

Réaliser une maquette du Système Solaire

Document réalisé dans le cadre d'un travail interdegré au collège de Tournay (65) en mars 2017

Thème : La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement.

Sous thème : Situer la Terre dans le système solaire.

Rubrique : Le Soleil, les planètes. Position de la Terre dans le système solaire.

Objectif : Établir des repères de progressivité et une progression en séquences pour le *domaine 4 du socle : les systèmes naturels et les systèmes techniques.*

sur le thème "grandeur et mesure, échelle de temps"
et sur le thème "La planète Terre"

Introduction :

Se représenter correctement les tailles et les distances dans l'Univers est une tâche difficile. En effet, bien souvent, les schémas que l'on trouve dans les manuels ou bien les maquettes du commerce ne respectent pas simultanément les deux échelles.

Ce document propose une séquence interdisciplinaire (principalement en Sciences & Technologie et en Mathématiques) en deux niveaux de progressivité autour de la réalisation d'une maquette du Système Solaire qui sera entamée en début de cycle 3 (CM1/CM2) et poursuivie en fin de cycle 3 (6ème).

Ce travail pourra aboutir à la réalisation d'un support propre à l'élève et d'une maquette dont les grandes dimensions permettront de conserver une même échelle pour les tailles des planètes et leurs distances au Soleil, ce qui devrait conduire les élèves à une perception plus exacte du Système Solaire.



Illustration 1: Exemple de représentation du Système Solaire ne respectant aucune des échelles de taille ou de distance et menant à une perception erronée.

Niveau 1 (CM1/CM2)

Mathématiques	Sciences
<ul style="list-style-type: none">- Composer/ décomposer les grands nombres entiers en utilisant des regroupements par milliers- Comprendre et appliquer les règles de la numération aux grands nombres- Comparer, ranger, encadrer les grands nombres, les repérer et les ranger sur une demi-droite graduée adaptée- Reconnaître, nommer, comparer, vérifier, décrire figures planes et solides (cercle, disque, sphère, boule)- Comprendre et utiliser la notion de nombre décimal- Associer diverses désignations d'un nombre décimal- Comparer, ranger, encadrer, intercaler des nombres décimaux sur une demi-droite graduée adaptée	<ul style="list-style-type: none">- Situer la Terre dans le système solaire et caractériser les conditions de vie terrestre (situation en distance par rapport au Soleil à l'aide d'unités adaptées, préciser les températures et la présence d'eau liquide ... comparaison avec les autres planètes)- Représentation géométriques de l'espace et des astres (cercle, sphère)

Un point de départ possible est la mission Proxima de Thomas Pesquet à bord de la Station Spatiale Internationale.

- Premier questionnement : Où est la station spatiale par rapport à la Terre ?

Travail autour du globe terrestre de la classe ou d'une carte de France murale, introduction à la notion d'échelle.

Par le biais d'une recherche documentaire, les élèves trouveront que la Station Spatiale Internationale (ISS) est située en orbite terrestre à une altitude d'environ 400km. Dans une première étape, les élèves pourront rechercher l'échelle indiquée sur une carte de France murale puis positionner un symbole de l'ISS à la bonne hauteur au dessus du territoire (à l'aide de piques à brochettes ou de pailles par exemple).

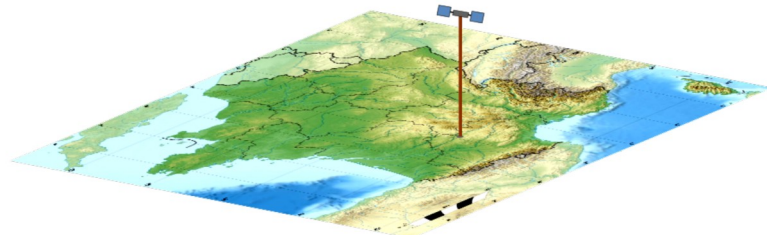


Illustration 2: Un exemple de représentation de l'ISS au dessus d'une carte de France.

Il sera possible de faire la même chose à l'aide du

globe terrestre de la classe, en se basant sur le diamètre terrestre (environ 12800 km). Une règle de proportionnalité permettra de calculer la hauteur de l'ISS au dessus d'un globe (pour un globe de 30cm de diamètre par exemple, l'ISS est seulement à 9mm de la surface du globe, valeur faible qui surprend souvent les élèves).

