

LA TETE DANS LES PLANETES...



RESUME DU PROJET :

Certains thèmes comme l'astronomie éveillent toujours l'intérêt des élèves. Ils se passionnent pour la découverte du système solaire, l'observation des phases de la Lune, la (re)confirmation que la Terre tourne bien alors qu'on ne le sent pas et qu'on voit bien le Soleil se déplacer dans notre ciel chaque jour. Ils sont aussi très curieux de la conquête spatiale, de la vie des astronautes, de l'actualité spatiale. Cette année, nous avons terminé notre séquence en fabriquant une maquette en papier avec les planètes du système solaire, reprenant leurs noms, leur ordre, la distinction rocheuses/gazeuses et certaines caractéristiques (taille, couleur, présence d'anneaux).

Les élèves ont réalisé chacun leur maquette qui était également un support de mémorisation. Nous avons évoqué le problème classique de la maquette du système solaire, des questions d'échelle : tailles de planètes/distances entre les planètes. Mais cela paraissait encore difficile d'accès.

Pendant les vacances, j'ai réfléchi à la façon d'approfondir ce travail, améliorer et consolider les connaissances des élèves sur ce domaine en particulier sans prendre par ailleurs du retard sur l'avancée du programme. Au retour des vacances, j'ai proposé à mes élèves d'imaginer une représentation du système solaire qui montrerait mieux la réalité que nous avons étudiée. Mon objectif était à la fois de rebrasser (rabâcher?) les notions déjà étudiées et en même temps de les mettre en situation de réfléchir à ce problème classique avec les moyens à notre disposition. Je souhaitais également qu'ils réalisent une production technologique avec toute la démarche que cela implique : projet, réflexion sur les matériaux, travail individuel ou en groupe, prototype, réalisation finale.

Et enfin, je voulais travailler la notion d'échelle en mathématiques sur ce thème-là car c'est toujours un point du programme qui reste abstrait pour beaucoup d'élèves. J'ai donc mobilisé, en plus du temps prévu pour les sciences, le volume horaire d'arts visuels de cette période ainsi qu'une partie du travail de production d'écrit pour rédiger des notices ou des courts textes de présentation et quelques séances de mathématiques. Leur objectif était de réaliser une représentation du système solaire, à montrer lors d'une exposition en fin d'année ou à emporter pour la transmettre à la maison.

DUREE DU PROJET ET CALENDRIER :

Janvier-Février 2021	Séquence système solaire en classe
Début Mars 2021	Présentation projet maquettes
Mars Avril 2021	Réalisation maquettes collectives
Courant Mai 2021	Réalisation Pochettes individuelles
Fin Mai/Début Juin 2021	Finalisation maquettes collectives

DOMAINES SCIENTIFIQUES CONCERNES :

Extraits du BOEN n°31 du 30 juillet 2020

Concevoir, créer, réaliser

- Identifier les principales familles de matériaux.

S'approprier des outils et des méthodes

- Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.
- Garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées.
- Utiliser les outils mathématiques adaptés.

Pratiquer des langages

- Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis.
- Utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte).
- Distinguer différents matériaux à partir de leurs propriétés physiques ou de leurs caractéristiques
- La matière à grande échelle : Terre, planètes, Univers.
- Familles de matériaux (distinction des matériaux selon les relations entre formes, fonctions et procédés).

Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin

- Caractéristiques et propriétés (aptitude au façonnage, valorisation).
- Recherche d'idées (schémas, croquis, etc.).
- Modélisation du réel (maquette, modèles géométrique et numérique)

La planète Terre

- Situer la Terre dans le système solaire.
- Caractériser les conditions de vie sur Terre (atmosphère, température, présence d'eau liquide).
- Le Soleil, les planètes.
- Position de la Terre dans le système solaire.

