



**centre de
développement
pédagogique**
*pour la formation générale
en science et technologie*

DOSSIER SUR LES MATÉRIAUX



Mai 2008

DOCUMENT DE TRAVAIL

L'étude des matériaux permet de répondre à la question :

De quoi mon objet est-il fait ?

Observer, reconnaître les matériaux dans l'objet technique permet de répondre à la question :

Comment s'appelle ce matériau ? À quelle famille appartient-il ?

Connaître les caractéristiques et tester les propriétés de certains matériaux permet de répondre à la question :

Pourquoi ce matériau est-il utilisé ?

Valoriser un matériau par son recyclage ou sa destruction permet de répondre à la question :

Que devient ce matériau après son usage ?

L'étude des matériaux de l'objet technique conduit à identifier et résoudre 5 problèmes technologiques :

Problème 1.

Combien de matériaux différents composent l'objet étudié, comment les repérer ?

Problème 2.

A quelle famille appartiennent les matériaux utilisés dans l'objet ?

Problème 3.

Quelles sont les propriétés physiques et mécaniques des matériaux utilisés ?

Problème 4.

Pourquoi le fabricant a-t-il choisi ces matériaux pour fabriquer cet objet ?

Problème 5.

Quel impact sur l'environnement ont les matériaux des objets étudiés. Que sait-on de leur recyclage ?

Extrait du site Internet : <http://phares.ac-rennes.fr/techno/techno6/exi6.ppt>



LES PLASTIQUES

La **notion de matière plastique**, au sens large, englobe :

Des matériaux organiques

qui sont constitués de macromolécules

qui sont produits par la modification de substances naturelles

par synthèse directe à partir de substances extraites du pétrole, du gaz naturel ou du charbon.

Quelques éléments pouvant entrer dans la composition des plastiques: CHONS.
(C) carbone, (H) hydrogène, (O) oxygène, (N) azote, (S) soufre

DOMAINE DE LA CHIMIE ORGANIQUE : Substances macromoléculaires

Substances naturelles : Cellulose (bois), corne (matière protéique dure), résines végétales, caoutchouc (arbre)

Substances artificielles : Caoutchouc vulcanisé (traitement au soufre), fibre vulcanisée (hydrocellulose traitée au Chlorure de zinc), celluloïd (nitrocellulose traitée au camphre), galalithe (caséine traitée au formaldéhyde)

Un site Internet où vous trouverez d'excellents documents à commander gratuitement, dont une bande dessinée sur l'histoire des plastiques :

<http://www.spmp.org/>

et les **substances synthétiques** que voici :

FAMILLES DE PLASTIQUES LES PLUS COMMUNES

THERMOPLASTIQUES :	
Ils sont formables à chaud sans modification chimique et de façon réversible. Ils se ramollissent par chauffage	
LES POLYOLÉFINES	PE (polyéthylène) PP (polypropylène)
LES POLYCHLORURES DE VINYLE ET LEURS DÉRIVÉS	PVC
LES STYRÉNIQUES	PS (polystyrène) PSE (polystyrène expansé) SB (styrène butadiène) SAN(polystyrène acrylonitrile)

	ABS (acrylobutadiène styrène)
LES POLYACRYLIQUES	PMMA (polyméthacrylate de méthyle) PAN (polyacrylonitrile)
LES POLYCARBONATES	PC
LES POLYMÈRES FLUORÉS	PTFE (polytétrafluoroéthylène) Teflon®
LES POLYESTERS SATURÉS	PETP et PBTP
THERMODURCISSABLES :	
<p>Ils sont formables à chaud avec modification chimique et de façon irréversible, Ils ont une structure réticulée à mailles serrées. Ils restent intacts aux températures de chauffage utilisées pour les thermoplastiques; ils offrent une meilleure résistance à la chaleur.</p>	
LES POLYOXYMÉTHYLÈNES	POM
LES POLYAMIDES	PA (Nylon, Kevlar®)
LES POLYESTERS INSATURÉS	UP
LES POLYCARBONATES	
LES AMINOPLASTES	UF (urée-formaldéhyde) MF (mélamine formaldéhyde)
LES PHÉNOPLASTES	PF (formophénolique)
LES POLYÉPOXYDES	EP
LES POLYURÉTHANNES (2 familles)	PU
ÉLASTOMÈRES :	
<p>Ils sont formables selon des techniques comparables à celle de l'industrie du caoutchouc, structures réticulées à mailles larges. Ils reprennent leur forme après avoir été comprimé.</p>	
LES SILICONES	SI (sous forme : d'huiles, de gommes, liquides ou pâte et résines)
LES CAOUTCHOUCS	Naturels et vulcanisés
LE POPYCHLOROPRÈNE	Néoprène®
L'ÉLASTHANNE	Lycra® (Spandex)



LES MÉTAUX

Les métaux sont obtenus à partir de minéraux. Par des procédés de fusions et de purifications, nous les transformons en métal. Nous utilisons rarement les métaux à l'état pur. Nous combinons différents métaux pour obtenir ce que l'on appelle un **alliage** afin d'obtenir les propriétés désirées.

Les matériaux métalliques se classent en 2 catégories: **ferreux et non ferreux**.

Les métaux ferreux : L'élément principal qui les compose est le fer. La fonte et l'acier sont en fait des alliages de fer et de carbone +/- 2 %. La fonte est fragile et dure tandis que l'acier est tenace, ductile et élastique. Ils ont la particularité d'être attirés par un aimant.

Les métaux non ferreux sont ceux qui ne contiennent pas de fer. Il en existe plusieurs sortes: le cuivre et ses alliages (le laiton et le bronze), le plomb, le zinc, le nickel sont tous des métaux non ferreux.

