

Le couscous du cratère d'impact



INTITULE ET RESUME DU PROJET

Les enseignants de Science et Technologie du **collège Alain Fournier** d'Orsay travaillent de façon concertée, sur le niveau sixième, avec pour fil directeur annuel l'exploration de la planète Mars. Il a été décidé de candidater aux prix *La main à la pâte* école-collège non pas pour l'ensemble du projet, mais pour l'une des séquences menées dans le cadre du cours de SVT. Cette séquence fondée sur l'investigation a été baptisée *Le couscous du cratère d'impact* © par les élèves de l'une des 5 classes participantes. L'équipe de la Fondation reconnaîtra sous cette appellation humoristique la séquence *La main à la pâte* "**Cratères et météorites**".

La séquence a été menée en **partenariat avec le département de géosciences de l'université d'Orsay**, et plus précisément avec l'équipe du **laboratoire de planétologie**. Deux jeunes chercheurs du laboratoire, Axel Bouquety et Elodie Lesage, ont lancé la séquence sous la forme d'un **défi scientifique** posé aux élèves (vidéo filmée par l'enseignante de la classe dans la photothèque planétaire du laboratoire). Les 5 classes de 6ème ont travaillé en parallèle à l'exploration du défi, avec dès le départ la perspective de **présenter leur démarche et leurs résultats aux chercheurs** qui seraient accueillis dans les classes.

Après 2 mois d'investigation, les classes ont préparé une restitution sous forme de **panneaux** et d'une **présentation orale**. Chaque classe a reçu la visite d'un chercheur ou d'une chercheuse dans les locaux du collège, pour une séance comprenant une présentation collective de 10 minutes conçue par les élèves, suivie d'un temps de questions posées par le scientifique aux élèves, puis une phase **d'échange entre les élèves et le scientifique autour du métier de chercheur**.

Quelques élèves de 6ème ont animé un défi scientifique à partir de cette séquence, à l'occasion de la **journée portes ouvertes du collège** le 15/06/2019. D'autres élèves vont participer, le 13/09/2019, à une **soirée événement organisée par le CNRS** (direction de la communication du secteur CNRS Ile-de-France-Sud) sur la thématique de la recherche spatiale.

PRODUCTIONS PRESENTEES PAR LA CLASSE

Chacune des 5 classes a synthétisé sa démarche et ses résultats sous la forme d'un grand panneau, formé d'un **assemblage d'affiches au format A3**. Chaque affiche a été réalisée par un groupe de quelques élèves, sur un aspect du travail au choix. Lorsque plusieurs affiches traitaient du même aspect du travail, la classe a sélectionné l'affiche qui lui paraissait la plus réussie (scientifiquement et visuellement parlant). Si certains aspects du travail n'avaient été abordés par aucun groupe d'élèves, des élèves se sont portés volontaires pour produire une seconde affiche, ce qui a permis à celles et ceux dont l'affiche initiale n'avait pas été sélectionnée de contribuer à l'affichage final. Chacun a ainsi trouvé sa place dans la production collective.

Les élèves se sont positionnés par petits groupes pour écrire un **texte associé à chaque affiche**. La plupart des élèves ont choisi d'écrire le texte correspondant à l'affiche qu'ils avaient produite, mais certains ont préféré proposer un texte pour une autre affiche. Les premières versions des textes ont été lues devant la classe de façon anonyme (par le professeur). Les meilleures idées ont été identifiées par les élèves, et le professeur a pointé des améliorations possibles, ce qui a permis aux groupes de proposer une seconde version de leur texte, avant assemblage en un exposé complet (le professeur a mis *la main à la pâte* pour l'assemblage).

Enfin, les élèves se sont partagé la **prise de parole**, ont appris leur texte et se sont entraînés à le **prononcer de façon claire et vivante**, en s'appuyant sur les affiches. De nombreux élèves ont réalisé qu'ils avaient des difficultés à parler et à montrer les affiches en même temps. Ils se sont entraînés à cela, mais si nécessaire, des camarades sont venus à leur aide en montrant sur les affiches ce qui correspondait au texte qu'ils prononçaient.

