

# La fosse des Mariannes : un projet en profondeur

ARNAUD CHANET \*, JÉRÔME ANTONY \*\*, BENOÎT PASCAL \*\*\*

*Les sous-marins nous fascinent ; ils sont complexes mais malheureusement inaccessibles à nos élèves. Pourtant, dans l'académie de Limoges, des élèves de 6<sup>e</sup> en construisent et arrivent à étudier le fond... de leur aquarium. Comment s'y prennent-ils ? Avec quels moyens ?*

En cycle 4, les EPI permettent d'effectuer un travail interdisciplinaire. En cycle 3, les sciences ne constituent qu'une seule et même matière, ce qui autorise ce travail interdisciplinaire. Reste à trouver le projet qui relie pertinemment les trois matières du collège.

La réforme du collège demande aux professeurs de science de mettre en place des projets interdisciplinaires. Pour motiver les élèves, le projet doit être ambitieux mais simple à réaliser. Une usine à gaz serait trop complexe et démotiverait beaucoup d'élèves. La plus grande difficulté est la gestion des activités au sein de chaque matière en cohérence avec l'avancement du projet. Les matières doivent pouvoir avancer indépendamment les unes des autres, néanmoins un fil conducteur est nécessaire. Les séances s'articulent autour de trois progressions suivant le même fil rouge. Les élèves peuvent avancer en même temps et finir ensemble sans avoir besoin d'attendre un collègue.

## Le projet « fosse des Mariannes »

La fosse des Mariannes est située dans l'océan Pacifique 1. C'est la région la plus profonde de la Terre. Le cinéaste James Cameron (réalisateur d'*Avatar*, *Alien*, *Terminator*, *Titanic*, *Abyss*...) a réalisé son rêve en explorant la fosse des Mariannes à l'aide d'un sous-marin. Une équipe de scientifiques l'a suivi lors de sa préparation, ainsi que pendant la plongée. Une équipe vidéo a suivi le parcours des membres de la mission et tourné le film *Deepsea Challenge 3D*.

L'objectif du projet interdisciplinaire « fosse des Mariannes » est de simuler la plongée du sous-marin de James Cameron dans la classe, avec les moyens du collège. Trois sous-objectifs sont dissociables dans chacune des matières. En technologie, les élèves vont

### MOTS-CLÉS

réalisation collective, projet

étudier le sous-marin de James Cameron et construire une maquette avec la même fonction d'usage et les mêmes fonctions techniques, seules les solutions techniques seront différentes. En physique-chimie, les élèves vont découvrir les problématiques de dissolution de solide dans un liquide, les mélanges, les caractéristiques de l'électricité et les caractéristiques des mouvements en physique. Enfin, en science de la vie et de la terre, les élèves vont découvrir le cycle de vie de la faune en milieu aquatique, ainsi que les besoins de la faune pour vivre.

### Prérequis

Du point de vue des « connaissances personnelles », les élèves n'ont pas tous une bonne connaissance du monde des sous-marins, ni du monde aquatique. Ils regarderont le film *Abyss* de James Cameron afin d'installer une base commune sur les problématiques liées aux sous-marins et à la vie en profondeur. Le film est projeté à la classe de 6<sup>e</sup> juste avant les vacances de Noël, un peu comme une récompense de fin d'année. Attention, lors de cette séance, les professeurs ne doivent pas prévenir du projet, ni même de la raison de la projection de la vidéo. Les élèves doivent regarder le film juste pour le plaisir.

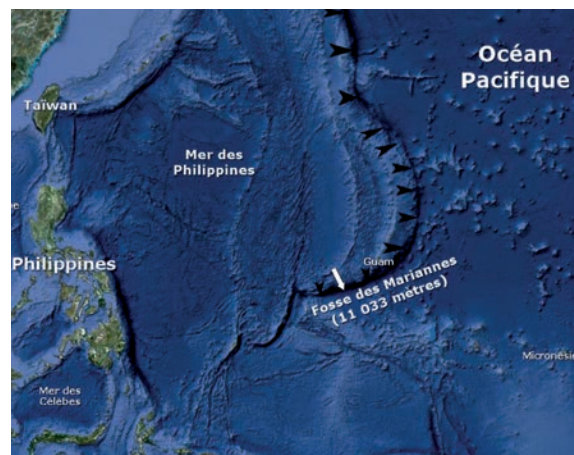
D'un point de vue pédagogique, un seul prérequis est nécessaire à ce projet : « savoir utiliser et rechercher des informations numériques ».

\* Professeur de technologie au collège d'Ussel (19).

\*\* Professeur de technologie au collège de Seilhac (19).

\*\*\* Professeur de technologie au collège Eugène-Chevreul, L'Hajj-les-Roses (94).