MÉTAUX LES PLUS COMMUNS

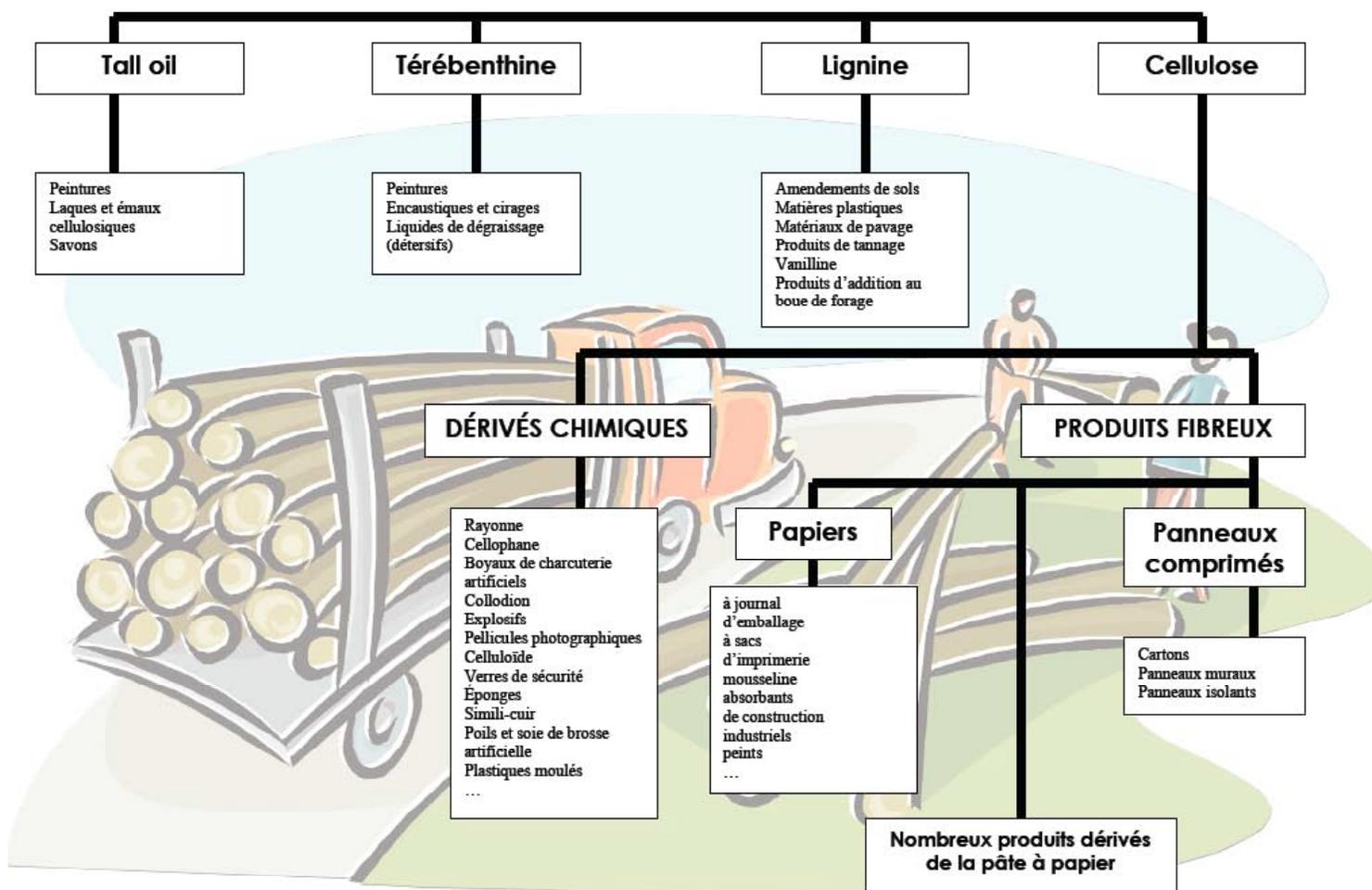
MÉTAL	COULEUR	CHALEUR FUSION (approximative)	COMPOSITION
Acier	Gris	Autour de 1535°	Fer et carbone (0,5% à 1,5%)
Acier inoxydable	Gris brillant	Autour de 1535°	Fer-Carbone avec au moins 10% de chrome. (parfois du nickel, du molybdène ou du vanadium)
Aluminium	Blanc métallique	666°	
Bronze	Jaune or	280° à 950°	Cuivre - Étain
Cuivre	Rouge	1080°	
Étain	Blanc pur	230°	
Fer	Blanc gris	1500°	Carbone (0,1 à 0,5%)
Fonte	Blanc ou gris	1100°	Fer et carbone (1,5 à 5%)
Laiton	Jaune rouge	870° à 1000°	Cuivre Zinc
Plomb	Blanc bleuâtre	330°	
Titane	Gris foncé brillant	1660°	Titane, Aluminium, Vanadium
Zinc	Blanc bleuâtre	420°	