DISCIPLINES ASSOCIEES :

Mathématiques :

- Lecture de grands nombres
- Travail sur la notion d'échelle et de proportionnalité
- Technique opératoire de la division sur des nombres entiers ou décimaux

Education artistique :

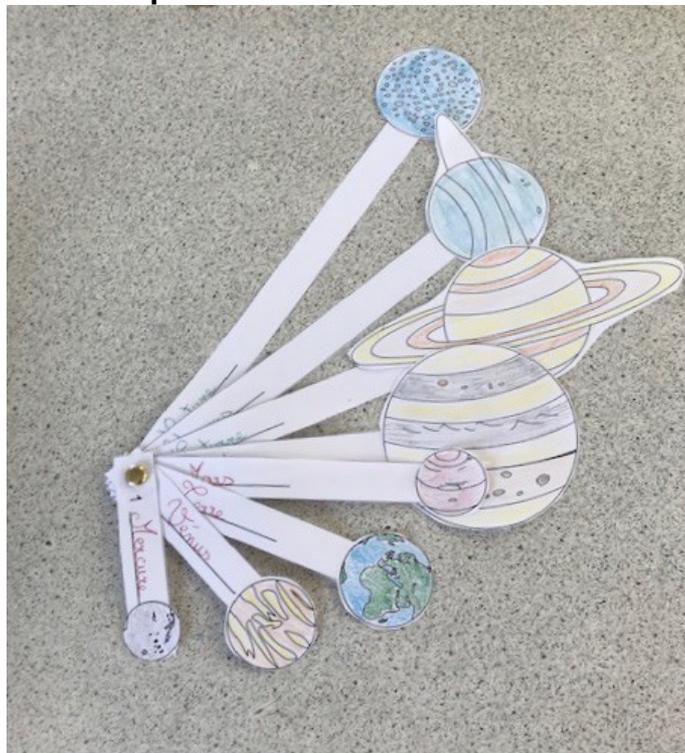
- Réaliser une production plastique en groupe
- Utiliser différents moyens et différents matériaux pour obtenir les effets souhaités

MAITRISE DE LA LANGUE FRANCAISE :

- Rédaction individuelle puis collective de projets de maquettes (liste de matériel, étapes de fabrication)
- Lecture d'informations et production de tableaux pour synthétiser les réflexions et avancées.

DEROULEMENT ET PRODUCTIONS DES ELEVES :

Séance 1 : Améliorer nos maquettes



Avant les vacances, vous aviez fabriqué vos maquettes du système solaire. Qu'avez-vous pensé de cette activité ?

Long, amusant, joli, aide à se souvenir des choses, fragile.

Comment pourrait-on fabriquer une meilleure maquette ?

Que veut dire meilleure ici ? *Plus solide, plus grande, plus réaliste.*

Fabriquer une maquette du système solaire, c'est assez difficile, parce que les planètes sont très loin les unes des autres et parce qu'elles ont de très grandes différences de taille. Du coup, on a toujours du mal à se rendre compte de l'aspect « réel » de notre système solaire. Cela va être notre défi de cette période. Arriver à fabriquer un système solaire qui apprenne des éléments réalistes. Cela peut être une réalisation individuelle ou en groupe (jusqu'à 4). Nous allons nous mettre dans la peau de ceux qui fabriquent des objets. Quelles étapes à votre avis ? *Idée, plan, tests, fabrication.* Nous pouvons chercher des idées de maquettes déjà faites ou partir de ce qui ne nous convenait pas dans notre première maquette.

Séance 2 : Quelles idées ?

Nous avons parlé la semaine dernière du projet système solaire. Vous y avez réfléchi un peu pendant ces quelques jours, maintenant je voudrais voir vos idées, pour voir comment nous pouvons constituer des groupes de travail.

Chaque élève explique son idée (schéma, liste de matériel, étapes) à l'écrit puis mise en commun pour constituer les groupes.

J'attire leur attention sur la question des matériaux : Que peut-on utiliser ? Quels sont nos critères ? *Ils doivent être solides, pas très chers, faciles à trouver, peut-être de récupération.*

Carton, papier plastifié, papier alu, pâte à sel, pâte à modeler sont les propositions qui reviennent. Certains groupes veulent fixer leurs planètes sur des piques à brochettes, d'autres envisagent de les suspendre avec des fils transparents.

En fin de séance, nous regardons via le vidéoprojecteur des idées de maquettes sur internet (recherche pinterest), les élèves analysent : est-ce réaliste ? Pouvons-nous le faire en classe ?