La séance qui précédait la venue d'un scientifique dans la classe a été consacrée à une **répétition générale de l'exposé** (2 filages successifs) ainsi qu'à une anticipation de certaines questions que le chercheur pourrait poser à la classe. Le filage de l'exposé a été filmé dans l'une des 5 classes (montage vidéo fourni). Le jour de la venue du scientifique, chaque classe a affiché son panneau et déroulé sa présentation orale, avant de se soumettre à des questions posées par le scientifique. Un temps d'échange s'en est suivi, notamment sur le quotidien des métiers de la recherche.

DUREE DU PROJET ET CALENDRIER SUIVI

La séquence s'est déroulée sur l'année scolaire 2018-19, au cours du troisième trimestre, de la semaine 12 (semaine du 18 mars) à la semaine 24 (semaine du 15 juin). En tenant compte des vacances de printemps, des jours fériés de mai-juin et de ma participation à une formation et à un voyage scolaire, cela correspond à **9 semaines d'enseignement**, soit pour chaque classe **13 à 14 heures d'enseignement de SVT**.

Le tableau ci-dessous donne le calendrier précis du projet.

Semaine	Contenu des séances de SVT	Travail à la maison
12	Lancement du défi : « De quoi dépend la taille des cratères d'impact ? »	Choisir un cratère d'impact de la surface terrestre, à

	<p>Projection aux classes d'une mini-vidéo tournée par le professeur dans le laboratoire de planétologie d'Orsay et discussion collective sur l'origine des cratères d'impact dans le système solaire.</p> <p style="text-align: center;">Formulation d'hypothèses</p> <p>Chaque groupe d'élèves formule des hypothèses susceptibles d'expliquer le fait que les cratères d'impact ont des dimensions variées. Les idées sont synthétisées sous la forme d'une carte mentale.</p>	<p>partir d'un site internet, et noter son nom, sa localisation, sa dimension, son âge.</p> <p>Revoir les hypothèses formulées par la classe.</p>
13	<p style="text-align: center;">Conception d'un moyen de tester une hypothèse</p> <p>Chaque groupe choisit une hypothèse parmi celles proposées par la classe et conçoit un moyen de la mettre à l'épreuve.</p> <p style="text-align: center;">Présentation d'un modèle et comparaison avec la réalité</p> <p>Après que les élèves ont présenté les moyens qu'ils ont imaginé de mettre des hypothèses à l'épreuve, le professeur introduit un modèle suggéré par les chercheurs. Par groupes, les élèves s'approprient concrètement le modèle lors d'un temps de tâtonnement expérimental et le comparent avec la réalité.</p>	<p>Schématiser un moyen de mettre une hypothèse à l'épreuve.</p>
14	<p style="text-align: center;">Mise en œuvre d'expériences non guidées</p> <p>Par groupes, les élèves utilisent le modèle pour mettre en œuvre des expériences proches de celles qu'ils ont imaginées en semaine 13, sans guidage de la conception expérimentale.</p> <p style="text-align: center;">Partage des premiers protocoles et résultats expérimentaux</p> <p>Une mise en commun des protocoles expérimentaux et de leurs résultats permet d'identifier des points de vigilance et de lister les caractéristiques à vérifier lorsque l'on conçoit un protocole expérimental. Les façons de présenter les résultats est comparées. Les premiers résultats sont analysés et conclusions préliminaires sont formulées.</p>	
15	Acquisition de données	

