



# MANIPS FIBRES

kit pédagogique

# MALLETTE PÉDAGOGIQUE

## Atelier de manips scientifiques

*Cet atelier scientifique est composé de manips à expérimenter pour mieux comprendre les fibres végétales, ces matières à construire disponibles à portée de main.*

Le mot « fibre » désigne les matières biosourcées, c'est-à-dire d'origine végétale ou animale, utilisées pour bâtir, pour le design, l'architecture, l'art et l'artisanat. Les fibres végétales à croissance rapide, comme la paille, le chanvre, l'osier ou encore le bambou, sont une gigantesque opportunité pour stocker du CO<sub>2</sub> et réduire l'impact environnemental de nos constructions dès aujourd'hui. Ces matières premières, saines, disponibles en quantité et juste à portée de main, qui redonnent du sens aux métiers de la construction ont toute leur place dans nos sociétés contemporaines.

Les constructions en terre ou en fibres végétales, à la fois saines et confortables, nous permettent cette reconnexion à la nature, à nos racines, à la terre que nous habitons. La beauté de ces matières déclenche l'envie de les toucher. Elle nous invite par l'exploration de la main à une véritable expérience sensorielle de perception haptique où notre corps tout entier interagit et découvre son environnement. Il ne tient qu'à nous de les (re) découvrir et de laisser résonner dans notre corps leur beauté qui nous reconnecte à nos racines et à la terre que nous habitons.

La diversité des ressources végétales pour l'architecture est immense ! Les bâtisseurs de génie qui construisent depuis des millénaires avec ce qu'ils ont à portée de main ont acquis une compréhension intuitive puis empirique de la matière. Cette mallette pédagogique propose d'en regarder quelques unes à travers le prisme de la science, avec pour finalité d'appréhender toutes leurs subtilités et savoirs nécessaires à leur transformation en matériaux de construction. Comprendre finement leur comportement, parfois inattendu, contribue à utiliser au mieux ces matières, de manière créative et innovante pour construire le monde de demain.



# Infos pratiques

 **NOM DE L'EXERCICE : ATELIER MANIPS FIBRES**

 **NOMBRE DE PARTICIPANTS : 5 à 15**

 **NIVEAU : TOUT PUBLIC, SCOLAIRE**

 **DURÉE : 1 à 2H**

## Contenu de la mallette

Ces expériences scientifiques et pédagogiques ressemblent des connaissances élémentaires sur la matière en fibres. Avec pour objectif de créer des ponts entre la physique de la matière et l'architecture, ces expériences nous apportent un nouveau regard sur ces ressources végétales. La mallette pédagogique Manips Fibres rassemble des expériences scientifiques étonnantes à découvrir à travers un parcours dans lequel les participants sont actifs et en interaction constant avec l'animateur pour comprendre les principaux comportements de cette matière. Ces ateliers s'adaptent à tous les niveaux de publics et d'enseignement : primaire, secondaire et supérieur.

En plus du matériel, chaque expérience dispose d'une fiche pédagogique explicative décrivant l'objectif et la manière dont chaque manipulation doit être développée.

Un inventaire de tout le matériel dont dispose la mallette pour son bon fonctionnement est également disponible.

Enfin une bibliographie est mise à disposition.



Ce logo indique que cette manip a été filmée. Toutes les vidéos sont en accès libre sur les plateformes youtube et vimeo d'amàco.

## Les moyens de transport du matériel

Tout le matériel nécessaire pour réaliser les expériences est rangé dans une valise à roulettes de 50L de dimensions 66,5 x 40,4 x 34,4 cm et de poids maximum 15 kg, ce qui permet à l'animateur d'avoir facilement accès à toutes sortes de lieux.

## Formation des utilisateurs

L'utilisation de cette valise nécessite une formation d'une journée aux futurs utilisateurs, par groupe de maximum 10 personnes par jour de formation.

## Ateliers complémentaires

Sur demande, deux autres ateliers peuvent être inclus, un atelier sensoriel et un atelier artistique, ils font partie d'une autre mallette.

# LES FICHES PÉDAGOGIQUES

## 15 expérimentations

### page **FIBRES ET PLIS**

#### 5 **#1 - PAPIERS PLIÉS**

Observer les différences de résistance de feuille de papier selon leur type de pliage, selon le type de fibres et leur sens.

#### 6 **#2 - LE SENS DES FIBRES**

Comprendre le lien entre organisation et orientation des fibres et la résistance des matériaux faits de fibres enchevêtrées.

### **FIBRES ET FROTTEMENTS**

#### 7 **#3 - FORCES DE FROTTEMENT**

Mettre en évidence l'importance des forces de frottement qui s'exercent aux contacts entre les fibres et leurs conséquences.

#### 8 **#4 - DÉFAIRE UNE CORDE DE CHANVRE** ▶

Mettre en évidence la structure hiérarchique d'une corde toronnée et les liens entre surface de contact et frottement.

### **FIBRES ET EAU**

#### 9 **#5 - RETRAIT D'UNE BANDE DE BOIS** ▶

Observer le gonflement du bois mouillé, le sens de cet allongement et ses conséquences sur la courbure de la bande.

#### 10 **#6 - ONDULATION DU PAPIER MOUILLÉ** ▶

Observer les ondulations qui se forment lors du gonflement du papier mouillé.

