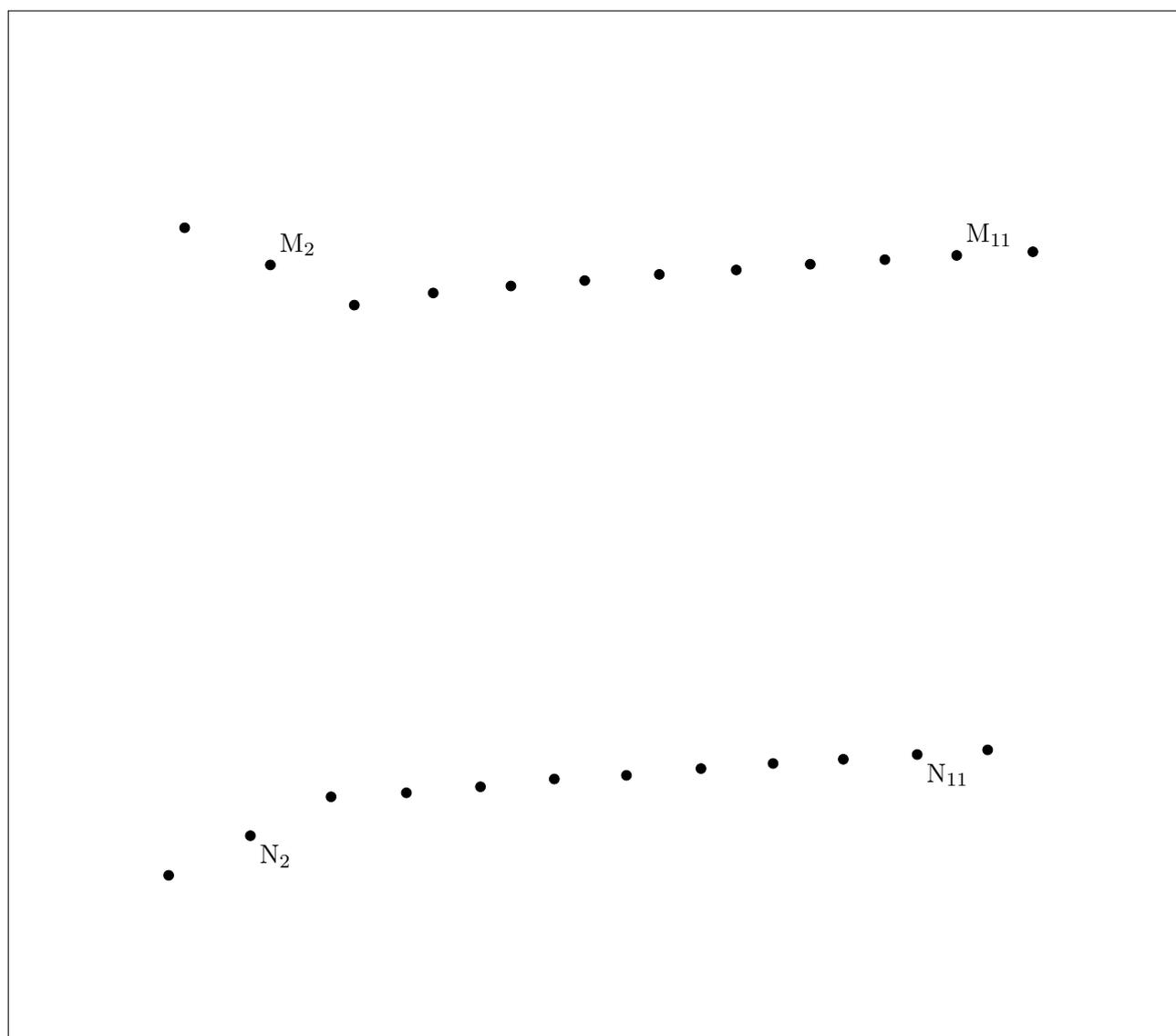


- Une affirmation que vous pouvez vérifier par le calcul : l'intensité de la pesanteur vaut  $9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  au niveau de la mer et  $8,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  dans l'ISS.  $R_T = 6380 \text{ km}$ ,  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  unités S.I. et  $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

