



# Mousses ou solides cellulaires

**Université d'Annaba**  
Faculté des sciences de l'ingénieur  
Département de Génie Mécanique

Mousses ou solides  
cellulaires C6  
MENAIL YOUNES 2019.2020

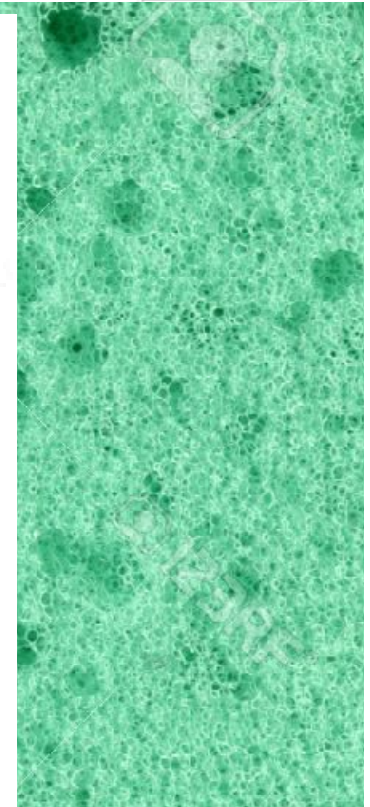
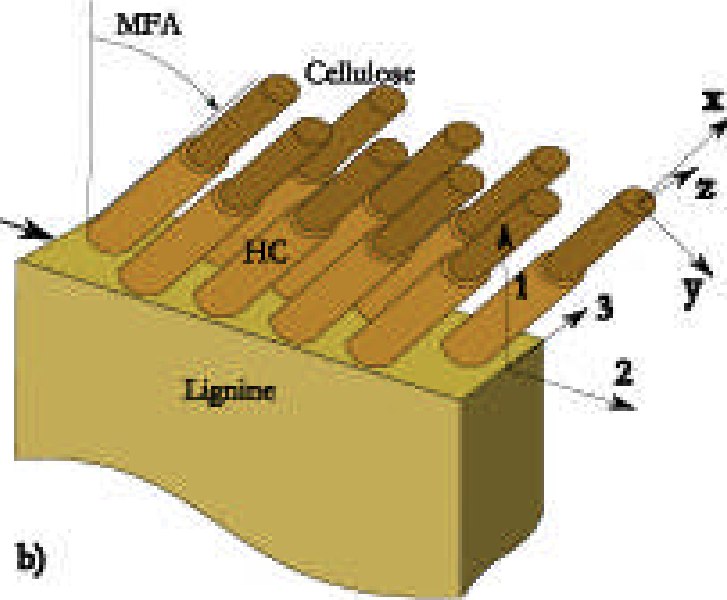
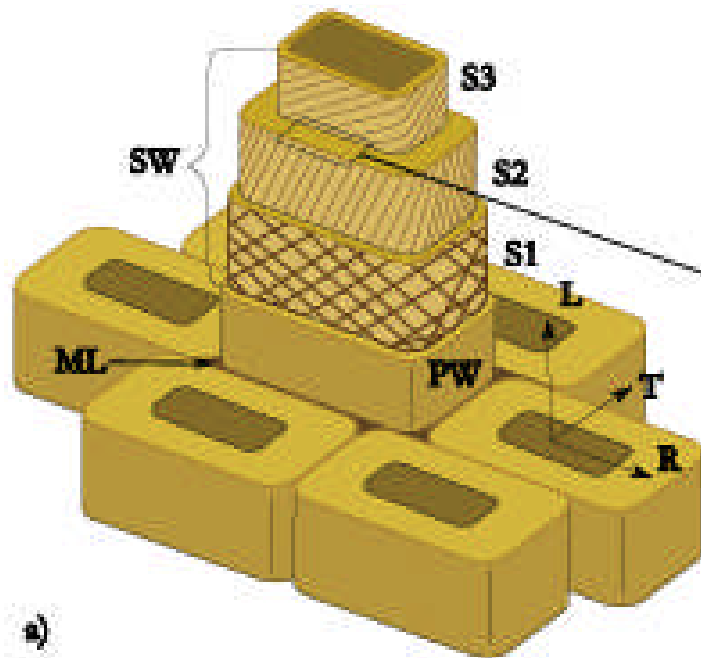
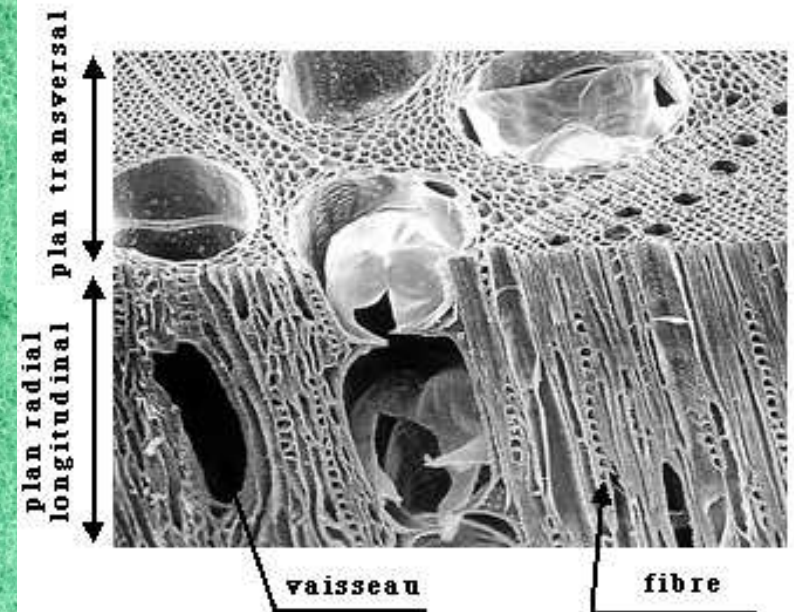
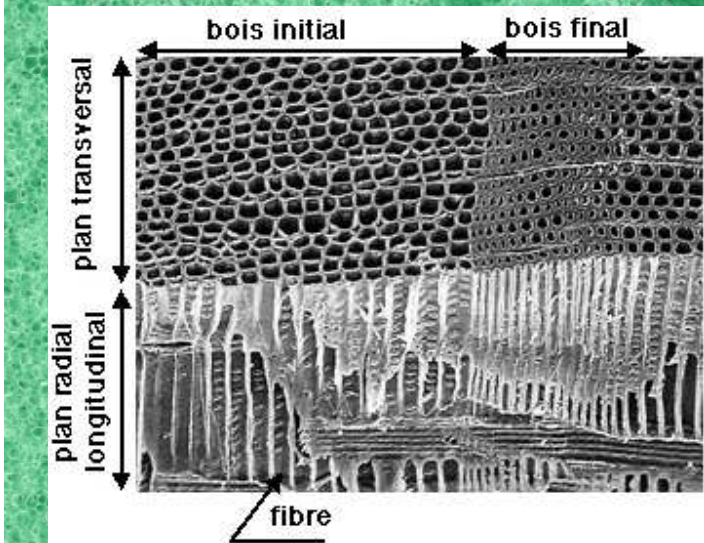
# Mousses ou solides cellulaires

