

*Qu'est-ce
Qu'un Collage ?*



Définition d'une Colle

Ů Une colle est un produit qui permet à un objet d'adhérer à un autre matériau de manière permanente et durable, même si les objets sont de natures différentes.



Avant-propos

Les termes COLLE et ADHESIF seront employés indifféremment. Ils représentent le même produit et assurent les mêmes fonctions.

Initialement, le mot COLLE n'était utilisé que lorsqu'on évoquait les produits naturels : *colles d'origine végétale, animale ou minérale ...*



Par opposition, le mot ADHESIF
était associé aux produits
synthétiques.

De plus en plus, on utilise ce
dernier terme pour qualifier les
produits utilisés en collage.



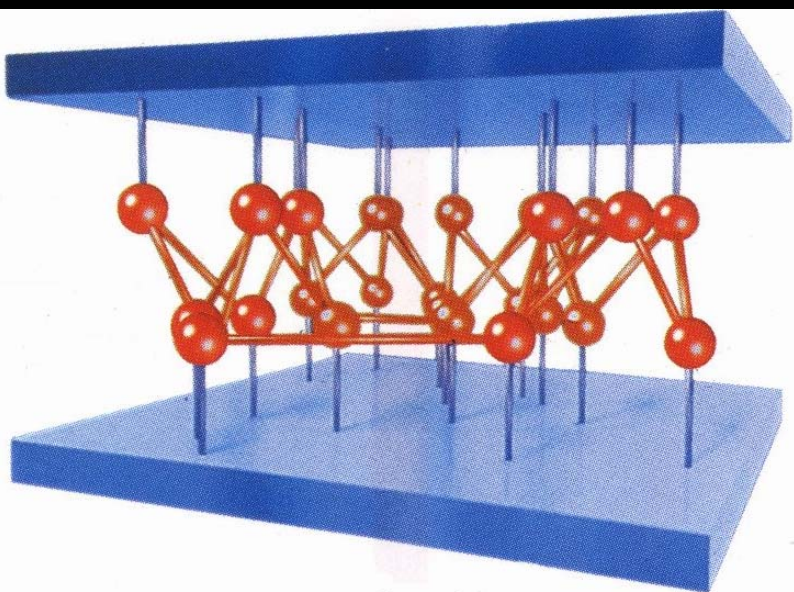
Pourquoi le collage

Parce qu'il respecte les matériaux

- Pas d'élévation de température
- Pas de déformation des pièces
- Efforts répartis sur toute la surface
- Meilleure tenue aux chocs
- Diminution du bruit
- Pas de corrosion
- Etanche
- Diminution du poids
- Utilisation de matériaux composites



Présentation succincte du collage



Substrat 1

**Joint de
colle**

Substrat 2



Pourquoi ça colle ?

La compréhension des mécanismes d'adhésion passe par des théories Complexes et Incomplètes.

Complexes car elle fait intervenir des interactions aux niveaux des distances interatomiques de l'ordre de 1 à 5 Å. (10^{-10}m).

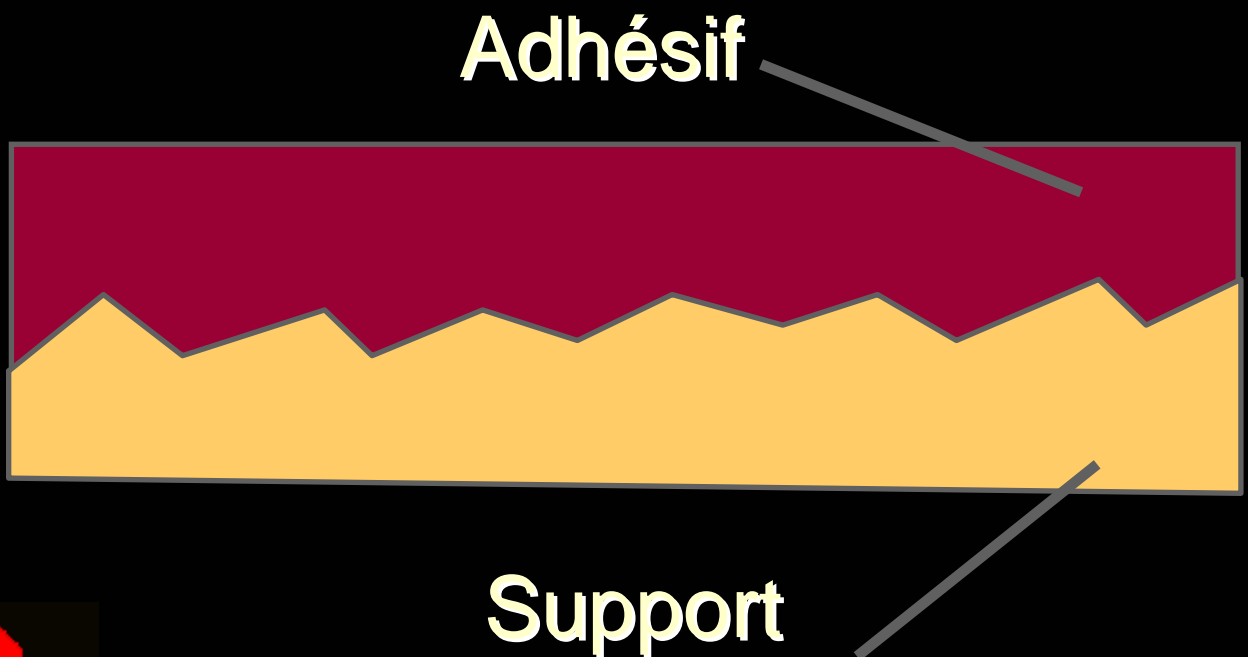


Incomplètes, car les moyens
d'analyse doivent être très
sophistiqués pour voir et
comprendre ce qui se passe
à l'interface d'un assemblage collé.



Une approche physique.

- Elle a pour but de tenter d'expliquer le principe du collage avec des théories touchant à la ... Mécanique (*pénétration de l'adhésif dans les porosités du support*)



↳ **Molécule**

(théorie de Van Der Waals donnant une notion de polarisation).

↳ **Force électrostatique**

(attirance des dipôles entre l'adhésif et le support).

↳ **Réaction chimique favorable qui peut se produire entre le support et l'adhésif.**



Toutes ces forces sont capables de donner à la colle des propriétés adhésives, elles ne sont pas mises en jeu au même moment mais elles contribuent toutes ensemble au collage.



Une approche thermodynamique

- Ů L'analyse physique n'est pas complètement satisfaisante, elle ne rend pas compte de la quantité de liaisons.
- Ů Celles-ci dépendent aussi de la surface des corps en présence, d'où la notion de mouillabilité.