**Question :** est-il correct de dire que l'impesanteur correspond à l'absence de gravité ?

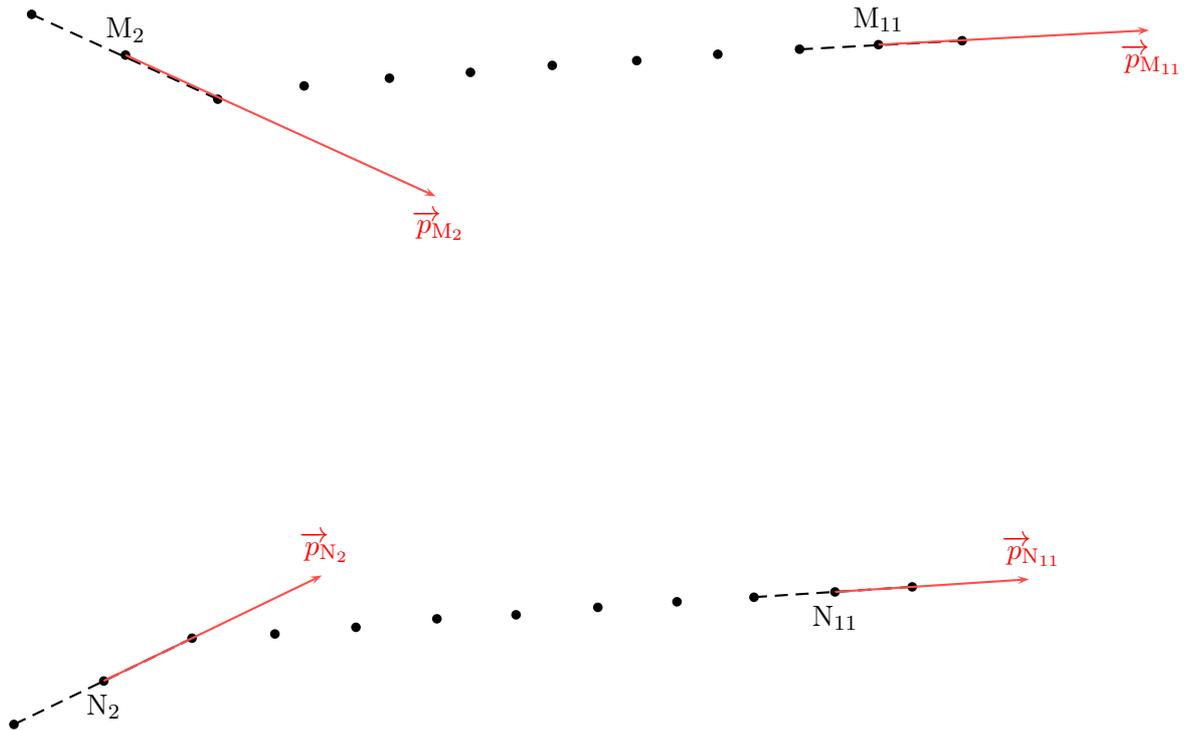
## 7 Le barème curseur pour la notation

<b>Argumentaire satisfaisant</b> Problématique respectée ET Bonne mise en relation des arguments avec la problématique ET Argumentaire correctement rédigé		<b>Argumentaire satisfaisant</b> Problématique non prise en compte OU Une mise en relation maladroite OU Une rédaction maladroite		<b>Aucun argumen- taire</b> Uniquement des idées juxtaposées sans lien entre elles ni lien avec la problématique posée
Les éléments scientifiques (connaissances issues des différents champs disciplinaires) sont solides (complets et pertinents)	Des éléments scientifiques (connaissances issues des différents champs disciplinaires) incomplets	Des éléments scientifiques solides (connaissances issues des différents champs disciplinaires) bien choisis	Des éléments scientifiques (connaissances issues des différents champs disciplinaires) incomplets ou mal choisis	Des éléments scientifiques (connaissances issues des différents champs disciplinaires) corrects
8	6	5	3	2 ou 1



*Positions des mobiles autoporteurs.*

# Correction du TP de Physique n° 7 Réaction, propulsion et impesanteur !



### 3 Choc de deux mobiles autoporteurs

Pour qualifier la nature du choc, en déterminant s'il y a ou non conservation de la quantité de mouvement  $\vec{p}$ , il faut :

- tracer deux vecteurs quantités de mouvement :

$$\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1 \quad \text{et} \quad \vec{p}_2 = m_2 \vec{v}_2$$

avant le choc ;

- effectuer la somme vectorielle de ces vecteurs :

$$\vec{p}_i = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

où l'indice  $i$  signifie « initial », *c.-à-d.* avant le choc ;

- tracer de même deux vecteurs quantités de mouvement après le choc ;
- effectuer la somme vectorielle de ces vecteurs  $\vec{p}_f$  où l'indice  $f$  signifie « final », *c.-à-d.* après le choc ;
- comparez les deux vecteurs  $\vec{p}_i$  et  $\vec{p}_f$  : égaux, la conservation est constatée, inégaux, le choc est inélastique et la quantité de mouvement n'est pas conservée.