Ce projet a été réalisé avec les professeurs de SVT Romain Gillie, Claire Suran et avec les professeurs de physique Émilie Lofficial et Stéphanie Debord.



1 Localisation de la fosse des Mariannes dans l'océan Pacifique

## La progression

Clé de voûte du projet, la progression se décompose en trois progressions distinctes dans les trois matières. Deux séances de travail incluent les trois disciplines : la présentation du projet avec le visionnage de la plongée de James Cameron et l'évaluation commune aux sciences à la fin du projet. La séance préparatoire peut être réalisée avec les professeurs des trois disciplines scientifiques ou avec un seul professeur qui a été bien préparé par ses collègues (seulement si les conditions d'emploi du temps l'imposent). L'objectif de la première séance est de dégager les problématiques des trois disciplines afin que chaque professeur puisse travailler indépendamment par la suite. Après le visionnage, les élèves écrivent ce qu'ils ont remarqué dans l'extrait vidéo. Les professeurs restituent au tableau les remarques des élèves. Puis, dans un second temps, les élèves classent leurs remarques ou questionnements par discipline. Les professeurs expliquent à ce moment le projet, par exemple de la façon suivante : « Vous, les élèves de la 6<sup>e</sup> X, vous allez devoir construire une maquette pour simuler la plongée de James Cameron, dans les conditions du collège. D'après vous, quels sont les éléments que l'on doit réaliser pour que l'on reproduise au mieux ce que l'on a vu dans l'extrait vidéo ? »

Les réponses attendues par l'équipe de professeurs sont liées à la progression, c'est-à-dire :

- reproduire la mer ;
- reproduire la vie sous l'eau ;
- reproduire l'absence de lumière ;
- faire la maquette de sous-marin ;
- éclairer le fond de la mer avec le sous-marin ;
- mesurer la descente du sous-marin.

Il est évident que, même avec de très bons élèves, toutes ces réponses n'arriveront pas toutes seules. Les professeurs devront relancer les élèves par des questionnements sur la recherche de paramètres à reproduire dans la maquette.

Avant la fin de la séance, les élèves sont amenés à formuler les problèmes à résoudre. Les professeurs aidés par les élèves trient les problèmes afin de les affecter à une discipline. Enfin, les professeurs classent par ordre les problèmes à résoudre afin de suivre la progression 2.

### Projet interdisciplinaire sciences et technologie Cycle 3

#### Thème de séquence

La descente de James Cameron dans la fosse des Mariannes

#### Positionnement dans le cycle 3



#### Prérequis

Savoir utiliser et rechercher des informations numériques

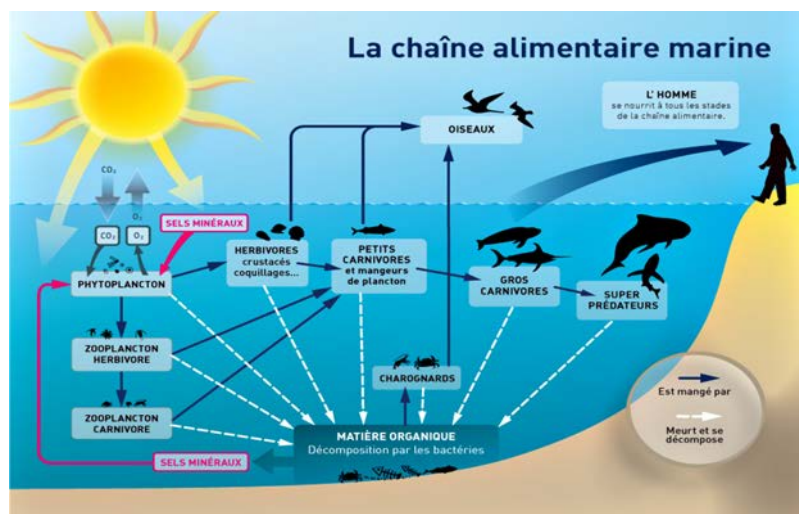
#### Situation déclenchante possible

Film *Abyss* et extrait de la vidéo de la descente de James Cameron dans la fosse des Mariannes

#### Progression

	SVT	Physique-chimie	Technologie
<b>Avant les vacances de Noël, visionnage du film <i>Abyss</i></b>			
Séance 1	<b>Présentation du projet</b> Visionnage de la descente de James Cameron Présentation des objectifs des sciences liés au projet		
Séance 2	Comment classer les êtres vivants des abysses ?	Quelles sont les caractéristiques de la fosse des Mariannes ? L'eau de mer est-elle un mélange ?	Avec quel engin James Cameron est-il descendu dans la fosse des Mariannes ? Pourquoi a-t-il choisi cet engin ?
Séance 3	De quoi se nourrissent les animaux des abysses ?	Peut-on dissoudre tous les solides dans l'eau ? Dissolution	Comment permettre à James Cameron de visualiser les fonds marins tout en restant à l'intérieur du sous-marin ?
Séance 4	Pourquoi n'y a-t-il pas de végétaux dans les abysses ?	Comment reproduire les caractéristiques de la fosse des Mariannes ? Réalisation de la solution	Réalisation du sous-marin
Séance 5	Comment est structuré le vivant (cellule) ?	Fonctionnement de la LED et énergies	Réalisation du sous-marin, essais
Séance 6	Quelle est l'influence de l'homme sur les écosystèmes ?	Quelles sont les caractéristiques du mouvement du sous-marin ?	

