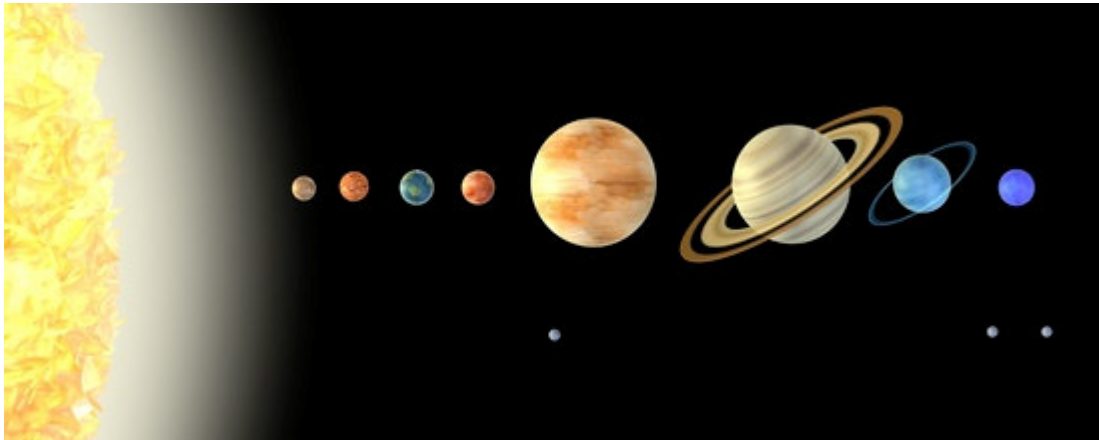


Construction d'une maquette du Système Solaire

En rapport avec le programme d'astronomie enseigné au CE2, CM1 et CM2 : « le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du Soleil »



Objectif :

Représenter le système solaire avec une maquette et comprendre comment tournent les planètes autour du soleil.

Pouvoir expliquer pourquoi on ne pas toujours observer les différentes planètes dans le ciel. Les élèves pourront alors voir la différence entre les planètes intérieures et extérieures.

Niveau :

Ces activités sont adaptées à partir du cycle 3 du primaire.

Matériel :

Boules de toutes les tailles jusqu'à 30 cm de diamètre. Cartons, colle, ficelle, peinture...

Méthode :

Des documents sont distribués : des images montrant les tailles et orbites des planètes ainsi que leurs aspects.

Un tableau donnant les principales caractéristiques de ces planètes (diamètres, ...) et positions des planètes à un instant donné.

Les élèves sont invités à réfléchir avec ces documents sans qu'on leur impose d'idée préconçue sur la réalisation pratique de la maquette. La problématique de départ (construire une maquette du système solaire) est volontairement floue.

C'est en analysant les documents que les élèves, plus ou moins aiguillés selon le niveau, doivent se rendre compte **qu'il est difficile d'utiliser une seule échelle pour les tailles et les distances**, qu'une représentation linéaire des planètes ne peut rendre compte de la forme de leurs orbites, qu'il y a d'autres corps dans le système solaire (comètes, satellites...) implicitement oubliés dans les documents.

Discussion :

Tout d'abord, il faut définir un objectif pédagogique. On ne construit pas une maquette sans qu'elle soit utilisée pour illustrer une caractéristique, une propriété des objets du système solaire.

1 - Mettre en évidence les tailles relatives des planètes.

Les deux corps extrêmes sont Mercure et le Soleil. Le rapport de leur diamètre est $1\,392\,000 \text{ km} / 4\,879 \text{ km} = 285$. Donc, si l'on veut que Mercure soit reconnaissable, une boule de 5 mm de diamètre est un minimum, on arrive à un diamètre de $5 \times 285 \text{ mm} = 1,46 \text{ m}$ pour le Soleil, ce qui est trop grand.

On est donc obligé de ne pas représenter le Soleil. Reprenons le calcul avec le deuxième corps le plus gros : Jupiter. Le rapport de leur diamètre est $142\,984 \text{ km} / 4\,879 \text{ km} = 29$. Cela conduit à un diamètre de Jupiter d'environ 15 cm pour un diamètre de Mercure de 5 mm, ce qui est raisonnable.

On peut même prendre une échelle deux fois plus grande et on arrive aux diamètres suivants pour les planètes, arrondis à la taille de boule la plus proche (les erreurs sont inférieures à quelques pourcents) :

Nom	Soleil	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Diamètre en cm	300	1	2,5	2,5	1,5	30	25	10	10

Peut-on réintroduire le Soleil ?

À cette échelle, il serait représenté par une sphère de 3 mètres de diamètre, ce qui est bien sûr exclu. Mais il est toujours possible de représenter à l'endroit où l'on pose les planètes, une portion de cercle de 1,5 mètre de rayon.

