

## DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROJET : DES PLIS DANS TOUtes LES SciENces

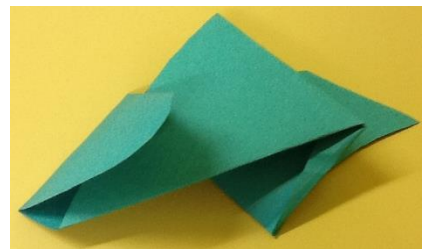
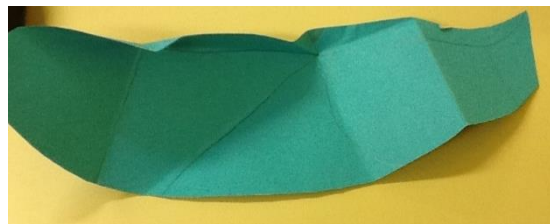
### DESCRIPTIF SOMMAIRE DU PROJET :

Le projet sciences du collège les Guilleraults (Pouilly sur Loire) est suivi par 24 élèves volontaires de 5<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup>, qui travaillent 2 heures, tous les lundis au collège. Ils sont encadrés par le professeur de physique-chimie (Mme JOUANNY Marie), de technologie (M. BOISSET Vincent) et de SVT (Mme POLGE Delphine).

Le sujet choisi : **DES PLIS DANS TOUtes LES SciENces**

### L'Origami et les êtres vivants :

Deux élèves (Elouan et Medhi) ont observé l'ouverture des ailes d'animaux pour comprendre le rôle et la formation des plis. Tout d'abord, la coccinelle a été observée à la loupe binoculaire. Une reproduction du pliage de son aile a été faite et un calcul de surface a été réalisé pour connaître le gain de place pour l'aile une fois pliée. (surface divisée par 10 environ).

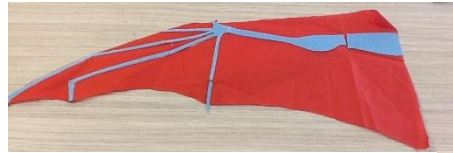


Un travail identique a été fait avec l'aile de la larve de libellule, lorsqu'elle se métamorphose en adulte. Elle est alors 20 fois plus grande. Le pliage suit les nervures de l'aile qui sont plus rigides. Elouan et Medhi ont recréé ce pliage complexe, composé à la fois de plis en accordéon mais aussi d'enroulement = rangement optimal.



Ils se sont ensuite concentrés sur le pliage de l'aile de Chauve-souris Renard. Celle-ci possède des os et une fine membrane capable de se plier afin de permettre à l'aile de s'enrouler lorsqu'elle n'est pas utilisée.

Ils ont trouvé le pliage intéressant et utile en origami, car il est en 3 dimensions et non à plat comme tous les autres étudiés.



Quatre élèves : Laurine, Mathias, Dylan et Célia ont travaillé sur les pliages des végétaux. D'abord le coquelicot, qui présente à l'ouverture du bourgeon des pétales avec des plis verticaux et horizontaux. Ils en ont conclu que le bourgeon contraignait les pétales très fins qui poussaient en hauteur et en longueur.

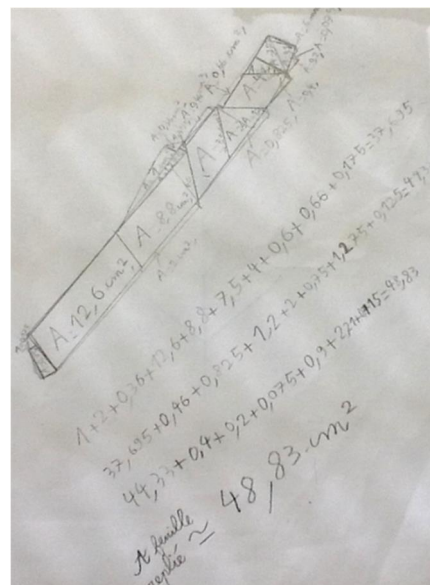
Pour expliquer ce phénomène, ils ont créé une maquette de bourgeon et ont simulé le développement d'un pétale à l'intérieur qui se plisse verticalement et horizontalement.



Autre étude, sur le bourgeon de charme, dans lequel se trouve une tige miniature. Là aussi, le bourgeon contraint les feuilles qui grandissent mais celles-ci, contrairement aux pétales de coquelicot, de façon plus organisée.

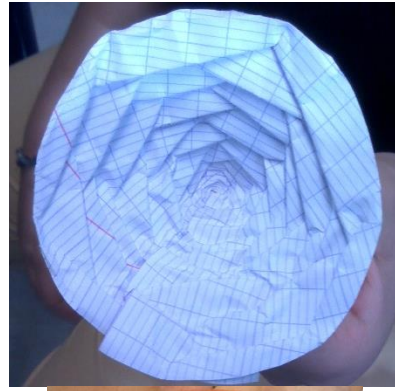
En effet, les nervures, plus rigides, entraînent une organisation des plis. Comme ces nervures sont régulières, les plis le sont aussi. Ainsi, on obtient un gain de place optimal, comme pour l'aile de l'insecte.