#### 2 Progression condensée



3 Chaîne alimentaire marine, source

On remarquera que, dans la progression, une compétence (la circulation du courant dans les éléments électriques) doit être abordée en physique avant d'être mise en pratique en technologie.

À la fin de la séance de démarrage, les élèves savent donc sur quoi ils vont travailler avec chaque professeur. Le fil rouge a été installé, ainsi que la *dead-line* de fin de projet.

### Partie science de la vie et de la terre

En sciences de la vie et de la terre, l'objectif est de reproduire la vie dans un aquarium. De quoi a-t-on besoin et surtout que doit-on choisir pour que la faune et la flore vivent ensemble. Les élèves vont commencer par classer les êtres vivants par catégorie à l'aide de différents critères. Normalement, les élèves ont déjà appris à classer les éléments, mais seulement ceux qui sont proches de leur environnement. Dans le cadre de ce projet, la première séance sert de réinvestissement de la compétence, mais cette fois-ci avec les animaux étranges des abysses.

Une fois les animaux classés, il faut qu'ils se nourrissent. Les élèves aborderont la notion des décomposeurs, avec ce qu'on appelle la « neige abyssale ». On pourra commencer à construire le réseau alimentaire océanique 3.

Dans notre aquarium, nous devons mettre des plantes afin de faire vivre le « milieu naturel », mais dans les abysses il n'y en a pas. Les élèves vont découvrir que les plantes ont besoin de lumière pour vivre et que la lumière du soleil ne franchit pas 200 m de profondeur. Dans la zone éclairée par le soleil (jusqu'à 200 m de profondeur), il ne semble pas y avoir de producteurs primaires. Et pourtant... C'est l'occasion d'introduire la notion de cellule vivante en observant au microscope des cultures d'euglènes (dont certaines espèces marines sont constitutives

du phytoplancton). Les élèves pourront compléter le réseau alimentaire océanique et le comparer avec un réseau alimentaire plus classique. Enfin, ils découvriront le cycle de vie des êtres vivants en étudiant par exemple celui des méduses.

### Partie sciences physiques

Il y a trois sous-objectifs à résoudre en physique : reproduire la mer dans l'aquarium, être capable de décrire le mouvement du sous-marin et définir les énergies nécessaires pour éclairer le fond de l'aquarium.

Les élèves commencent par définir la caractéristique de l'océan. Ils réalisent un mélange d'eau et de sel et découvrent la notion de saturation (à partir de quel moment le sel ne se dissout plus dans l'eau). Ils découvrent aussi la notion de « dosage », afin de reproduire au mieux la salinité de l'océan Pacifique, qui n'est pas la même que celle de la mer Rouge par exemple. À travers ces problématiques, les élèves apprennent à utiliser de la verrerie, à réaliser des protocoles d'essais et à les suivre.

Pour répondre à la seconde problématique, les élèves dessinent la trajectoire du sous-marin vue dans la vidéo de présentation du projet. Puis, à l'aide d'animation(s), ils décrivent les mouvements du sous-marin avec un vocabulaire adapté.

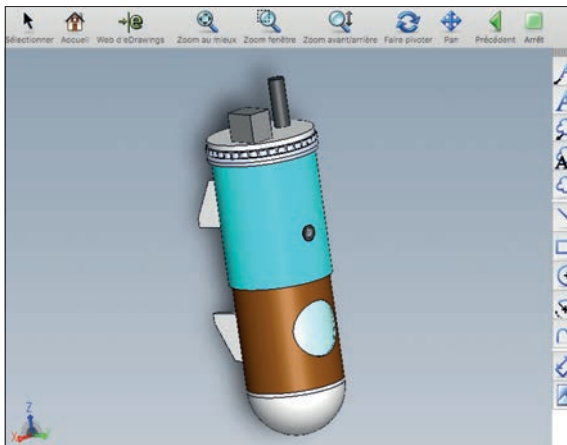
Les élèves ont pour objectifs de définir les situations où l'énergie est stockée, transformée et utilisée. À travers la maquette et des schémas de câblages, ils doivent identifier ce qui alimente les LED et comment on transforme l'énergie des batteries en énergie lumineuse.

