

Thème : Erreurs et progrès, évolution des modèles, des systèmes et des connaissances.

# Evolution du bouchon de liège

TIPE pour l'exemple

Dossier réalisé par : Isabelle JOUR  
Elève en Classe Préparatoire  
Année 2004/2005

# L'AME DU VIN

*de Charles BAUDELAIRE*

Un soir, l'âme du vin chantait dans les bouteilles :  
"Homme, vers toi je pousse, ô cher de déshérité,  
Sous ma prison de verre et mes cires vermeilles,  
Un chant plein de lumière et de fraternité !

"Je sais combien il faut, sur la colline en flamme,  
De peine, de sueur et soleil cuisant  
Pour engendrer ma vie et pour me donner l'âme,  
Mais je ne serai point ingrat ni malfaisant,

"Car j'éprouve une joie immense quand je tombe  
Dans le gosier d'un homme usé par ses travaux  
Et sa chaude poitrine est une douce tombe  
Où je me plais bien mieux que dans mes froids caveaux.

"Entends-tu retentir les refrains des dimanches  
Et l'espoir qui gazouille en mon sein palpitant ?  
Les coudes sur la table en retroussant tes manches,  
Tu me glorifieras et tu seras content ;

"J'allumerai les yeux de ta femme ravie ;  
À ton fils je rendrai sa force et ses couleurs  
Et serai pour ce frêle athlète de la vie  
L'huile qui raffermirait les muscles des lutteurs.

"En toi je tomberai, végétal ambrosie,  
Grain précieux jeté par l'éternel Semeur,  
Pour que de notre amour naisse la poésie  
Qui jaillira vers Dieu comme une rare fleur."



# Introduction

Dormant à l'ombre de nos caves le vin attend patiemment d'être dégusté. Contenu la plupart du temps dans des bouteilles opaques (pour le protéger de la lumière) ornées de belles étiquettes, signes de son haut rang social, il lui arrive parfois d'être complètement gâché par un fâcheux goût de moisi. Le coupable : le bouchon de liège, cet élément essentiel à la bonne occlusion de la bouteille ainsi qu'à la conservation du vin.

Aujourd'hui de plus en plus de bouteilles sont touchées par ce phénomène inacceptable et gênant vis-à-vis des clients. C'est pourquoi, de nombreux scientifiques se sont penchés sur la question et ne cessent depuis de faire évoluer le bouchon de liège pour le rendre plus maniable et surtout plus fiable allant même jusqu'à le remplacer par des bouchons synthétiques.

Découvrons à présent les évolutions ou révolutions du bouchon de liège à travers le plan suivant ainsi que les six bouchons étudiés, à savoir le bouchon de liège non traité, le bouchon de liège traité, l'aggloméré 1+1 Twin Top<sup>®</sup> d'Amorim, le colmaté et deux bouchons synthétiques le Supremecorq<sup>®</sup> et le Nomacorc<sup>®</sup>

## **I. Trois grandes évolutions :**

- 1) Efficacité et facilité d'utilisation :
  - Le traitement à la paraffine et au silicone
- 2) Rendement et apparence :
  - L'aggloméré
  - Le colmaté
- 3) Qualité et fiabilité :
  - Le synthétique

## **II. Comparaisons :**

- 1) Technique et mécanique :
- 2) Coût et marché :



# I. Trois grandes évolutions :

## 1) Efficacité et facilité d'utilisation :

### a) La paraffine :

La paraffine est un alcane (de formule brute  $C_{20}H_{42}$ ) produit du raffinage du pétrole (obtenu par distillation) qui constitue une composante indésirable des fractions lourdes à partir desquelles sont obtenues les huiles lubrifiantes.



A température ambiante la paraffine est à l'état solide, c'est pourquoi elle est chauffée (la paraffine fond entre  $40^{\circ}\text{C}$  et  $70^{\circ}\text{C}$ ) et amenée à une pression plus élevée pour la vaporiser en micro-gouttelettes sur les bouchons de liège. La paraffine facilite ainsi l'insertion du bouchon et empêche la remontée du vin dans le goulot de la bouteille.