Pour ne comparer vraiment que les tailles, il est recommandé de placer les boules les unes par rapport aux autres par ordre de taille ou dans le désordre, mais surtout pas par ordre de distance pour ne pas induire chez les élèves une mauvaise relation entre les tailles et les distances.

2 - Mettre en évidence les distances au Soleil des planètes.

La planète la plus lointaine du Soleil est Neptune. Imaginons que l'on veuille construire la maquette aux dimensions de la salle de classe qui fait ici, pour simplifier, 9 m de diagonale.

On a alors les distances au Soleil suivantes :

Nom	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Distance au Soleil en mètres	0,12	0,22	0,30	0,46	1,56	2,86	5,74	9,00

On remarque que les quatre planètes telluriques sont très proches du Soleil en comparaison avec les planètes externes, même si cela ne pose pas de problème de construction à cette échelle.

La solution classique consiste à aligner les planètes dans la plus grande longueur de la pièce, ici 9 m.

Mais, il est très improbable que les planètes soient toutes alignées. On peut alors placer les planètes les unes par rapport aux autres telles qu'elles sont au moment où l'on construit la maquette. Pour connaître ces positions, on peut utiliser un logiciel de planétarium ou chercher sur le WEB.

3 - Peut-on rendre compte à la fois des tailles relatives et des distances ?

On remarque que l'échelle des distances est mille fois plus petite que celle des tailles. Cela rend impossible la construction d'une maquette à une seule échelle dans la classe. En effet, cela reviendrait à avoir une boule de 10 μm de diamètre pour Mercure puisque la taille de la salle ne peut être modifiée.

Pour représenter sur une même maquette les tailles relatives et les distances, on peut :

- soit faire la maquette sur une grande distance (ce qui place Neptune à 9 km du Soleil). En prenant une échelle plus petite on peut réduire la taille de la maquette à quelques centaines de mètres.
- soit utiliser deux échelles différentes sur la même maquette, une pour les tailles et une pour les distances. Cette dernière solution n'est pas recommandée car elle induit des mauvaises représentations dans la tête des élèves surtout pour ceux qui ne feraient que l'utiliser sans l'avoir construite.

4 - Comment représenter l'aspect dynamique du système ?

Les maquettes précédentes rendent compte des tailles et des distances mais ne montrent pas la distribution spatiale des planètes ni le fait qu'elles se déplacent.

Quelle(s) finalité(s) pédagogique(s) ?

Outre le fait de montrer les planètes dans une configuration spatiale réaliste, une telle maquette permet par exemple de connaître l'évolution de la position des planètes dans les constellations du Zodiaque, de comprendre pourquoi certaines planètes ne sont visibles que quelques heures avant ou après le coucher du Soleil, pourquoi certaines montrent des phases comme la Lune et d'autres non, ...

Parmi les contraintes, il est intéressant de réaliser une maquette aisément manipulable. On peut donc limiter sa taille à 1 m de diamètre environ pour pouvoir la poser sur une table et modifier facilement la position de n'importe quelle planète. La planète la plus lointaine est Neptune. Pour laisser un peu de marge et pouvoir dessiner les constellations zodiacales, fixons le rayon de l'orbite de Neptune à 45 cm.

À cette échelle, les planètes sont aux distances suivantes :

Nom	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Distance au Soleil en cm	0,6	1,1	1,5	2,2	7,8	14,3	28,7	45

On constate que cette maquette est impossible à construire car les planètes intérieures sont trop proches les unes des autres... En effet, l'espace entre Vénus et la Terre, par exemple, n'est que de 4 mm, ce qui ne permet pas de matérialiser les planètes et de les faire tourner facilement sans qu'elles se touchent.

Que faire alors ?

On ne peut prendre en compte dans notre modélisation que les planètes visibles à l'œil nu, les seules que les élèves pourront observer dans la pratique (c'est-à-dire sans lunette ni télescope).

Recalculons donc l'échelle en s'arrêtant à Saturne. À cette échelle, les planètes sont aux distances suivantes :

Nom	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
-----	---------	-------	-------	------	---------	---------	--------	---------

Distance au Soleil en cm	1,8	3,4	4,7	7,1	24,5	45		
-----------------------------	-----	-----	-----	-----	------	----	--	--

Les planètes intérieures sont encore très proches mais, en choisissant des boules de quelques millimètres, elles peuvent tourner sans se toucher.

Pour reproduire les positions relatives des planètes dans le plan de l'écliptique, on est contraint de négliger les différences d'inclinaison, trop faibles entre les multiples plans orbitaux des différentes planètes).

On entourera le système planétaire d'un bandeau figurant les étoiles lointaines. Le prolongement du plan de l'écliptique forme dans le ciel la bande zodiacale, qui traverse 13 (et non 12) constellations.