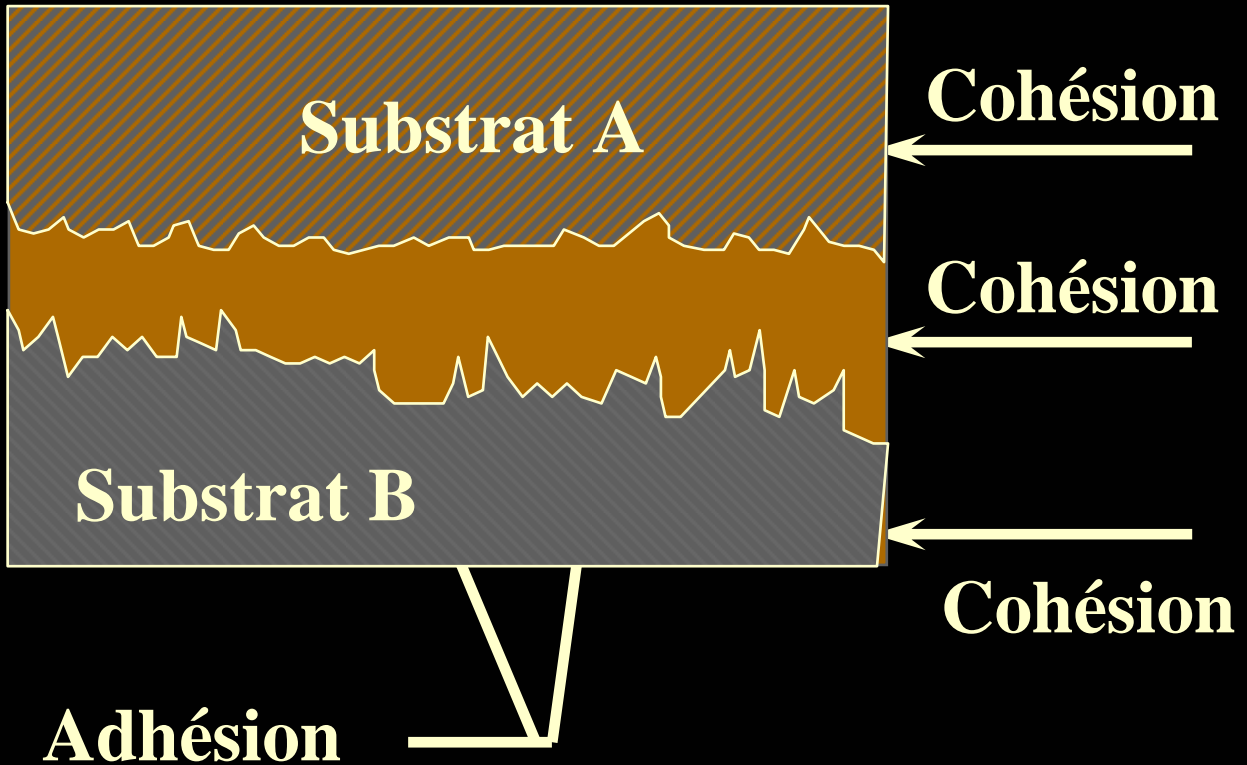


Une approche tridimensionnelle.

- ŧ Les 2 approches précédentes ne prennent pas en compte les éventuelles modifications morphologiques ou structurales des surfaces, le facteur temps étant aussi ignoré.
- ŧ Nous abordons ici une notion extrêmement importante : *le paramètre de durabilité.*



Adhésion



La force du joint d'adhésif dépend de :

- ū La force de cohésion interne de l'adhésif.
- ū La mouillabilité, la compatibilité entre l'adhésif et les surfaces des deux substrats.
- ū Les forces de cohésion interne des substrats eux-mêmes.



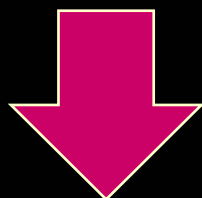
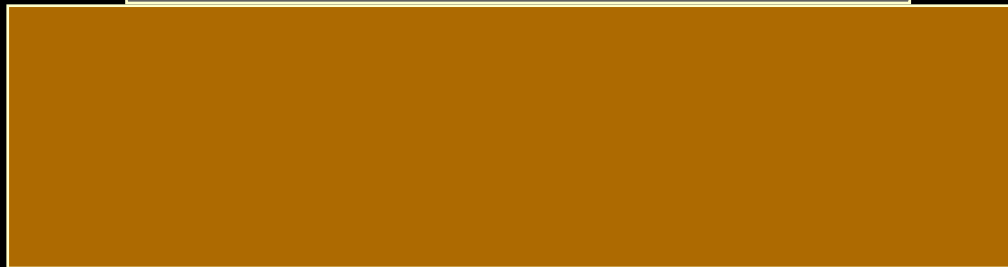
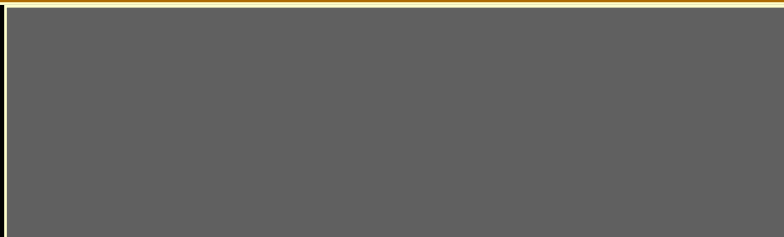
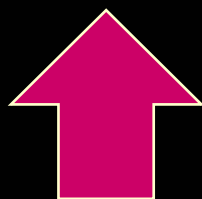
L'adhésion face aux différentes types de contraintes

Ū L'adhésion est la force qui maintient l'assemblage.

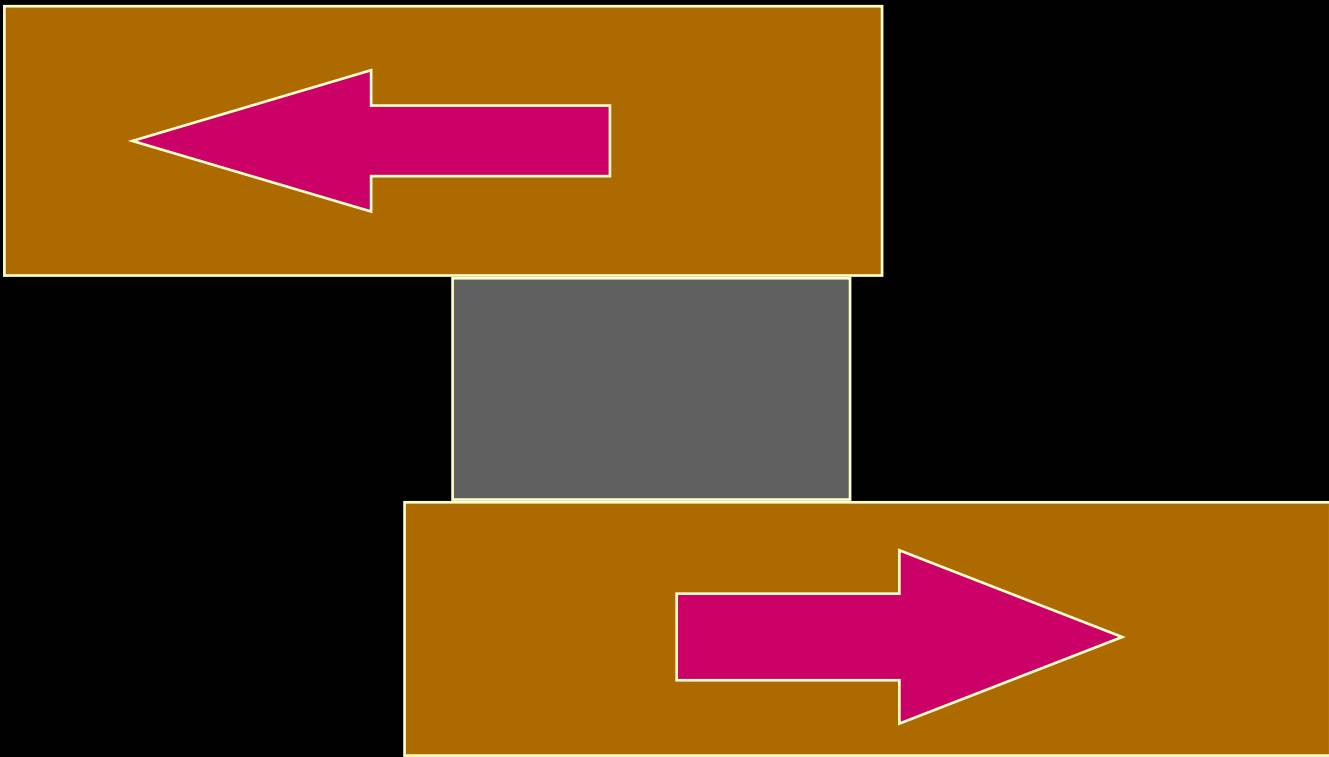
Ū La contrainte est la force qui tente de désolidariser l'assemblage.