Les élèves ont réalisé le même pliage pour calculer la surface. On passe de 380 à 48 cm<sup>2</sup>.



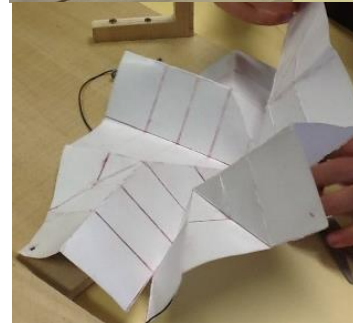
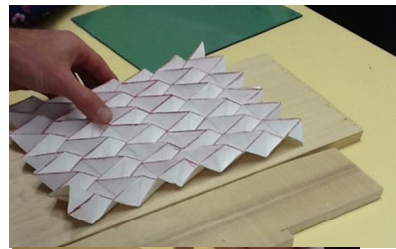
Des études similaires ont été réalisées sur le cyclamen, mais également sur la fleur de marguerite.

Afin de mieux visualiser la formation de plis sous la contrainte, Mélina et Anna ont construit des cônes et les ont écrasés avec des dictionnaires. Lorsque la pression est uniforme, elles obtiennent un pliage parfaitement régulier, en spirale, avec 4 plis et un 5<sup>ème</sup> qui fait la transition entre 2 spirales. Dans le même esprit, elles ont pris 2 tubes, entre lesquels elles ont placé un bout de papier. Après pression et torsion entre les 2 tubes, elles obtiennent une sorte de sas, composé de plis parfaitement régulier. Elles remarquaient que le nombre de plis avait un lien avec le diamètre des tubes. Elles ont essayé de prendre formes carrées ou triangulaires à la place des tubes mais elles n'ont pas obtenu de résultat exploitable.



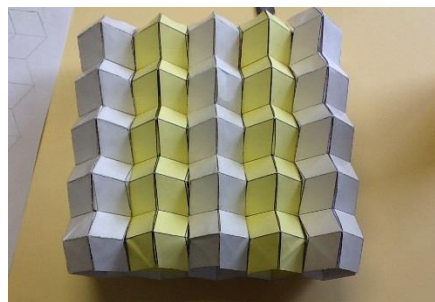
### Lorigami, des pliages inspirés.

Arthur, Elodie et Emma ont créé des pliages, inspirés des observations de leurs camarades. Les plis réguliers de la feuille de charme, répétés, l'un à côté de l'autre et l'un en dessus de l'autre, donnent un origami appelé miura ori. Ils ont tracé puis plié des feuilles de papier, de carton et de plastique.



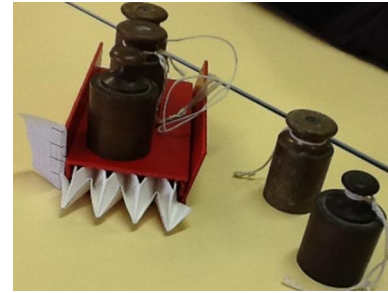
En s'inspirant de la feuille de charme, avec son pli en « V » mais également de l'enroulement de l'aile de chauve-souris, ils obtiennent un pliage particulièrement intéressant qui se déplie facilement et permet un gain de place énorme.

Dernier pliage, inspiré des résultats des tests sur les propriétés, un pliage en trois dimensions qui a la particularité de se plier dans deux directions mais de résister aux pressions dans la troisième direction, sans s'écraser, ni s'affaisser.



### Les propriétés de lorigami.

Théo et Quentin ont constaté que certains pliages, comme le miura ori, avait une résistance à la pression. Ils ont cherché à la mesurer. Ils ont construit une boîte, dans laquelle, ils plaçaient leur pliage et déposaient des masses marquées. Ils ont placé le maximum de masses marquées à la surface du miura ori sans le faire plier.



Ils ont alors décidé de ne pas utiliser le boîtier afin de mesurer un écrasement, par ouverture de leur pliage. Ils ont eu un résultat à 6,8 kg.

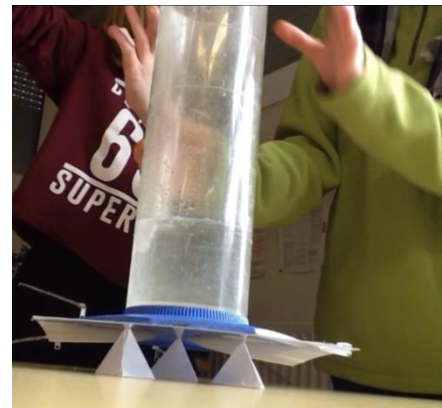
Ils ont supposé que la résistance à l'écrasement était liée à la surface de contact des plis.

Pour le prouver, ils ont construit trois miura ori avec des plis plus ou moins grands : 1,2 cm / 2,5 cm / 4 cm. Ils ont déposé toujours la même masse (6,8 kg) et mesuré l'écrasement en mm. Plus les plis étaient petits, plus la résistance à la pression était élevée. Ils ont calculé les surfaces de contact pour les 3 pliages, pour se rendre compte que l'origami avec les petits plis avait une surface de contact plus importante. Donc, ils ont prouvé leur hypothèse de départ.

