

CHAPITRE 2

SUIVEZ  
le fil



## Chapitre 2 : SUIVEZ LE FIL!

Dans la mythologie, les Parques étaient trois filandières divines et infatigables qui avaient entre leurs mains le fil des destins humains. Honorées par les Grecs et les Romains, elles étaient souvent représentées sous la forme de trois femmes âgées au visage sévère, couronnées de gros flocons de laine entremêlée de narcisses. Les trois sœurs tiennent ce fil mystérieux, symbole du cours de la vie, et rien ne peut les fléchir et les empêcher de le couper.

CLOTHO, ainsi nommée d'un mot grec qui signifie « filer », la plus jeune des Parques, tient le fil des destinées humaines. La couleur qui domine dans ses draperies est le bleu clair, et on la représente tenant une quenouille qui descend du ciel.

LACHÉISIS, nom qui en grec signifie « sort » ou « action de tirer au sort », est la Parque qui met le fil sur le fuseau. Ses vêtements sont quelquefois parsemés d'étoiles, et on la reconnaît au grand nombre de fuseaux épars autour d'elle. Ses draperies sont de couleur rose.

ATROPOS, c'est-à-dire en grec « inflexible », coupe impitoyablement le fil qui mesure la durée de la vie de chaque mortel. Elle est représentée comme la plus âgée des trois sœurs, avec un vêtement noir et lugubre; près d'elle, on voit plusieurs pelotons de fil plus ou moins garnis, suivant la longueur ou la brièveté de la vie qu'ils mesurent.

La première étape pour l'obtention d'un textile est la fabrication d'un fil. À part certaines civilisations des tropiques et des régions polaires, l'homme a su, depuis la préhistoire, travailler les poils d'animaux et les fibres végétales pour en faire des cordes ou des fils de différentes épaisseurs.

Pour transformer des fibres textiles en fil, il faut leur faire subir deux opérations : l'étirage et la torsion. L'utilisation de fibres naturelles nécessitera aussi le décortilage et le nettoyage de la matière première (égrenage), le desserrement et le redressement des fibres (cardage,

peignage) et enfin, la filature. La plus grande qualité d'un fil est sa régularité. En effet, les parties faibles du fil détermineront sa force totale (comme le maillon le plus faible d'une chaîne).

La réalisation d'un fil est une succession d'étapes choisies en fonction de la qualité du produit final souhaité et du type de fibre à travailler (Voir Outil 1, « Comment files-tu? », à la fin de ce chapitre), mais qui comporte toujours au moins trois phases :

- plusieurs filaments sont tirés de la filasse et rassemblés en mèche;
- la mèche est roulée en fil par torsion;
- le fil est mis en bobine pour être tissé ou tricoté.

### Des outils élémentaires

Filer peut être très simple : il suffit de rouler les fibres entre les doigts ou contre la cuisse, et ce procédé est encore employé dans certaines parties du monde. Cependant, plusieurs instruments facilitent ce travail.

Le plus élémentaire des instruments de filage, et sans doute le plus ancien, est le **bâton à filer au bout arrondi** : les fibres sont enroulées en spirale vers l'extrémité du bâton. En le faisant tourner, on fait glisser les spires de la mèche, qui subit ainsi une torsion sans être soumise à aucune tension durant le travail. Cette technique est bien adaptée au filage des fibres courtes qui ont subi une première parallélisation, et elle produit un fil doux, duveteux et isolant : le fil cardé.

On emploie encore le bâton à filer pour le travail du coton en Amérique du Sud et en Afrique septentrionale. Le fileur, qui gère la rotation du bâton en le roulant contre sa jambe, a dû constater qu'en alourdissant son instrument d'un poids, l'accélération s'accroît. Ainsi fut probablement inventé le fuseau posé, ou fuseau navajo. Le bas de ce fuseau d'assez grande taille est appuyé contre le sol ou posé dans un vase. Le fileur fait ensuite tourner l'instrument contre sa cuisse ou entre ses mains.

