

**Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie**

**Activité documentaire n°4.1 :**  
**Sur les traces de Galilée.**

Questions	Capacités attendues	Compétence visée	Points attribués
1	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites sur des supports variés.	<b>Analyser</b>	/1,5
2	Reformuler	<b>S'approprier</b>	/1,5
3	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites sur des supports variés.	<b>Analyser</b>	/1
4	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites sur des supports variés.	<b>Analyser</b>	/0,5
5	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites sur des supports variés.	<b>Analyser</b>	/0,5
6	Reformuler	<b>S'approprier</b>	/0,5
7	Effectuer des calculs littéraux ou numériques.	<b>Réaliser</b>	/2,5
8	Formuler une synthèse	<b>Communiquer</b>	/1
Devoir global	Rendre compte à l'écrit en utilisant un vocabulaire scientifique adapté et présenter son travail sous une forme appropriée et être vigilant vis-à-vis de l'orthographe	<b>Communiquer</b>	/0,5
<b>Total 1 :</b>	<b>Remarques :</b>		<b>/9,5</b>

**Notation individuelle :**

CLASSE :		NOMS - PRENOMS des élèves du groupe		Élève n° 1 :		Élève n° 2 :		Élève n° 3 :	
				..... .....		..... .....		..... .....	
Activité	Capacités attendues	Compétence visée	Points attribués	Signatures	Points attribués	Signatures	Points attribués	Signatures	
Séance en groupe	Travailler en équipe, partager des tâches, s'engager dans un dialogue constructif, respecter ses camarades, son professeur et les lieux de travail ...	<b>Être autonome et faire preuve d'initiative</b>	/0,5		/0,5		/0,5		
<b>TOTAL 2</b>			/0,5		/0,5		/0,5		
<b>Total 1 + 2</b>			<b>/10</b>		<b>/10</b>		<b>/10</b>		

**Durant plusieurs millénaires, l'organisation de l'Univers était expliquée par les idées du Grec ARISTOTE (environ 300 av J.C) : la Terre était le centre, le Soleil, la Lune et les planètes tournaient autour d'elle. L'italien Galilée (1564-1642) a remis en cause cette théorie.**

**Partie A : Extrait adapté de la pièce La vie de Galilée, écrite en 1938 par Bertolt BRECHT.**

**Acte I scène 1**

La scène se déroule vers l'an 1600, dans le cabinet de travail de Galilée, à Padoue, près de Venise, en Italie.

Andréa est un adolescent ; c'est le fils de la gouvernante de Galilée.

Andréa : Qu'est-ce que c'est ?

Galilée : Un astrolabe ; l'objet montre comment, d'après les anciens, les astres se déplacent autour de la Terre.

Andréa : Au milieu, il y a une petite pierre.

Galilée : C'est la Terre.

Andréa : Tout autour, toujours l'un par dessus l'autre, des anneaux. (...) Sur les anneaux sont fixées des boules...

Galilée : Les astres

Andréa : La boule tout en bas, c'est la Lune, c'est écrit. Et au-dessus il y a le Soleil.

Galilée : Et maintenant, fais tourner le Soleil.

*Andréa, met en mouvement les sphères.*

Andréa : C'est beau. Mais nous sommes à l'étroit.

Galilée : Oui, j'ai ressenti ça aussi quand j'ai vu l'objet pour la première fois. (...) Durant deux mille ans l'humanité a cru que le Soleil et tous les corps célestes tournaient autour d'elle. (...) On avait toujours dit que les astres étaient fixés sur une voûte (...) pour qu'ils ne puissent pas tomber.

Maintenant nous avons pris courage et nous les laissons en suspens dans l'espace, sans soutien (...). Et la Terre roule joyeusement autour du Soleil.

Andréa : Mais je le vois, que le Soleil, le soir, s'arrête ailleurs que le matin. Avec ça, il ne peut pas être immobile ! Jamais de la vie.

Galilée : Tu vois ! Qu'est-ce que tu vois ? (...)

*Il pose une petite table au milieu de la scène.*

Galilée : Ceci est le Soleil (...). Assieds-toi.