02/28

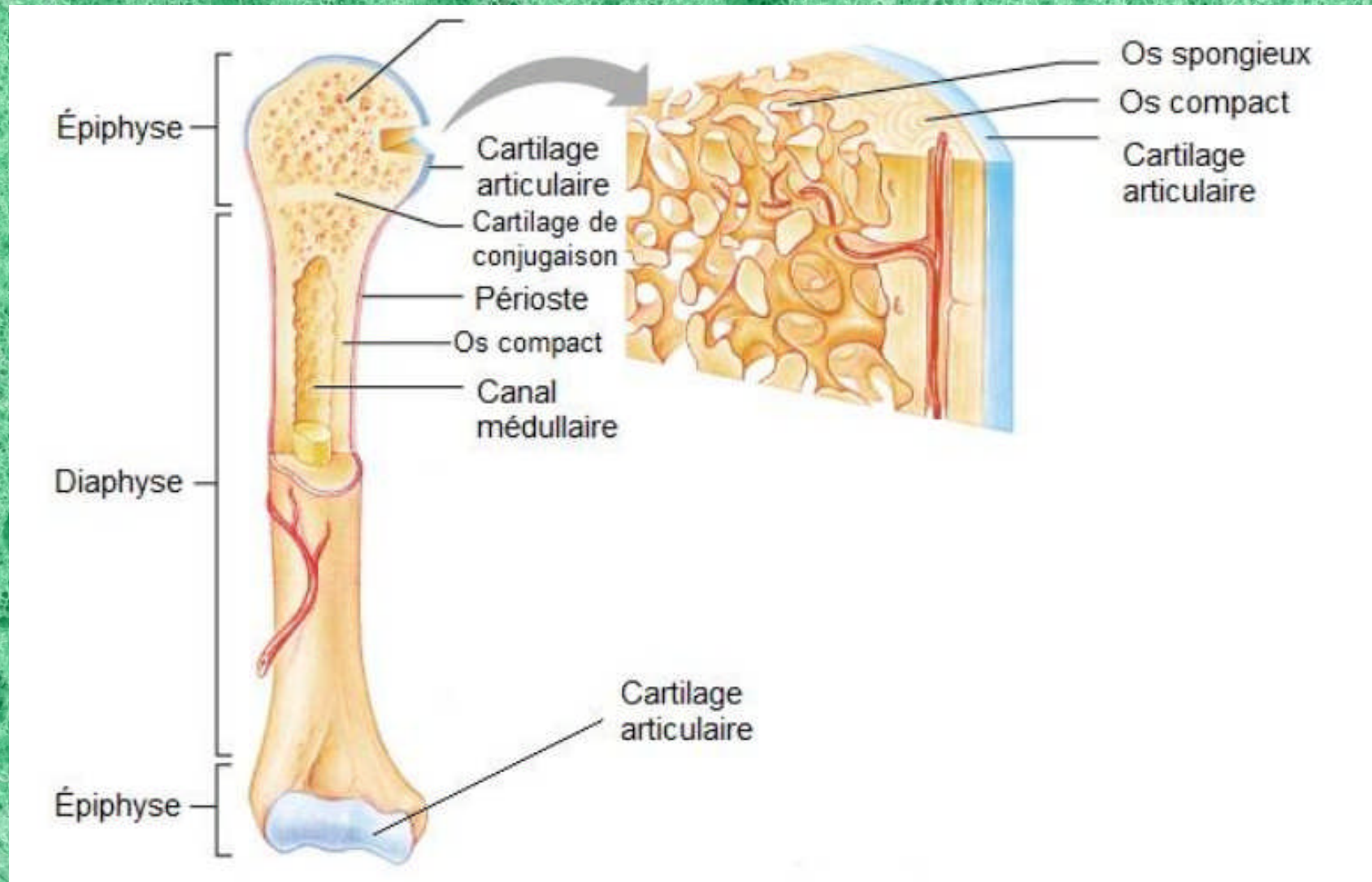
## sommaire

1. Les mousses naturelles; Le bois, l'os, le liège
2. Les mousses synthétiques; Polymères expansés
3. Modes d'obtention des mousses expansés
4. Utilisation des mousses expansés
5. Représentation de la structure cellulaire des mousses
6. cellules polyédriques ouvertes
7. cellules polyédriques fermées
8. Exemples d'utilisation de la mousse