Séance 3 : Problème de tailles et de distances

Séance de mathématiques :

Avant de commencer à fabriquer nos maquettes, nous devons savoir quoi faire. Quel est le problème principal ? *Le respect des distances réelles.*

Nous allons repartir du tableau avec lequel nous avons fait nos premières maquettes. Il indique l'aspect des planètes mais aussi leur diamètre et leur distance au soleil. Grâce à ces informations, nous allons pouvoir déterminer la taille qu'auront nos planètes. Comment faire ? Nous allons partir de la plus petite (Mercure) : son diamètre est de 4878 km.

On peut faire plusieurs essais : Diamètre Mercure = 1cm/2cm/5cm/10 cm

A partir de là, comment trouver les mesures que l'on va utiliser pour les autres planètes ?

Nous avons déjà commencé à travailler sur la proportionnalité en classe, c'est ici l'occasion de s'entraîner. Les élèves enchainent les calculs et remplissent le tableau. Nous reprenons également la notion d'arrondi pour avoir des mesures au dixième.



Lundi 15 mars

Planètes	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Diamètre réel	4878 km	12100 km	12756 km	6779 km	142984 km	119484 km	50998 km	49508 km
Réduction 1	1 cm	2,5 cm	2,6 cm	1,4 cm	29 cm	24 cm	10 cm	10 cm
Réduction 2	2 cm	5 cm	5,2 cm	2,8 cm	58 cm	48 cm	20 cm	20 cm
Réduction 3	4 cm	10 cm	10,4 cm	5,6 cm	116 cm	96 cm	40 cm	40 cm

1,84 x 10 = 18,4

Je mets ensuite en forme nos résultats sous forme d'un tableau dont chaque groupe aura un exemplaire pour le guider dans son travail (voir ci-dessous) :

COMMENT REPRESENTER LES PLANETES ?

Pour réaliser des maquettes réalistes, nous savons qu'il faut faire attention aux tailles des planètes. Voici les diamètres réels des planètes du système solaire, nous allons réfléchir à la taille de chaque planète en fonction de la taille de la plus petite (Mercure). Comment faire ?

Planètes	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Diamètre réel	4 878 km	12 200 km	12 750 km	6 794 km	143 000 km	120 000 km	52 000 km	49 000 km
Réduction 1	1 cm	2,5 cm	2,6 cm	1,4 cm	29 cm	24,5 cm	11cm	10 cm
Réduction 2	2 cm	5 cm	5,2 cm	2,8 cm	58 cm	49 cm	22 cm	20 cm
Réduction 3	10 cm	25 cm	26 cm	14 cm	290 cm	245 cm	110 cm	100 cm
Réduction 4	5 cm	12,5 cm	13 cm	7 cm	145 cm	122,5 cm	55 cm	50 cm

Les réductions 3 et 4 permettent de mieux voir les planètes rocheuses mais on ne pourra pas réaliser Jupiter et Saturne de ces tailles. On devrait pouvoir utiliser la réduction 1 ou la réduction 2, chaque groupe décidera ce qui lui convient entre ces deux choix.

Pour info : diamètre Lune = 3 467 km (si Mercure = 1cm, Lune = 0,7 cm, si Mercure = 2 cm, Lune = 1,4 cm) diamètre Soleil = 1 392 000 km (si Mercure = 1 cm, Soleil = 285 cm)

On peut représenter la Lune en tenant compte des autres tailles calculées, mais pour le Soleil, cela paraît très compliqué... Il faudra chercher une façon de le représenter.

Planètes	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Distance au soleil	58 millions km	110 millions km	150 millions km	230 millions km	780 millions km	1 400 millions km	2 900 millions km	4 500 millions km
Réduction 1	1 cm	1,9 cm	2,6 cm	4 cm	13,4 cm	24,1 cm	50 cm	77,6 cm
Réduction 2	2 cm	3,8 cm	5,2 cm	8 cm	26,8 cm	48,2 cm	100 cm	155,2 cm
Réduction 3	5 cm	9,5 cm	13 cm	20 cm	67 cm	120,5 cm	250 cm	388 cm

La réduction 3 ne paraît pas réalisable (il faut presque 4m en tout), les groupes choisiront entre la réduction 1 et la réduction 2.