*Andréa s'assied sur une des chaises. Galilée est debout derrière lui.*

Galilée : Où est le Soleil ? à droite ou à gauche ?

Andréa : A gauche.

Galilée : Et comment ira-t-il à droite ?

Andréa : Si vous le transportez à droite, naturellement.

Galilée : Seulement de cette manière ?

*Il le soulève avec la chaise et accomplit avec lui une demi-rotation.*

Galilée : Où est maintenant le Soleil ?

Andréa : A droite.

Galilée : Et il a bougé ?

Andréa : Ca non.

Galilée : Qu'est-ce qui a bougé ?

Andréa : Moi.

Galilée, *hurle* : Faux ! Idiot ! La chaise !

Andréa : Mais moi avec elle !

Galilée : Evidemment. La chaise c'est la Terre. Tu es assis dessus.

## Questions :

- 1- Quel est l'astre situé au centre de l'astrolabe décrit par Galilée et Andréa ?
- 2- Pourquoi cet astre était-il placé au centre des astrolabes sphériques de l'époque ?
- 3- Quelle hypothèse sur le mouvement des astres Galilée remet-il en cause ?
- 4- Quel argument de bon sens Andréa lui oppose-t-il ?
- 5- Quel objet Galilée choisit-il comme référence pour étudier le mouvement dans son expérience ? Quel astre représente cet objet ?
- 6- Quelle propriété générale sur la notion de mouvement Galilée met-il en évidence par cette expérience ?

## Partie B : Extrait du « dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde » - Galiléo Galiléi (1632- Edition du Seuil, septembre 1992

Dès le début du XVII<sup>e</sup> siècle, Galiléo Galiléi est convaincu par le modèle héliocentrique du monde (la Terre n'est pas le centre de tout mais tourne autour du soleil). L'un des arguments principaux des détracteurs de Galilée consiste à affirmer que nous devrions nous rendre compte d'un mouvement éventuel de la Terre.

Par l'intermédiaire du dialogue entre les deux personnages fictifs - Simplicio et Salviati - Galilée essaie de réfuter cet argument.

« **Simplicio** : Laissons tomber une boule de plomb du haut d'un mât d'un navire au repos et notons l'endroit où elle arrive, tout près du pied du mât : si du même endroit, on laisse tomber la même boule quand le navire est en mouvement<sup>(1)</sup>, le lieu de sa percussion sera éloigné de l'autre (c'est-à-dire du pied du mât du navire) d'une distance égale à celle que le navire aura parcouru pendant le temps de chute, et tout simplement parce que le mouvement naturel de la boule, laissée à sa liberté (posta in sua liberta) se fait en ligne droite vers le centre de la Terre.

**Salviati** : Très bien. Avez-vous jamais fait l'expérience du navire ?

**Simplicio** : Je ne l'ai jamais faite, mais je crois vraiment que les auteurs qui la présentent en ont fait soigneusement l'observation ...

**Salviati** : ... Que n'importe qui la fasse et il trouvera en effet que l'expérience montre le contraire de ce qui est écrit : la boule tombe au même endroit du navire, que celui-ci soit à l'arrêt ou avance à n'importe quelle vitesse<sup>(1)</sup>. Le même raisonnement valant pour le navire et pour la Terre, si la pierre tombe toujours à la verticale au pied de la tour, **on ne peut rien en conclure quand au mouvement ou au repos de la Terre...** »

<sup>(1)</sup> On considèrera dans cette étude que les frottements sont négligeables et que le navire en mouvement rectiligne uniforme (c'est-à-dire un mouvement en ligne droite à vitesse constante).

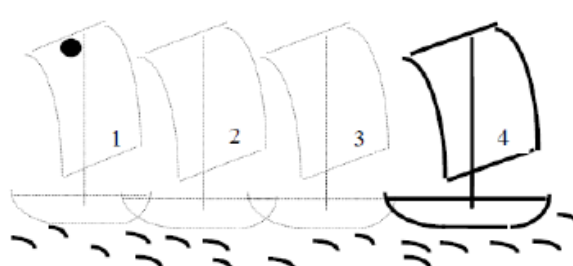
Question : Avec le point de vue de Simplicio, puis le point de vue de Salviati, représenter sur les schémas ci-dessous quelques positions de la boule de plomb (vous dessinerez donc des chronophotographies) lorsque le bateau est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme (par rapport au quai).