# 1.1 Les mousses naturelles: Le bois

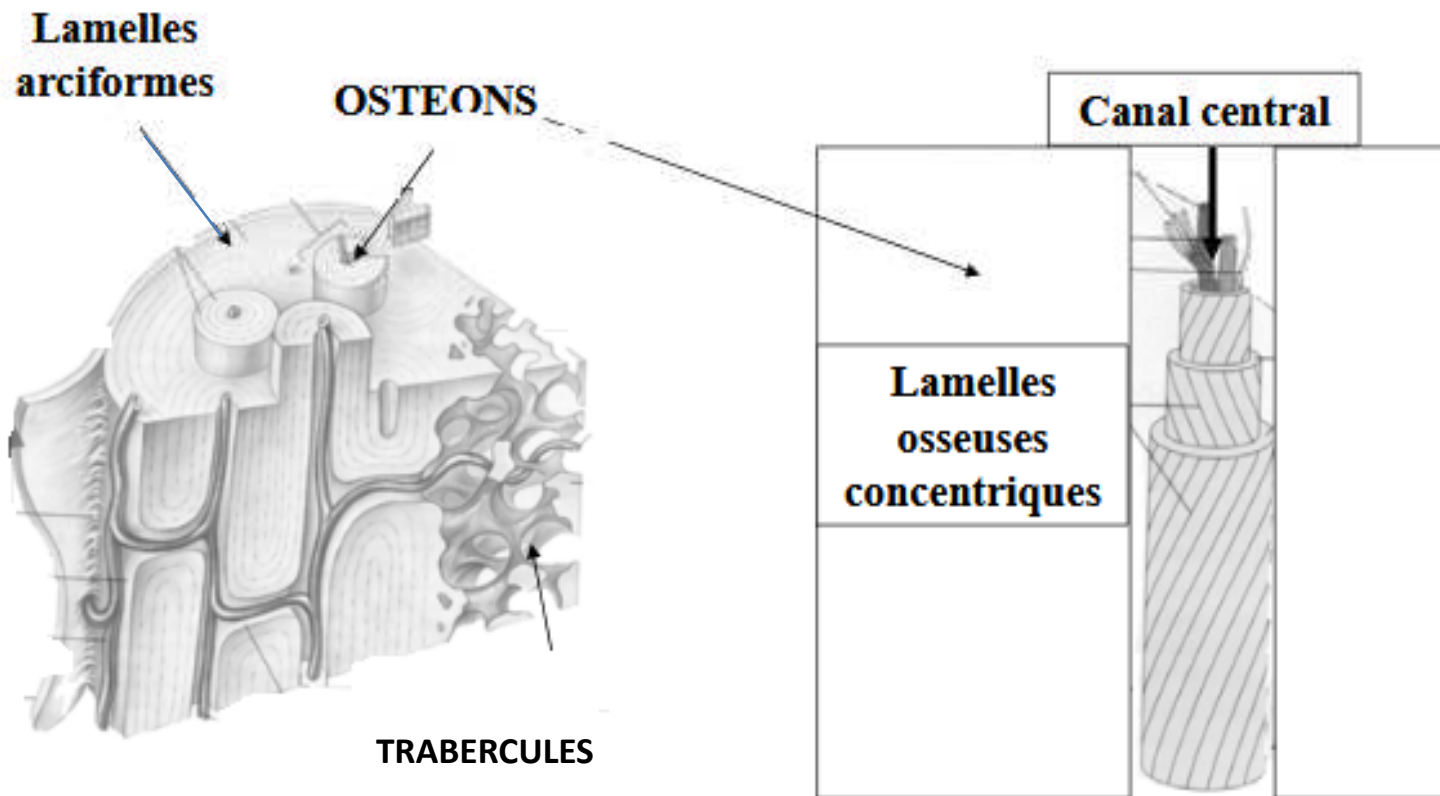


## 1.2 Les mousses naturelles: L'os

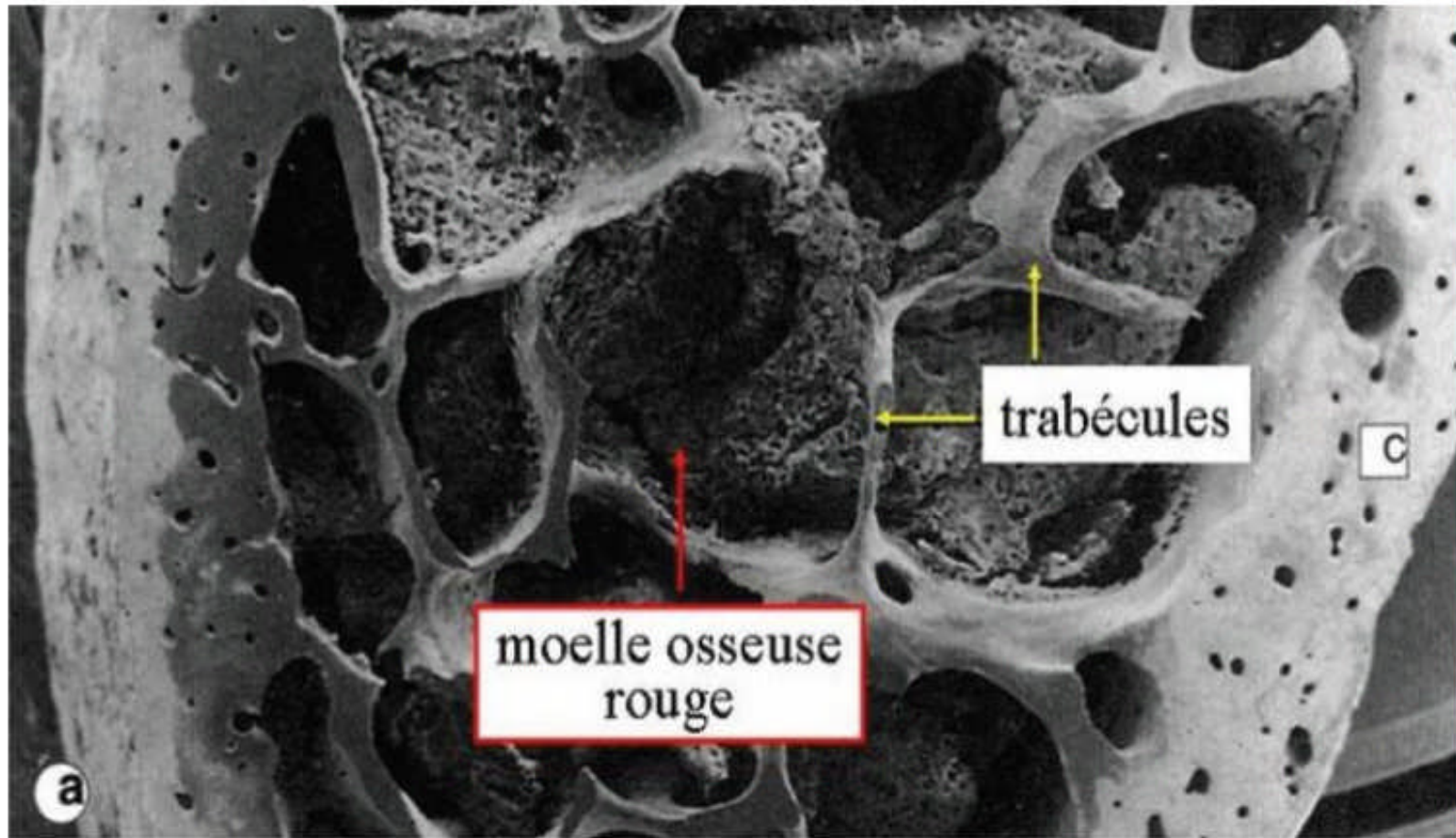


## 1.2 Les mousses naturelles: L'os

### STRUCTURE : OS COMPACT / SPONGIEUX



## 1.2 Les mousses naturelles: L'os



a

trabécules

moelle osseuse  
rouge

C

os compact

os trabéculaire

os compact

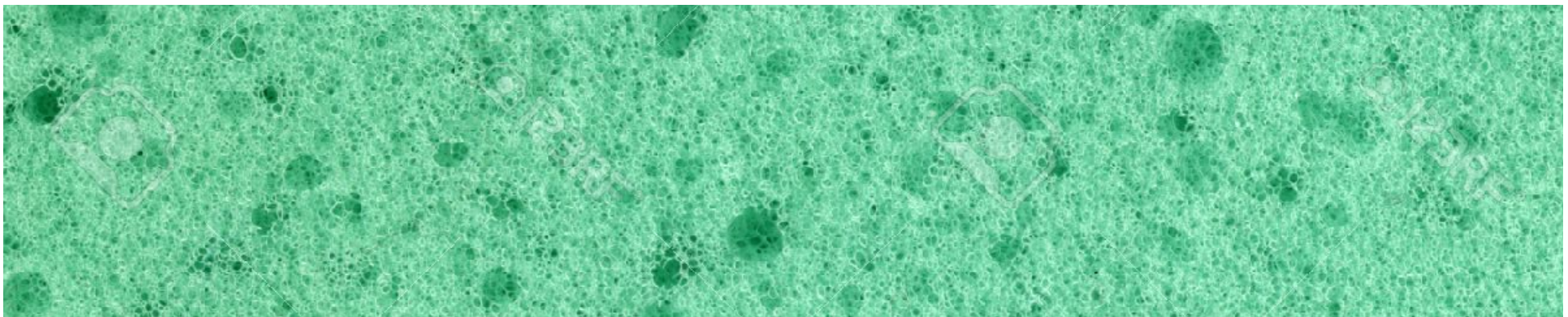
## 1.3 Les mousses naturelles: Le liège

### Qu'est ce que le liège ?

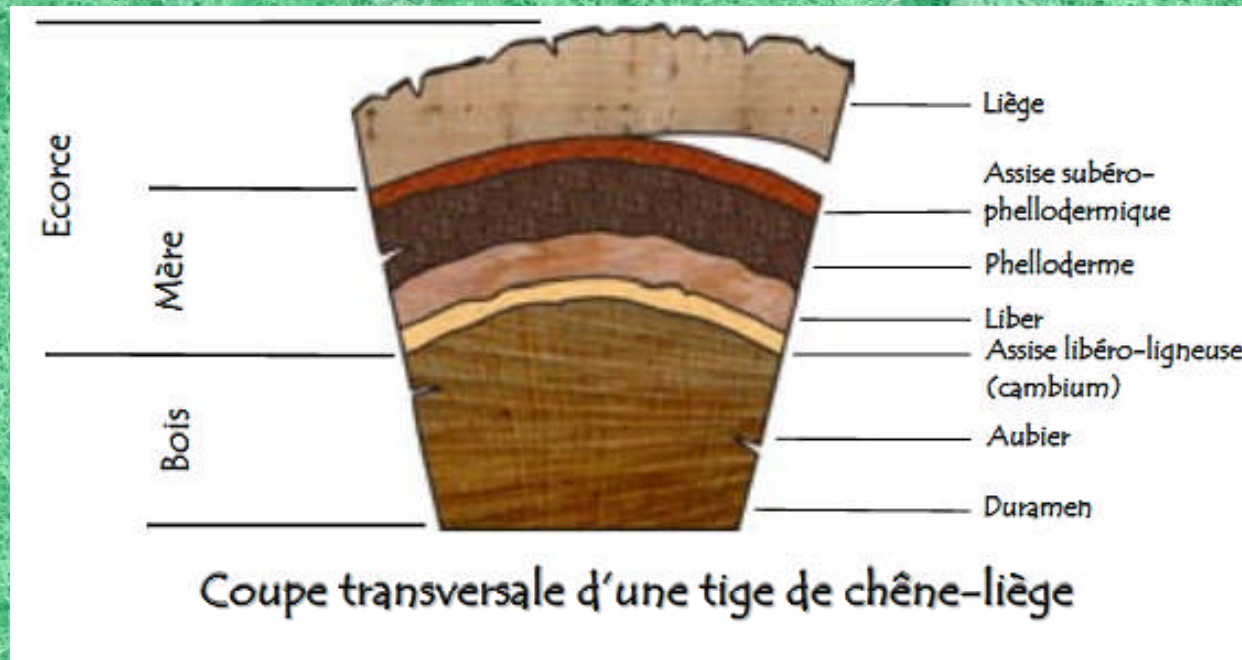
Le chêne-liège est un des rares arbres à pouvoir régénérer son écorce, c'est à dire à la reconstituer après qu'elle ait été enlevée.