#### 11 **#7 - ENROULEMENT DU PAPIER MOUILLÉ** ▶

Observer l'enroulement du papier qui gonfle au contact de l'eau.

#### 12 **#8 - ORIGAMI**

Observer les mouvements de matière au contact de l'eau : phénomènes de capillarité et de tension superficielle.

#### 13 **#9 - LA DANSE DE POMMES DE PIN** ▶

Montrer comment une écaille de pomme de pin s'ouvre et se ferme en fonction de l'humidité.

#### 14 **#10 - HYDROPHILE OU HYDROPHOBE ?** ▶

Aborder les caractéristiques hydrophile ou hydrophobe des fibres végétales grâce au coton

#### 15 **#11 - DES FIBRES IMPOSSIBLE À MOUILLER** ▶

Aborder les caractéristiques hydrophile ou hydrophobe des fibres végétales grâce au coton

### **FIBRES ET AIR**

#### 16 **#12 - LA MÉCANIQUE DES FLUIDES**

Observer comment un courant d'air fait bouger le papier de manière contre-intuitive.

#### 17 **#13 - EMPILEMENT DES FIBRES**

Observer comment la taille des fibres définit le volume qu'elles vont occuper et donc leur densité.

#### 18 **#14 - VERSER, VIBRER, TASSER**

Comprendre comment les fibres s'accrochent en fonction de l'action mécanique exercée.

### **FIBRES ET GRAINS**

#### 19 **#15 - MÉLANGE DE FIBRES ET DE GRAINS** ▶

Mettre en évidence la faible densité des enchevêtrements de fibres

#### 20 **#16 - UN CHÂTEAU ÉTONNANT** ▶

Découvrir comment les fibres ont le pouvoir de renforcer une structure faite de grains.

# #1

## FIBRES ET PLIS PAPIERS PLIÉS

**OBJECTIF** Observer les différences de résistance de feuille de papier selon leur type de pliage, selon le type de fibres et leur sens.

**DURÉE** 10 min

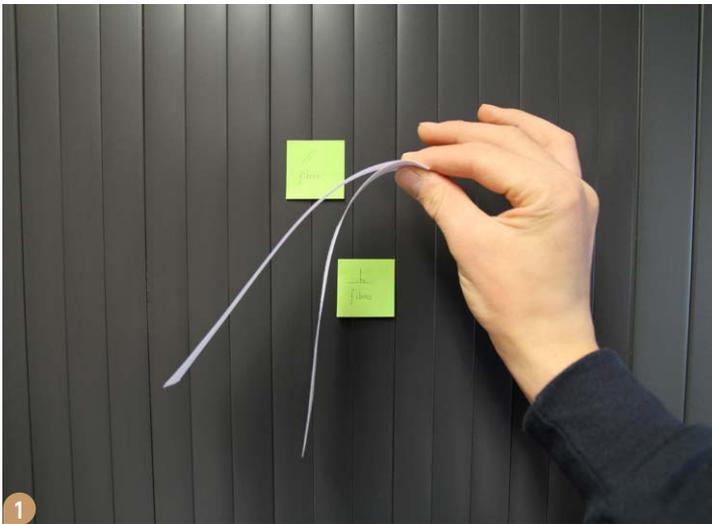
**MATÉRIEL** Feuilles de papier A4 - ciseaux

**QUANTITÉ** 2 feuilles par participants

**DÉROULEMENT** Prendre deux bandes de papier découpées perpendiculairement et les tenir à plat par une extrémité. **1**  
Prendre une feuille de papier et réfléchir à la façon de la plier pour qu'elle résiste au poids d'un crayon sans que la feuille ne s'arque. **2** Rechercher la forme géométrique la plus stable si la table de travail bouge.

**OBSERVATION** Les deux bandes de papiers ne fléchissent pas de la même façon. Une bande est plus résistante que l'autre à la flexion. De plus, les pliages et courbure de la feuille de papier renforcent sa stabilité : la feuille peut supporter le poids d'un crayon. **3**

**EXPLICATION** Les fibres composant la feuille de papier sont globalement orientées dans une même direction. C'est dans cette direction, qui suit bien souvent le grand côté de la feuille, que la résistance à la flexion du papier est la plus grande.



## #2

# FIBRES ET PLIS LE SENS DES FIBRES

**OBJECTIF** Comprendre le lien entre organisation, orientation des fibres et la résistance des matériaux faits de fibres enchevêtrées.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** Papier journal - une paire de ciseaux (préparation)

**QUANTITÉ** 1/2 feuille par participant

**DÉROULEMENT** Prendre un carré de papier journal et le déchirer délicatement en partant d'en haut. **1** Prendre un des morceaux restants, le tourner de 45° par rapport à la première déchirure et le déchirer délicatement en essayant de reproduire un geste identique. Ensuite, tirer sur deux bandes de journal, découpées perpendiculairement dans la feuille. **3**

**OBSERVATION** Une des deux déchirures part de manière rectiligne, tandis que l'autre se dévie pour s'aligner avec la précédente. **2** Une bande de journal se déchire bien plus facilement que l'autre. **4**

**EXPLICATION** Le journal est un papier de basse qualité fait d'un enchevêtrement de fibres végétales. Ces fibres sont globalement orientée dans une direction particulière. Cette orientation s'opère lors de la fabrication du papier, lorsqu'il est entraîné et presser sous de gros rouleau. Il est bien plus facile pour une fissure de s'ouvrir entre deux fibres que de venir les couper transversalement. Aussi, la déchirure suit naturellement le sens des fibres. Ainsi, la facilité à déchirer un papier nous renseigne sur le sens des fibres qui le composent.