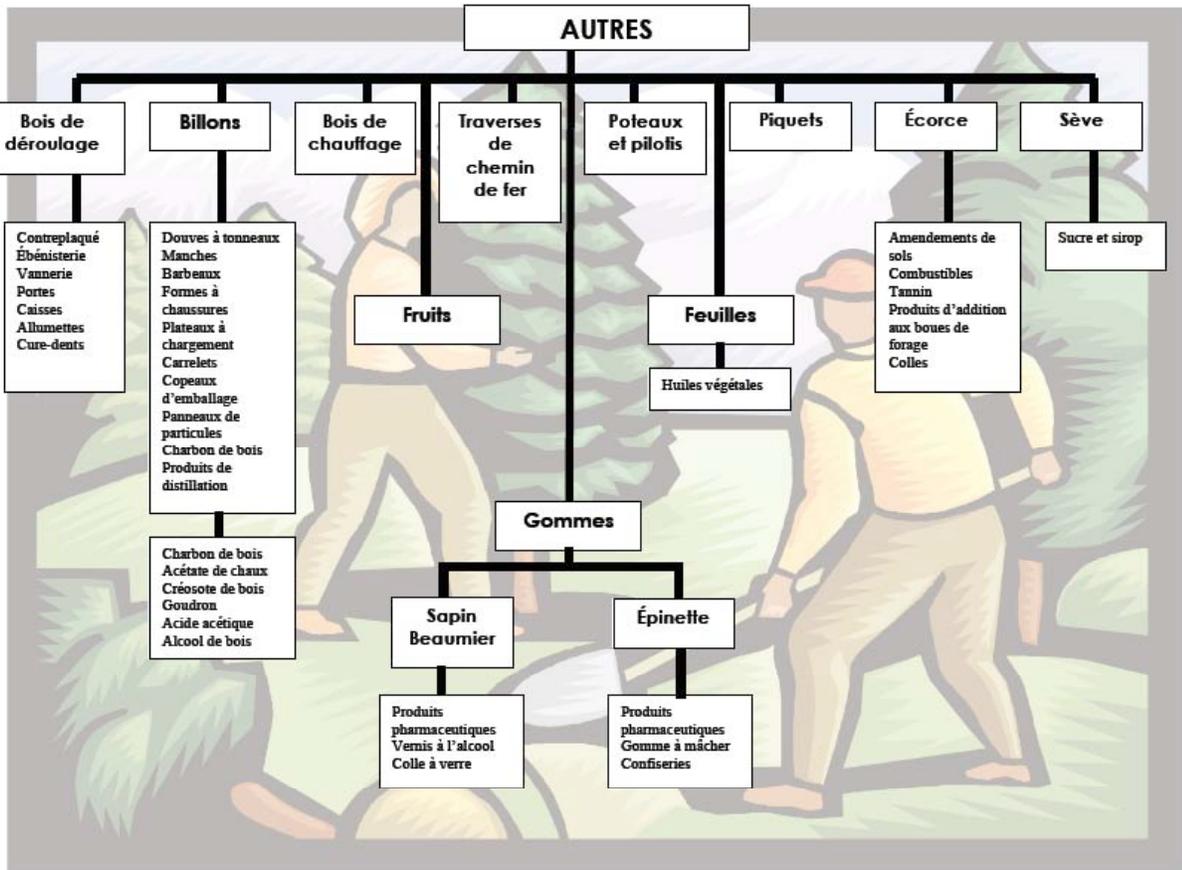
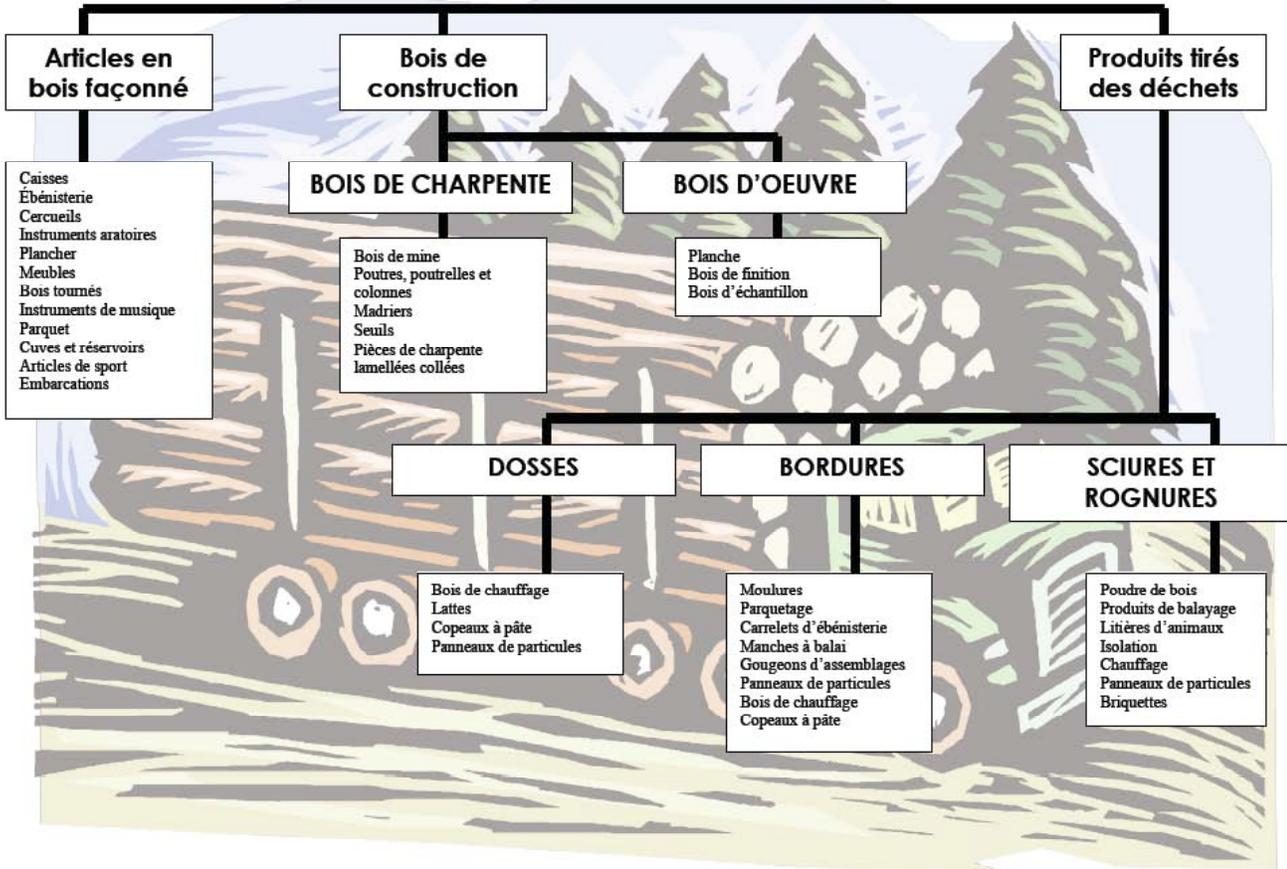
LE BOIS ET SES DÉRIVÉS