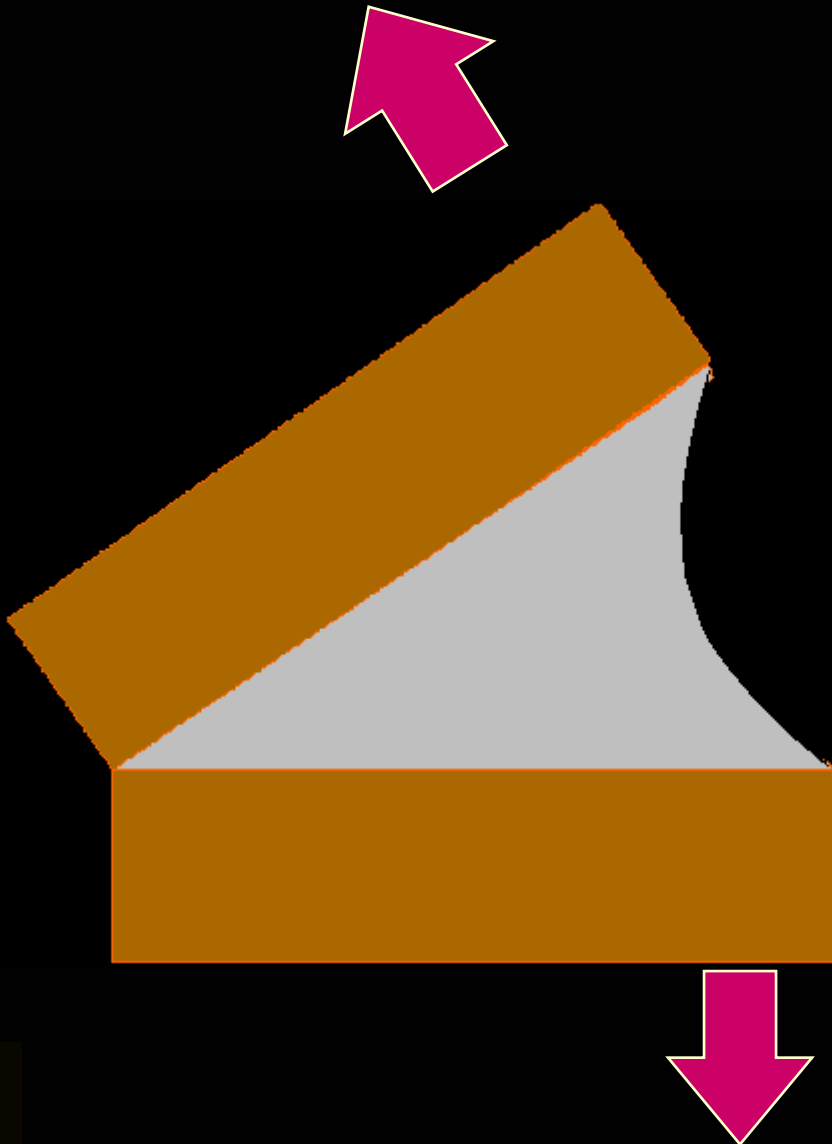
L'arrachement



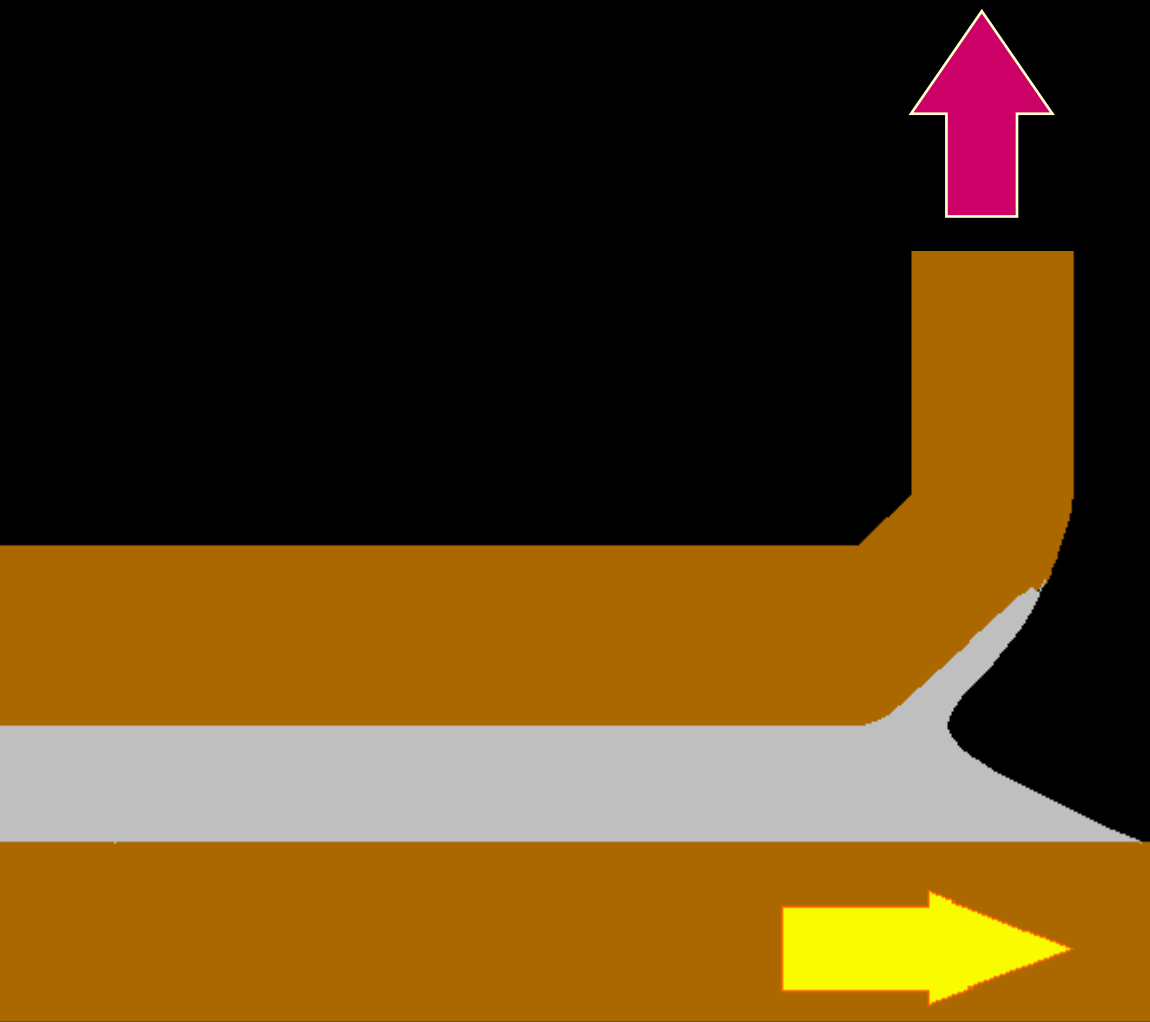
Le Cisaillement



Le Clivage



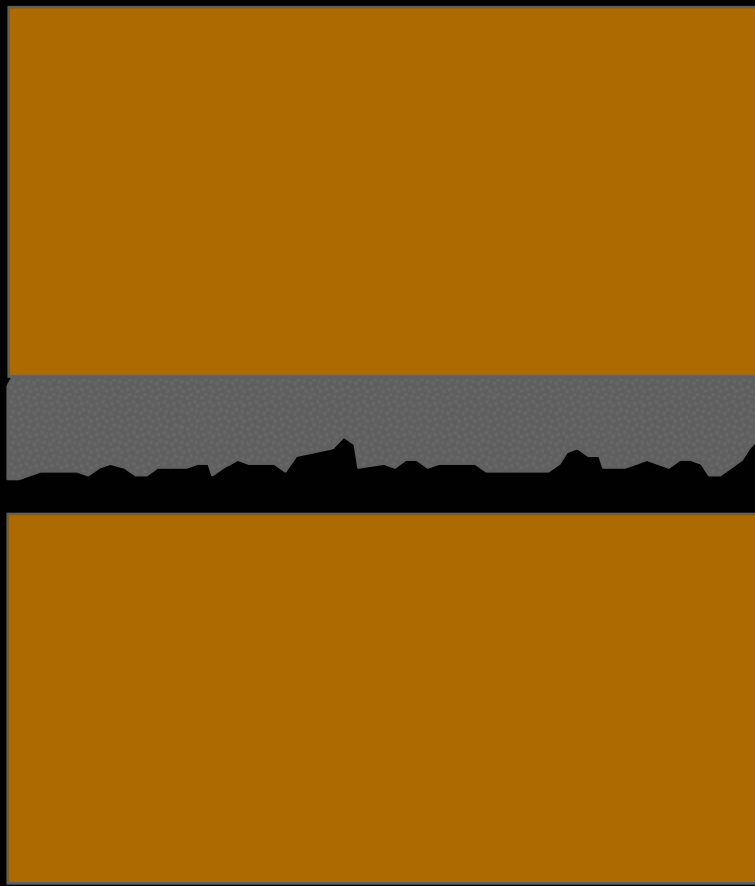
Le Pelage



LES *RUPTURES*



Rupture Adhésive



Rupture Mixte



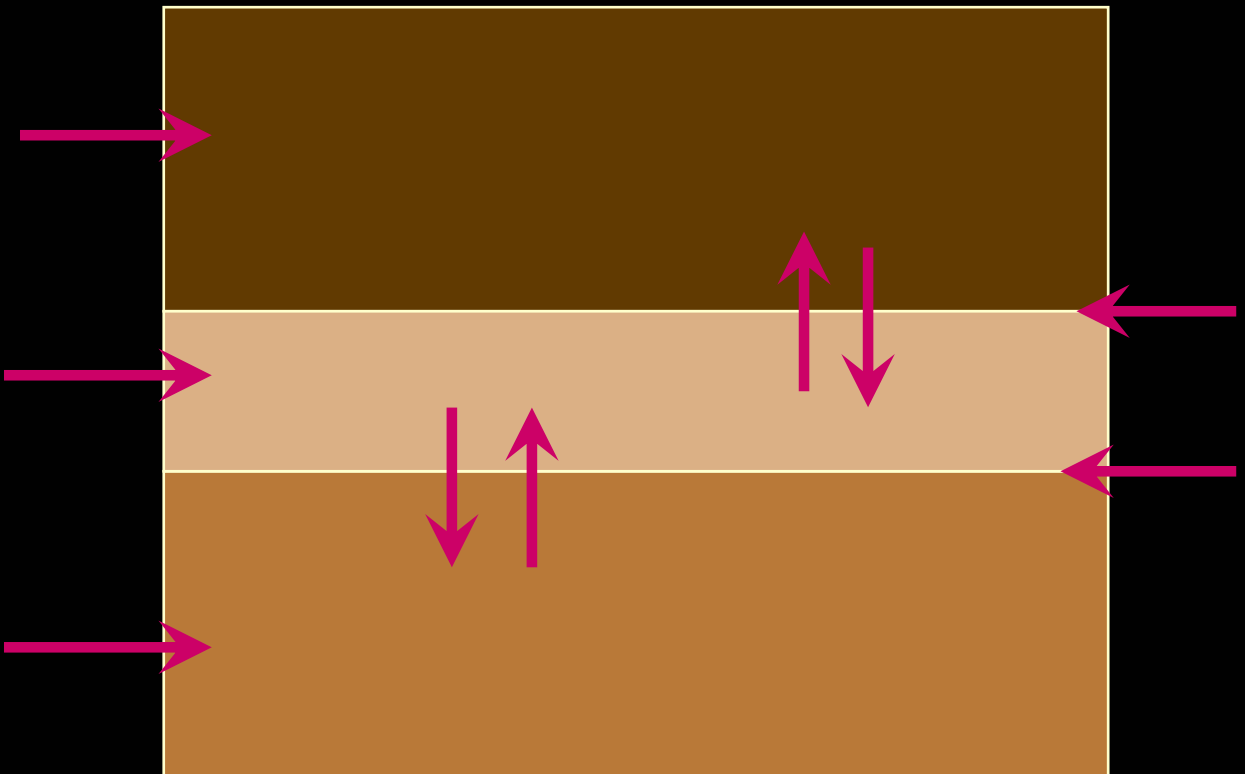
Rupture Cohésive



*Le vieillissement
dans les
assemblages
collés ...*



Comment peut vieillir un assemblage collé ?



Evaluation des Performances.

- **Vieillissement réel.**
- **Vieillissement accéléré : enceinte climatique et brouillard salin disponible auprès de Lepercq**
- **À Suivi de contrôles destructifs pour évaluation de la dégradation (attention aux normes des tests)**



*En couleur, les
tests qui peuvent
être effectués au
sein de Lepercq*



Type de vieillissement accéléré.

Essais simples :

<u>Paramètres étudiés</u>		<u>Types</u>
Température	→	Etuve simple
	→	Enceinte froide
U.V.	→	Xénotest
	→	QUV

Existence de normes NF.

Vieillissement chimique et climatique

.



Essais combinés :