# #3

## FIBRES ET FROTTEMENT FORCES DE FROTTEMENT

**OBJECTIF** Mettre en évidence l'importance des forces de frottement qui s'exercent aux contacts entre les fibres et leurs conséquences.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** 2 cahiers identiques à piqûre ou reliure type broché (pas de spirale) ou idéalement 2 annuaires téléphoniques

**QUANTITÉ** maximum 2 cahiers par groupe de 2 participants

**DÉROULEMENT** Disposer deux cahiers ouverts côte à côte, la dernière page de l'un sur la dernière page de l'autre. **1** Intercaler une page de l'un sur une page de l'autre. **2** Continuer ainsi, dans la mesure du possible, sur l'entièreté des deux cahiers. **3** Tenter de séparer les deux cahiers fermés en tirant côté reliure. **4**

**OBSERVATION** Les cahiers sont inséparables. Même en exerçant une grande force de chaque côté, tout glissement entre deux pages est empêché. Il faut ouvrir les cahiers en les secouant un peu pour parvenir à les séparer.

**EXPLICATION** En intercalant une page d'un cahier entre deux pages de l'autre, et ceux sur un très grand nombre de page, on multiplie les surfaces de contacts entre les deux cahiers. Plus il y a de contacts où peuvent s'exercer les forces de frottement, plus la force qu'il faut fournir pour les faire glisser l'un de l'autre est importante. De plus, en tirant sur les deux cahier depuis la reliure, on referme le léger angle formé entre chaque feuille (non parallèles du fait de la reliure). Cette action, augmente les forces de pression sur les feuilles, rendant les forces de frottement encore plus fortes. Pour séparer les cahiers, il faut minimiser les contacts en ouvrant et secouant légèrement les cahiers.



## #4

# FIBRES ET FROTTEMENT

## DÉFAIRE UNE CORDE DE CHANVRE



**OBJECTIF** Mettre en évidence la structure hiérarchique d'une corde toronnée et les liens entre surface de contact et frottement.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** 1 corde de chanvre toronnée

**QUANTITÉ** 10 cm de corde par groupe de participants

**DÉROULEMENT** Dérouler sur quelques dizaines de centimètres un bout de la longue corde de chanvre. **1**  
La défaire progressivement en marquant bien les étapes.  
Ensuite, séparer une fibre du reste de la corde.

**OBSERVATION** La corde est faite de quatre brins toronnés dans le même sens. Ces quatre brins principaux sont constitués de plusieurs brins de plus petite taille. **2** Chacun d'entre eux étant lui-même constitué par des brins encore plus fins : les fibres de chanvre. **3** Une fois la corde défaite, il est facile d'en retirer une seule fibre. **4** La taille de celle-ci est de l'ordre de quelques centimètres.

**EXPLICATION** Défaire une corde de chanvre permet d'en comprendre la structure et son principe de fabrication. Sans aucune colle, chaque fibre est en contact sur toute sa longueur avec les fibres voisines. Sur chacune de ces nombreuses zones de contact à l'intérieur de la corde s'exercent des forces de frottement. Ces dernières s'opposent au glissement des fibres : elles se bloquent les unes et les autres. Lors de la fabrication de la corde, chaque brin subit une torsion qui resserre les brins et les fibres qui les constituent. Le frottement s'accroît et bloque davantage les fibres les unes contre les autres. Ces forces assurent la cohésion et la résistance de la corde.



#5

## FIBRES ET EAU

### RETRAIT D'UNE BANDE DE BOIS



**OBJECTIF** Observer le gonflement du bois mouillé, le sens de cet allongement et ses conséquences sur la courbure de la bande.

**DURÉE** 10 min

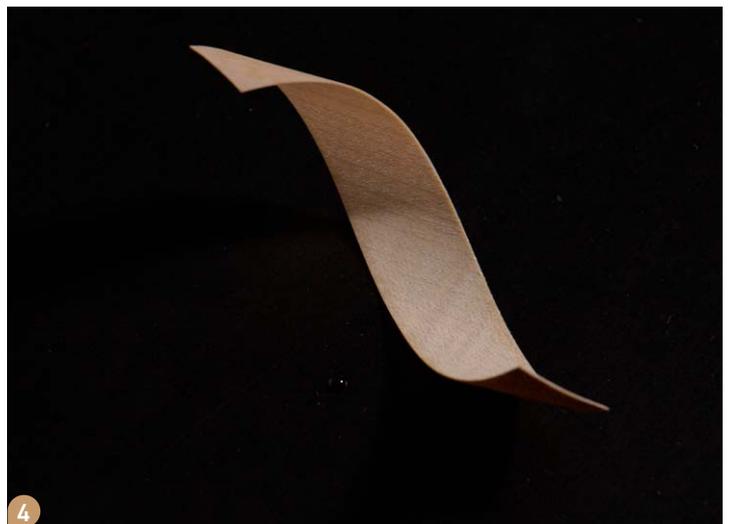
**MATÉRIEL** bandes de placage (ici érable sycomore) de 1,5 cm de largeur et 10 cm de longueur - vaporisateur

**QUANTITÉ** 3 bandes (une de chaque sens) par équipe de 4 participants

**DÉROULEMENT** Découper 3 bandes dans trois sens différents : parallèle aux lignes dessinées par les cernes du bois, puis perpendiculaire et en diagonal. Vaporiser un peu d'eau sur une seule face de chaque bande. **1**  
Déposer immédiatement la face sèche contre le support, puis répéter ces opérations avec les deux autres bandes.