### b) Le silicone :

Le silicone est constitué d'un enchaînement de silicium et d'oxygène sur lequel, au niveau des atomes de silicium, sont rattachés des groupements méthyles ( $\text{CH}_3$ ).

C'est grâce à sa résistance à l'oxydation, à l'hydrolyse, à l'action des moisissures, à ses qualités lubrifiantes et à son étanchéité que ce dernier est employé dans le traitement de surface des bouchons de liège.

### c) Les raisons du choix du traitement :

Globalement, les bouchonniers utilisent le même traitement, c'est-à-dire l'application d'une couche de paraffine puis l'application d'une couche de



silicone, mais dans certaines régions cette couche n'est pas nécessaire. C'est le cas dans la région Sud-Ouest avec les Bordeaux mais pas en Bourgogne où les vins blancs tels que le Chablis se mettent au frais, entraînant la cristallisation de la paraffine qui rend l'extraction du bouchon plus difficile. D'autres encore, n'appliquent qu'un traitement au silicone.

## 2) Rendement et apparence :

### a) L'aggloméré :

Le chêne liège possède une espérance de vie de 120 à 150 ans. Il faut attendre 25 à 30 ans pour démascler la première écorce. Cette opération

s'effectue par la suite tous les 10 à 15 ans (ceci dépendant de la croissance de l'arbre et donc des conditions climatiques, etc...). Aujourd'hui, la demande toujours croissante de liège devient de plus en plus difficile à satisfaire, en raison notamment des nombreux incendies qui ravagent chaque année des hectares de forêt au Portugal et en Espagne, les deux plus grands producteurs de liège au monde.

Le bouchon aggloméré est alors né pour remédier à cette situation. L'entreprise Amorim & Irmãos a en particulier développé le bouchon aggloméré 1+1 Twin Top®. Pour fabriquer ce bouchon, les déchets de liège (nom donné aux chutes de liège une fois la planche découpée) sont broyés en granulés de 3 à



7mm séchés puis triés afin d'être moulés ensemble, c'est-à-dire coller avec de la colle alimentaire. Une fois ces « embryons » de bouchons stabilisés, on les assemble, toujours à l'aide de colle alimentaire, à deux rondelles de liège préalablement sélectionnées, laminées, tubées, désodorisées et polies.

Une fois les bouchons formés il ne reste plus qu'à les stabiliser, les rectifier, refaire une sélection puis les marquer et leur faire le même traitement de surface que pour les bouchons de liège « entier ».

b) Le colmaté :

Le bouchon de liège colmaté a été inventé toujours dans cette même optique de profiter tout le liège produit. Mais cette fois-ci ce sont les bouchons de liège de qualité moindre qui sont concernés : ce sont des bouchons beaucoup



plus alvéolés que certains, le vin pourrait alors s'y infiltrer et se charger de poussières et autres particules pouvant lui être néfastes.

Cette invention possède aussi un côté esthétique, vue de l'extérieur le bouchon semble parfait. Pour cela, les alvéoles extérieures du bouchon sont colmaté par de la poussière de liège et de

la colle.

**3) Qualité et fiabilité :**

Malgré tous les efforts des fabricants de bouchons de liège ainsi que leurs contrôles de plus en plus fréquents, le goût de bouchon n'arrive pas à être éradiqué si ce n'est limité. Pour assurer aux vignerons l'élimination définitive de ce goût de bouchon pouvant gâcher une partie de la production et entraîner la

perte de clients, des entreprises comme Supremecorq<sup>®</sup> et Nomacorc<sup>®</sup> ont inventées les bouchons synthétiques.

Tout comme pour les différentes qualités et variétés de bouchons de liège, il existe de nombreux bouchons synthétiques. Cependant, deux modes de fabrication particuliers sont employés, les deux plus grandes firmes précédentes en sont l'exemple.

En effet, fabriqués tous deux en thermoplastiques alimentaires, ils diffèrent par leur composition et par leur mode de fabrication.