Paramètres étudiés

Types

Température
+ Atmosphère



Enceinte
climatique

T° + Humidité +
Atmosphère saline



Brouillard salin

T° + 100% HR
+ Choc thermique



Cataplasme
humide

Solvant + T°

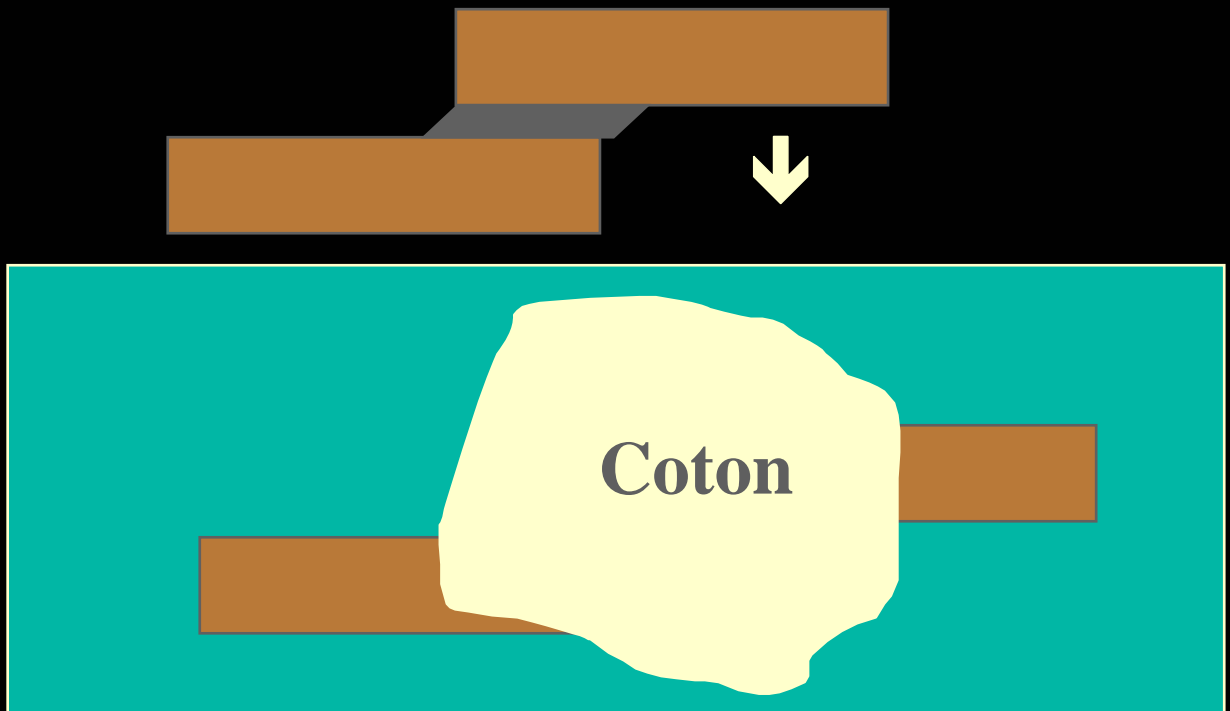


Immersion



Cataplasme Humide

H7, H14, H21



7, 14, 21 jours à + 70°C

4h à - 40°C



Essais cycliques :

Paramètres étudiés

Types

T°, Humidité,
U.V, Gaz → Weather O' Matic

Combinaisons de
différents milieux → Changement
d'appareils

À Suivi de contrôles destructifs pour
évaluation de la dégradation.



Essais

Fluage

Variation de la déformation du matériau en fonction du temps sous sollicitation constante.

2 Types d'essais :

- A température constante : mesure du temps écoulé avant rupture du collage.
- Montée en température : appelé S.A.F.T (*Shear Adhesion Failure Temperature*), détermination de la température de rupture du collage (*gradient T° : $0,4^{\circ}\text{C}/\text{min}$*).



Essais

Fatigue

Courbe de Woehler

But : validation de la tenue
mécanique à la fatigue
(dépassement des 10^6 cycles)



Vieillissement mécanique

Phénomène

Sollicitations mécaniques :

⇒ Dégradations possibles

Manifestations physiques :

- Déformations
- Craquelures, fissures
- Ruptures

Modifications chimiques des chaînes macromoléculaires :

- Glissement des chaînes
- Coupure de chaînes



Types de contraintes imposées

Principalement cisaillement
et pelage.

Ces essais, pouvant être de
longue durée, sont rarement
réalisés sur dynamomètre.
Ils sont effectués en enceinte
climatique avec une masse
déterminée suspendue à
l'éprouvette.



*Les vieillissements
accélérés doivent
TOUJOURS subir
ensuite un test destructif
de type
traction/cisaillement
afin de contrôler la
réaction de l'adhésif
face au vieillissement*



Energie de Surface

Définition thermodynamique :

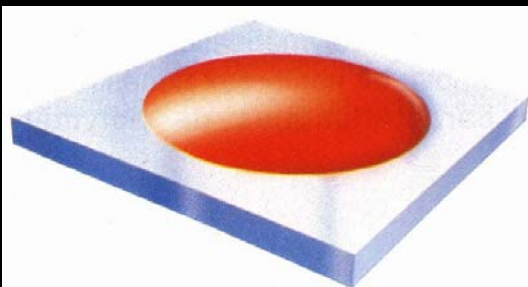
L'énergie de surface d'un solide (*ou tension superficielle*), est basée sur la mouillabilité de la surface de celui-ci par un liquide.

On l'exprime en Dyne/cm à 20°C.

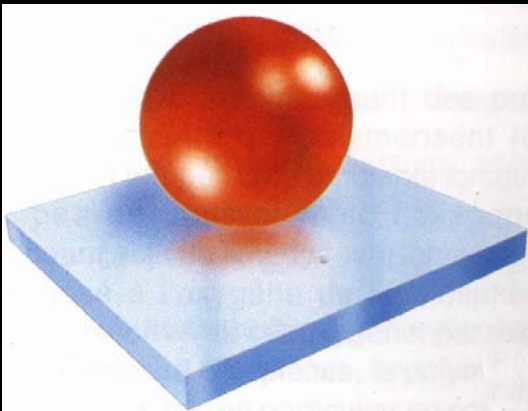


Test de la goutte d'eau

Pratiquement : L'énergie de surface est calculée par l'angle α entre la tangente de la goutte et la surface du substrat.



Matériau à haute énergie de surface.



Matériau à basse énergie de surface.



Energie de surface

Dyne/cm à 20°C

METAUX

CUIVRE	1103
ALUMINIUM	840
ZINC	753
ACIER INOXYDABLE	700-1100
ETAIN	526
PLOMB	453

VERRE

250-300

PLASTIQUES

50-18

Cf Annexes



LES TRAITEMENTS DE SURFACE

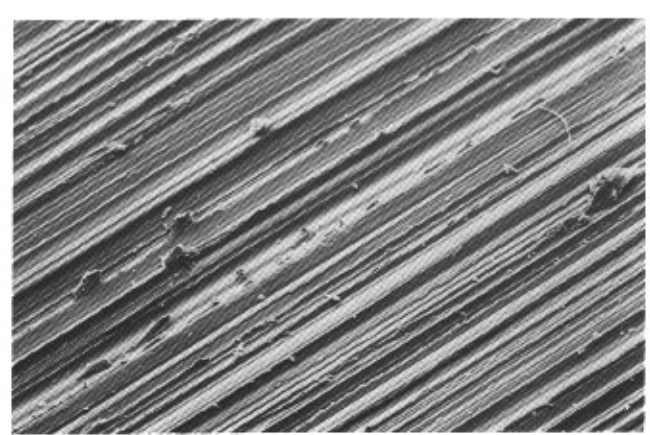


Traitements de Surface

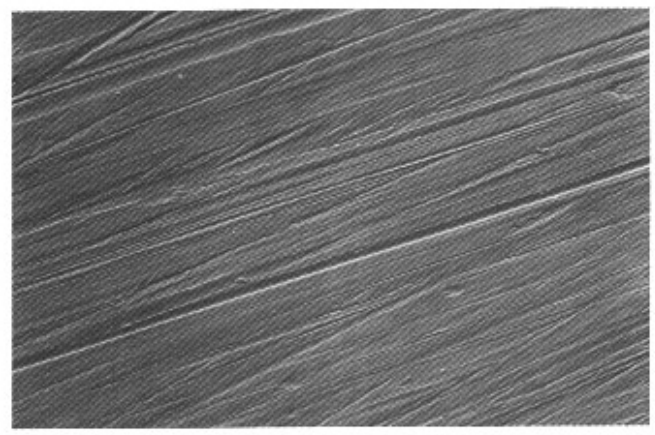
- Traitement mécanique :
 - Sablage, emerisage, ponçage
 - Abrasion
 - Ultrasons
- Traitement chimique :
 - Décapage chimique
 - Décapage par solvant



