

CHAPITRE DOUZE

LES FILS A USAGES TECHNIQUES

On pourrait définir les fils à usages techniques comme tout produit ou matériau textile dont les performances techniques et les propriétés fonctionnelles prévalent sur les caractéristiques esthétiques ou décoratives. Ils ne sont généralement pas utilisés dans l'habillement ou l'ameublement. Ce sont par exemple les produits textiles qui entrent dans :

- Les renforts de pneumatiques.
 - Les courroies transporteuses.
 - Les courroies de transmission.
 - Les tuyauteries.
 - les fonds pour enduction.
- etc.

De façon générale les exigences sur les caractéristiques et les performances des fils pour usages techniques sont plus sévères que celles qui sont demandées pour les applications dans l'habillement et l'ameublement. De façon générale on recherchera :

- Une ténacité élevée.
- Un module supérieur.
- Une bonne stabilité dimensionnelle.
- Une bonne aptitude à la flexion.
- Une grande résistance à la chaleur et à l'hydrolyse.
- Une bonne adhérence avec les autres composants du produit fini : caoutchouc par exemple.
- Une bonne stabilité aux agents chimiques.

Les fils pour usages techniques sont essentiellement réalisés en **polyester**, en **polyamide** et en **cellulosiques** mais des polymères plus élaborés tels que les **aramides**, le **PEEK**, le **PE HD**, etc. pénètrent peu à peu dans le domaine du fait de leurs performances plus élevées et malgré leur prix. Dans ce qui suit nous n'examinerons essentiellement que les productions en polyamide et polyester.

L'évolution des consommations en fils techniques aux U.S.A. et en Europe de l'Ouest depuis 1981 est donnée à la figure 12 – 1 ci-dessous.

Figure 12 – 1

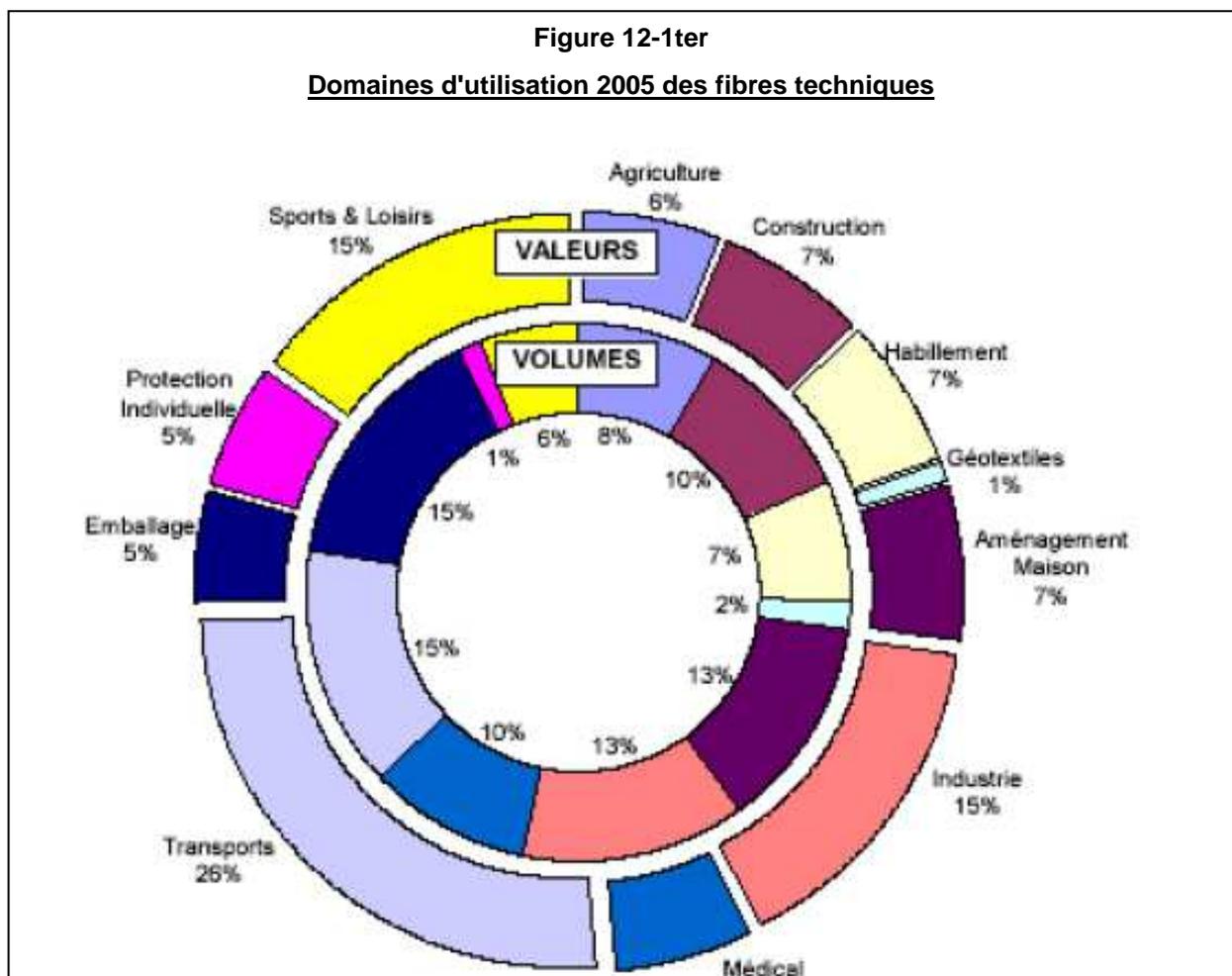
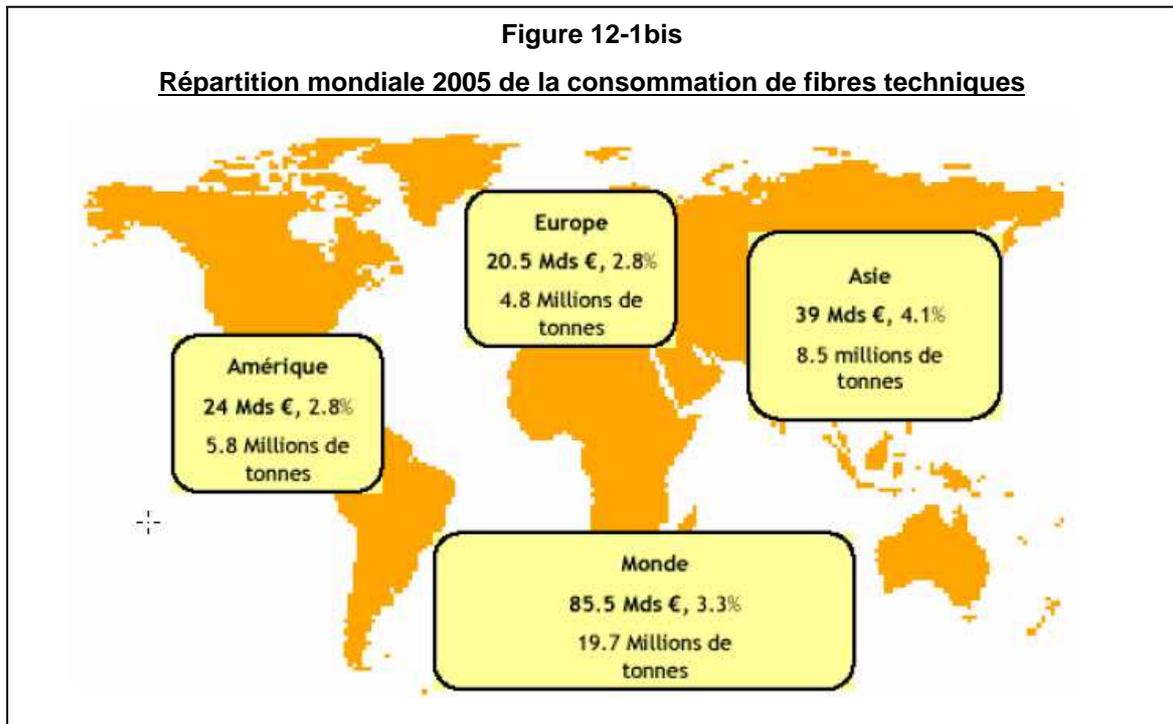
ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DES FILS A USAGES TECHNIQUES (HORS FIBRES) DANS LA C.E.E ET AUX U.S.A. - (Source : CIRFS)