Point de vue de Simplicio :

Navire à l'arrêt :

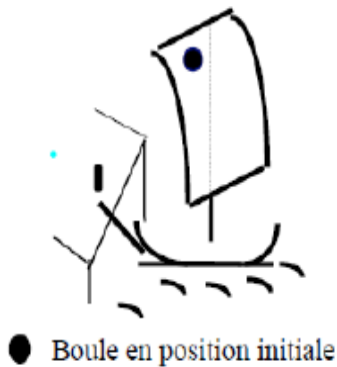


Navire en mouvement rectiligne uniforme :

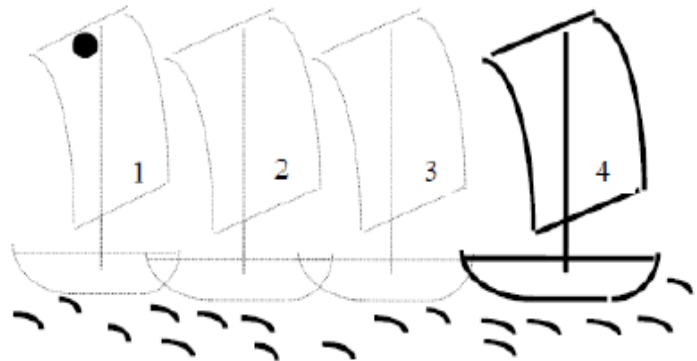


Point de vue de Salviati :

Navire à l'arrêt :



Navire en mouvement rectiligne uniforme :



### Partie C : Galilée et les satellites de Jupiter

Galilée est le premier à pointer une lunette vers le ciel pour y observer des objets invisibles à l'œil nu. Dans son ouvrage *Sidereus Nuncius* ([http://ebooks.ethbib.ethz.ch/fulltext/Rara/Rar4342\\_Sidereus\\_Nuncius.pdf](http://ebooks.ethbib.ethz.ch/fulltext/Rara/Rar4342_Sidereus_Nuncius.pdf)) il décrit par ses observations qui vont révolutionner la vision du monde céleste de l'époque. En particulier il découvre que Jupiter possède quatre satellites et note avec précision leurs positions. Voici quelques extraits des positions relevées par Galilée depuis la ville de Padoue en Italie (Jupiter est représenté par un cercle et ses satellites par des étoiles Ori. signifie orient donc à l'est et Occ. signifie occident donc à l'ouest) :

Le 7 janvier 1610

Ori. \* \* ○ \*

Le 13 janvier 1610

Ori. \* ○ \* \* \*

Le 15 janvier 1610

Ori. ○ \* \* \* \*

## Comment expliquer certaines observations des satellites de Jupiter faites par Galilée ?

### Quelques compléments sur les satellites de Jupiter :

Les satellites galiléens Io, Europe, Ganymède et Callisto, découverts en 1610, furent ainsi nommés par Simon Marius qui dit les avoir observés avant Galilée (mais sans doute, sans comprendre leur mouvement). Galilée les avait nommés "astres de Médicis" en l'honneur des princes de Médicis, le premier "Principharus", le deuxième "Victripharus", le troisième "Cosmipharus" et le quatrième "Ferdinandipharus". Ce sont les noms donnés par Simon Marius qui prévalurent. On ne donna donc pas des noms contemporains de l'époque de la découverte mais on se rattacha à la mythologie gréco-latine.