Le liège est un tissu végétal formé de cellules mortes aux parois subérifiées qui protègent les parties vivantes du tronc et des branches du chêne-liège.

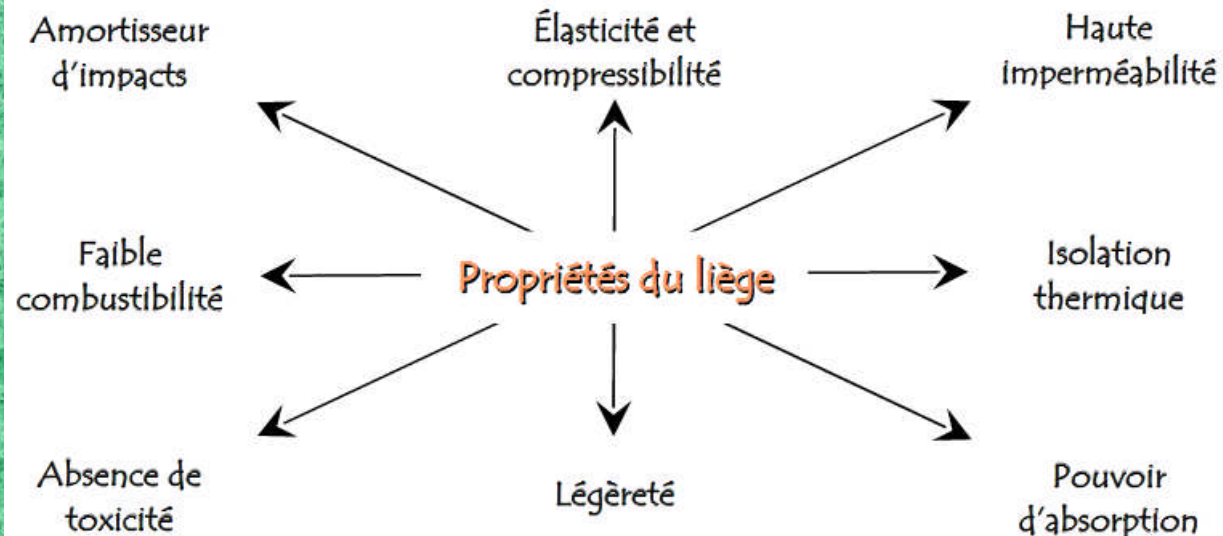
Le liège est le résultat de la croissance en diamètre de l'arbre. Il se développe à partir de l'assise subéro-phellodermique, assise génératrice plus couramment appelée la *mère*.



# 1.3 Les mousses naturelles: Le liège



Le liège possède de nombreuses qualités :





## 1.3 Les mousses naturelles: Le liège

Sur un même arbre on peut observer au cours de sa vie deux types de liège : le *liège mâle* et le *liège femelle*.



☞ Le liège mâle : il s'agit de l'écorce qui se développe naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre. S'il n'est jamais récolté, ce liège peut atteindre jusqu'à 25 cm d'épaisseur. Cependant il se crevasse fortement en vieillissant, il devient compact, siliceux et dépourvu d'élasticité, ce qui ne permet pas de l'utiliser en bouchonnerie. Il reste néanmoins approprié pour la trituration ; sa valeur commerciale est quasiment nulle. Le liège mâle est enlevé lors de l'opération appelée démasclage.



☞ Le liège femelle : liège qui se développe après le démasclage. Contrairement au liège mâle, il est moins crevassé, plus homogène et plus élastique. On distingue :

- **Le liège de première reproduction** : liège obtenu lors de la première récolte suivant le démasclage ; il peut être bouchonnable, mais sa qualité est encore moyenne (beaucoup de déchets). Sa valeur commerciale n'est pas très élevée par rapport au liège de reproduction proprement dit.

- **Le liège de reproduction** : liège récolté lors des levées suivantes. C'est à partir de ce moment là que le liège

atteint sa valeur optimale. Il possède toutes les qualités requises pour la fabrication de bouchons.

## 1.3 Les mousses naturelles: Le liège

### La levée

#### Règles

La récolte du liège est **un stress** pour le chêne-liège, c'est pourquoi il est impératif de respecter certaines règles de bonne conduite pour la survie de l'arbre et la pérennisation du peuplement.

L'arbre doit être levé dans les règles de l'art.

#### Période de levée



Ne pas respecter cette période de levée peut nuire fortement à l'arbre !

## 1.3 Les mousses naturelles: Le liège

### Démasclage

Le démasclage peut avoir lieu lorsque l'arbre atteint une circonférence de 70 cm sur écorce (CAP) mesurée à 1,30 m (environ 20 cm de  $\varnothing$ ). Cette circonférence est approchée vers 30-40 ans.



### Levée

Le liège femelle se récolte lorsqu'il atteint une épaisseur de 3,5 à 4 cm, soit tous les 12-15 ans dans nos régions (fréquence de levée suffisamment étalée dans le temps pour ne pas épuiser l'arbre) :



👉 Épaisseur optimale pour la valorisation bouchonnière et meilleure qualité du liège.

👉 Récolter du liège fin (< 3 cm) est une mauvaise opération à la fois commerciale et pour la santé de l'arbre.

## 2. Les mousses synthétiques; Polymères expansés

### LES MOUSSES POLYETHER

*Les mousses polyéther sont des mousses synthétiques aux cellules ouvertes alvéolées, de bon confort avec un bon rapport qualité/prix. Elles s'adaptent parfaitement aux capitonnages et aux couchages ou sièges d'appoint. Plus la densité est élevée, plus elle durera dans le temps. La MOUSSE 24 kg/m<sup>3</sup> POLYETHER est une mousse confort mi ferme, qualité standard. La MOUSSE 28 kg/m<sup>3</sup> POLYETHER est une mousse confort très ferme, qualité standard.*

### LES MOUSSES HAUTE RESILIENCE (HR)

*La résilience est la capacité d'une matière à retrouver son aspect initial après l'exercice d'une pression. Les caractéristiques des mousses Haute Résilience permettent une utilisation intensive et cela pendant des années. Ces mousses sont exploitables dans les lieux publics grâce à son classement non feu M4.*

*La MOUSSE 45 kg/m<sup>3</sup> HR est une mousse haute résilience, moelleuse et très élastique. Elle a un touché latex (bon soutien et accueil moelleux). Elle est classée M4 non feu. C'est une mousse d'excellente qualité.*

## 2. Les mousses synthétiques; Polymères expansés

### Polystyrène expansé ou PSE

Le polystyrène expansé (PSE) est un matériau alvéolaire rigide, peu dense, dont les principales utilisations sont l'isolation thermique des bâtiments et l'emballage des produits industriels ou alimentaires.

Il existe deux types de polystyrène expansé :

le polystyrène expansé moulé (PSE-M) ;

le polystyrène expansé extrudé (PSE-E) ou XPS (Extruded polystyrene foam).

Le PSE-M est obtenu à partir d'un polystyrène cristal auquel on a ajouté en cours de polymérisation, un agent d'expansion (le pentane,  $C_5H_{12}$ ).