**OBSERVATION** Une fois mouillée, les trois bandes s'enroulent progressivement sur elles-mêmes, mais de manière différente :  
- l'enroulement de la première bande est peu marqué, il démarre simultanément par les deux grands côtés **2**  
- l'enroulement de la deuxième bande est étonnant, il démarre par les petits côtés qui se rejoignent complètement **3**  
- l'enroulement de la troisième bande démarre par deux coins opposés, en forme hélicoïdale d'un tire-bouchon. **4**

**EXPLICATION** Au contact de l'eau les fibres du bois gonflent. La face de la bande de placage mouillée s'allonge. Les différences de longueur entre la face sèche et la face mouillée sont compensées par l'enroulement de la bande de bois sur elle-même. Le gonflement des fibres n'est pas uniforme : il est plus marqué dans le sens transversal. Ici, les fibres sont globalement orientées suivant les cernes du bois. Quelle que soit la forme et la position dans la feuille de la bande de papier découpée, l'enroulement s'effectue toujours autour de l'axe correspondant au sens des fibres.



#6

## FIBRES ET EAU

## ONDULATIONS DU PAPIER MOUILLÉ



**OBJECTIF** Observer les ondulations qui se forment lors du gonflement du papier mouillé.

**DURÉE** 5 min

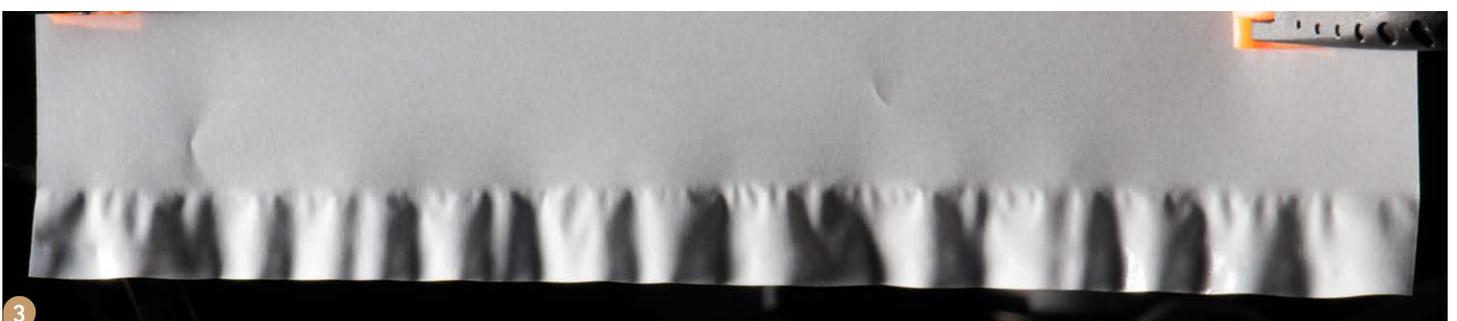
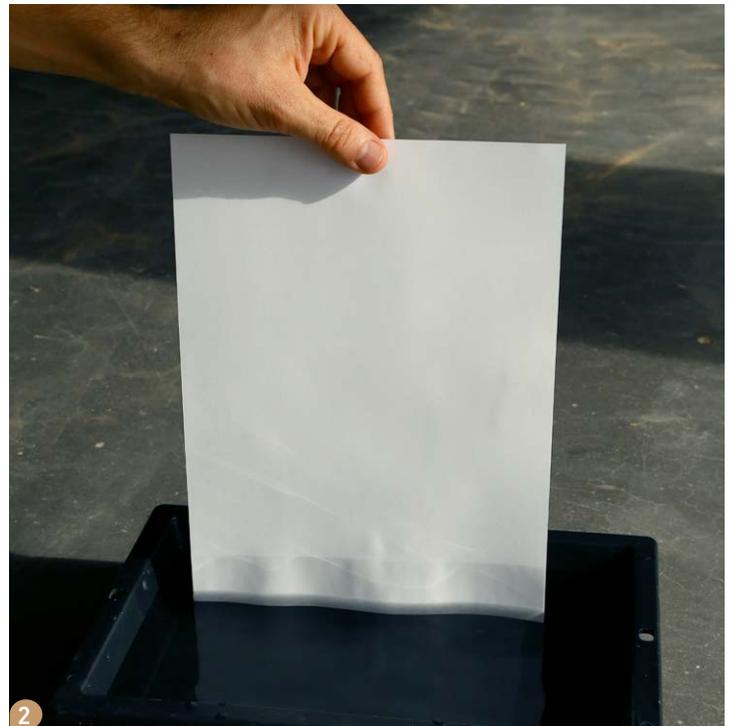
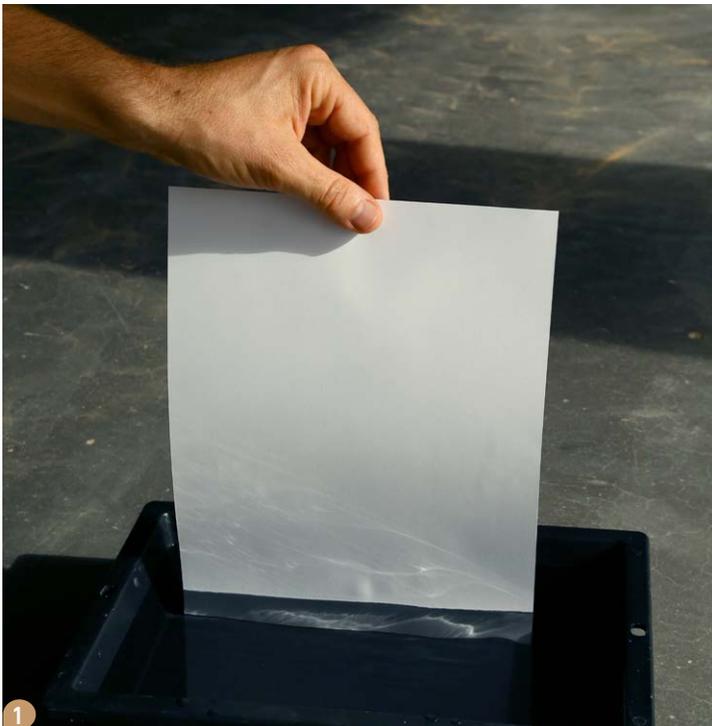
**MATÉRIEL** Feuille A4 de papier calque - Récipient (plateau) contenant 1 cm d'eau au fond