Le **crochet à tordre** est un autre instrument simple pour le filage. Avec cette sorte d'hameçon grossier, les fibres sont étirées avant d'être tordues et elles gardent, au cours du filage, l'orientation longitudinale et parallèle conférée au préalable par le peignage. Cette méthode donne un fil solide, lisse et ferme, le fil peigné. Le crochet à tordre a été utilisé jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle dans certaines régions d'Europe, pour filer, entre autres, les crins de cheval. Il fut également pourvu d'un poids, appelé fusaiole : ainsi est né le fuseau suspendu. Mis en mouvement du bout des doigts, celui-ci tourne librement en l'air, étirant les fibres. Avant le filage, la masse à filer est placée sur une quenouille; il s'agit d'un bâton, tenu sous le bras ou glissé dans la ceinture, d'où les fibres sont étirées jusqu'au fuseau.

Dans les régions qui ont connu une production textile importante, on a distingué dès la Préhistoire les deux techniques (bâton et crochet), ainsi que la diversité des fils qui en résultaient. À l'époque de la Rome impériale, le fileur utilisant le fuseau posé et produisant un fil moelleux destiné aux vêtements fins recevait un salaire plus élevé que celui qui fabriquait, au fuseau suspendu, des fils plus raides et plus solides.

### **Une évolution... Le rouet**

La plus ancienne représentation d'un rouet est chinoise et date de 1270. Cet instrument apparaît peu après dans l'iconographie et les écrits européens. Il existe deux types prédominants de rouet : le rouet à grande roue et le rouet à épinglier. Le premier, qui est le plus ancien, est encore utilisé en Asie et en Amérique du Sud, plus rarement en Europe. Le rouet à épinglier, qu'il soit vertical ou horizontal, est une invention européenne.

*Le rouet à grande roue* — Des appareils fonctionnant selon ce principe furent utilisés en Chine, en Inde et en Perse dès le XII<sup>e</sup> siècle, mais l'histoire du rouet à grande roue est sans doute plus ancienne encore. Les chercheurs s'accordent à penser que les Arabes ont introduit cette invention asiatique en Europe via l'Espagne. Il est constitué d'un fuseau placé horizontalement sur

un support vertical, relié par une courroie de transmission et une poulie à une roue qui, mise en mouvement par la main, entraîne le fuseau. Le rouet à grande roue, relativement facile à fabriquer, transforma le filage en une opération nettement plus rentable. Cependant, sur ce grand rouet encombrant, filage et renvidage s'accomplissaient séparément, ce qui constituait une perte de temps.

*Le rouet à épinglier* — La plus ancienne référence à ce rouet est une illustration allemande de 1480 environ. L'épinglier est un dispositif, formé de deux ailettes garnies de crochets ou d'épingles, fixé sur le fuseau et dont le mouvement, entraîné par une roue, assure la torsion du fil. Les premiers rouets à épinglier étaient actionnés d'une main, l'autre étant employée à manipuler les fibres. À partir du XVII<sup>e</sup> siècle, des documents montrent un modèle dont la roue est actionnée par un mécanisme à pédale, libérant ainsi les deux mains. Le rouet à épinglier étant muni d'une courroie qui entraîne une bobine pour le fil, le filage et l'emboînage se font conjointement. Le résultat est un fil plus ferme que celui obtenu avec le rouet à grande roue et proche du fil peigné. La plupart des appareils sont munis d'une quenouille sur laquelle on dispose les fibres destinées à être filées.

### **La filature mécanique**

Après l'invention de la navette volante en 1730, les opérations de tissage s'accéléraient considérablement. Il devenait impératif de mécaniser le filage afin d'assurer l'alimentation en fil de l'industrie textile. En 1767, l'artisan anglais James Hargreaves inventa la Spinning Jenny, une machine à filer construite sur le principe du grand rouet, tandis que celle de Richard Arkwright, inventée en 1769, s'inspirait du rouet à épinglier. Les premières machines à filer ne faisaient rien de plus qu'un bon artisan mais avec une rapidité et une régularité grandement supérieures. Ce n'est que vers le milieu du XX<sup>e</sup> siècle que les machines à filer construites sur les principes des rouets à main seront définitivement évincées par des techniques plus évoluées.