Le PSE-E est quant à lui obtenu lors de l'extrusion par injection sous pression d'un gaz d'expansion (le pentane) dans le polymère cristal fondu.

Les propriétés les plus remarquables du polystyrène expansé sont :

sa faible masse volumique ;

son pouvoir isolant thermique ;

ses excellentes propriétés mécaniques (résistance en compression, capacité d'amortissement des chocs) ;

son insensibilité à l'eau ;

sa facilité de mise en forme (moulage, découpage) ;

sa recyclabilité.

La découverte du polystyrène remonte à 1839, mais son exploitation industrielle date de 1933, en Allemagne et aux USA.

Le premier procédé utilisé (suspension aqueuse) fonctionnait en discontinu.

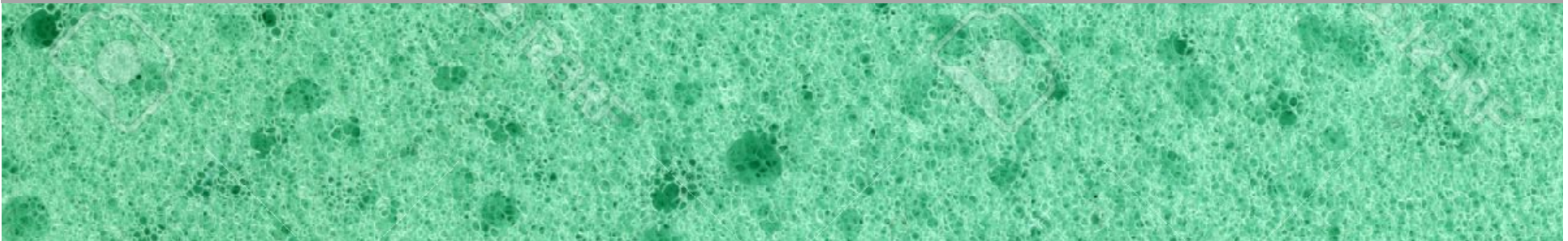
Dès les années 1940, apparaissent des procédés de polymérisation dite « en masse » continu et en discontinu. Le procédé « masse en continu » triomphe dans les années 1960, grâce aux progrès technologiques permettant d'évacuer la chaleur produite par la polymérisation ( $\sim 710$  kJ/kg).

Le polystyrène expansé a été inventé en 1944 par Ray Mc Intire (1919-1996) alors qu'il travaillait pour la Dow Chemical. Découvert par hasard, ce polystyrène fut commercialisé sous le nom de « Styrofoam ». Matériau rigide, de faible densité, il a d'abord été utilisé comme isolant thermique dans le bâtiment.

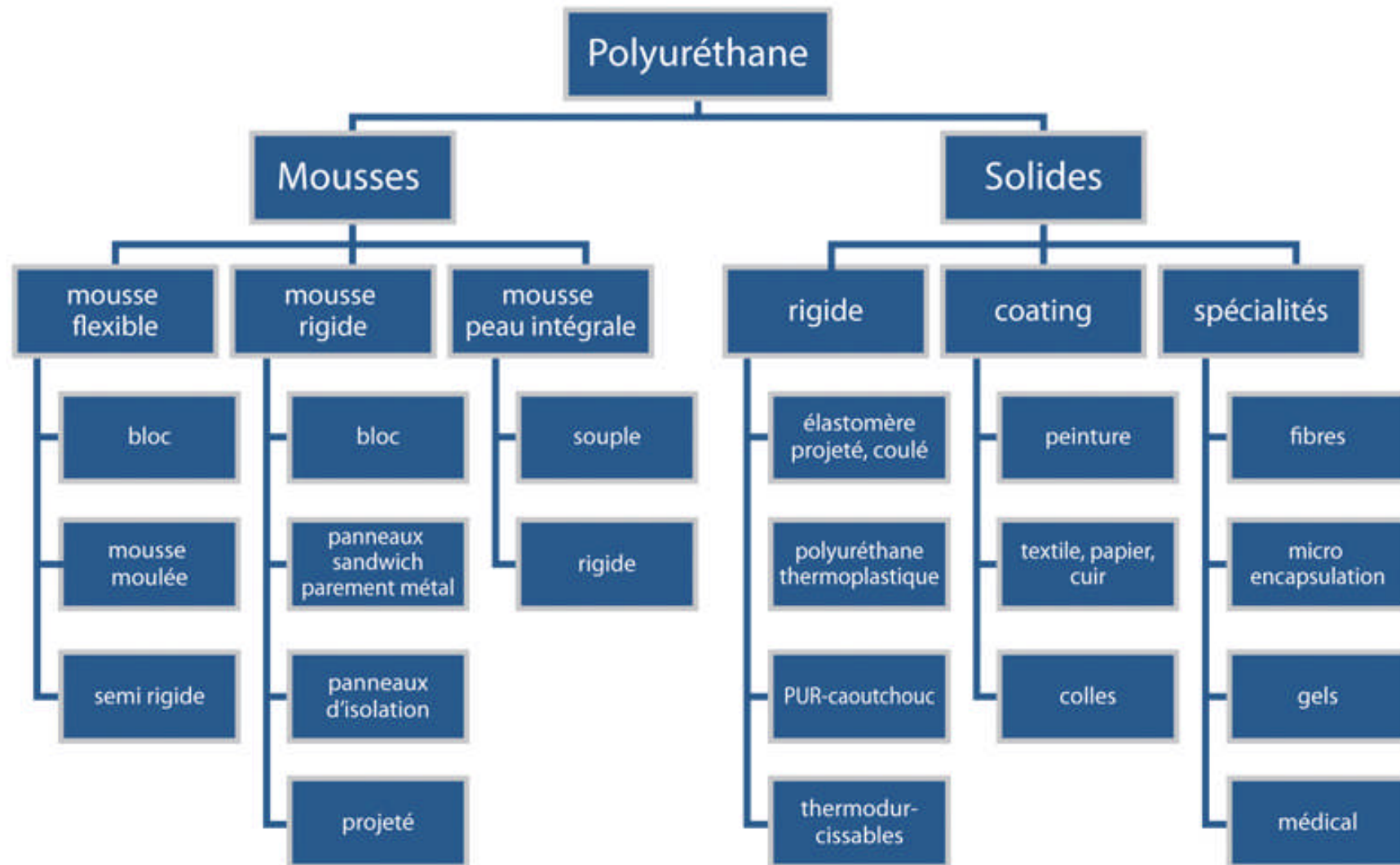
## 2. Les mousses synthétiques; Polymères expansés

Les polyuréthanes, polymères thermodurcissables, occupent une place privilégiée dans l'industrie. Ils résultent de la réaction de polymérisation chimique d'un isocyanate avec des groupements portant un hydrogène mobile (principalement des groupements hydroxyle), par exemple des fonctions alcool. Pour obtenir des matériaux alvéolaires, il faut coupler cette réaction exothermique à un dégagement gazeux (chimique ou physique) qui permet la création d'alvéoles de gaz en surpression au sein du polymère (donc son expansion) tant que le polyuréthane n'est pas complètement polymérisé. Les propriétés finales de la mousse de polyuréthane dépendent des composants chimiques (diphénylméthane diisocyanates DMI ou toluylène diisocyanates TMI), de l'agent gonflant, des conditions du procédé (température, pression, hygrométrie) et de la nature des parements du moule (effet de peau important). Grâce aux développements constants de nouvelles formulations (nouveaux monomères, nouveaux catalyseurs et ajouts d'autres substances), les polyuréthanes sont aujourd'hui fabriqués avec une grande variété de textures et de duretés.