#### Résultats expériences :

ORIGAMI	ÉCRASEMENT en mm	Pression Pa Poids/surface	Surface de contact en m <sup>2</sup>	Poids en Newton
1,2 cm	<1	37 751	0,00169	63,8
2,5 cm	2	37 976	0,00168	63,8
4 cm	3	55 965	0,00114	63,8

Clément, Lilou et Gabriel supposent que la résistance à la pression du miura ori est liée aux angles de pliages des pyramides qui composent cet origami. Ils imaginent un protocole avec 3 pyramides qu'ils construisent en papier. Ils déposent dessus une plaque de plexiglass puis un récipient dans lequel ils ajoutent de l'eau. Dès l'effondrement de l'une des pyramides, ils arrêtent de remplir et mesurent la masse. Ils réalisent cette expérience avec des pyramides de 40, 50, 60, 70 et 80° (angles à la base)



#### Résultats expériences :

Angles des 3 tétraèdres	40 °	50 °	60 °	70 °	80 °
Masse nécessaire pour écraser une pyramide	885,2 g	914,2 g	963,2 g	543,7 g	61,2 g

Ils cherchent actuellement une explication à ce résultat et souhaitent poursuivre leurs recherches avec d'autres pyramides.



Suite à une observation sur la résistance des ailes des insectes et des feuilles, liée à la forme de leurs nervures, Titouan et Sarha ont voulu reproduire cette propriété sur du papier plié. Ils ont dû trouver un protocole permettant de déchirer le papier et trouver le bon papier. Ensuite, ils ont réalisé des modèles de papier avec des renforts qui simulent les nervures : une seule nervure droite, 2 nervures avec un angle puis 3 nervures. Ils ont testé la résistance au déchirement en appliquant à leurs modèles des forces différentes. Ils ont testé et trouvé que plus il y avait des nervures avec des angles différents et plus le papier plié est résistant au déchirement. Ainsi, on peut solidifier un origami en plaçant des renforts sur chaque pliage, comme les nervures des ailes ou des feuilles.



### L'origami, une science ancestrale innovante



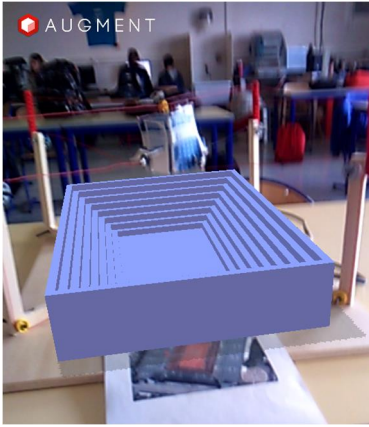
Mathilde, Timéo et Melchior sont allés plus loin dans la résistance du miura ori. Ils ont réalisé un pliage avec une feuille de carton pour tester sa solidité. Ils n'ont pas réussi à l'écraser avec les masses présentes en classe.

Ils ont pensé faire rouler la voiture d'un professeur dessus. Ils ont dû envisager des modifications pour faire évoluer leur pliage afin que la voiture puisse rouler dessus sans l'abîmer.

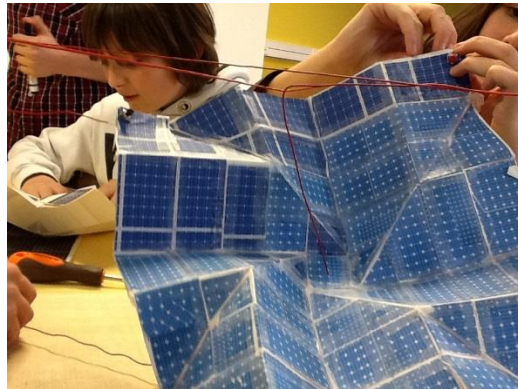


Alors, ils ont envisagé de construire un tablier de pont. Celui-ci a demandé des modifications également, car l'origami résiste bien à la pression mais pas à la flexion. Ils ont réussi à contourner le problème en répartissant les charges sur le tablier.





Simon, Marylène et Alex ont travaillé sur le pliage qui se déplie facilement et permet de gagner de la place. Ils ont pensé à une couverture, une toiture celle d'un stade, comme Roland Garros. Ils ont voulu le robotiser, afin d'envisager une automatisation de l'ouverture de leur stade. Cette couverture serait installée sur 4 piliers, à l'angle de chaque stade.



Ils ont envisagé mettre des panneaux photovoltaïques sur leur toit afin qu'il soit autonome en énergie. Ils ont calculé l'apport exact en énergie de ces derniers. Afin de bien se représenter le stade avec son couverture, ils utilisent la réalité augmentée.

Dans le même esprit, ils ont imaginé un satellite, peu volumineux, avec des panneaux photovoltaïques, capable de se déplier dans l'espace et d'offrir une surface 20 à 50 fois plus grande.

### Un travail d'équipe, 24 élèves du collège de Pouilly sur Loire.