## Aujourd'hui

Les équipements et les techniques pour fabriquer un fil sont de plus en plus sophistiqués. Les opérations demandent un ajustement précis, et le rôle du spécialiste en textile a évolué. On parle maintenant de métier à filer à anneaux, de filature à fibres libérées ou par jet d'air. Ces différents procédés sont appliqués en fonction des caractéristiques demandées pour le produit final.

### Une classe à part : les filaments continus

La fabrication des filaments continus ressemble à celle des spaghettis. On commence par fabriquer une pâte semi-liquide en dissolvant la matière première (pulpe de bois, nylon, polyester) ou en la chauffant, selon le cas. On pousse ensuite cette pâte au travers de petits trous pour former de longs filaments. La matière est coagulée immédiatement par refroidissement, évaporation ou lavage au solvant. La forme des trous de la buse à filer (spineret) détermine la forme des filaments, qui seront ensuite réunis pour former un fil continu pouvant être très long. Le produit final peut être traité par différents apprêts ou encore coupé pour être mélangé à des fibres courtes. Les mélanges coton/polyester ou laine/nylon, par exemple, sont très populaires.

### Il y a tordre et retordre...

Un élément important du filage est le sens de la torsion. On file vers la droite ou vers la gauche :

- on dit des fils qu'ils ont subi une torsion « en S » lorsque la ligne de torsion suit le biais de la lettre S
- à l'inverse, les fils sont dits « en Z » lorsque la ligne de torsion suit le biais de la lettre Z.

Une tradition ancienne veut qu'on file les fils cardés en Z, et les fils peignés, en S.

La plupart des fils tirés du filage nécessitent ensuite un retors, c'est-à-dire qu'il faut assembler plusieurs fils pour obtenir une solidité optimale. Ainsi, on peut assembler de 2 à 6 fils (voire plus si nécessaire) pour obtenir un seul fil mais plus solide. Le sens de la torsion d'un fil simple ne change pas ses propriétés, mais prend toute son importance dans un fil double ou triple. Par exemple, si l'on réunit un fil de torsion S et un fil de torsion Z en les enroulant l'un autour de l'autre, avec un bon niveau de torsion, le fil obtenu est stable et n'a pas tendance à former des boucles lors de l'usage, car chacun des fils veut se dérouler dans le sens contraire de l'autre.

Plusieurs traitements peuvent être appliqués au fil ainsi obtenu pour lui donner de la texture ou de l'élasticité. Conditionné en pelotes, en écheveaux, en bobines, le fil peut alors servir pour divers usages.

L'expression « fil d'Ariane » trouve son origine dans la mythologie. Pasiphaé, mère d'Ariane et reine de Crète, avait engendré un monstre, le Minotaure, à la suite de ses amours contre nature avec le taureau d'Apollon. Son époux, le roi Minos, demanda au célèbre ingénieur et architecte Dédale de construire un bâtiment capable de retenir prisonnier le Minotaure. Dédale construisit un labyrinthe si compliqué que quiconque y entrait ne pouvait plus en ressortir. Thésée débarqua un jour sur l'île pour affronter et tuer le Minotaure. Ariane, tombée sous le charme du héros athénien, demanda au bâtisseur du piège le moyen d'en sortir. Dédale lui révéla alors qu'il suffisait simplement de s'y introduire en déroulant un fil de laine derrière soi, que l'on rembobinerait ensuite pour sortir. Thésée, informé par Ariane de la solution, tua le Minotaure, sortit du labyrinthe et se sauva avec elle.

L'expression « fil d'Ariane » caractérise, en référence à cette légende, le moyen qui permet de se diriger au milieu des difficultés, de raisonner.

## Observations

Nous vous proposons d'examiner divers échantillons d'étoffe et d'en extraire le ou les fils constituants (une loupe sera probablement utile).

- Y a-t-il plus d'un type de fil dans cette étoffe?
- Est-ce un fil simple ou un fil retors?
- Est-il constitué de fibres courtes ou de filaments continus?
- Y a-t-il de la torsion?
- Si c'est le cas, peut-on identifier le sens de la torsion?

Pour faciliter votre analyse, nous vous proposons un tableau pour inscrire les résultats de vos observations.