Le Supremecorq<sup>®</sup> est un bouchon moulé par injection comme le montre le point d'injection situé sur le haut du bouchon ainsi que les marbrures provoquées par la coulée du matériau.

Le Nomacorc<sup>®</sup>, quant à lui, est fabriqué par coextrusion. Un polymère basse densité est fondu dans une extrudeuse (c'est à dire une vis de malaxage



assurant la fusion par auto-échauffement), puis il est poussé dans une filière, circulaire ici, pour enfin être recouvert d'une sorte de peau qui adhère à lui par la chaleur, aucune colle n'est utilisée. Cette sorte de « boudin » est ensuite découpée pour former les bouchons.

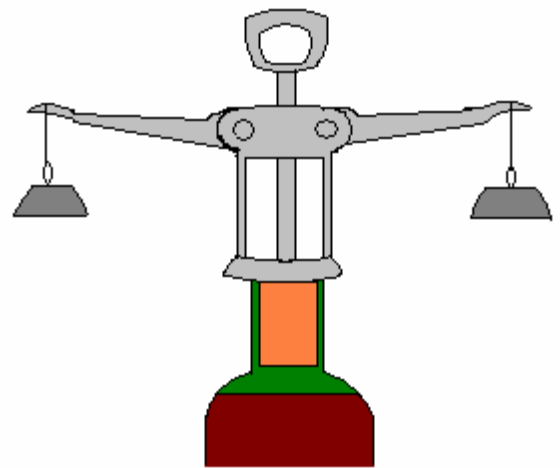
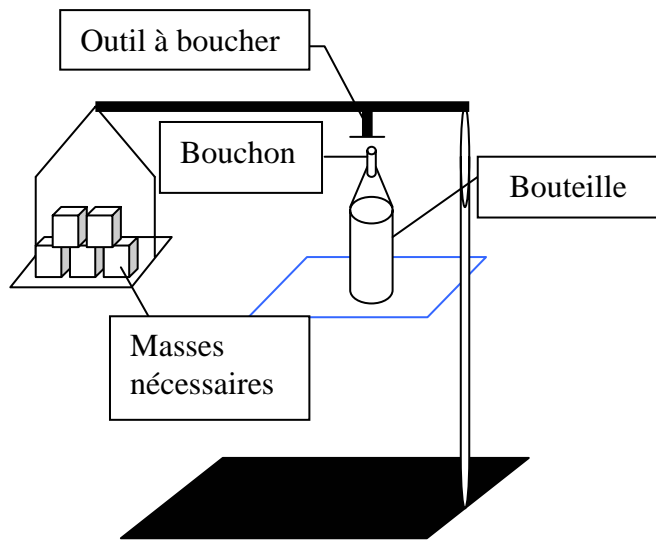
Ces deux bouchons reçoivent pour finir le marquage et un traitement de surface identique à celui des bouchons de liège.

## II. Comparaisons :

### 1) Technique et mécanique :

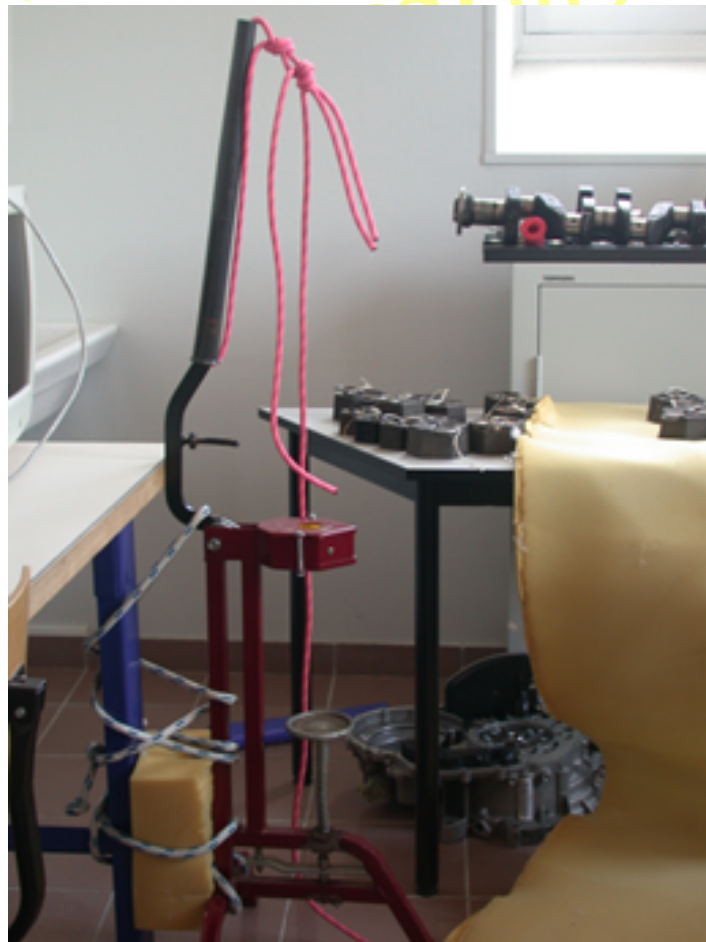
Pour tester ces six bouchons, j'ai choisi trois expériences accessibles à tous les consommateurs et viticulteurs.