P = Pneumatiques - A = Autres applications

En milliers de tonnes	1981		1985		1989		1990		1992		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
C.E.E.																								
Synthétiques	21	108	29	154	37	202	40	204	41	202	43	212	51	244	53	261	54	300	61	40	NC	NC		
Cellulosiques	49	8	51	7	53	8,0	47	7	49	6	36	8	39	10	36	8	42	7	331	6	NC	NC		
TOTAUX	70	116	80	161	90	210	87	211	90	208	79	220	90	254	89	269	96	307	392	46	NC	NC		
	186		241		300		298		298		299		344		358		403		438		NC	NC		
U.S.A.																								
Synthétiques	173	315	137	303	139	435	135	454	145	451	178	534	182	554	180	545	193	562	192	583	NC	NC		
Cellulosiques	9	10	4	10	3	9	1	3	4	4	2	6	2	6	1	5	2	5	1	2	NC	NC		
TOTAUX	182	325	141	313	142	444	136	457	149	455	180	540	184	560	181	550	195	567	193	585	NC	NC		
	507		454		586		593		604		720		744		731		762		778		NC	NC		

N.C. = Non communiqué.

La figure 12-1bis donne la répartition mondiale 2005 de la consommation de textiles techniques et la figure 12-1 ter explicite les différents domaines d'utilisation. Pour 2010, la consommation mondiale est estimée à 23 millions de tonnes – toutes fibres confondues – Voir en fin de chapitre un tableau donnant la répartition par type d'application



1 - PRODUCTION DE FILS POUR USAGES TECHNIQUES EN PA 6-6 ET PET

Le procédé classique de fabrication pour les fils techniques et les fils pour pneumatiques comprend schématiquement deux étapes :

- * Le filage et le bobinage d'un fil non étiré.
- * L'étirage, le fixage / relaxation et les traitements complémentaires sur des machines d'étirage / retordage ou d'étirage / bobinage ou d'étirage en nappe.

Le procédé en deux stades, qui est onéreux, est de plus en plus remplacé par un procédé intégré et largement automatisé qui conduit à des bobines prêtes à être vendues aux utilisateurs.