Échantillon	Fil retors		Fil simple	
	non	oui	non	oui
		S Z		S Z
1				
2				
3				
4				

Il est intéressant de séparer quelques fibres et de comparer leur diamètre avec l'un de vos cheveux. Ayant en main des fibres séparées, essayez de les tordre ensemble pour obtenir de nouveau un fil... Pas facile, n'est-ce pas?

## Expérience

Selon le type de fibre employée et le procédé de filage choisi, on obtient un fil avec des qualités particulières. Certaines de ces caractéristiques, comme l'élasticité et la plasticité, sont d'une importance cruciale. Ainsi, dans le cas d'une toile de parapente, ces propriétés doivent demeurer le plus stable possible!

Mais d'abord, quelle est la différence entre ces deux notions?

- **Élasticité** : propriété de se déformer sous l'effet d'une force et de reprendre sa forme première lorsque la force cesse d'agir (ex. : un arbre qui plie dans la tempête).
- **Plasticité** : propriété de se déformer sous l'effet d'une force sans reprendre sa forme première lorsque la force est enlevée (ex. : de la pâte à modeler).

L'outil 2, « Déformation plastique », à la fin de ce chapitre vous donne un complément d'information.

Ces deux qualités se combinent, comme le montre le tableau comparatif ci-dessous :

	Caractéristiques	Caractéristiques
Pâte à modeler	très plastique	très peu élastique
Acier	peu plastique	peu élastique
Bois	peu plastique	de peu à très élastique
Caoutchouc	peu plastique	très élastique

En dehors d'un laboratoire qui possède des instruments de mesure très précis, il est presque impossible de vérifier l'élasticité et la plasticité d'un fil. Nous vous proposons donc de vérifier ces paramètres sur une étoffe, car les variations sont beaucoup plus mesurables.

Dans l'expérience qui suit, il s'agit de déterminer l'élasticité et la plasticité de divers échantillons textiles.



Considérant que tous les textiles ont deux sens, trame et chaîne, vous devez tester vos échantillons dans le même sens.

- **Trame** : fil alimenté dans le sens de la largeur de l'étoffe ou fil parcourant l'étoffe dans le sens de la largeur.
- **Chaîne** : fil alimenté dans le sens de la longueur de l'étoffe ou fil parcourant l'étoffe dans le sens de la longueur.

### Matériel :

- des échantillons de tissus
- une règle
- un poids
- une montre ou un chronomètre
- un crochet de support au mur
- une pince à ressort avec le manche troué
- un tableau pour noter les résultats

### Installation de l'activité :

1. Attachez le premier échantillon au crochet de support.
2. Fixez le manche de la pince à ressort à l'autre extrémité.
3. Fixez la règle sur le mur en faisant coïncider le bas de la pince avec le zéro.

### Protocole :

1. Utilisez la pince inférieure pour accrocher le poids (qui peut être placé dans un sac en plastique).
2. Laissez tout le poids retomber délicatement, sans donner de coups.
3. Attendez 30 secondes.
4. Mesurez la longueur du tissu ainsi étiré en repérant où arrive maintenant le bas de la pince. Notez le résultat dans la grille d'observation.
5. Enlevez délicatement le poids.
6. Attendez 30 secondes pour laisser l'échantillon revenir librement vers sa longueur initiale.
7. Observez où arrive l'échantillon ainsi relâché et notez le résultat dans la grille d'observation.
8. Reprenez les étapes 1 à 7 deux autres fois pour ce même échantillon.

Il est important de bien préparer l'expérience afin que la pince inférieure soit bien fixée et qu'elle ne se déplace pas lors des manipulations des poids.

	Longueur initiale	Étoffe étirée 1 <sup>re</sup> fois	Étoffe relaxée 1 <sup>re</sup> fois	Étoffe étirée 2 <sup>e</sup> fois	Étoffe relaxée 2 <sup>e</sup> fois	Étoffe étirée 3 <sup>e</sup> fois	Étoffe relaxée 3 <sup>e</sup> fois
Échantillon							
1							
2							
3							
4							

Les mesures de l'étape 4 du protocole (étoffe étirée) indiquent l'élasticité, et la répétition de l'opération montre son évolution dans le temps.