- **Io** est une jeune fille, fille d'Inachus, princesse d'Argos qui fut aimée de Zeus et transformée en génisse pour échapper à la jalousie d'Héra.
- **Europe** (ou Europa) est le nom de plusieurs héroïnes de la mythologie grecque mais la plus célèbre est la fille d'Agénor qui fut aimée de Zeus.
- **Ganymède** (ou Ganymedes) est un héros, prince royal de Troie. Il était considéré comme le plus beau des mortels et fut enlevé par Zeus. Sur l'Olympe il eut la fonction de remplir la coupe de Zeus.
- **Callisto**, fille de Lycaon, était une nymphe vouée à la virginité qui fut aimé de Zeus. Elle fut transformée en ourse à cause de la jalousie d'Héra.

### A. Simulation des observations de Galilée.

On va utiliser le logiciel Stellarium libre de droit (<http://www.stellarium.org/fr/>) qui permet d'afficher le ciel pour une date et un lieu quelconques. Voir son utilisation page suivante.

- ☺ Utiliser le logiciel pour observer le ciel de Padoue (Padova) en Italie en janvier 1610 à 19h00.
- ☺ Centrer l'observation sur Jupiter et zoomer jusqu'à voir distinctement ses satellites (voir diapositive au vidéoprojecteur).

- A.1. Indiquer les noms des satellites observés sur les schémas de Galilée.
- A.2. Pourquoi Galilée n'a-t-il représenté que trois satellites sur son schéma du 7 janvier ?

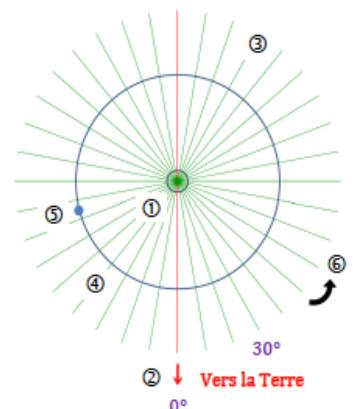
**B. Interprétation à l'aide d'une maquette.**

Pour comprendre ces observations, on va construire une maquette de Jupiter et ses satellites. Voici quelques données sur les satellites de Jupiter.

Satellite de Jupiter	Io	Europe	Ganymède	Callisto
Rayon de l'orbite ( $\times 10^5$ km)	4,22	6,71	10,70	18,83
Période de révolution (en jours)	1,769	3,551	7,154	16,689
Période de rotation (en jours)	1,769	3,551	7,154	16,689
Vitesse orbitale (en $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ )	17	14	11	8
Atmosphère	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
Nature de la surface	Présence de volcans	Banquise de glace en évolution	<del>Glace et silicates carbonés</del>	<del>Glace et silicates carbonés</del>
Composition	Soufre et silicates	Eau et silicates	Glace et silicates carbonés	Glace et silicates carbonés
Longueur de représentation (en cm)				9,4
Déplacement en un jour (en $^{\circ}$ )				
Position le 7 janvier à 19h00 (en $^{\circ}$ )	300	325	65	250

Construction de la maquette.

- ☺ Au centre d'une feuille de dessin A4 (ou  $24\times 32$ ) cartonnée tracer un cercle d'environ 1 cm de rayon représentant Jupiter ①.
- ☺ Tracer un rayon qui définit la direction d'observation depuis la Terre ②.
- ☺ Tracer des rayons tous les dix degrés. Indiquer les valeurs tous les  $30^{\circ}$  en affectant  $0^{\circ}$  à la direction vers la Terre, puis en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ③.
- ☺ Sur la feuille de papier calque dessiner un cercle de 9,4 cm de rayon ④. Repérer son centre. Ce premier cercle représente l'orbite de Callisto. La dimension imposée permet de fixer l'échelle de représentation des autres orbites. Placer un point sur ce cercle pour repérer la position de Callisto ⑤.
- ☺ Reproduire sur la feuille de papier calque le même protocole pour les trois autres satellites tout en respectant l'échelle pour le rayon de leur orbite. Pour cela compléter le tableau donné ci-dessus.
- ☺ Percer les centres des quatre cercles ainsi que celui de la feuille cartonnée. Superposer les quatre cercles sur la feuille cartonnée et relier leurs centres par une attache parisienne.



Utilisation de la maquette.