	<p>Un protocole commun est défini pour tester l'une des hypothèses de la classe et les élèves le mettent en œuvre de façon bien organisée. Ils acquièrent des données et les notent dans un tableau à colonnes. Certains élèves commencent à faire des représentations graphiques, spontanément (cette compétence a déjà été travaillée en mathématiques et en sciences physiques et chimiques).</p>	<p>Représenter les données de son groupe sous la forme d'un graphique, sur le cahier.</p>
16	<p>Représentation graphique de données, sur papier</p> <p>La séance est consacrée à la réalisation individuelle d'une représentation graphique des données, au commentaire de cette représentation et à la formulation d'une conclusion.</p> <p>Représentation graphique de données, à l'ordinateur</p> <p>En salle informatique, par binômes, les élèves apprennent à utiliser un tableur/grapheur pour réaliser une représentation des données au format numérique. Les élèves les plus rapides créent de nouvelles colonnes dans le tableur, et combinent des paramètres. Ils réalisent de nouvelles représentations graphiques et s'aperçoivent que la combinaison de paramètres masse x hauteur de chute a un statut particulier dans le modèle expérimental.</p>	<p>Achever le travail de représentation graphique / commentaire / conclusion, pour les élèves n'ayant pas terminé en classe.</p>
17-18	Vacances scolaires	
19	<p>Introduction et manipulation du concept d'énergie</p> <p>Cette séance, filmée dans deux classes par l'équipe de la Fondation <i>La main à la pâte</i>, est une introduction par le professeur du concept d'énergie. Les élèves s'approprient cette notion en relevant de petits défis à l'aide du modèle expérimental. Une conclusion partielle du défi est formulée, et les questions toujours en suspens sont rappelées.</p> <p>Préparation d'affiches pour l'accueil des chercheurs</p> <p>Collectivement, les élèves répertorient les grandes étapes de la démarche qu'ils ont vécue. Par binômes, ils décident d'illustrer un aspect de la démarche sur une affiche de format A3. Si certains groupes n'arrivent pas à se positionner, le professeur les aiguille vers un aspect de la démarche qu'aucun groupe n'a encore choisi de traiter.</p>	<p>Concevoir un premier jet de texte à associer à chaque affiche.</p>

	En pratique, toutes les étapes sont illustrées par au moins un binôme, dans chaque classe.	
20	Professeur en formation	
21	<p>Lecture / amélioration des textes associés aux affiches</p> <p>Les textes écrits par les élèves sont lus par le professeur. Les élèves discutent de ce qu'ils trouvent clair ou moins clair, vivant ou moins vivant, etc. Des propositions d'amélioration sont listées. Les élèves commencent l'écriture d'une version intégrant les suggestions.</p>	Terminer l'écriture des textes.
22	Professeur en voyage scolaire	
23	<p>Premiers essais d'exposé oral collectif</p> <p>Une fois le texte assemblé (et retouché à la marge, notamment pour les transitions) par le professeur, les élèves se répartissent la prise de parole. Ils enchaînent les prises de parole, afin de bien identifier qui passe avant/après eux et se bien comprendre comment leur texte s'intègre à l'ensemble. Le lien parole / appui sur les affiches nécessite un important travail.</p>	Apprendre son texte et travailler le lien entre parole et appui sur les affiches.
24	<p>Répétition générale de l'exposé destiné aux chercheurs</p> <p>L'exposé oral fait l'objet de 2 filages au cours d'une séance : rappel de l'ordre de passage, 15 minutes de filage arrêté, 20 minutes de retouches, 10 minutes de filage d'une traite.</p> <p>Accueil des chercheurs</p> <p>La séance de communication auprès des chercheurs se déroule de la façon suivante : 10 minutes d'exposé oral de la classe, 10 minutes de questions du chercheur aux élèves, 30 minutes d'exposé du chercheur, avec questions des élèves au fur et à mesure.</p> <p>Journée portes ouverte du collège</p> <p>Quelques élèves volontaires animent un défi scientifique à l'occasion de la journée portes ouvertes de l'établissement, sur la thématique de cette séquence.</p>	Revoir son texte et bien connaître son ordre de passage.