- Deuxième questionnement : Où se situent les autres planètes du Système Solaire ?

A partir d'une recherche documentaire ou en utilisant directement un tableau des distances et tailles des corps du système solaire, constater les difficultés associées à ces grands nombres lorsqu'on souhaitera s'en faire une représentation mentale.

Travail sur les tailles des planètes :

Comparer les diamètres respectifs des planètes. On peut les ranger dans un tableau, de plus petite à la plus grande.

Astres	Diamètre (en Km)	Distance au soleil (en Km)
Soleil	1 400 000	
Mercure	5 000	58 000 000
Vénus	12 100	108 000 000
Terre	12 800	150 000 000
Mars	6 800	228 000 000
Jupiter	143 000	778 000 000
Saturne	121 000	1 430 000 000
Uranus	51 000	2 870 000 000
Neptune	50 000	4 500 000 000

Illustration 3: Tailles et distances des planètes en Km.

Puis représenter les planètes à une échelle palpable en travaillant sur les unités et les arrondis (Diamètre Terre 12 800 km représenté par une boule de 12.8 cm de diamètre ou bien de ~1.3 cm de diamètre).

Un travail sur les ordres de grandeur permettra de rechercher des objets de taille approchante pour chacune des planètes du Système solaire. Pour les planètes dont les tailles seraient trop importantes, ou bien pour le Soleil, on pourra se permettre de les représenter à l'aide de disques (support papier ou tracé au tableau).

Travail sur les distances des planètes par rapport au Soleil :

Introduire un tableau des distances sur lequel figure une colonne supplémentaire dans laquelle les distances sont exprimées dans une unité arbitraire inspirées de l'Unité Astronomique*.

L'unité utilisée ici sera basée sur la distance Soleil-Mercure.

Les élèves pourront formuler différentes affirmations à partir de ce tableau (ex : "Si Mercure était à 1m du Soleil, alors Mars serait à environ 4m du Soleil", "Uranus est situé 50 fois plus loin du Soleil que Mercure", "Jupiter est situé environ 3 fois plus loin du Soleil que Mars", ...)

Il est possible de demander un arrondi sur les distances afin de faciliter une représentation sur une demi-droite graduée. Cette représentation restera de taille modeste afin de pouvoir être perçue dans sa globalité (de l'ordre du mètre ou de la dizaine de mètres).

Astres	Diamètre (en Km)	Distance au soleil (en Km)	Distance au Soleil (Unités "Mercure")
Soleil	1 400 000		
Mercure	5 000	58 000 000	1,00
Vénus	12 100	108 000 000	1,86
Terre	12 800	150 000 000	2,59
Mars	6 800	228 000 000	3,93
Jupiter	143 000	778 000 000	13,41
Saturne	121 000	1 430 000 000	24,66
Uranus	51 000	2 870 000 000	49,48
Neptune	50 000	4 500 000 000	77,59

Illustration 4: Tailles et distances des planètes en différentes unités.

De cette représentation des distances sur une demi-droite graduée on pourra en tirer une représentation des orbites en prenant comme approximation que les orbites des planètes sont quasiment circulaires.

Dans cette représentation de taille réduite, les planètes ne seront pas figurées sous forme matérielle (elles seraient trop petites), mais en utilisant des étiquettes-noms ou bien leurs symboles.

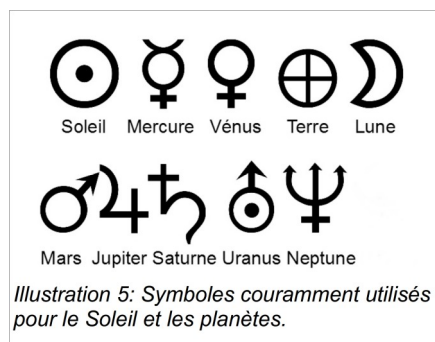


Illustration 5: Symboles couramment utilisés pour le Soleil et les planètes.