Les mesures de l'étape 7 (étoffe relaxée) indiquent le niveau de plasticité et, là aussi, on peut constater l'évolution.

Afin d'enrichir l'expérience, on peut également observer les comportements en fonction du poids, travailler sur les tissus secs ou mouillés, tenter de déterminer le point de rupture, etc.

Si vous menez une expérience plus complexe en regardant les comportements des échantillons dans le sens de la chaîne et de la trame, voici un modèle de grille pour noter les résultats.

	Longueur initiale	Étoffe étirée 1 <sup>re</sup> fois	Étoffe relaxée 1 <sup>re</sup> fois	Étoffe étirée 2 <sup>e</sup> fois	Étoffe relaxée 2 <sup>e</sup> fois	Étoffe étirée 3 <sup>e</sup> fois	Étoffe relaxée 3 <sup>e</sup> fois
Sens de l'échantillon							
<b>Étoffe a</b>							
<b>chaîne</b>							
<b>trame</b>							
<b>Étoffe b</b>							
<b>chaîne</b>							
<b>trame</b>							
<b>Étoffe c</b>							
<b>chaîne</b>							
<b>trame</b>							
<b>Étoffe d</b>							
<b>chaîne</b>							
<b>trame</b>							
<b>Étoffe e</b>							
<b>chaîne</b>							
<b>trame</b>							

N.B. : Une fois que les échantillons ont été étirés trois fois, ils ne sont plus valides et doivent être remplacés par de nouveaux échantillons si on veut reprendre l'expérimentation.



# Outil 1

## « COMMENT FILES-TU? »

L'expression « *filer un mauvais coton* » est attestée depuis 1846.

Il semble que cette locution fait référence au filage mécanique du coton. Lorsque la machine était usée, elle donnait un fil de coton de qualité médiocre : on disait alors qu'elle « jetait [produisait] un mauvais coton ». Par la suite, l'image du fil de coton emmêlé et de mauvaise qualité a donné naissance à l'expression familière « filer un vilain coton », qui concernait les personnes malades ou âgées pour qui le fil de la vie semblait prêt à céder. Par extension, cette locution est employée pour désigner le fait qu'une personne se retrouve dans une situation difficile, qui risque inexorablement de s'aggraver et dans laquelle elle risque sa réputation, ses finances ou ses biens matériels.

Selon le type de fibre, il est nécessaire de modifier les procédés de filage. Voici quelques exemples :

### Le filage de la laine

La texture et la couche de cellules en forme d'écailles qui recouvrent la laine en font, de toutes les fibres textiles, la plus facile à filer. Grâce à leur crêpelure, les fibres s'emmêlent inextricablement tandis que les écailles rebroussées s'agrippent les unes aux autres. La laine se présente sous des aspects variés; longueur, épaisseur et texture déterminent le mode de filage à choisir. La maîtrise de ces connaissances n'est pas nouvelle; l'un des plus célèbres exemples, le costume de la « fille de Skrydstrup », date de l'âge du bronze et a été découvert au Danemark. Les différents fils de laine qui le composent - simple, double, en S, en Z, ferme, souple - ont été utilisés dans un but bien déterminé. Il est probable que les fils peignés ont été confectionnés au fuseau suspendu, tandis que le fuseau posé était utilisé pour les fils plus souples et ceux qui nécessitaient une forte torsion.

À partir du XII<sup>e</sup> siècle, le rouet à grande roue devint de plus en plus courant en Europe. Cependant, dès son apparition vers la fin du XV<sup>e</sup> siècle, le rouet à épinglier s'est imposé dans une bonne partie de l'Europe, aux dépens de son prédécesseur, pour le filage de la laine. Bien adapté au filage du peigné et, avec un peu de dextérité, utilisable pour la fabrication du fil cardé, le rouet à épinglier était aussi beaucoup plus maniable. Durant des siècles, la population paysanne a non seulement pourvu à ses propres besoins en fil de laine mais a également, dans certains pays à terre pauvre, sur les landes par exemple, complété ses revenus en filant, tricotant et vendant des produits textiles.