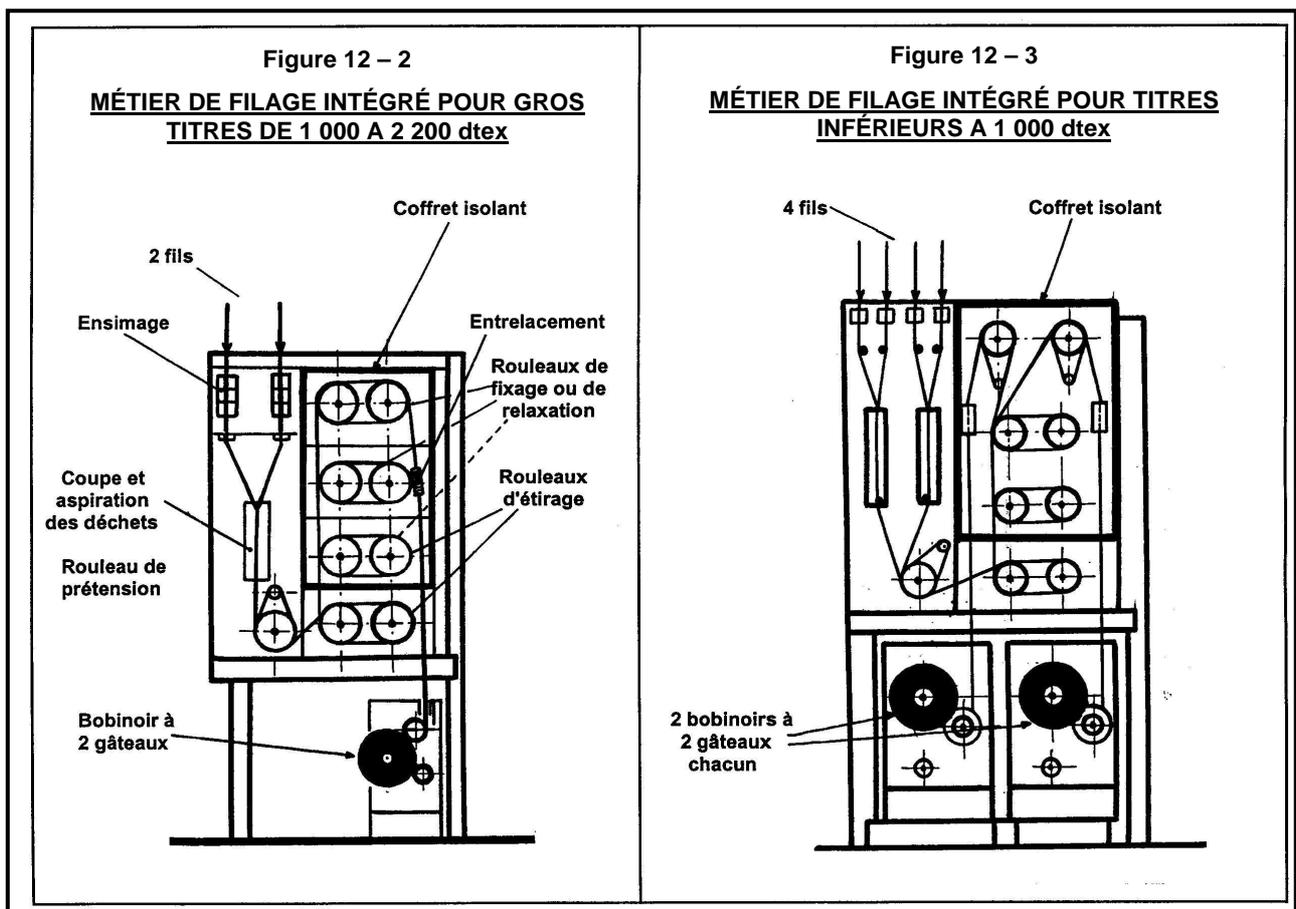
Afin d'obtenir une haute ténacité et une bonne résistance à la fatigue, on doit utiliser des polymères de masse moléculaire élevée qui sont souvent obtenus après une post-condensation en phase fondue ou en phase solide.

Le filage se distingue très peu du procédé de filage d'un fil textile. Par contre, à la sortie de la filière, le fil technique passe dans une zone de réchauffage pour contrôler la cristallisation macromoléculaire.

Dans le procédé de filage / étirage intégré, l'étirage et le traitement thermique du fil sont effectués à l'aide de galets chauffés sur lesquels les fils sont réchauffés et étirés en une ou plusieurs étapes puis fixés thermiquement ou relaxés avant refroidissement. Un procédé typique pour les fils techniques comprend habituellement deux zones d'étirage et une ou deux zones de fixage avec, éventuellement une zone de pré-tension avant l'étirage.

Une zone d'étirage est constituée soit par une paire de galets motorisés, soit par un galet motorisé et un galet fou. Les galets, qui tournent à grande vitesse et qui sont chauffés à des températures supérieures à 200 °C, sont isolés dans des enceintes closes pour réduire les pertes thermiques. Ces boîtes isolantes sont équipées d'une aspiration pour éliminer les fumées que peuvent dégager les ensimages.

Les figures 12-2 et 12-3 montrent des métiers de filage - étirage intégrés. Des capteurs surveillent les casses des fils et déclenchent automatiquement la coupe et l'aspiration du fil cassé en déchets.



Après le système d'étirage on peut installer, selon les besoins, des systèmes de traitement comme des buses d'entrelacement ou des dispositifs de préparation (adhésivage par exemple consistant en un dépôt de produits réactifs sur le fil pour faciliter, par exemple, l'adhésion sur le caoutchouc)

Les vitesses de bobinage sont classiquement de 2 500 à 3 000 m./ min. mais peuvent atteindre 6 000 à 7 000 m./ min. BARMAG AG (Allemagne) à présenté mi 1998 un procédé intégré haute vitesse permettant d'obtenir des fils polyester HMLS à 7 500 m./min. (**HMLS = High Modulus Low Shrinkage**)

Les titres sont plus élevés que ceux des fils textiles pour habillement - ameublement. S'ils sont compris entre 230 et 1 000 dtex on extrude en général quatre fils par position. Entre 1 000 et 2 200 dtex on file deux fils par position.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de deux fils pour pneumatiques préparés selon deux procédés brevetés par Du PONT et HOECHST-CELANESE.(1997)

	Procédé Du PONT	Procédé HOECHST
Atmosphère sous filière	Réchauffeur 375°C	Tube retardateur non chauffé
Vitesse filage (m./ min.)	228	1300
Tension (g./ den.)	0,0026	0,076
Taux d'étirage	6,25	2,52
Vitesse finale (m./ min.)	1425	3275
Ténacité (g./ den.)	9,6	8,8
(cN./ tex)	84,7	77,7
Allongement rupture (%)	15,6	6,8
Retrait air sec 175 °C (%)	14 (estimé)	5
Produit "ténacité x module"	1250 (estimé)	1148

Le produit Du PONT, préparé à plus basse vitesse, présente la plus haute ténacité mais un retrait important.

Dans de nombreux domaines d'applications une simple ou de multiples torsions du fil sont nécessaires. La torsion est indispensable pour faciliter certains traitements aval et surtout pour atteindre des propriétés élevés sur le fil fini : résistance à l'abrasion, résistance à la fatigue et au fouillage.