Points d'attention :

- Dans l'écriture des grands nombres, on veillera à utiliser les séparateurs des milliers afin de faciliter les comparaisons et le retour à des unités inférieures.
- La comparaison de taille entre les planètes pourra se faire en les disposant côte à côte mais sans les ordonner en terme de distance par rapport au Soleil (afin d'éviter l'écueil d'une échelle différente en taille et en distance).

* L'Unité Astronomique (U.A.) est couramment utilisée pour indiquer les distances dans le Système Solaire. Elle représente la distance moyenne Soleil-Terre. Ainsi 1 U.A. vaut environ 150 millions de km.

Niveau 2 (6ème)

Mathématiques	Sciences
<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser et représenter les grands nombres entiers, les nombres décimaux. - Prélever des données numériques à partir de supports variés. Produire des tableaux. - Reconnaître et résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité en utilisant une procédure adaptée. - Reconnaître, nommer, comparer, représenter, des figures planes et solides : cercle, boule 	<ul style="list-style-type: none"> - Situer la Terre dans le système solaire et caractériser les conditions de vie terrestre (situation en distance par rapport au Soleil à l'aide des unités réelles (km), préciser les températures et la présence d'eau liquide ... comparaison avec les autres planètes) - Mouvement de la Terre (et des planètes) autour du Soleil

Travail sur les tailles des planètes :

Comparer les diamètres respectifs des planètes. On peut les ranger dans un tableau, de la plus petite à la plus grande.

On conviendra ensuite d'une échelle de modélisation : par exemple, la Terre (12 800 km de diamètre) sera représenté par une boule de 4 cm de diamètre.

A partir de cette échelle de modélisation et du tableau de distances des planètes, on fera calculer les distances entre les différentes planètes et le Soleil sur une maquette (à l'aide de la calculatrice ou d'un tableur). Avec une échelle telle que celle indiquée ci-dessus (une Terre de taille centimétrique ou millimétrique), la dimension de la maquette jusqu'à Neptune sera d'ordre kilométrique (voir étape suivante).

Afin de cibler une échelle convenable, l'enseignant pourra tester facilement différentes échelles à l'aide de la feuille de calcul disponible sur le site Sciences65 :

<http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sciences65/planete-terre/maquette-du-systeme-solaire/>

Démarche 2 : définir la taille de la Terre		
Échelle : 1 m dans la maquette représentera		
320 000 000	Distance à l'échelle	Diamètre à l'échelle
mètres en réalité	(en mètres)	(en millimètres)
Soleil		4 375,0
Mercure	181,3	15,6
Vénus	337,5	37,8
Terre	468,8	40,0
Mars	712,5	21,3
Jupiter	2 431,3	446,9
Saturne	4 468,8	378,1
Uranus	8 968,8	159,4
Neptune	14 062,5	156,3
Proxima (plus proche étoile)	124 762 500,0	

Dist Terre-Lune	Diamètre Lune
384000	3500
à l'échelle (m)	à l'échelle (mm)
1,2	10,9

Illustration 6: Distances et tailles des planètes dans une maquette où la Terre aurait la taille d'une balle de ping-pong.

Travail sur les distances des planètes par rapport au Soleil :

Il est possible de partir sur deux échelles différentes qui aboutiront à deux supports différents pour la maquette :

Échelle 1 : Une échelle permettant de bien percevoir les planètes

Si l'on adopte une échelle telle que sur l'illustration 6, toutes les planètes pourront être représentées par des objets physiques bien palpables. En revanche, l'étendue de la maquette sera telle que les planètes seront réparties dans une zone très étendue : cette échelle ouvre sur un travail sur les cartes et les plans où l'on pourra chercher à dessiner les orbites.

Une autre échelle proposée (Illustration 7) permet encore de percevoir les plus petites planètes... à la loupe, tout en contenant sur l'étendue d'un stade. Il paraît difficile de descendre à des dimensions inférieures si l'on veut encore percevoir les planètes.

Démarche 1 : définir l'échelle de la maquette		
Échelle : 1 m dans la maquette représentera		
40 000 000 000	Distance à l'échelle (en mètres)	Diamètre à l'échelle (en millimètres)
mètres en réalité		
Soleil		35,0
Mercure	1,45	0,1
Vénus	2,70	0,3
Terre	3,75	0,3
Mars	5,70	0,2
Jupiter	19,45	3,6
Saturne	35,75	3,0
Uranus	71,75	1,3
Neptune	112,50	1,3
Proxima (plus proche étoile)	998 100,00	

Dist Terre-Lune	Diamètre Lune
384000	3500
à l'échelle (m)	à l'échelle (mm)
0,01	,09

Illustration 7: Le Système Solaire à l'échelle de l'hectomètre.