Quelques essences		
Cèdre de l'Est	Pin rouge	Caryer cordiforme
Épinette blanche	Pruche	Cerisier tardif
Épinette noire	Sapin baumier	Chêne blanc
Épinette rouge	Bouleau blanc	Chêne rouge
Mélèze	Bouleau jaune	Érable argenté
Pin blanc	Caryer à fruits doux	Érable à sucre
Pin gris		Tilleul

BOIS À PÂTE



BILLES DE SCIAGE ET BOIS D'OEUVRE





LES MATÉRIAUX COMPOSITES

Un matériau composite est un assemblage d'au moins 2 matériaux non miscibles (qui ne peuvent se mélanger) mais qui ensemble ont une forte capacité d'adhésion.

Quelques matériaux composites	
Fibres de verre	Filament de verre très fin que l'on associe généralement à des polymères (résines plastiques)
Fibres de carbone	Ce matériau est utilisé dans l'équipement récréatif de haute performance (vélo, voile,...) car il permet d'obtenir un poids réduit.
Contreplaqué	Superposition de couches de bois.
Panneau aggloméré	Particules collées et comprimées
Panneaux de placoplâtre	Plâtre contenu entre deux feuilles de carton
Béton, béton armé	Mélange réalisé à partir de granulats (sable, gravier) lié couramment par le ciment.
Fibre d'aramide (Kevlar™)	Famille des polyamides chez les plastiques



LES CÉRAMIQUES

TOUT SAVOIR SUR LES CÉRAMIQUES

<http://www.ceramic-center.com>

Quelques PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

Propriétés physiques	
Coloration	Perméabilité aux gaz
Transparence	Point de fusion
Indice de réfraction	Point d'ébullition
Dilatation	Conductibilité thermique
Absorption d'eau	Conductibilité électrique
Propriétés chimiques	
Oxydation	Combustion
Dégradation	Photodégradation

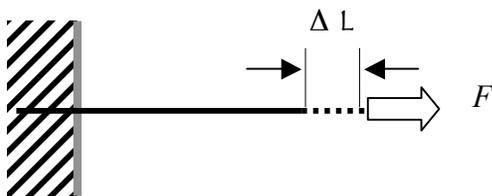


LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Quand un matériau est soumis à l'action d'une force, certaines contraintes s'établissent à l'intérieur du matériau. Cette action entraîne des déformations. Une pièce d'un objet doit résister aux efforts qu'elle aura à supporter. Sa forme et ses dimensions doivent lui permettre de résister à ces efforts.

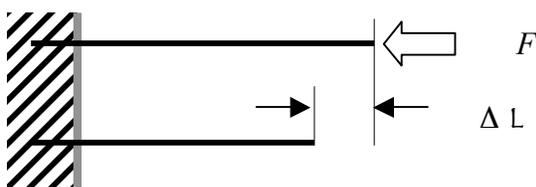
Contraintes mécaniques pouvant être infligées à un matériau

Traction

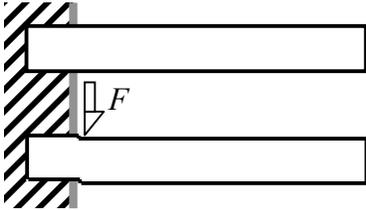


La force agit dans l'axe de la pièce a tendance à l'allonger.
En résistance des matériaux, on vérifie l'allongement longitudinal en appliquant une force de traction de chaque côté du matériau. On peut, entre autre, obtenir l'allongement maximal qui correspond au point de rupture.

Compression



La force agit sur l'axe de la pièce et a tendance à la raccourcir.
On vérifie le raccourcissement en appliquant une force de compression de chaque côté du matériau.

<p>Cisaillement</p> 	<p>Sous l'action de la force, une section de la pièce a tendance à glisser par rapport à l'autre. La force est contenue dans le plan de glissement.</p>
<p>Flexion</p>	<p>Sous l'action de la force, l'axe de la pièce initialement droit, devient courbe.</p>

Le matériau employé pour la fabrication d'une pièce doit lui permettre de résister aux efforts mentionnés dans le tableau précédent.

Tous les matériaux ne résistent pas de la même façon aux efforts de rupture et d'usure.

Pour connaître leur comportement, il faudrait fabriquer la pièce, la soumettre aux efforts, noter les déformations sous la charge et enfin, déterminer les conditions de rupture. Cette méthode, employée en aviation, a le gros inconvénient d'être très dispendieuse.

Dans l'étude de la résistance des matériaux, on ne déforme, jusqu'à rupture, que des pièces de formes simples (éprouvettes) fabriquées à l'aide de matériaux utilisés pour fabriquer les pièces.