**QUANTITÉ** 1 feuille par équipe de 4 participants

**DÉROULEMENT** Remplir d'eau le récipient. Tenir la feuille verticalement (le petit côté en bas) au-dessus du plateau. Descendre la feuille pour la tremper sur un ou deux centimètres de hauteur. **1** La ressortir aussitôt et regarder. **2**

**OBSERVATION** Au bout de quelques secondes, la partie mouillée de la feuille ondule alors que la partie sèche ne bouge pas. Les ondulations sont fines et rapprochées à la frontière entre la partie mouillée et la partie sèche, puis s'élargissent en allant vers le bord de la feuille. **3**

**EXPLICATION** Sous l'action de l'humidité, les fibres qui composent le papier gonflent, le papier mouillé s'allonge. Les différences de longueurs entre la partie sèche et la partie mouillée sont compensées par la formation d'ondulations. Les ondulations se forment perpendiculairement à l'excès de longueur, maintenant le contact avec les parties sèches. À la manière des plis d'un rideau, les nombreuses ondulations sont très resserrées à la frontière entre les parties sèches et mouillées. Puis, elles fusionnent et forment progressivement de plus larges ondulations.



#7

## FIBRES ET EAU

## ENROULEMENT DU PAPIER MOUILLÉ



**OBJECTIF** Observer l'enroulement du papier qui gonfle au contact de l'eau.

**DURÉE** 15 min

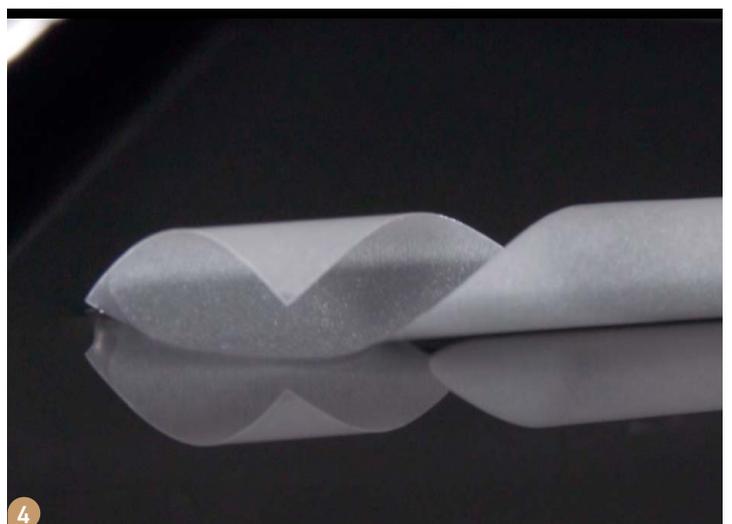
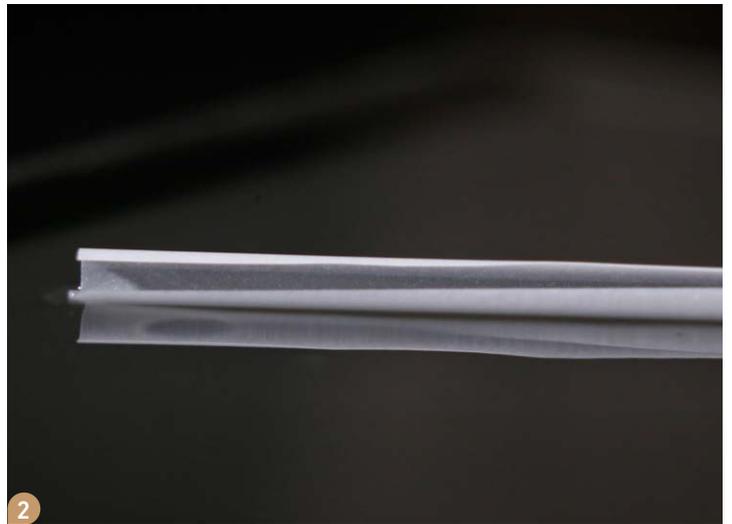
**MATÉRIEL** Bandes de papier calque de 1 cm de largeur et 10 cm de longueur - Récipient (plateau) contenant 1 cm d'eau au fond

**QUANTITÉ** 3 bandes (une de chaque sens) par équipe de 4 participants

**DÉROULEMENT** Verser le contenu de la bouteille dans la gamate. Prendre trois bandes de papier calque d'orientation différente. **1** Les déposer délicatement, l'une après l'autre, à la surface de l'eau.