- ☺ Faire pivoter séparément les quatre cercles en tenant la feuille cartonnée fixe. Vue de dessus, les satellites tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ⑥.

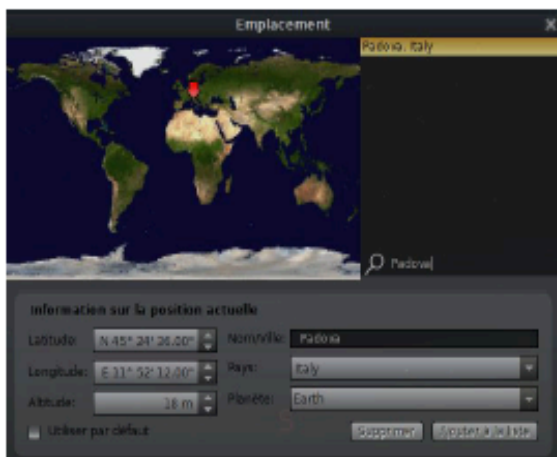
- B.1. Utiliser la maquette et la dernière ligne du tableau pour retrouver l'observation du 7 janvier 1610. Compléter alors l'explication de la question A.2.
- B.2. Quelle est la différence entre la période de révolution et la période de rotation d'un satellite ? Qu'est-ce que cela implique sur le mouvement des satellites que ces deux périodes soient identiques ?
- B.3. Compléter l'avant dernière ligne du tableau ci-dessus. Expliquer un de vos calculs.
- B.4. En partant des positions des satellites indiquées dans le tableau pour le 7 janvier 1610 à 19h00, prévoir à l'aide de la maquette les positions des satellites à la même heure le 8 janvier 1610. Faire un schéma en vous inspirant de ces de Galilée. Vérifier vos prévisions avec le logiciel.
- B.5. Galilée a réalisé ses observations de puis la Terre. Représenter, à l'aide de la maquette, ce qu'aurait vu un observateur situé sur Jupiter en regardant dans la direction de Io le 7 janvier 1610 vers 19h00.
- B.6. En confrontant les observations depuis la Terre et depuis Jupiter à un même moment, expliquer pourquoi il faut toujours préciser la position de l'observateur lors de la description d'un mouvement.

### Les principales fonctionnalités du logiciel

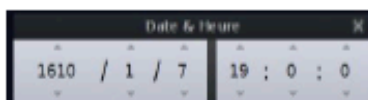


#### Réglage du lieu d'observation

On tape le nom du lieu dans la fenêtre en face de la loupe



#### Réglage de la date et de l'heure d'observation



On règle la date et l'heure en utilisant le clavier ou les flèches.

Après réglage le temps continue à s'écouler si le défilement est activé.

On clique sur lecture ou pause pour arrêter ou relancer le défilement du temps.

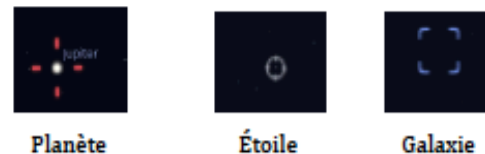


#### Recherche d'un objet

On tape le nom dans la fenêtre de recherche.

#### Sélection d'un objet (planète, étoile ou galaxie)

On sélectionne un objet par un simple clic.



#### Centrage de l'objet sélectionné

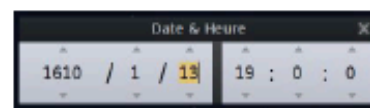
On tape sur la barre d'espace ou on clique sur l'icône adaptée après avoir sélectionné un objet. Cette action permet de fixer la position de l'objet sélectionné au centre de l'écran et d'observer les mouvements des autres objets par rapport à celui-ci.

#### Zoom sur une zone du ciel

La fonction zoom s'obtient en utilisant la roulette de la souris ou en cliquant simultanément sur les touches Ctrl et page up (↑) du clavier.

#### Observation jour après jour à la même heure

On fait défiler le jour dans la fenêtre de configuration de la date et l'heure après avoir arrêté le défilement du temps.



L'heure en temps réel s'affiche en bas de la page.