DOMAINES SCIENTIFIQUES CONCERNES ET DISCIPLINES ASSOCIEES

La séquence a été menée par le professeur de **sciences de la vie et de la Terre**, mais certains de ses aspects sont à l'interface avec les **sciences physiques** et les **mathématiques**. De nombreuses compétences transversales sont mobilisées. Les disciplines scientifiques concernées sont les **géosciences** et la **planétologie**.

ACTIVITES PORTANT SUR LA LANGUE FRANCAISE

La maîtrise de la langue est une préoccupation constante de tout enseignant, quelle que soit la discipline qu'il enseigne. En l'occurrence, tout au long de la séquence, les élèves ont été amenés à s'exprimer à l'oral et à l'écrit, pour formuler leurs idées, décrire leurs projets, noter leurs résultats, formuler leurs conclusions.

L'écriture de l'exposé oral de la classe pour la venue des chercheurs a fait l'objet d'un soin particulier : il s'agissait de combiner concision, précision et une dose d'humour, afin que l'exposé retienne l'attention des chercheurs.

PARTENAIRES

Laboratoire de planétologie, Département de géosciences, Université d'Orsay. Chercheurs et chercheuses participants : François Costard, Frédéric Schmidt, Elodie Lesage, Inès Belgacem, Axel Bouquety.

Direction de la communication Ile-de-France Sud du CNRS (Christelle Prally, Nicolas Paulien).

ACTIVITES INTER-NIVEAUX

Un groupe d'élèves de cinquième participant au dispositif « devoirs faits » a acquis des données bien contrôlées et a partagé ces données avec les élèves de 6ème, dont les données étaient plus dispersées.

BILAN DE LA SEQUENCE

Cette séquence fondée sur l'investigation a permis aux élèves de **remobiliser des compétences** déjà travaillées au cours des séquences précédentes, avec davantage d'**autonomie** (formulation d'hypothèses, modélisation analogique de la réalité à étudier, conception et mise en œuvre de protocoles expérimentaux, représentation des données). Le matériel utilisé étant à la fois totalement inoffensif et peu coûteux, les élèves pouvaient être très libres d'explorer leurs idées personnelles.

Mais la séquence a surtout apporté des **compétences nouvelles autour de la communication de la démarche et des résultats**. L'enjeu de la présentation finale auprès des chercheurs a maintenu un niveau d'implication très fort jusqu'au bout du projet. L'une des classes a d'ailleurs choisi de terminer son exposé oral par la phrase « ... et on n'a pas vu le temps passer », ce qui me semble résumer parfaitement ce que j'ai vécu en tant qu'enseignante au cours de cette séquence. Les élèves ont travaillé avec plaisir et sans relâche, et la qualité de leurs productions a étonné certains professeurs, notamment ceux de mathématiques (graphiques collectifs géants, graphiques individuels).