Pour info : distance Terre-Lune = 384 400 km (en moyenne car la distance varie entre 356 410 km et 405 500 km)

Si 1 cm = 58 000 000 km Avec 2 cm = 58 000 000 km

alors...0,006cm = 384 400 km alors 0,01 cm = 58 000 000 km, soit 0,1 mm, il est difficile de représenter la Terre et la Lune sur nos maquettes, il faudrait utiliser une autre échelle.

Pour représenter ces distances, on peut : - se repérer au point de départ (Soleil) pour chaque planète.

- utiliser les informations du tableau pour

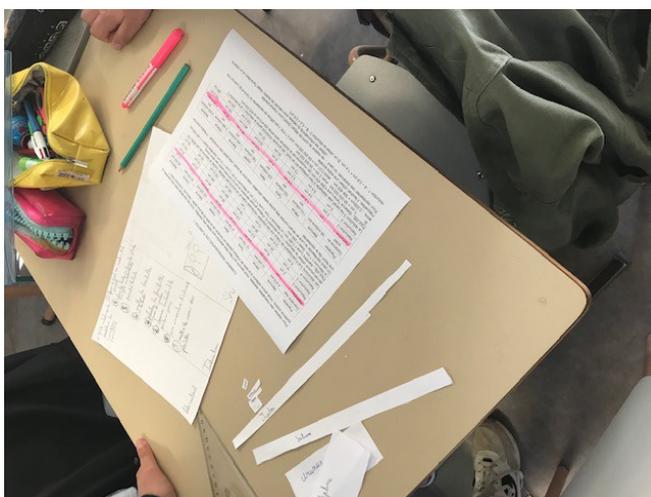
calculer les écarts (écart Terre-Mars, si on utilise la réduction 1 : 4 – 2,6 cm = 1,4 cm. Si on utilise la réduction 2 : 8 – 5,2 = 2,8 cm)

Séances 4 à 8 : Fabrication

Pendant plusieurs semaines, les élèves avancent sur la fabrication en suivant leurs plans : préparation des fonds peints, fabrication des planètes : papier alu, pâte à sel, pâte autodurcissante.

Rapidement, les élèves constatent des problèmes : la pâte à sel s'aplatit hormis pour les plus petites planètes, il faut beaucoup de matière pour les planètes gazeuses, la pâte

autodurcissante permet un résultat lisse et bien rond pour les rocheuses que l'on peut bien peindre (acrylique ou marqueurs type posca) mais est trop lourde pour les gazeuses.



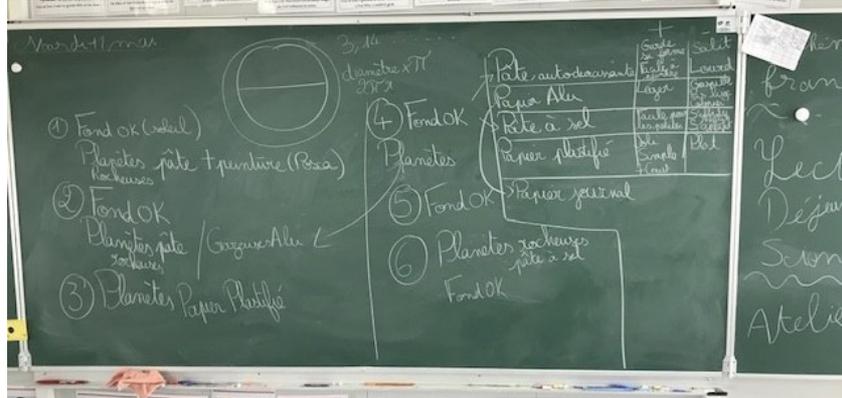
Le groupe qui fait des planètes en papier plastifié avance plus simplement et a pratiquement terminé. Au bout de 5 séances, nous décidons de faire un point sur chaque projet pour voir si nous trouvons des solutions à ces problèmes.