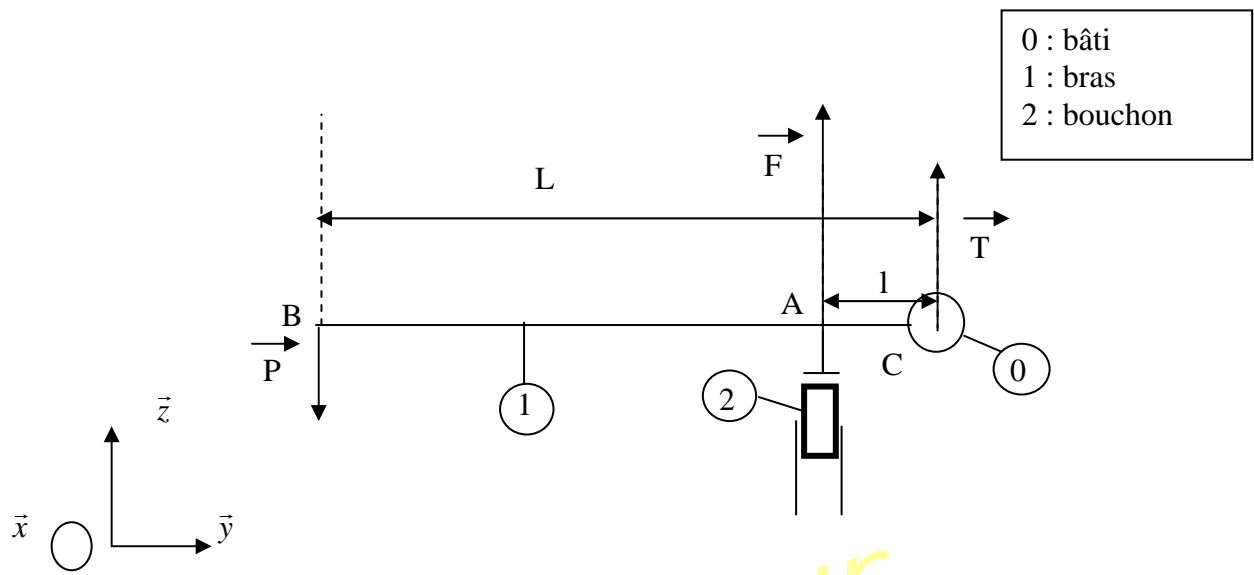
Les deux premières expériences consistent à mesurer les forces d'insertion et d'extraction du bouchon. Simples à calculer, ces forces utilisent le principe du bras de levier, comme le montrent les schémas et les calculs suivants.