AUTRES PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

Dureté	Capacité de résister à la pénétration et à la déformation.
Ductilité	Capacité d'être étiré en fil sans se rompre.
Élasticité	Capacité de reprendre sa forme initiale quand la force agissant sur le matériau cesse.
Résilience	Capacité de résister aux assauts et de conserver sa forme après ces assauts.
Malléabilité	Capacité d'être façonné de l'outillage ou d'être réduit en feuille sans se déchirer.
Résistance à la corrosion	Capacité de résister aux sels et produits chimiques.
Tenacité	Capacité de résister à une force de traction.



LES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

Mode d'utilisation des vignettes

Précisons que ces vignettes ont été conçues en complément de l'animation intitulée «**Les procédés industriels**». Nous mettons les enseignants en garde contre l'idée de faire apprendre par cœur le nom de tous ces procédés, ce serait une pratique à proscrire. Il vaut mieux, intégrer leur usage dans le cadre d'une situation d'apprentissage. Elles peuvent être utilisées de plusieurs façons.

Lors d'une démarche d'analyse d'un objet technique, il se peut que nous ayons à préciser les procédés utilisés lors de la fabrication de chaque pièce de cet objet. Plutôt que de décrire par des mots chaque procédé utilisé, il peut être utile d'utiliser ces vignettes en les glissant dans une illustration ou une photo de cet objet en reliant vignette et composante par exemple.

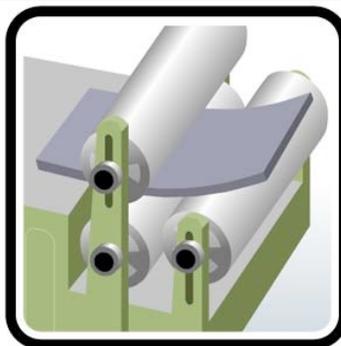
Les vignettes peuvent également être imprimées en grand format et placées sur les murs de la classe atelier lors d'une étude de fabrication. Cette pratique crée un visuel attrayant autour des élèves. C'est encore mieux si on peut trouver des exemples d'application de ces procédés à travers des objets réels qui peuvent être montrés aux élèves. Elles peuvent également servir à créer une présentation de diapositives ou être imprimées et remises tout simplement à l'élève comme référence.

FORMAGE DES MÉTAUX



LE FLUOTOURNAGE

Le fluotournage sert à la production de divers organes mécaniques circulaires.



LE CINTRAGE

Le cintrage sert à courber des pièces métalliques allongées (plaques, tubes, profilés).



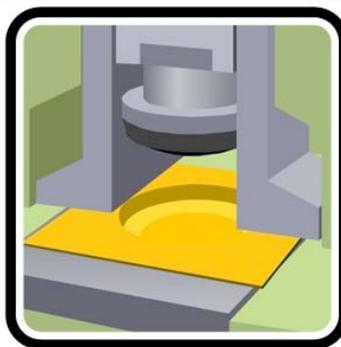
LE PLIAGE

Le pliage sert à plier des plaques et des tôles métalliques pour obtenir, entre autres, des profilés.



LE FORGEAGE

Le forgeage sert à produire en large série des pièces devant offrir une grande résistance.



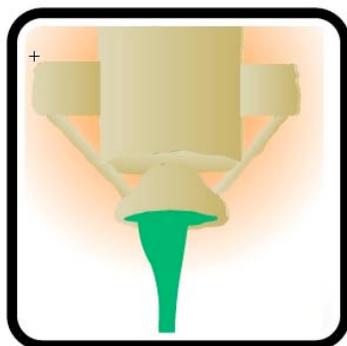
L'EMBOUITISSAGE

L'emboutissage (ou matriçage) permet d'obtenir rapidement un volume à partir d'une plaque mince.



L'EXTRUSION

L'extrusion permet la production de profilés de grande longueur.



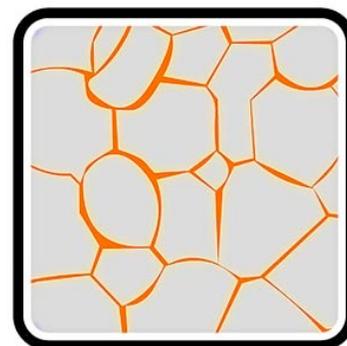
LE MOULAGE À LA CIRE PERDUE

Le moulage à la cire perdue permet de produire rapidement, avec précision et à faible coût des pièces complexes en petites séries.



LE MOULAGE AU SABLE

Le moulage au sable produit avec précision et à faible coût des pièces mécaniques de toutes tailles, en petite série.



LE FRITTAGE

Le frittage permet de réaliser pièces de formes très variées, de composer des alliages et de contrôler la porosité et la dureté des pièces.

USINAGE DES MÉTAUX



LE FRAISAGE

Le fraisage permet de transformer un bloc de matériau fixe, en lui retirant de la matière



LE TOURNAGE

Le tournage permet de transformer une pièce en rotation, en lui retirant de la matière



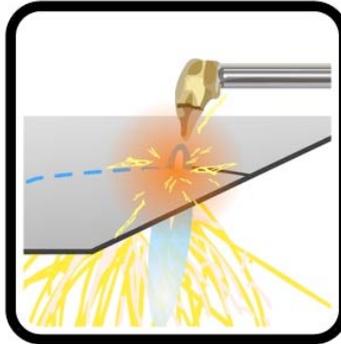
LE RECTIFIAGE

Le rectifiage permet de retirer avec précision de petites quantités de matière ou d'obtenir le fini d'une pièce.