Séance 9 : Point d'étape

Chaque groupe explique à quel niveau il se situe et quels problèmes il rencontre. Nous synthétisons cela au tableau et nous voyons qu'il s'agit souvent de deux problèmes :

- Le premier problème qui est revenu plusieurs fois concernait la vérification des mesures pour les planètes. Nous avons déterminé leurs diamètres mais, même en ayant fabriqué des gabarits plats du bon diamètre, il est difficile de vérifier si les planètes en relief, notamment les plus grandes, ont la bonne dimension. Pour faire cela, il faudrait pouvoir calculer le périmètre d'un cercle, ce que nous n'avons pas appris à faire. Nous cherchons donc la formule à utiliser et préparons un tableau récapitulatif pour compiler les résultats des calculs. Nous découpons ensuite un fil/ruban de couleur de la bonne dimension pour chaque planète qui servira à contrôler les réalisations.
- Le deuxième est un problème de matériau. Comment réaliser les plus grosses planètes sans qu'elles soient trop lourdes ou trop chères ? Le papier alu semble un bon candidat, un élève propose du papier journal, ce qui paraît remplir les critères recherchés. Mais comment mettre en couleurs ? On pense à colorer des feuilles

blanches puis à les coller sur les sphères en papier journal. Cela va demander une grande quantité de papier journal. Il faudra quelque temps pour rassembler cela.



Comme auparavant, nous mettons en forme nos observations dans un tableau (ci-dessous)

POINT D'ETAPE MAQUETTES SYSTEME SOLAIRE

Matériau	Avantages	Inconvénients
Pâte à sel	Bien pour les petites planètes Recette facile et pas chère	S'effrite en séchant Les grosses planètes s'aplatissent en séchant Salit les mains Trop lourd pour les grosses planètes
Pâte autodurcissante	Bien pour les petites planètes Se peint bien Garde sa forme au séchage	Trop lourd pour les grosses planètes Salit les mains Plus cher
Papier plastifié	Simple et rapide Résultat joli	Ne montre pas le relief
Papier alu	Léger même pour les grosses planètes	Comment peindre ? Il faut beaucoup de matière
Papier journal	Léger même pour les grosses planètes On peut réutiliser des vieux journaux (pas de gaspillage)	Comment peindre ?

Conclusion : Le groupe qui a commencé les planètes en papier plastifié va continuer ainsi (mais pense que ça aurait été mieux de mettre également le verso en couleurs)

Les groupes qui ont prévu des planètes en relief garderont la pâte (à sel ou autodurcissante) pour les petites planètes et feront les plus grosses en papier (alu ou journal). Pour les colorer, nous avons prévu de peindre/colorier des feuilles blanches qui seront collées sur les planètes.

Problème 1 : Quelle matière pourra-t-on utiliser pour faire nos systèmes solaires individuels ?

Papier plastifié ou carton mais il faudrait pouvoir plier Jupiter et Saturne...Avec du tissu ? De la laine ? De la feutrine ?

Problème2 : Comment bien mesurer nos planètes en relief ? Il faudrait savoir mesurer le périmètre d'un cercle ? Est-ce possible ?

MESURER LE TOUR D'UNE SPHERE

Nous savons mesurer les périmètres des polygones mais pour un cercle, c'est différent. Nous avons pensé à utiliser une règle flexible, puis un mètre ruban ou une ficelle. Mais on ne connaît que les rayons et diamètres de nos planètes, pas leurs tours...

On doit pouvoir les trouver sur internet et refaire des calculs de réductions comme la dernière fois.

La maîtresse nous dit qu'on peut calculer le périmètre du cercle avec une formule (comme pour le carré et le rectangle!). La formule est :

Périmètre Cercle = Diamètre X π . Le symbole $\pi = 3,14$.