Une simple torsion est au minimum de 60 tours / mètre mais elle se situe généralement vers 200 tr./ m. Pour les torsions multiples, des fils préalablement tordus sont assemblés et retordus ou câblés. Une construction typique d'un câblé fil pour pneumatique en polyester consiste par exemple en la réunion de deux fils de 1 100 dtex, l'un avec une torsion **Z** de 440 tr./ m., et l'autre avec une torsion **S** de 440 tr./ m.

Dans un câblé composé de plusieurs fils, chaque fil simple prend le nom de "**bout**"

A titre d'exemples, le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de câblés PA 6-6 deux bouts réalisés par RHODIA Poliamida America do Sul (catalogue 2000)

	CABLES				FIL 2100/280
	940/2	1400/2	1880/2	2100/2	
Type	N-220	X-250	X-550	X-550	X-550
Titre (dtex)	1990	3070	4080	4640	2125
Force de rupture (N)	130	203	302	330	179
Allongement. rupture (%)	18,0	27,0	24,5	24,5	18,5
Allongement. sous 44 N (%)	8,3	10,0	7,0	6,5	6,0
Torsion Z / S	300/300	400/400	315/315	235/315	-
Retrait air sec 180°C (%)	-	-	-	-	5,5

Les câblés pour pneumatiques, soit sous forme de câblés, soit sous forme de tissu, sont soumis à un post-étirage et à une imprégnation pour assurer l'adhérence avec le caoutchouc dans le cas où les fils simples n'auraient pas déjà été traités. Pour le polyester et le polyamide l'imprégnation consiste, de façon simplifiée, en un passage dans une solution de **résorcine**, de **formaldéhyde** et de **latex** puis en un traitement thermique de manière à modifier chimiquement la surface des fils.

Voir la figure **12-4**

2 - COMPLÉMENTS SUR QUELQUES APPLICATIONS.

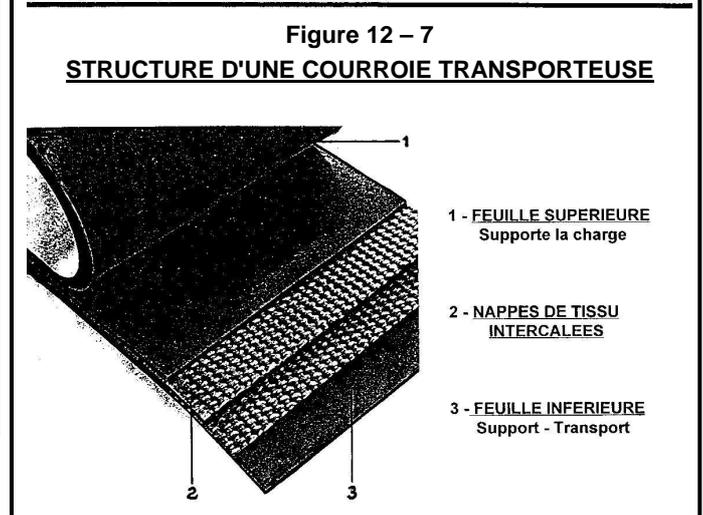
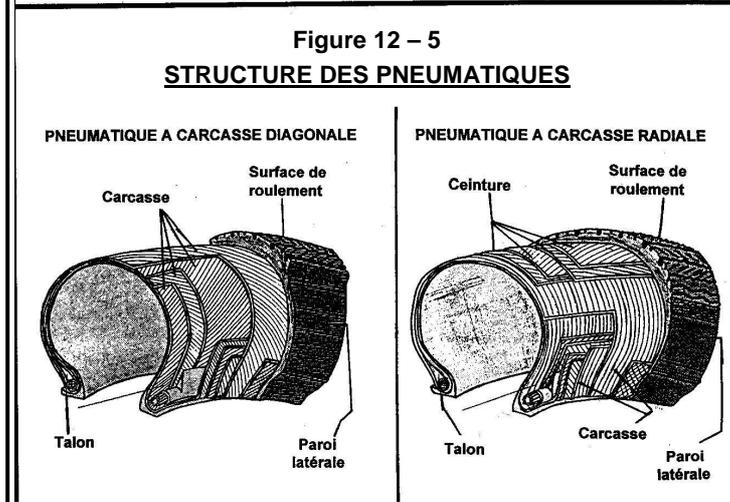
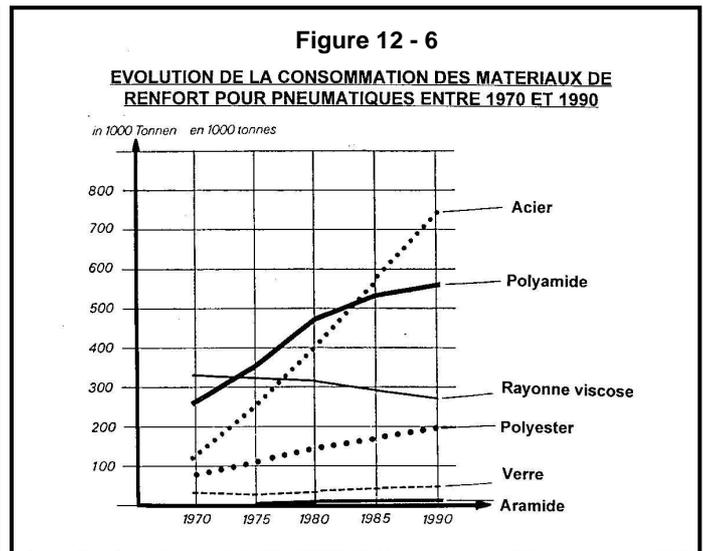
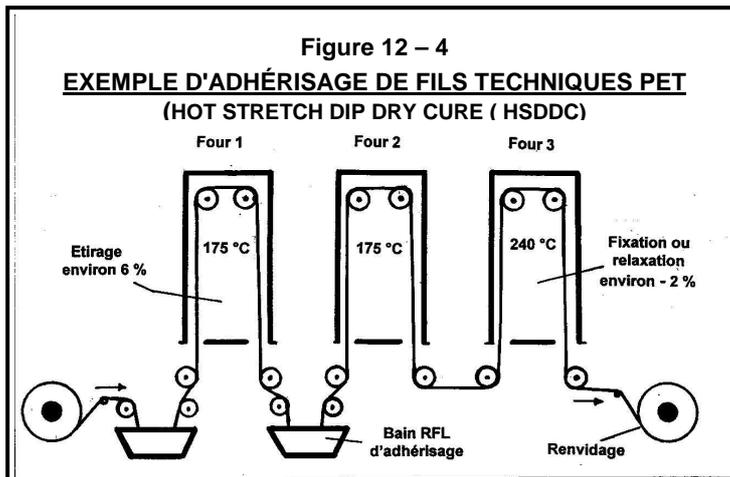
2 - 1 - RENFORTS POUR PNEUMATIQUES.