On effectue le choix de tracer ces vecteurs pour les deuxièmes points  $M_2$  et  $N_2$  et pour les avant-derniers points  $M_{11}$  et  $N_{11}$ , tel que le montre la reproduction de l'enregistrement à l'échelle 1 ci-dessus. Pour ces points, on mesure au double décimètre les distances suivantes, représentées en pointillés sur l'enregistrement :

$$\begin{cases} M_1M_3 = 2,7 \text{ cm} \\ N_1N_3 = 2,6 \text{ cm} \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} M_{10}M_{12} = 2,1 \text{ cm} \\ N_{10}N_{12} = 2,1 \text{ cm} \end{cases}$$

L'intervalle de temps entre chaque pointé est  $\tau = 60 \text{ ms}$ , on peut calculer les normes ou valeurs des vitesses simplement, sans omettre les conversions en mètres (m) et en seconde (s) :

$$\begin{cases} v_{M_2} = \frac{M_1M_2}{2\tau} = \frac{2,7 \times 10^{-2}}{2 \times 60 \times 10^{-3}} = 0,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \\ v_{N_2} = \frac{N_1N_2}{2\tau} = \frac{2,6 \times 10^{-2}}{2 \times 60 \times 10^{-3}} = 0,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{M_{11}} = \frac{M_{10}M_{12}}{2\tau} = \frac{2,1 \times 10^{-2}}{2 \times 60 \times 10^{-3}} = 0,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \\ v_{N_{11}} = \frac{N_{10}N_{12}}{2\tau} = \frac{2,1 \times 10^{-2}}{2 \times 60 \times 10^{-3}} = 0,35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$$

Les normes ou valeurs des quantités de mouvement s'en déduisent facilement, sans omettre de convertir les masses  $m_1$  et  $m_2$  en kilogramme (kg) :

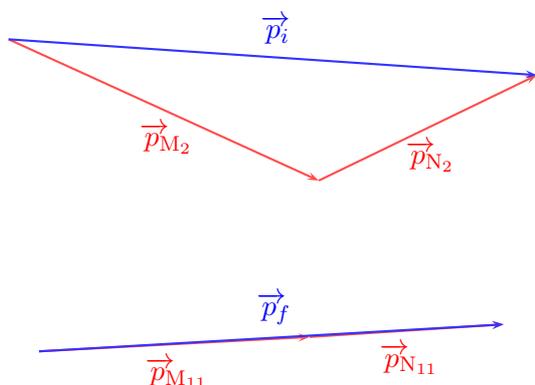
$$\begin{cases} p_{M_2} = m_1 v_{M_2} = 1,000 \times 0,45 = 0,45 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \\ p_{N_2} = m_2 v_{N_2} = 0,735 \times 0,43 = 0,32 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_{M_{11}} = m_1 v_{M_{11}} = 1,000 \times 0,36 = 0,36 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \\ p_{N_{11}} = m_2 v_{N_{11}} = 0,735 \times 0,35 = 0,26 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$$

On trace ces vecteurs sur l'enregistrement, avec une échelle de 1 cm pour  $0,1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Les vecteurs ont pour origines les points  $M_2$ ,  $N_2$ ,  $M_{11}$  ou  $N_{11}$ , ils sont orientés dans le sens du mouvement et ils sont parallèles

aux segments  $M_1M_3$ ,  $N_1N_3$ ,  $M_{10}M_{12}$  ou  $N_{10}N_{12}$ , respectivement.

Avant dernière étape, additionner les vecteurs quantités de mouvement initial  $\vec{p}_i$  et final  $\vec{p}_f$ . Pour cela, on effectue une construction directement sur l'enregistrement, où l'on place les vecteurs bout à bout. L'addition des deux vecteurs est la diagonale du parallélogramme formé :



Dernière étape, on mesure la longueur des vecteurs quantités de mouvement initial  $\vec{p}_i$  et final  $\vec{p}_f$ , ce qui permet d'obtenir leurs valeurs ou normes (en tenant compte de l'échelle de la figure) :

$$p_i = 0,70 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{et} \quad p_f = 0,61 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

On constate que  $\vec{p}_i \neq \vec{p}_f$ , autrement dit il n'y a égalité ni en direction, ni en valeur. Par conséquent, on peut conclure que la quantité de mouvement ne se conserve pas dans ce choc, et que le choc est non-conservatif. Ceci s'explique essentiellement par le fait que les deux mobiles autoporteurs s'accrochent l'un à l'autre, au lieu de simplement rebondir l'un sur l'autre.