# TIPE pour

## Mise en bouteille

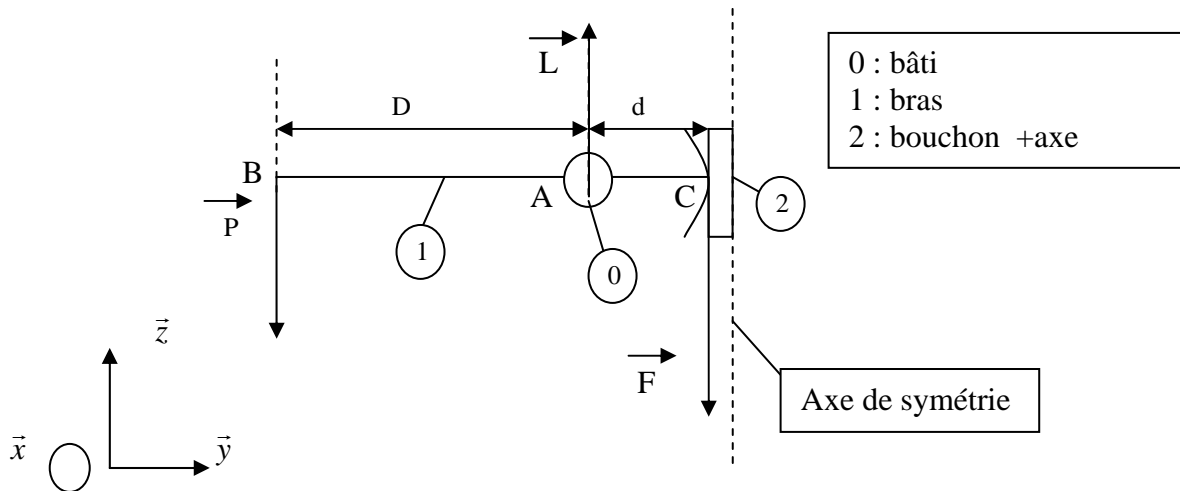




### Extraction du bouchon







• **Calcul de l'effort,  $F$ , nécessaire lors de la mise en bouteille :**

➤ Bilan des forces :

$\vec{P}$  Le poids des masses utilisées.

$\vec{F}$  : L'action de 2 sur 1

$\vec{T}$  : L'action de 0 sur 1

➤ D'après le principe fondamentale de la statique on a :

$$\vec{M}(C, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) + \vec{M}(C, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) + \vec{M}(C, \vec{T}_{0 \rightarrow 1}) = \vec{0} \quad (1)$$

Avec :

$$\begin{aligned} \vec{M}(C, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) &= \vec{M}(B, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) + \overrightarrow{CB} \wedge \vec{P} \\ &= \vec{M}(B, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) + (M \cdot g \cdot L) \vec{x} \\ &= (M \cdot g \cdot L) \vec{x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{M}(C, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) &= \vec{M}(A, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) + \overrightarrow{CA} \wedge \vec{F} \\ &= \vec{M}(C, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) - l \cdot (\vec{x} \wedge \vec{F}) \\ &= -l \cdot (\vec{x} \wedge \vec{F}) \end{aligned}$$

$$\vec{x} \cdot \vec{M}(C, \vec{T}_{0 \rightarrow 1}) = 0 \text{ par définition de la liaison pivot.}$$

(1) devient :

$$(M \cdot g \cdot L) \vec{x} - l \cdot (\vec{x} \wedge \vec{F}) + \vec{M}_{C, \vec{T}_{0 \rightarrow 1}} = \vec{0}$$

On projette (1) sur l'axe  $(A, \vec{x})$

$$(M \cdot g \cdot L) - l \cdot (\vec{x} \wedge \vec{F}) \cdot \vec{x} + 0 = 0$$

Soit enfin :

$$\|\vec{F}\| = \frac{L}{l} \cdot M \cdot g$$

ou

$$\|\vec{F}\| = \frac{L}{l} \cdot \|\vec{P}\|$$

• **Calcul de l'effort,  $\vec{F}$ , nécessaire lors de l'extraction du bouchon :**

➤ Bilan des forces :

$\vec{P}$  : Le poids des masses utilisées.