Échelle 2 : Une échelle permettant à l'élève de garder une trace personnelle

Les échelles adoptées précédemment permettent de bien percevoir l'étendue gigantesque du Système Solaire en regard de la taille modeste de ses planètes. Elles sont donc à privilégier.

Cependant, si l'on souhaite revenir à un support plus modeste qui pourra être conservé par chaque élève, on peut adopter une échelle telle que 1 : 2 500 000 000 000 (Illustration 8) qui permettra de constater les distances mutuelles, sans que les tailles des planètes puissent être perçues.

On pourra disposer les orbites des planètes sur une bandelette de papier pouvant être affichée en classe ou au dos d'une porte et y adjoindre par exemple des fiches d'identité des planètes ... sans que leurs représentations soient bien sûr à l'échelle.

Démarche 1 : définir l'échelle de la maquette		
Échelle : 1 m dans la maquette représentera		
2 500 000 000 000	Distance à l'échelle (en mètres)	Diamètre à l'échelle (en millimètres)
mètres en réalité		
Soleil		0,560
Mercure	0,02	0,002
Vénus	0,04	0,005
Terre	0,06	0,005
Mars	0,09	0,003
Jupiter	0,31	0,057
Saturne	0,57	0,048
Uranus	1,15	0,020
Neptune	1,80	0,020
Proxima (plus proche étoile)	15 969,60	

Dist Terre-Lune	Diamètre Lune
384000	3500
à l'échelle (m)	à l'échelle (mm)
0,00	,00

Illustration 8: Le Système Solaire sur 1,80m de long. Remarquer les tailles imperceptibles des planètes.

Prolongement possible :

Sur un support de taille modeste (affiche), il est possible de dessiner les orbites des planètes et de disposer des pions afin de représenter leur mouvement au cours du temps par la technique du film accéléré. On pourra se baser sur la recherche de la longitude héliocentrique des planètes (une mesure de leur position angulaire sur leur orbite par rapport à une direction donnée) ou bien faire des calculs sur leur déplacement moyen mensuel à partir de la circonférence de leur orbite et de leur durée de révolution.

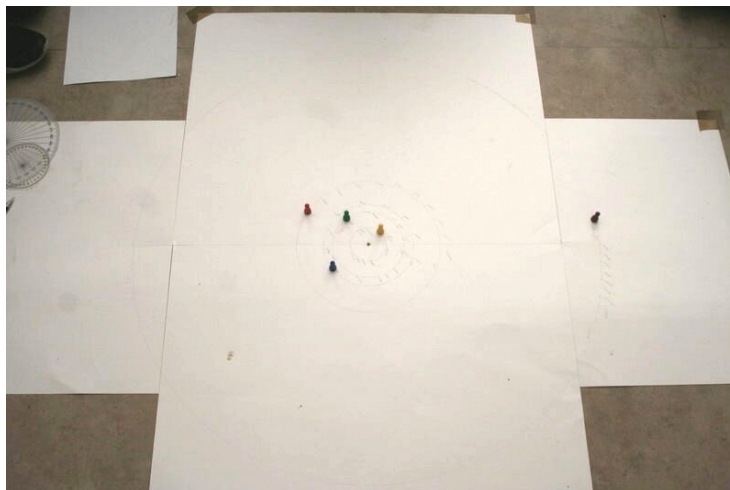


Illustration 9: Support d'animation du Système Solaire réalisé au sol dans une classe. On aperçoit les rapporteurs qui ont permis le placement angulaire des planètes.

Biblio/Sitographie

- **L'astronomie à l'école – Cycle 3 primaire-collège** – Hors série n°12 des Cahiers Clairaut – CLEA (Comité de Liaison Enseignant et Astronomes) – ISBN 978-2-9557092-0-7
- **Feuille de calcul permettant de calculer un système solaire à l'échelle** – Site Sciences65 - <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sciences65/planete-terre/maquette-du-systeme-solaire/>