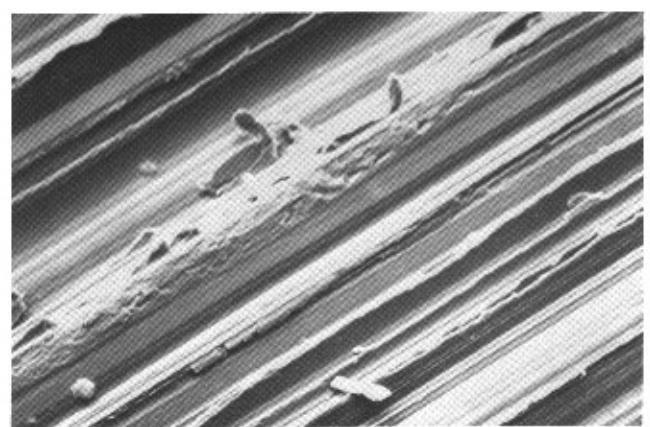
Adhésion mécanique : Quelle est la préparation idéale



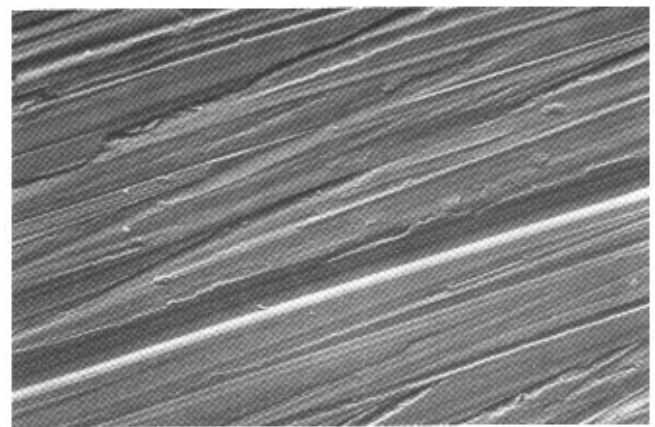
Abrasif appliqué(150)



S/Brite rouge (150)



X1000



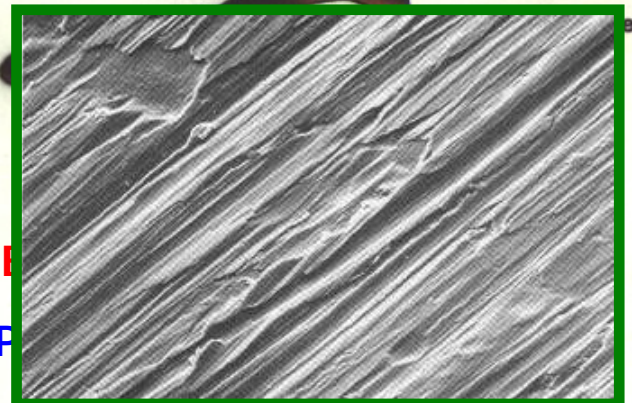
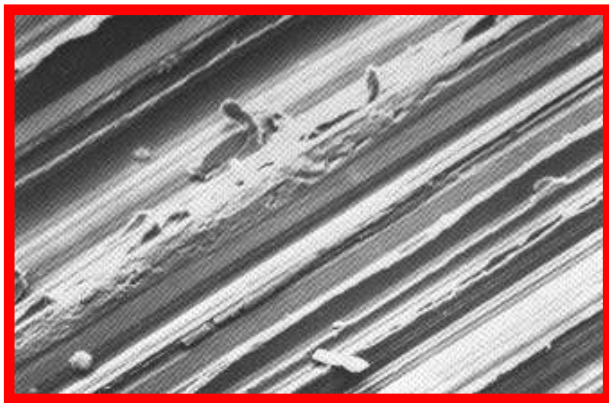
X1000



Adhésion mécanique

Quelle est la préparation idéale ?

Actions de coupe comparées



Micro fissurations

Enlèvement matière

Agressivité contrôlée



A Utiliser ...

Solvants bien adaptés au dégraissage
(par ordre croissant d'agressivité) :

└─ Ethanol

└─ Alcool isopropylique (*IPA*)

└─ Heptane

└─ Trichloréthylène

(à éviter sur l'aluminium car il peut réagir)

└─ Toluène

└─ Acétone

└─ Méthyléthylcétone (*MEC*)



A Proscrire ...

Ũ **White spirit**

Ũ **Diluant peinture**

Ũ **Méthanol (*alcool à bois*)**

Ũ **Essence**

Tous produits laissant un résidu.



Matières Plastiques

- Les polymères sont des matériaux difficiles à coller à cause de leurs faibles énergies de surface.
- Les solutions de traitements de surfaces sont :
 - Primaire
 - Flammage
 - Corona
 - Plasma



LES PRIMAIRES

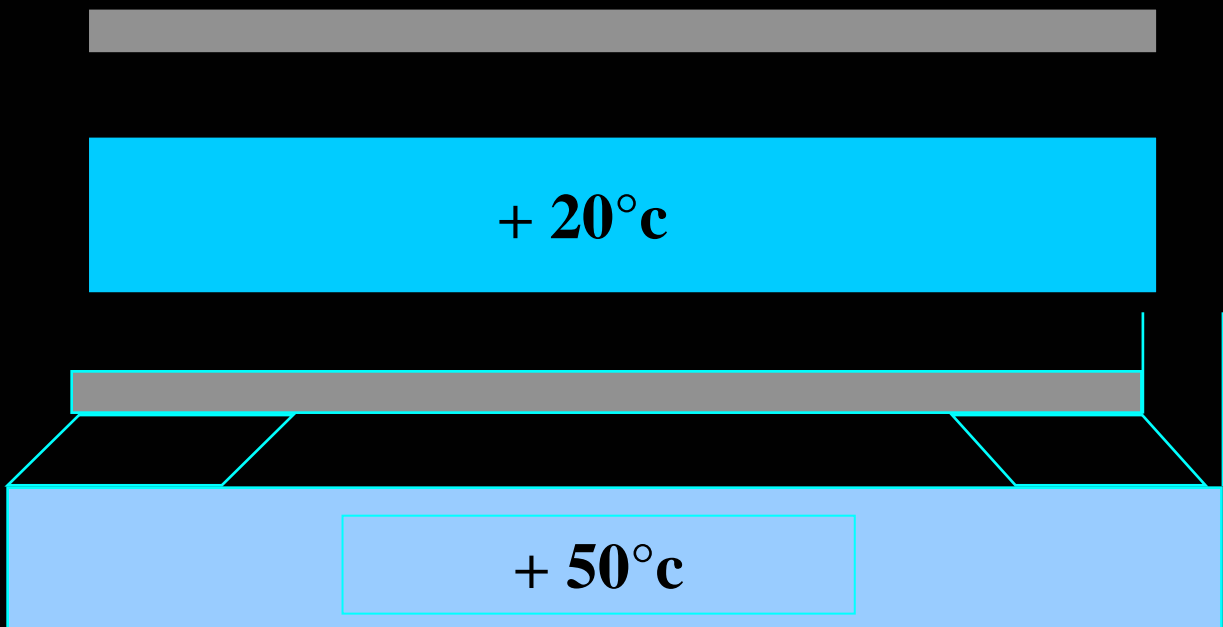
- **Application d'un produit qui va :**
 - **Augmenter l'énergie de surface**
 - **Faire barrière à l'humidité**
 - **Rendre non poreux un matériau**
 - **Protéger contre la corrosion**



Dilatation différentielle

Définition :

Les dimensions d'une pièce sont directement fonction de la température de celle-ci.



Dilatation différentielle

Thermoplastiques :

Soumis à l'action de la chaleur, ils arrivent à une phase pâteuse.

Lors du refroidissement, le matériau retrouve son état initial.

Comportement thermique comparable aux métaux.



Dilatation différentielle

Thermodurcissables :

Soumis à l'action de la chaleur, ils arrivent à une phase pâteuse, puis ils subissent une transformation chimique interne irréversible qui durcit définitivement la matière.