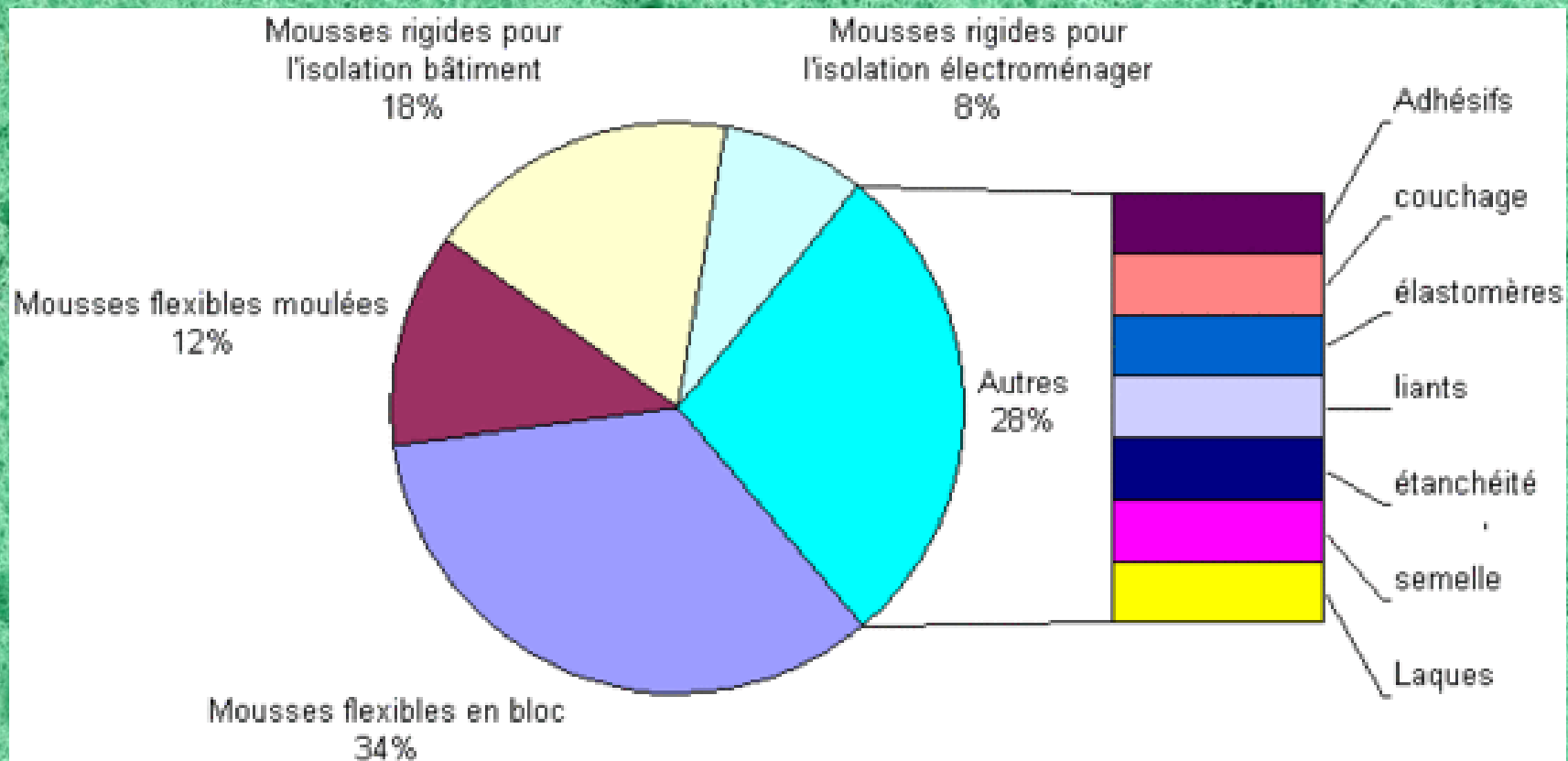
Dans cette multitude d'applications, le polyuréthane se présente sous forme solide ou sous forme de mousse, dont on distingue deux grandes familles, la mousse PU souple et la mousse PU rigide, qui sert en isolation thermique.



## 2. Les mousses synthétiques; Polymères expansés



## 2. Les mousses synthétiques; Polymères expansés



### Principales utilisations

D'après une étude<sup>3</sup> de l'[Ademe](#), l'emploi des polyuréthanes dans le monde se répartit de la façon suivante :



### 3. Modes d'obtention des mousses expansés

La mousse PU rigide et son usage

Composition et production

La mousse PU rigide nécessite en plus des deux composants liquides principaux un agent gonflant. D'autres composants auxiliaires tels que des catalyseurs, des stabilisants, des agents ignifuges sont incorporés également au mélange.