### Partie technologie

La séquence de technologie se décompose en quatre séances d'une heure et trente minutes. L'objectif final est de construire la maquette du sous-marin tout en réinvestissant les fonctions des objets vues au premier trimestre.

#### Séance 1 : révision du premier trimestre

Dans la première partie, les élèves doivent découvrir l'utilité d'un sous-marin. Ils visionnent la vidéo de James Cameron plongeant dans la fosse des Mariannes avec un sous-marin (*Deep Sea*). Ils répondent aux questions « Avec quel engin James Cameron est-il descendu dans la fosse Marianne ? » et « Pourquoi a-t-il choisi cet engin ? » Ils peuvent répondre à ces questions tout seuls ou en groupe. La première question sert à faire naître l'hypothèse de l'utilité d'un sous-marin et dure environ 10 minutes. La seconde question sert à faire prendre conscience aux élèves que ce choix est raisonné. Pour y répondre, les élèves s'aident de la vidéo afin d'expliquer avec leurs mots à quoi sert un sous-marin (fonction d'usage) et ce qu'il



4 Sous-marin 3D



5 Sous-marin assemblé

peut faire (fonctions techniques). Lors de la mise en commun, les réponses des élèves doivent donner lieu à un débat en classe sur les différentes propositions de moyen de descendre dans la fosse des Mariannes et les actions qu'il doit pouvoir réaliser.

Le bilan en classe permettra de définir la notion de besoin, de fonction d'usage, de fonctions techniques et de fonction d'estime.

### Séance 2

À la suite de la première séance, les élèves savent que la maquette de leur sous-marin doit éclairer vers l'extérieur afin d'explorer le fond de l'aquarium. Ils savent aussi qu'ils vont devoir imaginer un système d'étanchéité afin que l'eau n'entre pas dans le sous-marin. L'objectif de la séance est donc de trouver un moyen d'assurer l'éclairage extérieur du sous-marin une fois dans l'eau tout en garantissant l'étanchéité.

Avant de s'attaquer au problème d'étanchéité, les élèves créent leur premier montage électrique. Ils disposent de composants et de leur description. Ils réalisent le schéma électrique, puis, avec l'accord du professeur, testent le schéma en conditions réelles. Chaque îlot dispose de trois interrupteurs. Les élèves doivent choisir l'interrupteur qui permet d'allumer la LED sans avoir à ouvrir le sous-marin et surtout

### EN LIGNE

Lien pour retrouver toutes les ressources liées à ce projet :  
<http://pedagogie.ac-limoges.fr/techno/spip.php?article224>

Vidéos de lancement de la séquence en technologie :  
<https://www.youtube.com/watch?v=s7dbJKQWI8&feature=youtu.be>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Y2tm40uMhDI&feature=youtu.be>

Tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>

qui soit étanche. En 6<sup>e</sup>, les élèves ne conçoivent pas de produit, mais ils doivent commencer à faire des choix simples.

Le bilan de la séance doit porter sur l'utilité de faire un schéma avant câblage et sur l'utilisation de l'énergie électrique.

### Séance 3

L'objectif de la troisième séance est de manipuler les logiciels de CAO afin d'ajouter des ailerons et le dessus de notre sous-marin 4. Par groupe de quatre, en binôme, les élèves vont concevoir les parties du sous-marin à l'aide de tutoriels. Ils doivent se mettre d'accord par groupe sur qui fabrique quoi et qui conçoit quoi. Ils doivent choisir le logiciel le plus approprié entre Google Sketchup, GCFAO et Solidworks, sachant qu'ils doivent fabriquer leur maquette soit avec une imprimante 3D, soit avec Charly robot.

Dans les nouveaux programmes, les élèves peuvent dès la 6<sup>e</sup> commencer à concevoir en partie un objet. Dans cette activité, ils ont la liberté de concevoir des pièces de second rang, car elles n'impactent pas l'étanchéité, mais seulement la progression dans l'eau. Les élèves sont néanmoins beaucoup contraints par les dimensions extérieures de chaque pièce et par les moyens dont ils disposent.

### Séance 4

L'objectif de la quatrième séance est d'assembler le sous-marin 5 et de tester son étanchéité dans l'aquarium. Les élèves disposent de la gamme d'assemblage et de moyens de collage. Ils doivent remplir une feuille d'organisation afin que chacun puisse assembler une partie du sous-marin. Les élèves doivent choisir par eux-mêmes les étapes qui peuvent être faites simultanément. En fin de séance, ils lestent l'avant de leur sous-marin avec du sable et testent l'étanchéité. Puis, si les tests sont concluants, ils peuvent ajouter le module d'éclairage.

Il est envisageable de donner davantage de temps pour réaliser le sous-marin, c'est important, pour les élèves, que le projet, leur projet, soit mené jusqu'à son terme. Les nouveaux programmes permettent cette latitude horaire dans la limite du raisonnable. ■