La fabrication des pneumatiques a évolué de façon décisive depuis 1980. Les pneumatiques diagonaux traditionnels ont été remplacés, surtout en Europe Occidentale, par les pneus radiaux ceinturés, en particulier en ce qui concerne les voitures de tourisme et les poids lourds.

La figure **12 - 5** illustre les différences entre ces deux types de pneumatiques. La carcasse du pneu diagonal est formée de plusieurs couches de tissus superposées de façon croisée et dont les fils de chaîne sont en diagonale par rapport à la direction de roulement du pneumatique. Pour le pneu radial, les couches de tissus de la carcasse présentent leurs fils de chaîne à angle droit par rapport à la direction de roulement. La surface de roulement du pneu radial est renforcée par une ceinture formée de couches superposées de câblés croisés et orientée en général à 20° par rapport à la direction de roulement.

Le nombre de couches de tissu servant au renforcement des pneumatiques diagonaux et radiaux dépend de l'emploi que l'on en fait, de leurs dimensions et aussi de la nature du matériau de renfort lui-même.

Depuis le remplacement du coton par la rayonne viscosse en 1938, les exigences relatives au renforcement des pneumatiques n'ont fait que s'accroître. A la suite de recherches intensives, les fabricants de fibres chimiques sont parvenus à satisfaire cette demande forte de propriétés améliorées.



Les principaux matériaux utilisés, ainsi que leur date d'apparition dans le cycle industriel, sont les suivants

- | | |
|-------------------|------|
| - Coton | 1900 |
| - Acier | 1937 |
| - Rayonne viscose | 1938 |
| - Polyamide | 1942 |
| - Polyester | 1962 |
| - Verre | 1967 |
| - Aramide | 1974 |

La figure 12 - 6 montre l'évolution de la consommation de ces divers matériaux entre 1970 et 1990.

2 - 2 - COURROIES TRANSPORTEUSES ET TAPIS ROULANTS.

Les problèmes de transport de toutes sortes de marchandises dans l'industrie ne pourraient pas être résolus sans les courroies transporteuses et les tapis roulants. Les marchandises à transporter sont soit des colis soit des produits en vrac, de petites ou de grandes dimensions et de poids très variables. La distance peut être très courte ou s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres.

Le polyamide et le polyester haute ténacité constituent les deux types principaux de fils utilisés pour la fabrication des courroies transporteuses et de tapis roulants, le fil polyester tendant à dépasser le fil polyamide.

Les fils de coton ou de rayonne viscose perdent de plus en plus de leur importance. Depuis peu on utilise du câblé d'acier et des aramides dans des courroies transporteuses pour charges élevées.

Les courroies transporteuses servent de moyen de transport pour des marchandises en vrac : charbon, minerai, sable, céréales, ciment, La caractéristique essentielle des courroies transporteuses est de pouvoir former un lit concave, ce qui autorise une capacité de transport élevée.

Les tapis roulants sont utilisés pour le transport, le triage, l'embouteillage et la distribution. Ils couvrent une gamme extrêmement variée d'applications. Les tapis roulants sont construits de telle sorte qu'ils restent toujours bien à plat.

La figure 12 - 7 montre une structure de courroie transporteuse constituée par des nappes de tissus et par des feuilles de couverture supérieure et inférieure. Les nappes tissées utilisées comme armature sont d'abord fixées thermiquement et adhésivées pour améliorer la stabilité thermique et l'adhérence entre les tissus et les feuilles de couverture. La construction des tapis roulants est analogue mais les revêtements côté tambour et côté transport peuvent être différents : Téflon, polyuréthane, P.V.C., caoutchouc synthétique, cuir, etc.

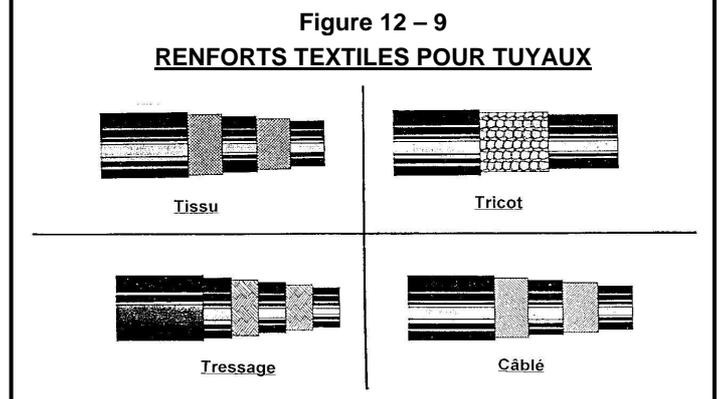
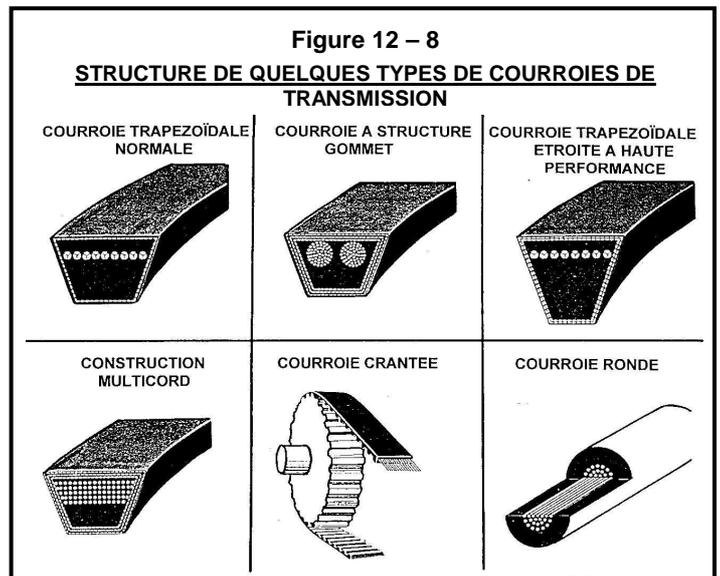
2 - 3 - COURROIES DE TRANSMISSION.