#### 4 Propulsion

L'expérience de Tsiolkovski est une illustration de la propulsion par conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé.

Initialement, si la barque et son contenu sont immobiles, la quantité de mouvement de l'ensemble est nulle :  $\vec{p}_i = \vec{0}$ .

Si un passager utilise sa force musculaire pour jeter une masse  $m_1$  vers l'arrière, avec une vitesse  $\vec{v}_1$ , la quantité de mouvement qui va être « emportée » par la masse vaut  $\vec{p}_1 = m_1\vec{v}_1$ , et donc la barque va présenter une quantité de mouvement  $\vec{p}_2 = -\vec{p}_1$  afin que la conservation de la quantité de mouvement soit toujours respectée :  $\vec{p}_f = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{0}$ .

Si on note  $m_2$  la masse de la barque,  $\vec{p}_2 = m_2\vec{v}_2$  où  $\vec{v}_2$  est la vitesse acquise par la barque. La barque se déplace !

Certes pour une barque il est plus simple de ramer ou même d'utiliser une hélice ou une voile ; l'intérêt de cette

propulsion « par réaction » est de ne pas nécessiter de milieu sur lequel « prendre appui » (comme l'eau pour les rames ou l'hélice) et donc de fonctionner... dans le vide !

### 6 Impesanteur

- Le point commun entre la station spatiale internationale, l'Airbus « zéro G » et l'ascenseur spécial de l'institut de Brême est d'être tous en chute libre.
- Un autre point commun entre ces trois systèmes est d'être relativement proches du sol, et donc soumis à une intensité de la pesanteur quasiment identique. L'intensité de la pesanteur vaut  $9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  à Brême (relativement proche de Paris à l'échelle du globe terrestre), on peut supposer qu'elle a la même valeur dans l'Airbus, qui ne dépasse pas la dizaine de kilomètres d'altitude et effectue ses vols autour de Toulouse, quant à la station spatiale internationale, à  $h = 330 \text{ km}$  d'altitude, on peut calculer que l'intensité de la pesanteur vaut encore  $8,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  :

$$g = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

$$g = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24}}{((6380 + 330) \times 10^3)^2}$$

$$g = 8,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Le calcul précédent doit vous être très familier (programme de Première S).

- Un dernier point commun est bien sûr l'existence d'une « impesanteur » ou « apesanteur » ou encore « micropesanteur » ou « microgravité » de seulement quelques millièmes de  $g$ , en contradiction apparente avec les résultats et le calcul ci-dessus.

Système	Microgravité
Airbus Zéro G	$50 \times 10^{-3}g$
Brême	$1 \times 10^{-6}g$
ISS	$3 \times 10^{-6}g$

Sans vouloir couper les cheveux en quatre, il est incorrect de parler de « microgravité », il faudrait parler de « micropesanteur. »

- Dans un système en chute libre, on constate ainsi l'absence de forces appliquées, d'où ce fameux « flottement » caractéristique de l'impesanteur. Malgré la présence de la force gravitationnelle due à la Terre, subie par le système entier, aucune force nette ne semble s'appliquer sur les corps placés à l'intérieur du système.
- Par conséquent, il serait incorrect de dire que l'impesanteur correspond à l'absence de gravité, les forces de gravité jouant un rôle central dans les mouvements des trois systèmes considérés en exemple.

## Grille TPP 7 – Looping

- 3. Choc** .../5
- Mesures  $M_{i-1}M_{i+1} \times 4$
  - Calculs  $p_{M_i} \times 4$
  - Tracés  $\vec{p}_{M_i} \times 4$
  - Additions  $\vec{p}_{\text{initial}}$  et  $\vec{p}_{\text{final}}$
  - Conclusion : non conservation, choc inélastique
- 4. Propulsion** .../2
- Système isolé, conservation quantité de mouvement
  - $\vec{p}_2 = -\vec{p}_1$  donc  $\vec{v}_2 \neq \vec{0}$  même dans le vide
- 5. Looping** .../5
- Looping si  $a > 2g$  ou  $19,62 \text{ m/s}^2$  vers le bas
  - Si Airbus A320 alors  $v_{\text{max}} = 800 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$
  - Et  $h = 8000 \text{ m}$  donc  $r_{\text{max}} = h/2 = 4000 \text{ m}$
  - Par suite  $a = v^2/r = 12,35 \text{ m/s}^2$ , impossible
  - Validation : seule la donnée du rayon de courbure vertical minimum permettrait de conclure
- 6. Impesanteur** .../3
- Chute libre, pas de force nette
  - Calcul  $g(\text{ISS}) = 8,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
  - Gravité bien présente!
- Note** .../15