### Le filage du coton

Avant de filer les fibres de coton, il est nécessaire de les séparer des graines qui y adhèrent, opération appelée égrenage. Dans les régions où le filage du coton est traditionnel, l'Asie et l'Amérique du Sud principalement, le coton est généralement transformé en fil cardé. En Amérique du Sud, on emploie le fuseau posé tandis qu'en Asie, le coton se file sur un instrument dont le principe ressemble à celui du rouet à grande roue. Les fibres nettoyées sont d'abord grossièrement filées afin d'obtenir une mèche faiblement tordue, qui est ensuite refilée et étirée. Cette technique, reprise par l'industrie textile du monde occidental, permet la fabrication de fils très légers, fins et aérés. C'est ainsi que pour préparer la célèbre mousseline Datta, on filait à la main 400 mètres de coton indien avec un gramme de matière! Cette cotonnade indienne était poétiquement surnommée « brise tissée ».

Des manufactures de coton existaient en Europe dès le XIII<sup>e</sup> siècle. Au début, l'industrie européenne se contentait d'importer le fil indien pour le tisser; ce n'est qu'à partir de 1692 que la profession de fileur de coton est mentionnée dans les archives anglaises. À partir de 1730, on fabriquait des bas de coton à la machine à tricoter; pour avoir un fil qui résiste à la rudesse de cette machine, il fallait retordre 3 à 5 fils indiens.

Au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, le coton remplaça graduellement le lin en Europe du Nord. Notons cependant que le filage du coton à la main n'a jamais été vraiment fréquent en Europe. Depuis l'introduction de la filature mécanique, la quasi-totalité des fils de coton employés par l'industrie textile et l'artisanat domestique sont filés à la machine.

### **Le filage du lin**

Après avoir été préparée, la fibre de lin filée donne un fil ferme, brillant et solide. Durant le filage, le fil est habituellement tordu en S, suivant la tendance de sa structure moléculaire qui tord la fibre dans cette direction durant le séchage; on obtient ainsi un fil lisse, sans parties rebroussées. Le lin est humidifié durant le filage, ce qui dissout partiellement la colle naturelle (pectine) qui soude les fibres entre elles.

Depuis la préhistoire, toutes les civilisations disposant de lin l'ont filé au fuseau suspendu et à la quenouille, en l'humidifiant de salive ou d'eau. Pour filer les fibres courtes, appelées étoupes, prélevées durant le peignage, on les tenait à la main près du fuseau.

À partir du XVII<sup>e</sup> siècle, on utilisa en Europe le rouet à épinglier. Comme pour le travail au fuseau, les fibres de lin devaient être disposées sur une quenouille. On les y fixait à l'aide d'un lien, d'un ruban ou d'une chambrière de fileuse, pièce d'étoffe ou de papier souvent joliment décorée. De la quenouille, les fibres légèrement humidifiées étaient étirées jusqu'à l'épinglier et tordues. Certains rouets étaient munis d'un bol à eau dans lequel le fileur pouvait tremper ses doigts durant le travail. Pour filer l'étope, on disposait les fibres sur une sorte de couronne dentée posée à la place de la quenouille. Dans les pays scandinaves, renommés pour leur tissage de lin, la maîtresse de maison se réservait le travail des longues fibres de lin et laissait aux autres femmes de la maison, principalement aux fillettes, le soin de filer l'étope.

Contrairement au coton, le lin est une fibre que l'on a longtemps filée à la main, même après l'apparition, entre 1830 et 1840, de la machine à filer le lin, car les longues fibres raides sont difficiles à travailler industriellement. Peignées et parallélisées, elles doivent être écartées les unes des autres, étirées et mises en mèches, puis filées deux fois. Le second filage peut être exécuté au sec ou au mouillé. L'étope est cardée comme le coton avant le filage à la machine.

### **Le filage du chanvre**

Filé à la main, le chanvre se travaille à peu près comme le lin. Cependant, la structure de sa fibre, qui se tord naturellement en Z, demande ce type de torsion. En outre, les fibres de chanvre sont parfois si longues qu'il est nécessaire de les casser avant le filage (on ne les coupe jamais, leurs extrémités deviendraient tranchantes). Les pêcheurs des pays maritimes de l'Europe de l'Ouest fabriquaient autrefois des filets de pêche avec du chanvre, filé sur un fuseau à la main ou sur un instrument en forme de crécelle.