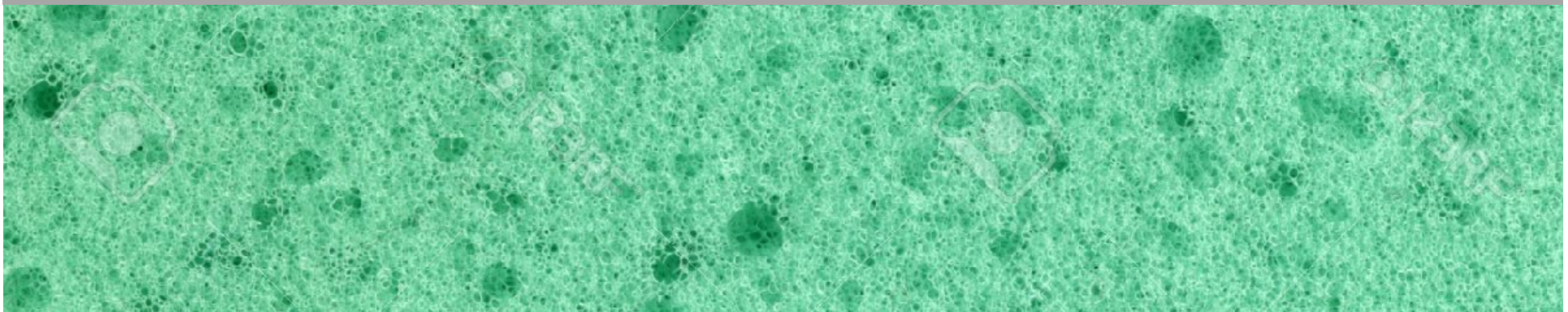


Illustration : Bayer

### 3. Modes d'obtention des mousses expansés

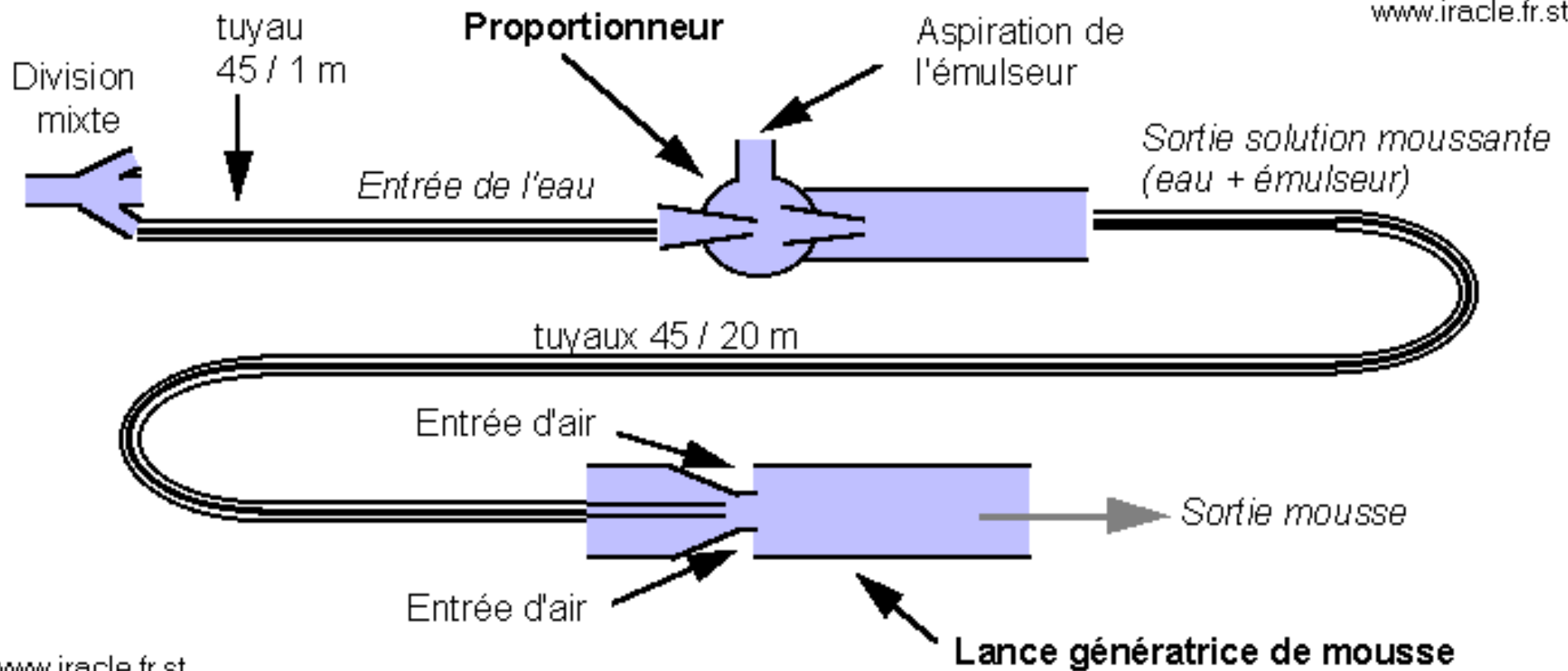
Pour produire de la mousse PU rigide, on soumet les matières premières préparées, mises en température et additivées, à un mélange intensif. La réaction se déclenche rapidement et s'accompagne d'un dégagement de chaleur qui provoque l'évaporation de l'agent gonflant, gaz (par exemple le pentane) à bas point d'ébullition. Sous l'action de l'agent gonflant, le mélange réactionnel fait l'objet d'une expansion constante, jusqu'à ce que, sous l'effet de la réticulation croissante, le produit de la réaction se solidifie tout en conservant sa structure de mousse.

La formation de la mousse PU repose sur une nucléation (formation de bulles) pendant la phase initiale. Le gaz d'expansion diffuse vers l'intérieur des bulles dispersées de forme sphérique, provoquant ainsi leur croissance. Ce phénomène dure jusqu'à obtention d'un certain volume, correspondant à l'empilement le plus dense des sphères dans la matrice liquide. Si ce volume est dépassé, la structure sphérique se transforme en système de cellules polyédriques – essentiellement de dodécaèdres pentagonaux. Le gros du liquide polymère compose ici les nervures de la charpente, tandis que de fines membranes constituent les surfaces latérales séparent les cellules.



### 3. Modes d'obtention des mousses expansés

www.iracle.fr.st



## 4. Utilisation des mousses expansés

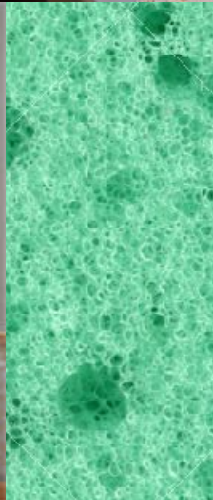
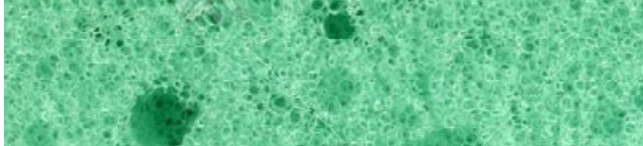
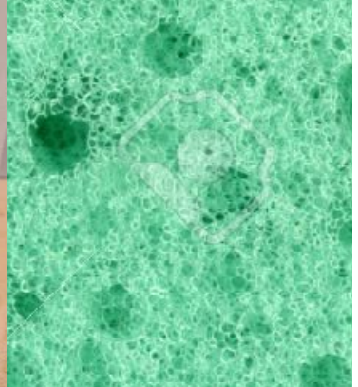
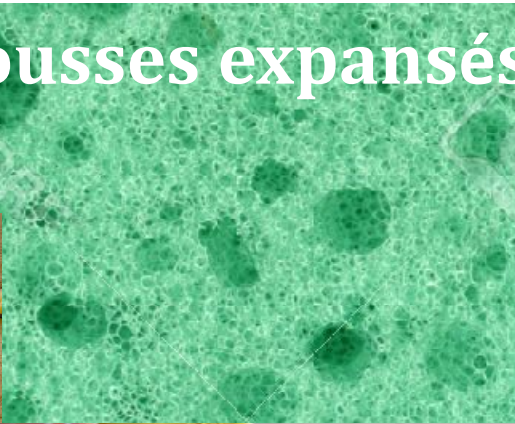
# MOUSSE

Polyéther et Haute résilience

Découpe à vos mesures



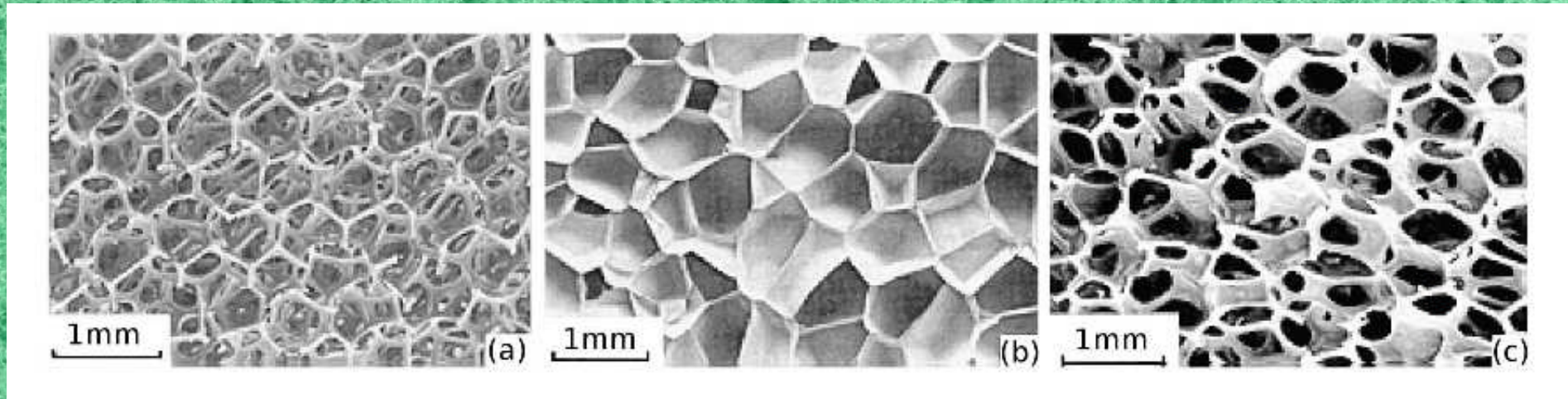
# 4. Utilisation des mousses expansés



## 4. Utilisation des mousses expansés



## 5 Représentation de la structure cellulaire des mousses



Exemples de microstructures d'une mousse :

(a) polyurethane à porosité ouverte ;

(b) polyéthylène à porosité fermée;

(c) polyéther à porosité ouverte et fermée

## 6. cellules polyédriques ouvertes

### Mousse à cellules ouvertes

Les mousses à cellules ouvertes sont généralement souples, légers, spongieux et opposent peu de résistance à la compression. Leur structure cellulaire ne retient ni l'air ni l'eau, ils peuvent être utilisés comme des isolants acoustiques efficaces .