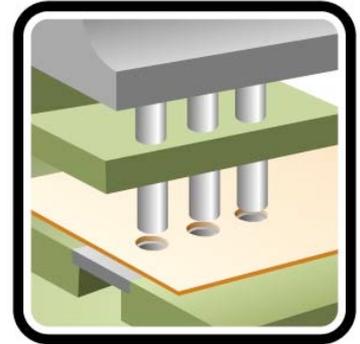
LE CISAILLAGE

Le cisailage permet de couper rapidement des tôles métalliques.



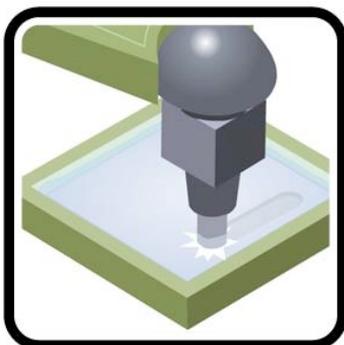
L'OXYCOUPAGE

L'oxycoupage sert à tailler librement et avec peu d'effort des plaques métalliques.



LE POINÇONNAGE

Le poinçonnage sert à perforer, couper et mettre en forme des plaques métalliques minces.



L'ÉLECTROÉROSION

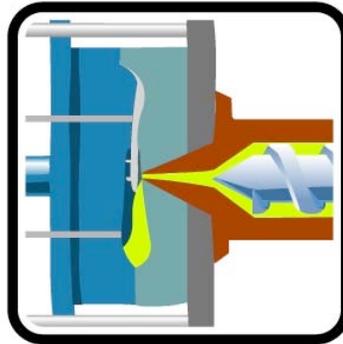
L'électroérosion permet d'usiner avec beaucoup de précision les métaux conducteurs, peu importe leur dureté.

FORMAGE DES PLASTIQUES



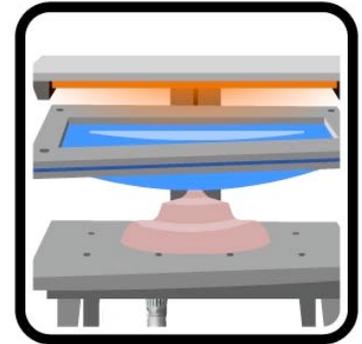
LE THERMOPLIAGE

Le thermopliage sert principalement à la production sur mesures et en petites séries d'objets simples dont l'épaisseur des parois est uniforme.



L'INJECTION

L'injection sert principalement à la production en grandes séries d'objets de formes complexes ou comportant des détails précis.



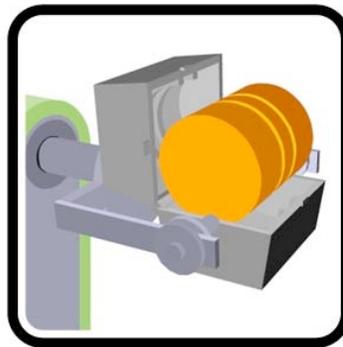
LE THERMOFORMAGE

L'injection sert principalement à la production en grandes séries d'objets de formes complexes ou comportant des détails précis.



L'EXTRUSION

L'extrusion sert à la production en continu de différentes formes de profilés.



LE ROTOMOULAGE

Le rotomoulage permet la production de pièces volumineuses et creuses.

USINAGES DES MATÉRIAUX LIGNEUX



LE DÉGAUCHISSAGE

Le dégauchissage permet de dresser une première face d'une planche.



LE RABOTAGE

Le rabotage permet de dresser la seconde face d'une planche dont la première a été dégauchie.



LE TOUPELLAGE

Le toupillage permet d'obtenir des profilés de bois, aussi appelés « moulures »



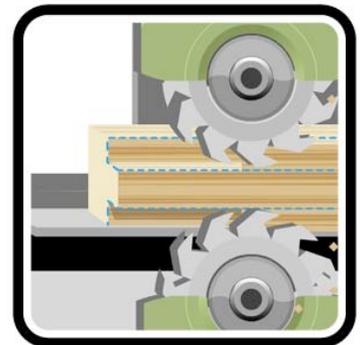
LE TOURNAGE SUR BOIS

Le tournage sur bois permet de façonner des pièces de bois cylindriques.



LE MORTAISAGE

Le mortaisage permet de produire des pièces de bois complexes.



LE TENONNAGE

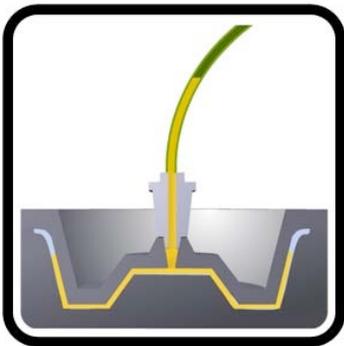
Le tenonnage permet de produire des pièces de bois complexes.



LE GOUJONNAGE

Le goujonnage permet de produire des pièces des goujons de bois .

FORMAGE DES COMPOSITES



LE MOULAGE BASSE PRESSION

Le moulage des matériaux composites permet la production d'objets devant résister à des contraintes importantes.



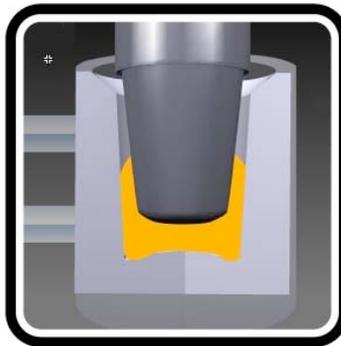
LE MOULAGE PAR PROJECTION SIMULTANÉE

FORMAGE DES VERRES ET CÉRAMIQUES



LE SOUFFLAGE

Le soufflage permet de produire des contenants de verre et autres objets creux.