On va faire des calculs pour trouver le périmètre de nos planètes en réduction 1 (celle que tous les groupes ont choisie)

Planète	Diamètre réduit	Formule calcul	Périmètre
Mercure (ruban violet)	1 cm	$1 \times 3,14$	3,14
Vénus (ruban rose)	2,5 cm	$2,5 \times 3,14$	7,85
Terre (ruban bleu)	2,6 cm	$2,6 \times 3,14$	8,164
Mars (élastique noir)	1,4 cm	$1,4 \times 3,14$	4,396
Jupiter (ruban orange)	29 cm	$29 \times 3,14$	91,06
Saturne (ruban rouge)	24,5 cm	$24,5 \times 3,14$	76,93
Uranus (ruban noir)	11 cm	$11 \times 3,14$	34,54
Neptune (élastique argenté)	10 cm	$10 \times 3,14$	31,4

Nous mettons les maquettes collectives en suspens et décidons d'utiliser ce temps pour passer aux réalisations individuelles. Ici quels matériaux ? Le papier plastifié paraît assez solide et assez simple pour ces maquettes. Mais reste toujours le problème des géantes gazeuses. En papier plastifié on ne pourra pas les plier, en papier simple, elles seront trop fragiles. Quelle matière peut être pliable et assez solide ? Les élèves proposent de coudre en tissu ou en laine ce qui répond aux critères mais demande beaucoup de travail de couture ou de tricot. Dans la même catégorie, je leur amène de la feutrine qui présente les mêmes caractéristiques mais ne demande pas de couture.

Séances 10/11 : Fabrication pochettes individuelles

En reprenant les mesures de la réduction 1, les élèves tracent sur papier les six planètes les plus petites. Ils les mettent ensuite en couleur recto/verso (en plaçant leur feuille contre les vitres pour voir par transparence) et écrivent le nom de chaque planète au verso. Elles seront plastifiées pour la solidité. Pour Saturne et Jupiter (diamètre 24,5cm et 29 cm), j'ai préparé des carrés de feutrine de 30 cm de côté. Les élèves tracent les cercles (feutre sur compas) puis découpent et écrivent le nom au verso. Avec les chutes oranges, nous coupons et collons des anneaux sur Saturne. Pour ranger tout cela, chaque élève coud (avec mon aide) une pochette en tissu. Reste à rédiger une notice. Chaque élève réfléchit à ce que doit contenir cette notice (distances, explications) et écrit quelques phrases importantes . Nous mettons en commun les productions pour aboutir à ce document. Ci-dessous , il manque un élément rajouté ensuite à la photocopie, une règle graduée sur le côté de 0 à 20 cm pour faciliter le positionnement des planètes. Chaque élève personnalise sa notice puis elles sont plastifiées et glissées dans les pochettes que les élèves emportent chez eux.

Séances 12/13 : Finalisation des productions collectives

Après une dizaine de jours, nous avons réuni suffisamment de papier journal pour poursuivre les maquettes collectives. Les groupes progressent et contrôlent leurs réalisations.

Se pose ensuite le problème de la fixation des planètes :

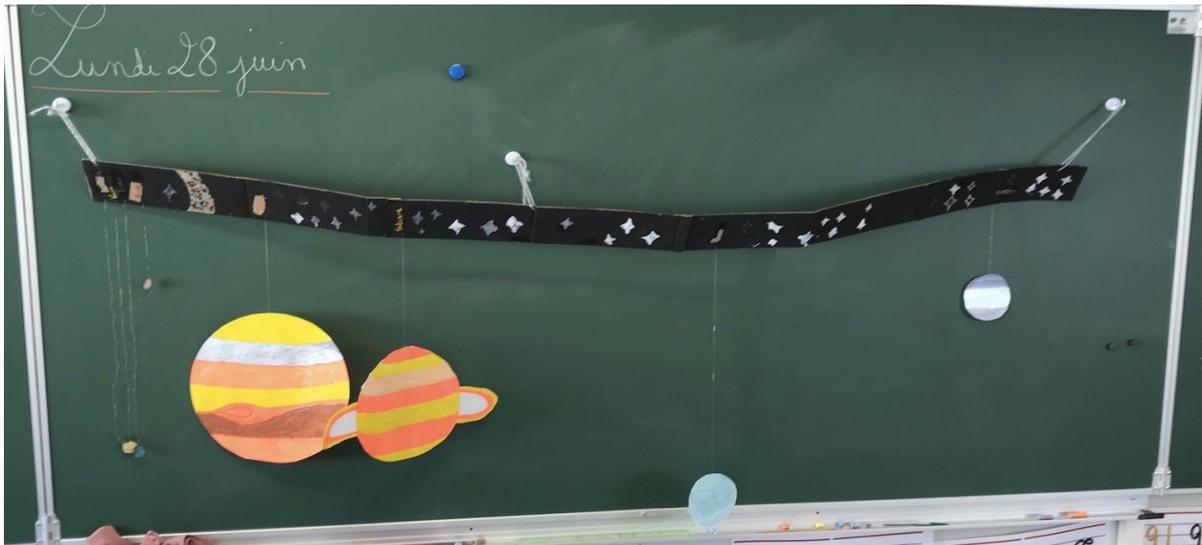
- La maquette avec les planètes en papier plastifié est fixée assez simplement grâce à des fils de nylon sur un support de carton.
- Les maquettes avec les planètes en pâte/papier journal sont difficiles à fixer sur des piques. Les élèves essayent de les coller sur les fonds en carton avec de la colle blanche. Le résultat est peu satisfaisant.