Comportement thermique comparable à l'argile (*cuisson*).



Dilatation différentielle

La formule mathématique est :

$$L_t = L_o(1 + \alpha \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t)$$

L_t : Longueur final

L_o : Longueur initial

α : Coefficient de dilatation

Δt : T° finale- T° initiale



Dilatation différentielle

Exemple :

Acier à $T = 20^{\circ}\text{C}$



1 M

Acier à $T = 100^{\circ}\text{C}$



1 M

1 mm

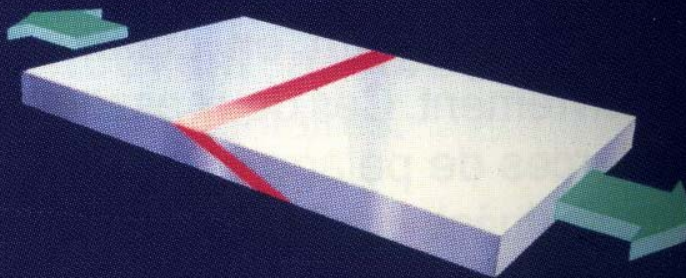
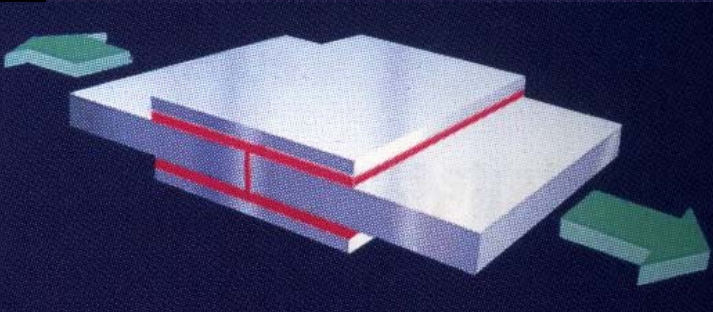
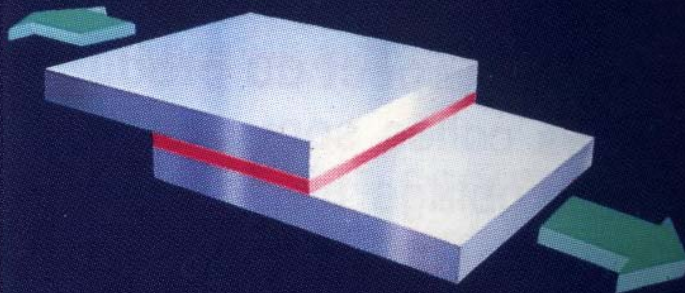
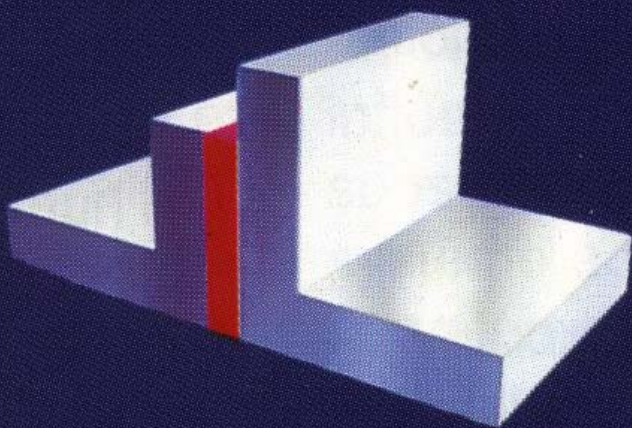
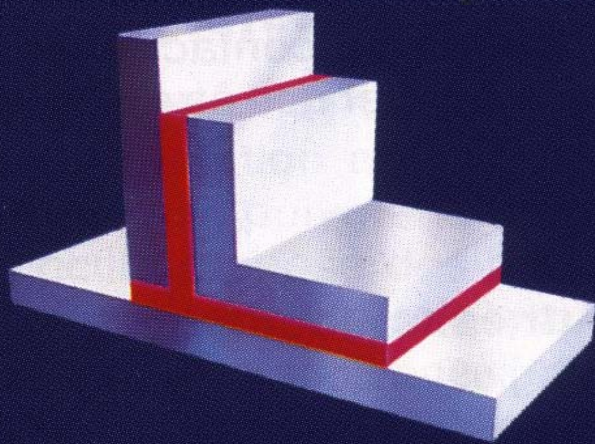
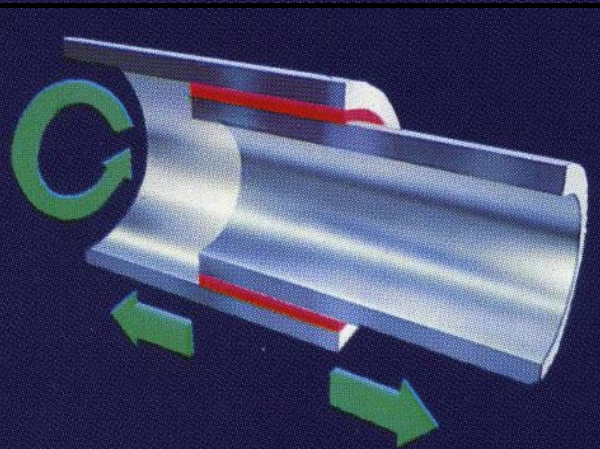
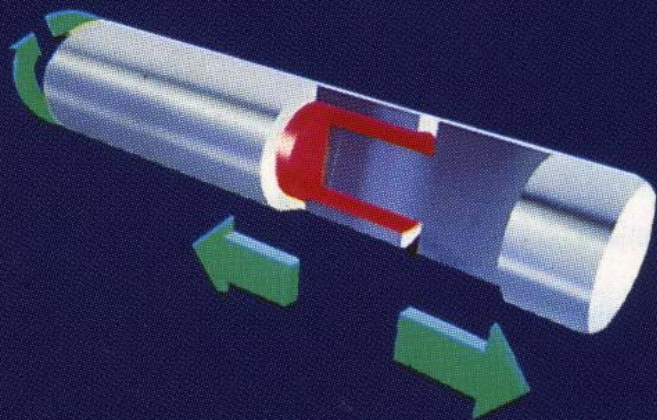
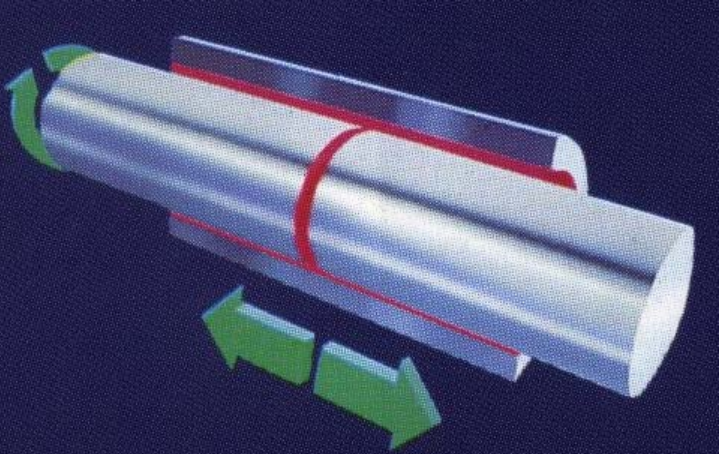
$$L_t = 1(1 + 12 \times 80 \cdot 10^{-6}) \text{ M}$$