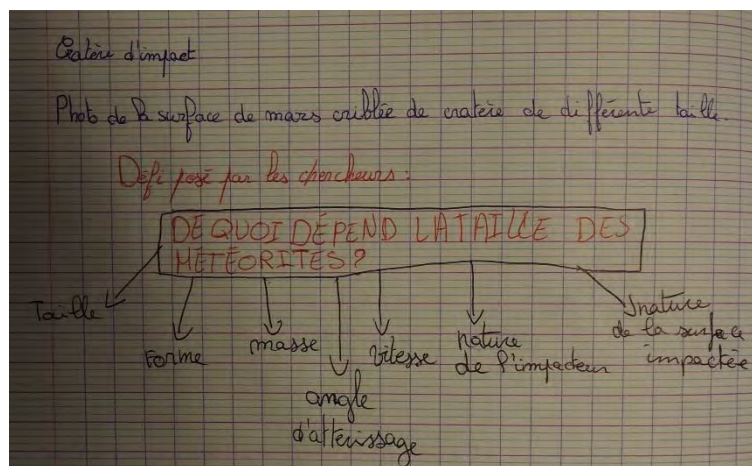
ANNEXE

Quelques illustrations pour jalonner le déroulement de la séquence

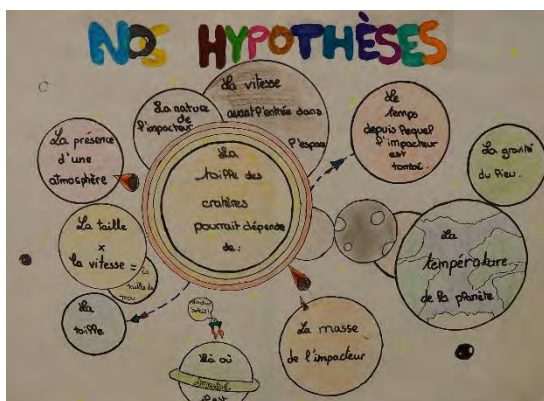
Lancement du défi : Axel Bouquety et Elodie Lesage, jeunes chercheurs lanceurs du défi, dans la photothèque planétaire d'Orsay



Formulation d'hypothèses : exemple de production initiale d'un groupe d'élèves de 6è3 (avec confusion cratère / météorite, à ce stade !)



Formulation d'hypothèses : exemples d'affiches produites par deux groupes d'élèves (6è1, 6è5)



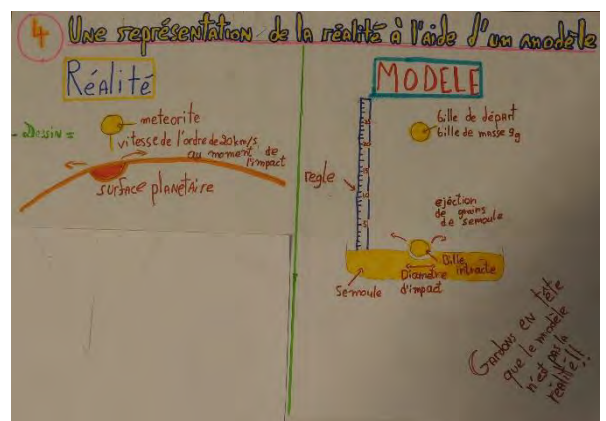
Prise en main d'un modèle analogique : comment générer des cratères et mesurer leur taille ? (6è1)



Description du dispositif expérimental : un schéma plutôt qu'un long discours



Comparaison réalité / modèle : deux affiches produites par des groupes d'élèves (6è1, 6è4)



Premières séries de données : les rassembler dans un tableau n'est pas encore une évidence, et le diamètre des cratères n'est ici mesuré qu'au centimètre près ... cela donnera lieu à discussion collective. (6è3)

Expérience : Toutes les chutes se font de 30 cm de hauteur

Bille de 5 cm de diamètre, poids 100,7 g : 9 cm de diamètre des cratères

Bille de 2,5 cm de diamètre, poids 31,4 g : 7 cm de diamètre des cratères

Bille de 1 cm de diamètre, poids 1,9 g : 3 cm de diamètre des cratères

Bille de 1,2 cm de diamètre, poids 0,88 g : 2 cm de diamètre des cratères

Bille de 1,5 cm de diamètre, poids 5,15 g : 4 cm de diamètre des cratères

Bille de 4,5 cm de diamètre, poids 95,9 g : 9 cm de diamètre des cratères

Bille de 3 cm de diamètre, poids 17,6 g : 6 cm de diamètre des cratères

Acquisition de données : une idée ... répéter les mesures ... ici deux fois, un bon début ! Le constat d'une forte dispersion permettra d'améliorer les prises de mesure, et de demander de l'aide à des élèves de cinquième pour l'obtention d'un jeu de données bien contrôlé. (6è1)