**OBSERVATION** Les bandes s'enroulent sur elles-mêmes au contact de l'eau de trois manières différentes : pour la première bande un long tube se forme **2** ; la deuxième bande s'enroule selon deux tubes courts **3** ; l'enroulement de la troisième bande démarre par deux coins diagonalement opposés. La bande prend la forme hélicoïdale d'un tire-bouchon. **4**  
Au bout de plusieurs dizaines de secondes, les bandes coulent et se déroulent dans l'eau.

**EXPLICATION** Sous l'action de l'humidité, les fibres qui composent le papier gonflent. La face de la bande de papier mouillée s'allonge. Les différences de longueur entre la face sèche et la face mouillée sont compensées par l'enroulement du papier sur lui-même. Le gonflement des fibres n'est pas uniforme. Les fibres du papier gonflent davantage dans le sens transversal, très peu dans le sens longitudinal. Dans le papier calque, les fibres sont globalement orientées suivant la hauteur de la feuille. À l'échelle de la feuille de papier calque, le gonflement des fibres se traduit par un allongement de la largeur de la feuille. L'enroulement s'effectue toujours autour de l'axe correspondant au sens des fibres.



## #8

# FIBRES ET EAU

## ORIGAMI

**OBJECTIF** Observer les mouvements de matière au contact de l'eau : phénomènes de capillarité et de tension superficielle.

**DURÉE** 10 min

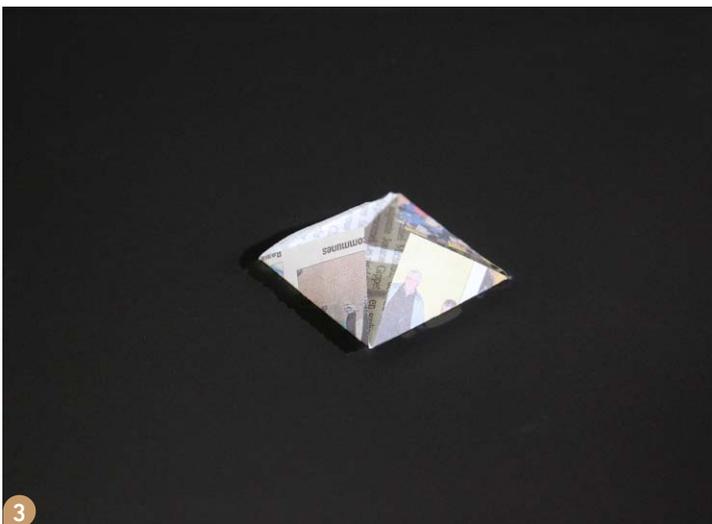
**MATÉRIEL** feuille de papier journal - ciseau - récipient plat pouvant contenir 1 cm d'eau

**QUANTITÉ** une feuille de journal et un récipient par groupe

**DÉROULEMENT** Découper des carrés de papier journal. Les plier ou les enrouler.  
Déposer ces origamis à la surface de l'eau. ① ③

**OBSERVATION** Au contact de l'eau, les plis s'ouvrent, les papiers se déroulent pour coller à la surface avant de couler. ② ④

**EXPLICATION** La matière bouge, seule, non pas à cause de la gravité mais grâce à des phénomènes de capillarité et de tension superficielle qui s'exercent entre l'eau et le papier. Les fibres dans les plis mouillés s'assouplissent, gonflent et glissent les unes sur les autres conduisant à l'ouverture du pli. Le papier est ensuite attiré fortement à la surface de l'eau par un phénomène de tension capillaire, où l'eau cherche à minimiser son contact avec l'air. Cette manipulation d'une simplicité apparente face à la complexité des phénomènes physiques mis en jeu, suscite l'émerveillement. Un simple bout de papier se met en mouvement.



#9

## FIBRES ET EAU

### LA DANSE DE POMMES DE PIN



**OBJECTIF** Montrer comment une écaille de pomme de pin s'ouvre et se ferme en fonction de l'humidité.

**DURÉE** fermeture de la pomme de pin (pomme de pin sèche immergée dans l'eau) 10 min - ouverture (séchage) 1 journée

**MATÉRIEL** des pommes de pin - un récipient rempli d'eau (pouvant contenir une pomme de pin)

**QUANTITÉ** un récipient pour chaque pomme de pin - en équipe

**DÉROULEMENT** Plonger la pomme de pin dans l'aquarium rempli d'eau. ①

**OBSERVATION** La pomme de pin se referme progressivement. ② ③ ④

**EXPLICATION** Au cours du séchage de la pomme de pin, l'eau s'évapore, la matière se rétracte. Les écailles de pomme de pin forment des bilames : les faces interne et externe sont constituées de matières différentes du point de vue de leur microstructure. La face externe est plus sensible aux variations d'humidité : en séchant, elle se rétracte davantage que la face interne, et devient donc plus courte. Cette différence de longueur entre les deux faces est compensé par sa déformation : l'écaille se courbe vers l'extérieur, la pomme de pin s'ouvre. Cette action est réversible. Une pomme de pin sèche, ouverte, se referme complètement lorsque l'humidité augmente ou lorsqu'on la plonge dans l'eau.