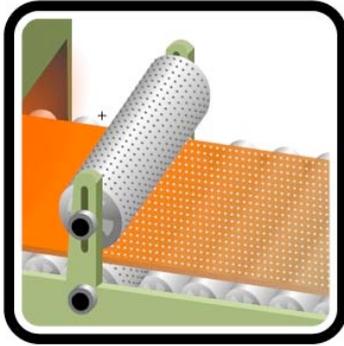
LE PRESSAGE

Le pressage permet de produire des contenants de verre et autres objets creux



LE PROCÉDÉ « FLOAT »

sert à la production du verre plat et des miroirs, et ce de façon plus performante que le laminage.



LE LAMINAGE

Le laminage sert à produire du verre texturé.

ASSEMBLAGES DIRECTS



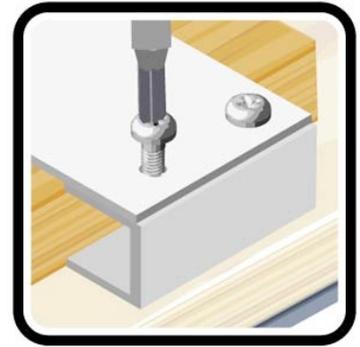
LE CLOUAGE

Le clouage industriel permet d'assembler rapidement des pièces de bois entre-elles (charpentes, caisses, palettes...).



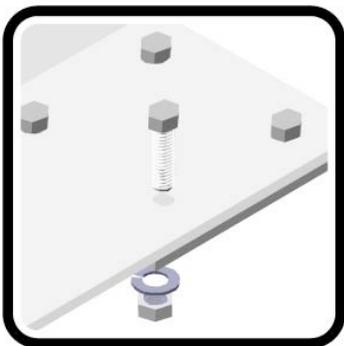
LE VISSAGE DU BOIS

Le vissage permet d'assembler de façon indirecte deux pièces entre-elles.



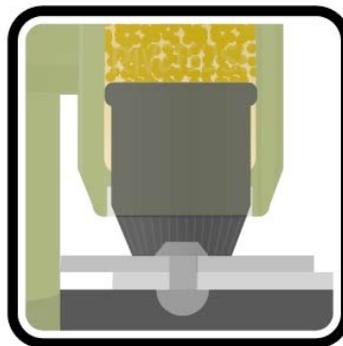
LE VISSAGE DU MÉTAL

Le vissage permet d'assembler de façon indirecte deux pièces entre-elles.



LE BOULONNAGE

Le boulonnage permet l'assemblage démontable de pièces entre-elles.



LE RIVETAGE

Le rivetage permet d'assembler de façon permanente et rapide deux pièces minces



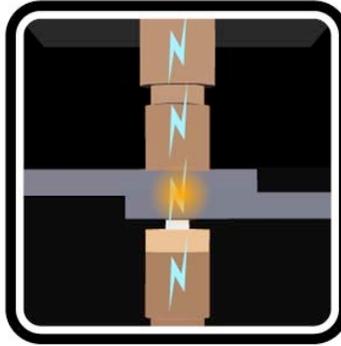
LE SOUDAGE À L'ARC

Le soudage à l'arc permet de réaliser des liaisons indéfectibles à l'aide d'un joint de métal fondu



LE SOUDAGE AU GAZ

Le soudage au gaz permet de réaliser des liaisons indémontables à l'aide d'un joint d'alliage fondu (soudure)



LE SOUDAGE PAR POINT

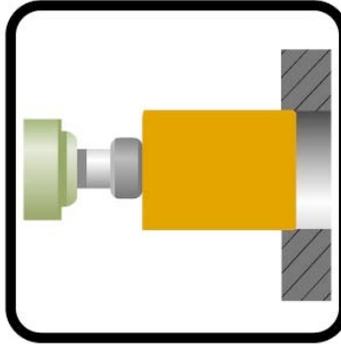
Le soudage par point permet de souder de façon presque indécélable deux pièces entre-elles.

ASSEMBLAGES INDIRECTS



LE COINÇAGE

Le coinçage permet un assemblage résistant tout en permettant, au besoin, de désassembler facilement les pièces (amovibilité).



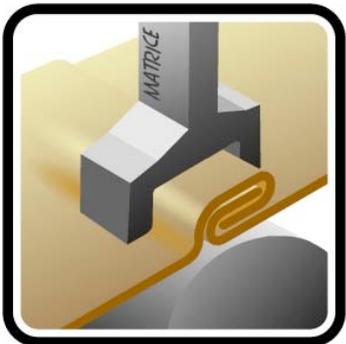
LE FORÇAGE PAR COMPRESSION

Le forçage par compression permet d'assembler des pièces de formes complémentaires en utilisant leur élasticité.



LE FRETTAGE

Le frettage permet d'assembler des pièces de formes complémentaires en utilisant la dilatation ou la contraction thermique.



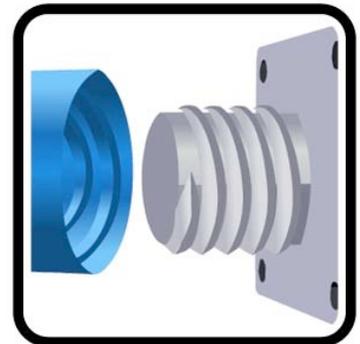
LE SERTISSAGE

Le sertissage permet d'assembler rapidement et à faible coût des pièces entre-elles.



L'AGRAFAGE

L'agrafage permet d'assembler des pièces de formes complémentaires à l'aide de griffes.



LE FILETAGE

Le filetage permet d'assembler des pièces de formes complémentaires à l'aide de filets.