Bille
masse : 5,276 g

Hauteur de chute (en cm)	Diamètre des cratères (en cm)
10	3,5 ; 3,2
20	4,2 ; 4,1
30	5,0 ; 4,8
40	4,4 ; 5,0
50	4,9 ; 5,6
60	5,9 ; 5,6
70	5,9 ; 5,0
80	5,8 ; 5,4
90	6,2 ; 6,3

Un tableau de résultats : affiche produite par un élève pour la production finale (6è4)

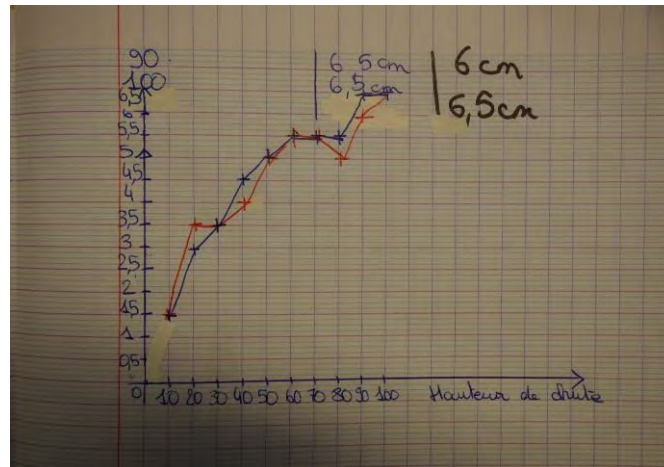
NOS RESULTATS

masse bille (en g)	diamètre bille (en cm)	hauteur de chute (en cm)	diamètre des cratères		masse bille (en g)	diamètre bille (en cm)
			1	2		
12,2	2	5	3,8	4	4	3,58
12,2	2	10	4,5	4,7	4,7	6,63
12,2	2	15	5,5	5,6	5,6	5,63
12,2	2	20	6	5,8	5,8	5,8
12,2	2	25	6,2	6,3	6,2	6,33
12,2	2	30	6,5	6,6	6,6	6,56
12,2	2	35	6,7	6,7	6,8	6,73
12,2	2	40	7,2	6,9	7,1	7,06
12,2	2	45	7,1	7,2	7,2	7,16
12,2	2	50	7,5	7,2	7,4	7,36

**JOLI ! JOLI !
AVELLE BELLE
REPRODUCTIBILITÉ !**

**ON REFAIT LA MÊME CHOSE
AVEC D'AUTRES BILLES
DE MASSE ET DE
DIAMÈTRE DIFFÉRENTS !**

Premiers graphiques : nommer les axes, préciser les unités et donner un titre ... des réflexes qui restent à acquérir. (6è1)



Graphique collectif géant : que de progrès depuis les premiers essais sur cahier. La séance suivante permettra d'apprendre à se servir d'un tableur-grapheur. (6è4)



Toujours plus haut : pourquoi diantre se limiter à 1m de hauteur de chute ? (6è2)



Répétition générale de l'exposé oral collectif : le panneau d'affiches est encore un peu laissé de côté, il faut apprendre à s'appuyer sur lui tout en parlant ! Ce sera parfait le jour J. (6è4)



Exposé oral le jour J en présence d'un.e scientifique : commentaire de graphique géant collectif. (6è4)



Echange entre l'une de classes et la chercheuse Inès Belgacem : Inès demande aux élèves de comparer la morphologie de certains cratères d'impact avec un instantané de rebond d'une goutte d'eau. (6è5)



Echange entre l'une des classes et le chercheur Frédéric Schmidt : les élèves questionnent Frédéric sur son métier de chercheur. (6è4)



Echange entre l'une des classes et le chercheur François Costard : un élève génère un cratère d'impact en utilisant le modèle analogique et mesure le diamètre du cratère. François pointe les difficultés de l'acquisition de mesures, et explique que ces difficultés font le quotidien des chercheurs de son laboratoire. (6è3)