On entend par courroie de transmission ou courroie d'entraînement, des courroies trapézoïdales, plates, rondes ou crantées, servant à la transmission de la force motrice d'un arbre moteur à un arbre entraîné.

La transmission de la force motrice dépend de la puissance des renforts de traction incorporés dans la courroie tandis que l'exigence de perte minimale de force - ou rendement du transfert d'énergie - est déterminé par la forme, le type, le matériau et l'état de surface de cette courroie.

Le coton et la viscose ont été, là aussi, presque complètement éliminés comme renforts de traction au profit des fils synthétiques sous forme de nappes de câblés. Pour certains usages spéciaux on utilise aussi l'acier, le verre et les aramides.

- Les **courroies trapézoïdales** sont utilisées pour des forces de traction élevées, pour des démarrages et des freinages répétés ainsi que pour les petites distances entre les axes des poulies.
- Les **courroies plates** sont utilisées pour des performances moyennes avec des vitesses élevées des courroies et des entraxes importants entre poulies.
- Les **courroies crantées** sont utilisées pour des performances faibles à moyennes, avec des charges axiales faibles et des contraintes peu élevées. Elles travaillent sans patiner et il n'est pas nécessaire de réajuster leur tension.
- Les **courroies rondes** sont utilisées pour des transmissions entre deux ou plusieurs axes ne se trouvant pas dans le même plan.



La figure 12 - 8 montre quelques structures de courroies de transmission.

2 - 4 - TUYAUX.

Les liquides les plus divers, les gaz mais aussi les produits en vrac constitués de petites particules comme le sable, le ciment ou les céréales peuvent être acheminés à l'aide de tuyaux flexibles. Ce transport s'effectue en général sous pression ou sous vide. A cet effet on dispose de tuyaux avec toutes sortes de constructions.

Le polyamide et le polyester sont utilisés dans la fabrication des tuyaux, à peu près à parts égales, comme matériaux de renfort. Le coton, le lin et la rayonne viscose sont encore employés ainsi que le câblé d'acier et les fibres de verre.

Parmi les tuyaux, on distingue ceux à renfort textile, à spirale et renfort textile et ceux sans aucun renfort

Dans la catégorie des tuyaux avec renfort textile on distingue à nouveau :

- Les **tuyaux tissés** utilisés par exemple comme tuyaux d'incendie et tuyaux transporteurs.
- Les **tuyaux avec renfort textile** utilisés pour les hautes pressions de toutes sortes : lignes d'eau et de vapeur, tuyaux pour réfrigérateurs, pour essence, pour arrosage, pour frein et pour gaz de soudure.

La figure 12 - 9 donne des exemples de renforts textiles pour tuyaux.

2 - 5 - FONDS POUR ENDUCTION.

Sous la dénomination de fonds pour enduction et caoutchoutage, on entend des tissus dont la largeur peut aller jusqu'à 3,5 m. et qui, pour 90% d'entre eux, sont enduits avec du P.V.C. alors que les 10 % restants sont caoutchoutés. Avec les tissus enduits ou caoutchoutés on peut obtenir des produits aux applications les plus diverses. En Europe Occidentale les fils polyamide et polyester représentent environ 25 % des textiles utilisés pour ces applications qui sont principalement :

- **Transport et navigation**
Capotes, bâches, containers, silos et réservoirs, canots pneumatiques, pontons, stores,
- **Structures textiles.**
Hangars pneumatiques, toitures d'installations de loisirs, marchés couverts, restaurants,
- **Constructions.**
Couverture de toits plats, revêtement de réservoirs d'eau, de piscines, étanchement de jetées et de berges,
- **Loisirs et sports.**
Vêtement de sport et de protection, tentes, vêtements de plongée et de surf, sacs,

2 - 6 – LES VOILES DE BATEAUX

Simple voiles de plaisanciers ou voiles de la Coupe de l'America, ces surfaces textiles sont le moteur du voilier. Certains cherchent la performance pure alors que d'autres sont plus inquiets de la durabilité.

La problématique du constructeur de voile est double :

- Il cherche l'allègement d'une voile (général, grand-voile, spinnaker) afin de réduire les masses du voilier en mouvement (roulis, tangage) préjudiciables à sa vitesse.
- Il cherche à ce que la déformation des fibres textiles soit minimale. Le régatier peut ainsi mieux appréhender et régler la forme de sa voile.

Les matériaux adaptés auront les caractéristiques suivantes : faible allongement, faible ratio poids/rigidité, résistance au cisaillement accrue, bon comportement en cas d'endommagement et, aussi, résistance aux UV et au vieillissement.