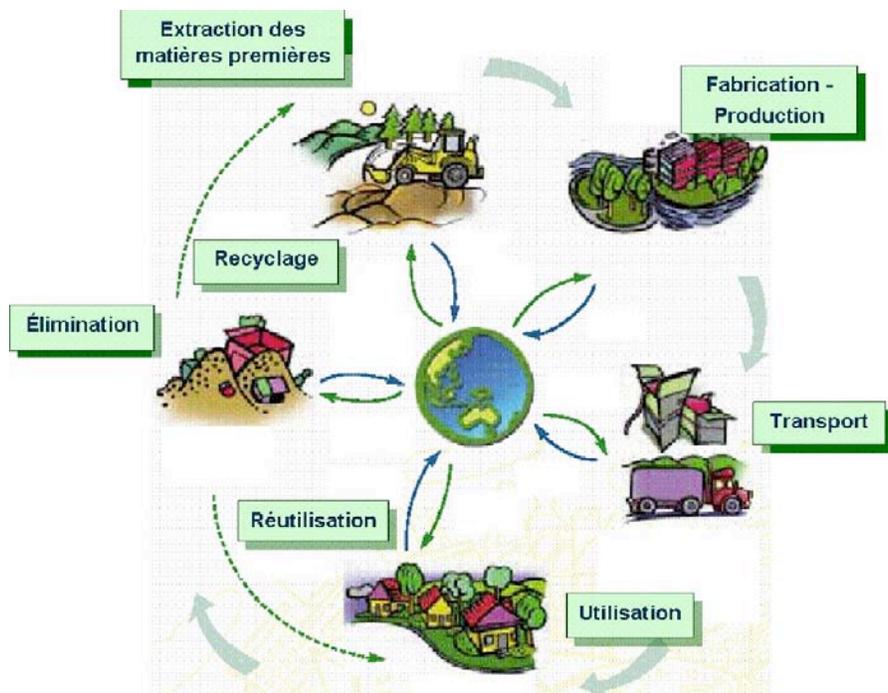
Extrait du site Internet :

<http://sunensa.uqac.ca/empreinte/acv.htm#Analyse de cycle de vie>

Analyse du cycle de vie

Les produits que nous consommons augmentent notre empreinte écologique bien plus que nous ne pouvons le soupçonner.

Depuis l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination des matières résiduelles, un produit implique de nombreuses étapes tout au long de sa vie (fabrication, transport, conservation, etc.). Or chacune de ces étapes consomme de l'énergie et des ressources, autrement dit chacune de celles-ci augmente l'empreinte écologique du produit.



Lorsque nous consommons un produit, l'empreinte écologique de son **cycle de vie** devient la nôtre. Certains gestes que nous considérons anodins au quotidien peuvent, en réalité, augmenter fortement l'empreinte que nous laissons sur la planète.

Avez-vous déjà pensé à ce qu'implique la consommation d'un simple **verre de lait** ? Cela implique :

- une surface cultivable pour la nourriture consommée par les vaches ;
- l'eau utilisée pour faire pousser la nourriture et abreuver les vaches ;
- du travail humain et/ou des machines consommant de l'énergie pour faire les semailles ;
- de l'espace pour l'élimination des déchets produits par les vaches ;
- du travail humain et/ou des machines consommant de l'énergie pour la traite ;
- encore de l'énergie pour les machines traitant le lait (pasteurisation, homogénéisation, etc.) ;
- des matières premières et toujours de l'énergie pour emballer le lait dans des sacs ou des cartons ;
- des combustibles et encore et toujours de l'énergie pour transporter le lait tout en le conservant au frais ;
- le besoin énergétique des réfrigérateurs du supermarché ;
- l'énergie que vous utiliserez en vous rendant à votre supermarché
- l'énergie employée par votre réfrigérateur ;
- les ressources naturelles requises pour éliminer le carton ou le sac de lait que l'on jettera aux ordures ;

Pensez-y !

BIBLIOGRAPHIE

Livres

Société des Industries du Plastique du Canada. Les plastiques aujourd'hui et demain, mars 1990, 96 p.

GUILLETTE, André. Éléments de physique du bois, éditions FM, Laval, 1982, 153 p.

Sites Internet

TECHNOLOGIE ANALYSE

<http://technoargia.free.fr/cms2/?Techno:6%E8me>

MATÉRIAUX BIOMÉDICAUX

http://www.infoscience.fr/dossier/biomateriaux/biomateriaux_som.html

TOUT SAVOIR SUR LES CÉRAMIQUES

<http://www.ceramic-center.com>

SITE FRANÇAIS SUR LE BOIS

<http://www.site-en-bois.net/fr/accueil.phtml>

PLASTIQUES DANS NOTRE VIE

<http://plastics.ca/?lang=FR>

DIFFÉRENTS TYPES DE MATIÈRES PLASTIQUES

<http://www.cap-sciences.net/upload/sites/dossierspedago/Fiche6-différents-plastiques.pdf>

<http://www.lesplastiques.com>

<http://www.plastics.ca/>

<http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-plastiques.pdf>

Ministère des ressources naturelles et de la faune du Canada

<http://www.mrn.gouv.qc.ca>

EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

<http://www.agir21.org/flash/empreinteeoweb/loadcheckplugin.html>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Empreinte_%C3%A9cologique

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/jeunesse/jeux/questionnaires/Empreinte/Questionnaire.htm>

RESSOURCE EN TECHNOLOGIE (ACADÉMIE DE REIMS)

<http://www.ac-reims.fr/datice/techno/ressources/6eme/ressources.htm>

<http://phares.ac-rennes.fr/techno/techno6/exi6.ppt>