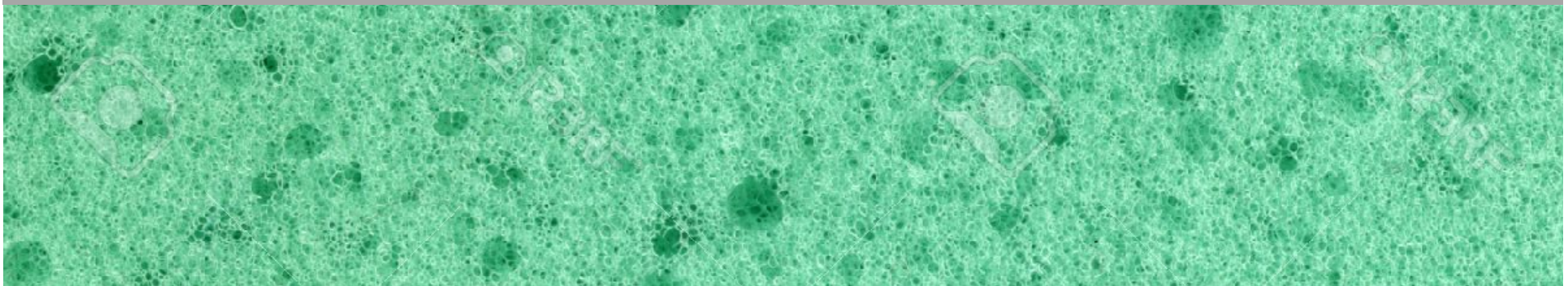
En plaques, rouleaux ou façonnés les matériaux en mousse à cellules ouvertes sont en général utilisés en tant que.

Rembourrage de protection et sièges

Eponges industrielles, ventouses, machines d' étiquetage

Industrie alimentaire, filtres, dans le secteur de l'acoustique, dans le packaging, etc

Les performances des mousses à cellule ouverte peuvent être modifiées à l'origine soit par des traitements chimiques ou par accouplement avec d'autres matériaux.





# 7. cellules polyédriques fermées

Mousse à cellules fermées

Les matériaux expansés à cellules fermées sont généralement souples, étanches à l'air, aux gaz et aux liquides. Si soumis à compression (dans une certaine limite) le gaz se trouvant à l'intérieur des cellules est comprimé, mais lorsque la pression cesse la structure cellulaire revient rapidement à sa forme initiale.

Le caoutchouc étanche à cellules fermées, connu aussi en tant que caoutchouc mousse, les polyéthylènes et les autres matériaux expansés sont idéals pour:

Remplissage des espaces des superficies adjacentes ou entre jointures (étanchéité);

Absorber et protéger des chocs ;

Isoler des poudres, air et liquides;

Et aussi pour beaucoup d'autres applications.

Le choix du type de mousse idéal pour chaque application dépend des conditions d'utilisation en termes de températures, expositions aux conditions météorologiques, physiques et chimiques, exigences de fiabilité et coût.

# 7. cellules polyédriques fermées

## Néoprène cellulaire étanche

### Caractéristiques techniques du neoprene

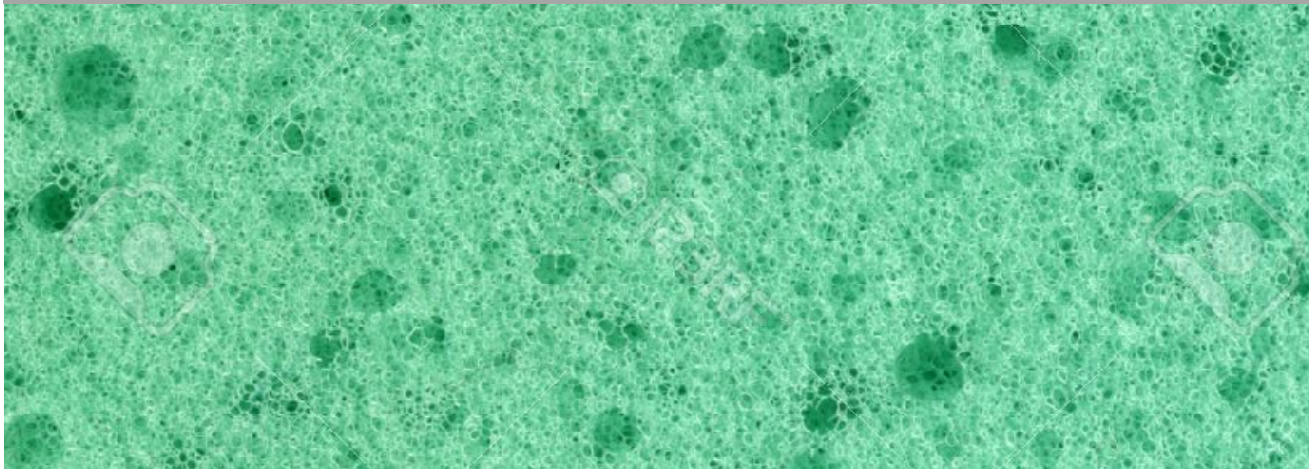
•Le néoprène® (nom technique polychloroprène) est un matériau de bonne qualité et de grande diffusion, grâce à sa combinaison de bonnes propriétés physiques et chimiques il est très indiqué pour de nombreuses applications.

Il a une grande élasticité et une excellente résistance à la déformation permanente, à l'abrasion, au découpage et à l'écrasement, à l'oxydation, à l'ozone, aux rayons UV et au vieillissement.

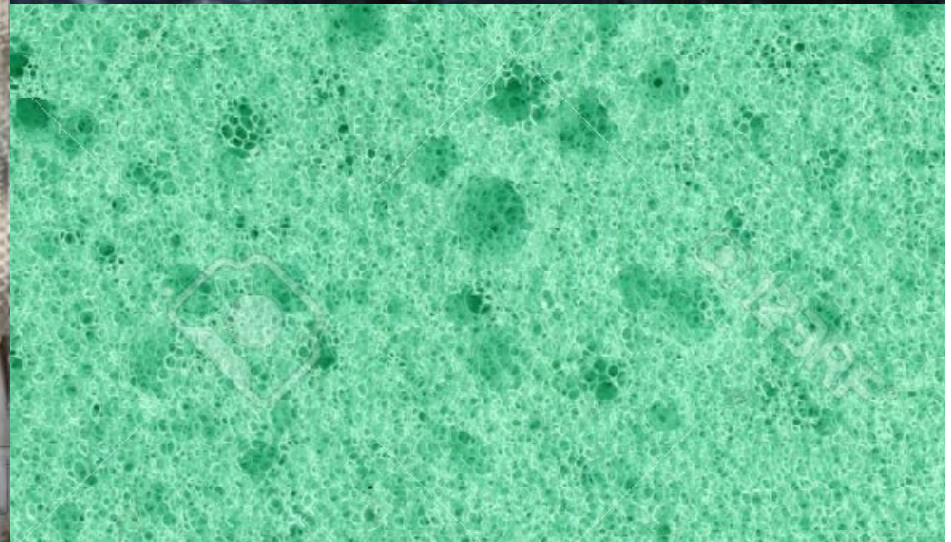
Il résiste bien à la flamme (disponible autoextinguible). Il réagit aussi très bien avec beaucoup d'agents chimiques, huiles, hydrocarbures et solvants et comme isolant électrique. La présence de certains acides minéraux et hydrocarbures aromatiques et chlorurés est contre-indiquée

### Secteurs d'application du néoprène

Le néoprène est très utilisé dans l'industrie chimique, automobile et plaisance, pour la production des vêtements de plongée, raccords, joints, revêtements de protection, calfeutrements, pour la ventilation de l'air et dans les supports médicaux.



## 8. Exemples d'utilisation de la mousse





FIN