Les méthodes de calcul actuelles, par exemple par les éléments finis pour le calcul de la structure de la voile et la méthode des lignes portantes pour le calcul de l'écoulement aérodynamique autour de la voile ont été largement utilisées ces dernières années. Le calcul des contraintes doit aussi inclure le calcul des éléments qui supportent la voile mat, bôme, drisse, câble,

La fibre la plus utilisée par les constructeurs de voile est le polyester, souvent le Dacron de Du PONT, sur lequel des traitements antifongiques et anti-UV permettent d'éviter le vieillissement. On utilise aussi le polyamide qui est léger et élastique et qui absorbe les pics de charge aérodynamiques dans la voile. Pour les voiles hautes performances on entre dans les "super fibres", tissées ou laminées, telles que les aramides **Kevlar** et **Technora**, les PE haute densité **Spectra** et **Dyneema**, les fibres de carbone, le **PBO** de Toyobo (Poly(p-phénylène-2,6-benzobisoxazole) et les **PEN** (polyéthylène naphthalate)

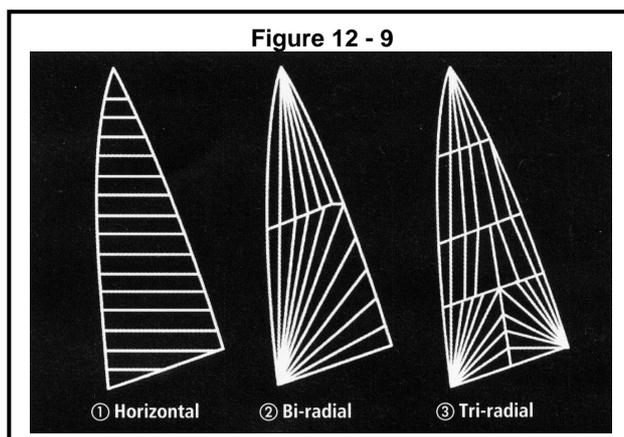
Caractéristiques des fibres textiles utilisées en voilerie

	Dacron	Nylon	PBO	Carbone	Spectra (PE HD)	Kevlar 49	Kevlar 29	Pentex
Famille	polyester	polyamide	aramide	carbone	polyéthylène	aramide	aramide	polyéthylène naphthalate
Module (Gpa)	8 - 12	4,5	200	120 - 250	125	94	60	25
Ténacité (N/tex)	0,5 – 0,8	0,95	4,2	2 - 4	3,3	2,3 – 2,8	2,3	1
Résistance UV	6 mois	3 à 4 mois	1,5 mois	excellente	6 à 7 mois	3 mois	3 mois	7 mois
Perte de performance à la flexion	faible	faible	30%	30 à 100%	faible	28%	25%	5%
Utilisation	Haut niveau	spi - série	grand prix	grand prix - America	grand prix - America	grand prix croisière	régates	régates
Avantages	solide- bon marché	résistant à flexion/élongation	légèreté – très peu déformable	hautes perf. résistance aux UV	résistance pliage, UV, rupture	légèreté faible allongement	légèreté très faible allongement	entre Dacron et Aramides
Inconvénients	déformable	devient poreux	très cher sensible UV et flexion	cher – ne supporte pas flexion	cher – mise en œuvre difficile	sensible à flexion et UV	sensible à flexion et UV	non tissable uniquement laminé

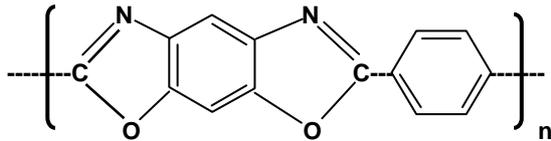
Confection des voiles. Le principe de construction d'une voile, connaissant la carte des contraintes, est de disposer le tissu afin d'éviter qu'il ne soit sollicité dans le biais (déformation en cisaillement de plus ou moins 45°). La gamme de tissus sera aussi adaptée à l'intensité des efforts. La raideur doit permettre une limitation limitée à moins de 1% pour un niveau de contrainte donné.

Certaines régions de la voile sont tendues dans une seule direction, d'autres ont un état de tension indépendant de la direction et il faudra disposer les pièces de tissu en conséquence. Voir la figure 12-9 ci-contre.

La construction des voiles est un domaine très technique dans lequel les matériaux et les méthodes les plus évolués sont aujourd'hui couramment employés.



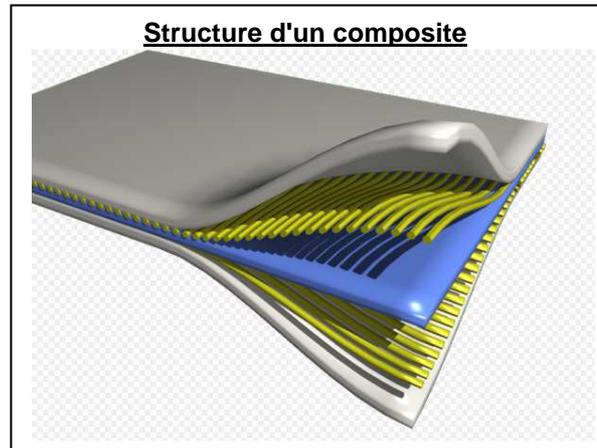
Note : Formule du polymère **PBO** : poly(p-phénylène-2,6-benzobisoxazole) :



2 – 7 – LES FIBRES TECHNIQUES COMME RENFORT DANS LES COMPOSITES

Un **matériau composite** est un assemblage d'au moins deux matériaux non miscibles (mais ayant une forte capacité d'adhésion). Le nouveau matériau ainsi constitué possède des propriétés que les éléments seuls ne possèdent pas.

Ce phénomène, qui permet d'améliorer la qualité de la matière face à une certaine utilisation (légèreté, rigidité à un effort, etc.), explique l'utilisation croissante des matériaux composites dans différents secteurs industriels. Néanmoins, la description fine des composites reste complexe du point de vue mécanique.



Le renfort est le squelette supportant les efforts mécaniques. Les renforts peuvent être classés selon :

- leur composition : métal, verre, polymère, etc. ;
- leur forme :
 - fibres : courtes (0,1 - 1 mm), longues (1 - 50 mm) ou continues (> 50 mm). Les fibres continues peuvent être disposées parallèlement les unes aux autres, selon un angle prédéfini (45° par exemple) ou d'une façon aléatoire.
 - charges renforçantes : gravier (additionné au ciment pour fabriquer le béton), sable, billes de verre, etc. ;
- leur disposition : mat ou tissé.