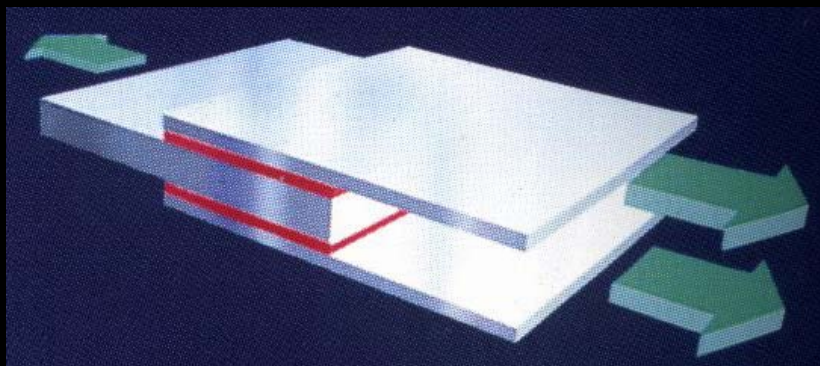
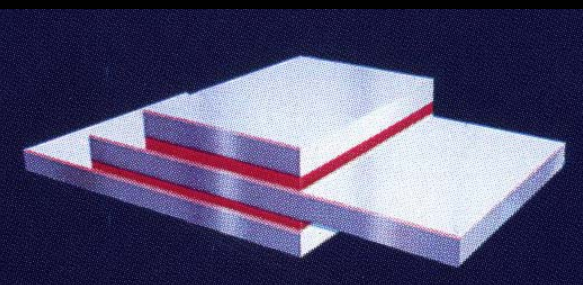
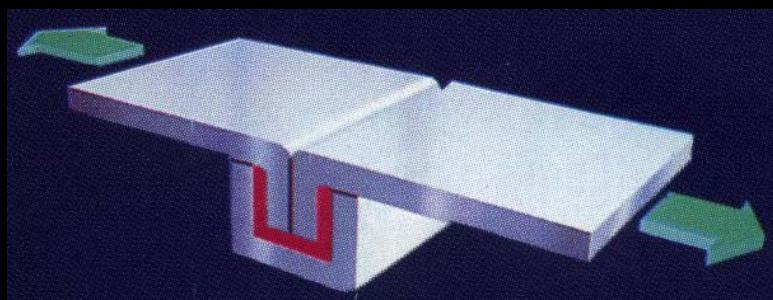
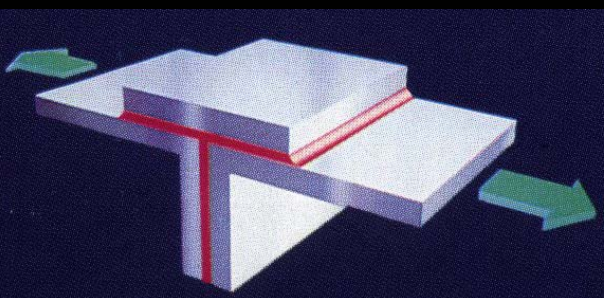
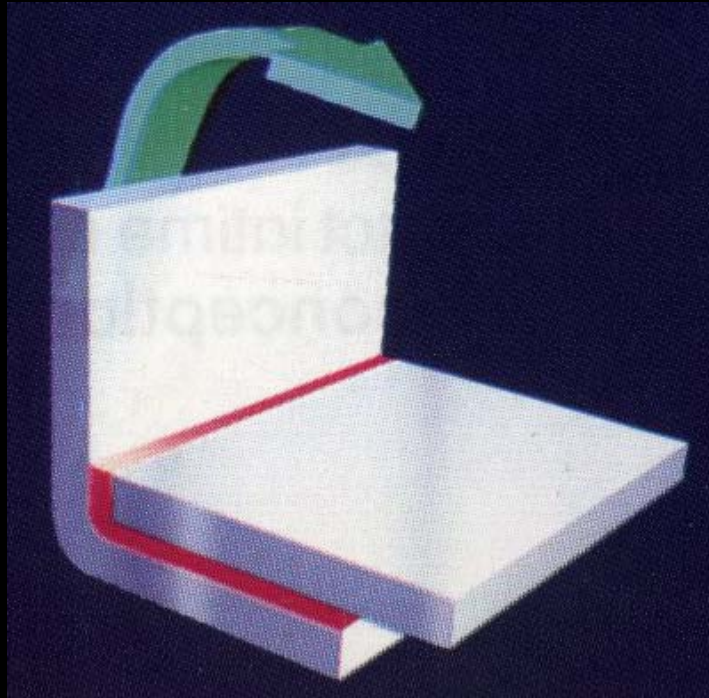
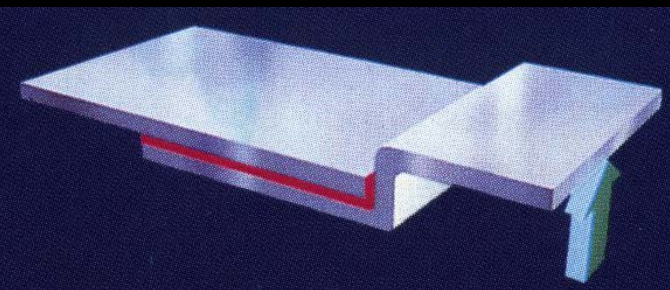
$$L_t = 1,00096 \text{ M soit } 1,001 \text{ M}$$



Les meilleurs formes
de pièces intégrant
le collage







Cahier des charges

**Quels sont les
paramètres à prendre
en compte pour
choisir la colle
adaptée ?**



LES SUPPORTS

- Nature chimique des matériaux et état de surface ainsi que :
 - Surfaces identiques ou non
 - Dimensionnelles
 - Etat de surface
 - Porosité
 - Rugosité
 - Mémoire élastique
 - Température
 - Humides ou sèches



Caractéristiques de l'adhésif

- Temps ouvert, temps de gommage (colles contact)
- Temps de prise
- Grammage
- Viscosité, rhéologie
- Odeur, inflammabilité, toxicité, sécurité
- Vie au stockage
- Consommation mensuelle, annuelle \Rightarrow conditionnement



Mise en œuvre de l'adhésif conditions d'application

- Outil : manuel/automatique
- Température d'application
- Ambiance de l'atelier
- Temps d'application/temps machine
- Tenue immédiate
- Conditions d'affichage
- Réactivation ou non
- Conditions de séchage et/ou polymérisation
- Conditions de stockage
- Hygiène et sécurité



Conditions d'utilisation de l'assemblage collé

- Résistances aux contraintes mécaniques : Types de contraintes
 - Statique :
 - Cisaillement
 - Glissement
 - Pelage
 - fluage
 - Dynamique :
 - Vibrations
 - Chocs
 - Structurale
 - Souplesse
 - Étanchéité



Conditions d'utilisation de l'assemblage collé

- Résistances aux contraintes thermiques
- Tenue à l'immersion
- Tenues aux solvants, huiles
- Tenues aux UV
- Résistances aux bactéries, microorganismes
- Alimentarité
- Tenue au feu

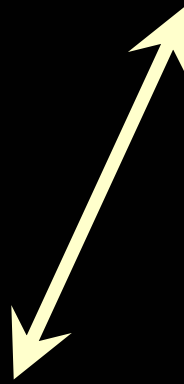
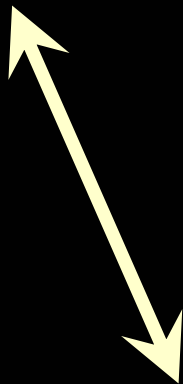


- LE CHOIX FINAL DE
L'ADHESIF RESTE
TOUJOURS UNE
QUESTION DE
COMPROMIS

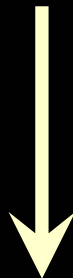


PROCESS

PRODUCTIVITE



COUT MATIERE



PRIX DE REVIENT