Nous avons également dans la classe un pistolet à colle chaude, de la pâte adhésive et des pastilles aimantées, ce qui donne lieu à de nouveaux tests. Au final, ce qui fonctionne le mieux est de coller les planètes rocheuses au pistolet à colle (avec mon aide) et les gazeuses avec de la pâte adhésive.

Les élèves qui souhaitent suspendre leurs planètes s'aperçoivent que certaines planètes en pâte autodurcissantes sont difficiles à percer et/ou trop lourdes pour les fils disponibles. Ils décident donc de fixer également par collage.

A la fin, nous exposons les maquettes finalisées dans la classe et les élèves observent le travail de leurs camarades.





RESSOURCES UTILISEES :

Accès Sciences à vivre cycle 3 (séquence une toile d'étoiles, document maquette du système solaire DE62)

Coffret Astronomie Nathan (Mon coffret Montessori Astronomie)

BILAN :

Ce projet n'a pas été facile à mener à terme, tous les élèves ont achevé leurs maquettes individuelles mais certaines maquettes collectives n'ont pas pu être terminées, pour des raisons extérieures (absences d'élèves, fermeture de classe...) mais aussi propres au projet (manque de matière première pour les plus grandes planètes, complexité de certains projets : mécaniser la maquette)

Les élèves se sont beaucoup impliqués dans la réalisation des maquettes. Ils ont montré beaucoup d'enthousiasme, même pour les séances de calcul. Il était important qu'ils aient chacun un objet final, d'autant plus que nous n'avons pas pu organiser l'exposition en fin d'année .

L'objectif d'ancrer plus durablement les connaissances sur le système solaire a été atteint, le fait de prolonger le travail au delà du volume horaire habituellement prévu a été porteur, et certains élèves étaient très heureux de me dire ensuite que leurs petits frères et sœurs connaissaient déjà les noms de planètes parce qu'ils manipulaient leur pochette à la maison.

Plusieurs questions sont revenues de la part des élèves et m'ont fourni des pistes pour faire évoluer ce projet avec d'autres classes : mécaniser la maquette pour représenter les rotations/révolutions des astres et inclure la Lune dans la maquette, ce qui ici n'était pas pertinent au vu des échelles choisies, il serait sans doute intéressant de faire fabriquer un modèle Soleil/Terre/Lune, éventuellement muni de manivelles et engrenages.

Une autre piste serait de réduire le nombre de groupes car les obstacles ont surtout été matériels. Je pense que les deux objectifs de mise en œuvre de la démarche de conception des maquettes et d'aide à la mémorisation de connaissances sur le système solaire auraient été également atteints s'il y avait eu seulement les maquettes individuelles et 3 maquettes collectives au lieu de 6, ce qui aurait par ailleurs sans doute simplifié la réalisation de ce projet.

Malgré toutes ces limites, ces semaines de travail entre sciences, arts visuels et mathématiques ont été à la fois porteuses, intéressantes et agréables, tant pour les élèves que pour moi, particulièrement au cours d'une année où beaucoup de projets fédérateurs ont été compromis. Les élèves ont bien eu la tête dans les planètes !