Source : *Autour du Fil, l'encyclopédie des arts textiles*, Editions Fogtdal, Paris, 1990, volume 10.

## Outil 2

### DÉFORMATION PLASTIQUE

Un article de Wikipédia, l'encyclopédie libre<sup>1</sup>

La déformation plastique est la déformation irréversible d'une pièce; elle se produit par un réarrangement de la position des atomes.

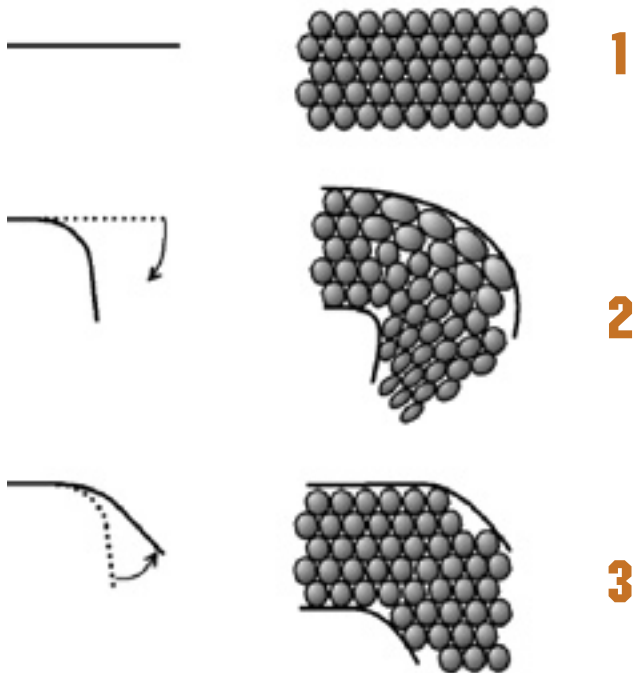
Lorsqu'on sollicite une pièce, un objet (on le tire, on le comprime, on le tord...), celui-ci commence par se déformer de manière réversible (déformation élastique), c'est-à-dire que ses dimensions changent, mais il reprend sa forme initiale lorsque la sollicitation s'arrête. Certains matériaux, dits « fragiles », cassent dans ce mode de déformation si la sollicitation est trop forte.

Pour les matériaux dits « ductiles », lorsqu'on augmente la sollicitation, on déforme de manière définitive la pièce; lorsqu'on arrête la sollicitation, la pièce reste déformée. Ceci se produit par un glissement des plans atomiques les uns sur les autres, à la manière des cartes à jouer d'un paquet. Ce glissement de plans atomiques se fait grâce au déplacement de défauts linéaires appelés « dislocations ».

<sup>1</sup> <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil>

Voici une représentation visuelle de la déformation plastique :

1. matériau dans son état initial
2. matériau étiré
3. matériau conservant une déformation



Un textile a toujours des propriétés de plasticité et d'élasticité à la fois, c'est-à-dire qu'il va toujours se déformer (même si cela ne paraît pas toujours à l'œil nu) sous une tension donnée, puis revenir à sa dimension initiale, mais pas complètement. Donc, il est à la fois élastique et plastique.

La proportion de plasticité et d'élasticité varie d'un textile à l'autre. Ces propriétés ne dépendent pas uniquement du type de fibre qui compose le textile (coton, polyester, nylon, laine, etc.) mais aussi du type de fil employé, ainsi que de la structure de l'étoffe (tissée, tricotée ou autre).

Dans le cas du parapente, les propriétés d'élasticité et de plasticité doivent demeurer le plus stable possible, c'est-à-dire que le textile s'étire et revient toujours de la même façon. Il est important que ce soit ainsi dans les deux sens, de chaîne et de trame, afin que la voile garde les mêmes propriétés dans le temps.

La différence entre les propriétés du sens « chaîne » et celles du sens « trame » doivent être prises en compte dans la conception du parapente. On utilise le terme « isotrope » lorsque les propriétés sont identiques dans un matériau peu importe le sens dans lequel on les mesure. Pour un parapente, des propriétés isotropes sont souhaitables.