## FIBRES ET EAU HYDROPHILE OU HYDROPHOBE ?



**OBJECTIF** Aborder les caractéristiques hydrophile ou hydrophobe des fibres végétales grâce au coton

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** coton brut et coton blanc - récipient - pipette - baguette

**QUANTITÉ** une boule de chaque coton par groupe. Le coton utilisé n'est pas réutilisable indéfiniment : penser à bien le sécher

**DÉROULEMENT** Déposer à l'aide de la seringue une goutte d'eau sur un morceau du coton blanc. **1** Ensuite, déposer une goutte identique sur un morceau du coton brut, de couleur écru. **2** Remplir le bocal d'eau et déposer à la surface un morceau de chacun des deux cotons. Plonger sous l'eau le coton brut à l'aide d'une baguette.

**OBSERVATION** La goutte d'eau est immédiatement absorbée par le coton blanc. En revanche, la goutte reste à la surface du coton brut et prend la forme d'une sphère : elle n'est pas absorbée par le coton brut. Déposés à la surface du récipient rempli d'eau, le coton blanchi coule alors que le coton brut flotte. **3** Forcé à l'immersion le coton brut entraîne sous l'eau une pellicule d'air brillante. **4**

**EXPLICATION** Le fruit mûr du cotonnier donne un coton brut de couleur écru plutôt hydrophobe : il repousse l'eau. Après traitement chimique on obtient le coton blanc : celui que l'on trouve dans le commerce. Ce dernier est capable d'absorber une grande quantité d'eau. Il est d'ailleurs parfois vendu sous le nom de coton hydrophile, c'est-à-dire « qui aime l'eau ». Le traitement chimique permet au coton brut d'être débarrasser des cires et des impuretés naturelles et de le rendre hydrophile. Les cires sont des corps gras qui entourent les fibres de cellulose, principal composant du coton. Elles participent au caractère hydrophobe du coton brut et sont absentes dans le coton blanchi.



#11

## FIBRES ET EAU

## DES FIBRES IMPOSSIBLES À MOUILLER



**OBJECTIF** Mettre en évidence le caractère hydrophile ou hydrophobe de quelques fibres végétales.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** fleur de massette - récipient - baguette - liquide vaisselle

**QUANTITÉ** une poignée de fibres nécessaire à chaque manipulation (non réutilisable) => démo pour tout le groupe

**DÉROULEMENT** Remplir le bocal avec de l'eau du robinet. Déposer une poignée de ces fibres de la fleur de massette **1** à la surface de l'eau. À l'aide d'une baguette, appuyer sur le nuage de fibre, maintenir sous l'eau puis relâcher la pression. **2** Ajouter quelques gouttes de liquide vaisselle, maintenir les fibres sous l'eau et mélanger vigoureusement.

**OBSERVATION** Remplir le bocal d'eau. Déposer une poignée de ces fibres à la surface de l'eau. À l'aide d'une baguette, appuyer sur les fibres, maintenir sous l'eau puis relâcher. Les fibres flottent et ne se mouillent pas. Rassemblées autour de la baguette et les fibres plongent sous l'eau entraînant une fine pellicule d'air. **3** Si on relâche la pression, elles remontent et ressortent complètement sèches. Dans l'eau savonneuse, elles coulent lentement. Si on agite, elles se dispersent. **4**

**EXPLICATION** Les fibres de cette fleur ont une surface hydrophobe. Ceci peut être dû à la présence de composés comme des cires ou d'autres corps gras, ou à une rugosité de surface qui réduit sa mouillabilité. Il est difficile de les mouiller tant leur surface repousse l'eau. L'eau cherche toujours à minimiser sa surface et à éviter le contact avec l'air ou les composés hydrophobes. Lorsque l'on relâche la pression exercée par la baguette, les fibres remontent d'elles-mêmes poussées par la force de tension superficielle : l'eau minimise sa surface de contact avec l'air et les fibres. La présence de molécules tensio-actives du savon diminue cette force. L'eau est au contact des fibres, elles se mouillent et restent sous l'eau.



# #12

## FIBRES ET AIR LA MÉCANIQUE DES FLUIDES

**OBJECTIF** Observer comment un courant d'air fait bouger le papier de manière contre-intuitive.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** feuilles de papier A4

**QUANTITÉ** 2 feuilles par participant

**DÉROULEMENT** Maintenir par le haut, deux feuilles face à face espacées de 5 cm. Souffler fort entre les deux feuilles. **1**  
Prendre une feuille et maintenir un petit côté contre le menton, juste sous la bouche. Souffler. **3**

**OBSERVATION** Lorsque l'on souffle entre les deux feuilles, elles se rapprochent presque jusqu'à se coller. **2**  
Lorsque l'on souffle sur la feuille appuyée contre le menton, elle se relève et se maintient à l'horizontal tant que l'air est soufflé. **4**

**EXPLICATION** L'air soufflé entre les feuilles va plus vite que l'air en dehors des feuilles. Une dépression se forme entre les feuilles, les attirant l'une vers l'autre.  
De même, dans la deuxième manipulation, l'air soufflé au-dessus de la feuille va plus vite que l'air en dessous, qui est immobile. Cela crée une petite dépression au-dessus de la feuille, qui se relève.