$\vec{F}$  : L'action de 2 sur 1

$\vec{L}$  : L'action de 0 sur 1

➤ D'après le principe fondamental de la statique on a :

$$\vec{M}(A, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) + \vec{M}(A, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) + \vec{M}(A, \vec{L}_{0 \rightarrow 1}) = \vec{0} \quad (1)$$

Avec :

$$\begin{aligned} \vec{M}(A, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) &= \vec{M}(B, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) + \overrightarrow{AB} \wedge \vec{P} \\ &= \vec{M}(B, \vec{P}_{masses \rightarrow 1}) + (M \cdot g \cdot D) \vec{x} \\ &= (M \cdot g \cdot D) \vec{x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{M}(A, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) &= \vec{M}(C, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) + \overrightarrow{AC} \wedge \vec{F} \\ &= \vec{M}(C, \vec{F}_{2 \rightarrow 1}) + d \cdot (\vec{x} \wedge \vec{F}) \\ &= d \cdot \vec{x} \wedge \vec{F} \end{aligned}$$

$$\vec{x} \cdot \vec{M}(A, \vec{L}_{0 \rightarrow 1}) = 0 \text{ par définition de la liaison pivot.}$$

(1) devient :

$$(M \cdot g \cdot D) \vec{x} + d \cdot (\vec{x} \wedge \vec{F}) + \vec{M}_{A, \vec{L}_{0 \rightarrow 1}} = \vec{0}$$

On projette (1) sur l'axe  $(A, \vec{x})$

$$(M \cdot g \cdot L) + d \cdot (\vec{x} \wedge \vec{F}) \cdot \vec{x} + 0 = 0$$

Soit enfin:

$$\boxed{\|\vec{F}\| = \frac{D}{d} \cdot M \cdot g} \quad \text{ou} \quad \boxed{\|\vec{F}\| = \frac{D}{d} \cdot \|\vec{P}\|}$$



La troisième expérience que j'ai réalisée est l'évolution du bouchon lorsqu'il est en contact avec du vin. J'ai donc mesuré deux diamètres du bouchon, celui au contact du vin et le diamètre du milieu, ainsi que la hauteur du bouchon et sa masse. J'ai effectué cette expérience sur cinq bouchons de la même catégorie afin d'obtenir des valeurs moyennes comparables entre-elles.



Voici les résultats obtenus :

Type de bouchon	% de croissance	Force d'insertion (daN)	Force d'extraction (daN)
Bouchon naturel	49,24	240	impossible
Bouchon P&S	23,42	185	35
Bouchon C	21,36	160	40
Bouchon 1+1	13,62	210	40
Bouchon SS	0,42	110	25
Bouchon SN	1,36	210	45

Ces résultats nous montrent donc que les améliorations apportées au bouchon de liège sont vraiment efficaces.

En effet, un bouchon naturel non traité s'imprègne intégralement de vin, allant même jusqu'à doubler sa masse et prendre du volume. Il est de plus extrêmement difficile à insérer et impossible à extraire, à chaque fois le bouchon s'est cassé.

Tous les bouchons composés de liège augmentent de masse volumique entre 20 et 30%, ils se débouchent globalement aussi bien les uns que les autres, seul le bouchon Twin Top 1+1 est plus difficile d'insertion.

Quant à nos deux bouchons synthétiques, ils sont tous deux hydrophobes et ne varient pas ni taille et ni masse au contact du vin. Le Supremecorq® apporte une facilité de mise en bouteille et d'extraction supérieure à tous les autres bouchons, c'est le plus pratique.

Il est à noter enfin qu'avec les bouchons synthétiques, il n'y a aucun risque que le bouchon s'effrite et que des morceaux tombent dans le vin lors de son extraction comme il peut arriver lorsque le bouchon est en liège et que le tire-bouchon transperce ce dernier.

Des expériences réalisées par des scientifique spécialisés dans l'œnologie et avec des moyens techniques beaucoup plus développés que les miens révèlent cependant que la « durée de vie ou de consommation » des bouchons synthétiques n'est que de deux ans, ce qui ne laisse d'utilisation pour ces bouchons pour les vins à rotation rapide (que l'on consomme dans l'année à venir, ou deux ans au maximum). Le liège reste donc privilégié pour les vins dits de garde.