Le renfort peut être seul au sein d'une matrice (composite homogène) ou associé à un renfort de nature différente (composite hybride).

Les fibres possèdent généralement une bonne résistance à la traction mais une résistance faible à la compression.

Parmi les fibres les plus employées on peut citer :

- Les fibres de verre qui sont utilisées dans le bâtiment, le nautisme et diverses applications non structurantes. Le coût de production de ces fibres est peu élevé ce qui en fait l'une des fibres les plus utilisées à l'heure actuelle.
- Les fibres de carbone utilisées pour des applications structurantes. Elles sont obtenues par la pyrolyse d'un précurseur organique ou non sous atmosphère contrôlée. Le plus utilisé de ces précurseurs est le polyacrylonitrile (PAN). Le prix de ces fibres reste relativement élevé mais il n'a cessé de diminuer avec l'augmentation des volumes de production. On les retrouve dans de nombreuses applications dans l'aéronautique, le spatial ainsi que les sports et loisirs de compétitions (Formule 1, mâts de bateaux).
- Les fibres d'aramide (ou Kevlar qui est une dénomination commerciale) utilisées dans les protections balistiques comme les gilets pare-balles ainsi que dans les réservoirs souple de carburant en Formule 1.
- Les fibres de carbure de silicium sont une bonne réponse à l'oxydation du carbone dès 500 °C. Elles sont utilisées dans des applications très spécifiques travaillant à haute température et sous atmosphère oxydante (spatial et nucléaire). Leur coût de production est très élevé ce qui limite donc leur utilisation.
- Pour les composites d'entrée de gamme, un intérêt croissant est porté aux fibres végétales, comme le chanvre ou le lin (Lin textile). Ces fibres ont de bonnes propriétés mécaniques pour un prix modeste, et sont particulièrement écologiques puisque ce sont des produits naturels.

**Exemple de fibre de carbone tissée
- avant imprégnation -**



2 – 8 – QUELQUES ÉVOLUTIONS A NOTER

- Utilisation de mélanges de fibres pour des applications techniques. On réalise par exemple des mélanges de 20 à 30% de m. aramide avec 70 à 80% de polyester pour des revêtements intérieurs automobile
- On pense de plus en plus à l'utilisation de nanofibres (diamètre de 20 à 100 nm) pour des renforts composites (obtenus par électrospinning ou filage au travers de tamis) Le sujet est encore en étude de développement.

3 - PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX DE FILS TECHNIQUES.

Valable à mi 1996 – Source : AKZO NOBEL - 1997 -

	Milliers de tonnes	TOTAL	PET	PA 6-6	PA 6	Rayonne
1	AKZO NOBEL	220,0	100,0	37,0	45,0	37,0
2	H.C.C.	202,5	189,5	-	13,0	-
3	Du PONT	167,0	8,0	159,0	-	-
4	ALLIED	146,0	116,0	-	30,0	-
5	ASAHI/TONG YANG	123,5	40,5	29,0	54,0	-
6	TORAY	68,5	36,5	12,0	20,0	-
7	R.P.G.	67,0	14,0	33,0	20,0	-
8	TEIJIN	50,0	30,0	-	20,0	-
9	SANS	38,5	24,0	14,5	-	-
10	UNITIKA	38,0	21,0	-	17,0	-
11	TOYOBO	37,0	23,5	3,0	10,5	-
12	FORMOSA CHEM	35,0	-	1,0	34,0	-

PROPRIETES DES PRINCIPALES FIBRES TECHNIQUES

Marque	Fibre	Température maximale d'utilisation				Propagation de la flamme	LOI	Température de fusion/décomposition		Résistance		Propriétés
		Continu		pics				Acides	Bases			
		(°C)	(°F)	(°C)	(°F)							
NOMEX CONEX	Meta-Aramide	230	450	315-370	600-700	Non	30	428	800	3	2	Bonne isolation thermique et acoustique
KEVLAR TWARON	Para-Aramide	230	450	315-370	600-700	Non	29	482	900	3.5	2	Haute ténacité et isolation thermique
BASOFIL	Melamine	204	400	315-370	600-700	Non	32	370	700	3	2	Excellente résistance aux flammes et à la chaleur
PANOX	Pre-oxidé	230	450	480	900	Non	55	885	1625	3	2	Bonne résistance à la chaleur et isolation acoustique
KYNOL	Novaloid Phenolique	204	400	398	750	Non	33	398	750	2	5	Excellente résistance à la température et isolation thermique
VECTRAN	Polyacrylate	198	390	398	750	Non	37	398	750	1	1	Excellente résistance aux acides et aux bases
PBI	Polybenzimidazole	287	550	590	1100	Non	41	460	860	1	3	Très bonne résistance à la température et à la flamme, toucher doux
DYNEEMA SPECTRA	Polyéthylène haute densité	87	190	100	215	Oui	20	148	300	1	1	Résistance chimique - Efficace en filtration
P-84	Polyimide	260	500	304	580	Non	37	315	600	3	3	Très bonnes propriétés thermiques et mécaniques, haute capacité de filtration
ZYLON	Polyphénylène-benzobisoxazole	260	500	315	600	Non	68	648	1200	1	1	Très bonnes résistances mécaniques, thermiques et chimiques
TORCON	Polyphénylène-Sulfide	190	375	230	450	Non	40	280	536	2	2	Résistance chimique - Capacité de filtration

RÉPARTITION PAR TYPE D'APPLICATION DE LA CONSOMMATION MONDIALE DE TEXTILES TECHNIQUE

	2000	2005	2010
Agrotexiles	1 381	1 615	1 958
Construction	1 648	2 033	2 591
Habillement	1 238	1 413	1 656
Géotextiles	255	319	413
Habitat	2 186	2 499	2 853
Industrie	2 205	2 624	3 257
Médical	1 543	1 928	2 360
Transport	2 479	2 828	3 338
Emballage	2 552	2 990	3 606
Protection	238	279	340
Sport	989	1 153	1 382
Total (.000 tonnes)	16 714	19 683	23 774