#13

## FIBRES ET AIR

### EMPILEMENT DES FIBRES

**OBJECTIF** Observer comment la taille des fibres définit le volume qu'elles vont occuper et donc leur densité.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** 4 sciures de taille différente - verres transparents - une balance

**QUANTITÉ** la même de chaque sciure

**DÉROULEMENT** Peser la même masse de différentes sciures.  
Les verser dans des verres identiques.

**OBSERVATION** Le volume occupé par la sciure change d'un verre à l'autre. Les copeaux les plus courts occupent un dixième du verre tandis que les copeaux les plus allongés occupent tout le verre. **1**

**EXPLICATION** La forme des fibres, plus exactement le ratio de leur longueur sur leur diamètre, a une grande importance dans la compacité des enchevêtrement. Plus ce facteur de forme est élevé, c'est-à-dire plus les fibres sont longues et fines, plus elles s'enchevêtrent car les possibilités de points de contact avec différentes voisines se multiplient. Les fibres plus courtes se rangent de manière plus compacte.



#14

## FIBRES ET AIR VERSER, VIBRER, TASSER

**OBJECTIF** Comprendre comment les fibres s'accommodent en fonction de l'action mécanique exercée.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** verre - cure-dents

**QUANTITÉ** une poignée de cure-dent et un récipient par groupe

**DÉROULEMENT** Verser en vrac un lot de cure-dents dans le récipient. **1** Agiter doucement, puis plus vigoureusement.

**OBSERVATION** Les cure-dents versés en vrac dans le verre occupent un grand volume. En secouant le verre, peu à peu les cure-dents se s'arrangent et se tassent. **2 3** Le volume qu'ils occupent diminue.

**EXPLICATION** L'agitation permet de faire bouger les cure-dents, supprimant temporairement des points de contact qui maintenaient l'enchevêtrement aéré. Ainsi, les vibrations entraînent un réarrangement des cure-dents qui peu à peu s'alignent les uns le long des autres.

Selon la quantité de cure-dents et la taille du récipient, ils peuvent être si bien ordonnés qu'ils se sont tous alignés. Cet arrangement est très compact, il y a très peu d'air d'air entre eux. **4**



#15

## FIBRES ET GRAINS

### MÉLANGE DE FIBRES ET DE GRAINS



**OBJECTIF** Mettre en évidence la faible densité des enchevêtrements de fibres

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** sable fin - fibres métalliques - deux verres longs - un entonnoir - une passoire à grille fine

**QUANTITÉ** 0,2 L de sable et de fibres par groupe

**DÉROULEMENT** Déboucher le verre contenant du sable. **1** Déboucher le flacon contenant les fibres végétales. **2** Disposer les deux verres l'un à côté de l'autre. **3** Verser entièrement le verre de sable dans le verre de fibres. **4**

**OBSERVATION** La totalité du sable entre dans le verre qui contient déjà les fibres. **5**

!! Attention à la manipulation des fibres métalliques : leur extrémité est très piquante.

**EXPLICATION** Les fibres sont longues et rigides, elles s'enchevêtrent facilement. Simplement déposées dans un verre, elles forment un tas désordonné. Aux points de contacts, les forces de frottement bloquent les fibres dans cet état désordonné, les empêchant de glisser vers le fond du verre. Le tas de fibres est donc très aéré (photos à gauche). Le sable est suffisamment fin pour s'insérer dans les espaces entre les fibres : il s'écoule facilement à travers le tas de fibres et remplit les espaces vides (photos à droite). Le volume d'espaces vides entre les fibres est si grand qu'il peut contenir tout le sable du verre.



#16

## FIBRES ET GRAINS UN CHÂTEAU ÉTONNANT



**OBJECTIF** Découvrir comment les fibres ont le pouvoir de renforcer une structure faite de grains.

**DURÉE** 10 min

**MATÉRIEL** Grilles plastiques de 5mm - Gobelets plastique de 250ml - Sable humide - Pisoir rond

**QUANTITÉ** 1 L de sable humide - 1 gobelet par château - 5 grilles plastiques par gobelet

**DÉROULEMENT** Humifier le sable s'il est sec. Dans un gobelet, **1** tasser une poignée de sable humide à l'aide d'un pissoir. **2** Recouvrir d'une grille **3** et recommencer ces étapes jusqu'en haut. Le gobelet est ainsi rempli par couches successives de sable humide compacté et de grilles. **4** Démouler, couvrir de la plaque transparente et tester la résistance. **5**

**OBSERVATION** Le pâté de sable supporte un poids d'un moins 7 kg. **5**

**EXPLICATION** Les fibres des grilles renforcent considérablement le pâté de sable. Elles reprennent en traction les efforts de poussée verticale, en bloquant les grains à leur contact. De proche en proche, elles empêchent les grains de glisser sur la forte pression, ce qui conduirait à la ruine du pâté.



## CONTACT

[contact@amaco.org](mailto:contact@amaco.org)  
[www.amaco.org](http://www.amaco.org)

04 74 96 89 06



en partenariat avec :