Pour finir, le bouchon aggloméré 1+1 possède la même utilisation que les bouchons synthétiques. En effet, comme celui-ci a tendance, tout comme le liège à s'imprégner de vin, on ne peut risquer de laisser le vin remonter jusqu'à la partir agglomérée comprenant la colle alimentaire qui pourrait abîmer le vin. Ce bouchon a d'ailleurs été interdit dans le Beaujolais où 27.5 % des bouteilles de millésimes fermées avec ce bouchon se sont révélées bouchonnées.

## 2) Coût et marché :

Chez les viticulteurs, il y a deux types de comportements lors de la mise en bouteille. Il y a ceux qui privilégient la présentation de la bouteille, en particulier l'étiquette et qui pour cela n'hésitent pas à prendre des bouchons meilleurs marché, les bouchons agglomérés 1+1 par exemple. Et puis il y a ceux qui ont rencontré des problèmes de goût de bouchon dans leur production que leurs clients se sont empressés de leur reprocher, et qui coûte que coûte veulent y remédier. A ce moment là, le prix du bouchon n'est pas un argument pour choisir d'utiliser les bouchons synthétiques.

C'est alors que l'apparence même du bouchon en plus de ses qualités intervient. Seulement le client étant roi, il faut s'adapter à la demande. Ainsi, certains voudront que le bouchon reste discret comme le Nomacorc®, et d'autres ne voulant pas se cacher d'utiliser du synthétique personnaliseront leurs bouchons par des couleurs différentes et des inscriptions originales, ce que les bouchons Supremecorc® peuvent leur apporter.

Quant aux inqualifiables conservateurs et traditionnels, ils continueront d'utiliser des bouchons de liège de haute qualité.

On peut cependant faire remarquer que les modes de fabrication sont la source de ces prix.

En effet, il faut de la main d'œuvre pour récolter le liège même si les machines facilitent le démasclage de l'écorce. Il faut savoir aussi que la sélection des bouchons continue d'être manuelle.

Pour les bouchons synthétiques, le moulage par injection est la technique la moins chère mais aussi moins homogène que la coextrusion comme le montre les photos ci-dessous, pouvant parfois rendre l'extraction du bouchon plus difficile.



Ce sont naturellement les bouchons agglomérés 1+1 les moins coûteux puisqu'ils proviennent des déchets du liège.

## Conclusion

Avec l'arrivée des bouchons synthétiques, certains fabricants de liège ont peur que celui-ci ne vienne à disparaître. Mais ce sont les chiffres qui devraient les rassurer : entre 15 et 18 milliards de bouteilles sont bouchées chaque année dans le monde et « seulement » un milliard le sont avec des bouchons synthétiques.

Liège et synthétique sont complémentaires dans l'ensemble. Lorsqu'il est bien traité du début à la fin de sa fabrication, le bouchon de liège a très peu de chance de contenir de la TCA (trichloroanisole), cette molécule responsable du goût de bouchon, et le synthétique, facile de fabrication est un moyen de palier à la demande trop forte de liège, et étant formé de matière plastique, il peut être recyclé. Ainsi, chacun peut garder son marché sans se faire concurrence.

Voici donc un grande une évolution qui rend compte d'un grand progrès scientifique et d'une amélioration de la vie courante, tout en s'inscrivant dans une optique de développement écologique et durable.

Je tiens enfin à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée à réaliser cet exposé en me donnant de nombreuses documentations ainsi que les échantillons nécessaires à mes expériences et qui ont répondu à toutes mes questions : Messieurs Da Rocha et Chavez de l'usine Da Rocha, le magasin Les Agapes, pour tous les bouchons de liège naturels et colmatés ; l'entreprise Amorim & Irmãos ([www.amorimfrance.com](http://www.amorimfrance.com)), pour les bouchons 1+1 Twin Top<sup>®</sup> et les responsables commerciaux de Supremecorq ([www.supremecorq.com](http://www.supremecorq.com)), Mme Lung, et de Nomacorc ([www.nomacorc.com](http://www.nomacorc.com)), M.Lorne.