

### SEMAINE 2 - SÉQUENCE 2

#### LA DÉCORATION SUR VERRE

##### LA TECHNIQUE DE L'ARGENTURE : MATÉRIELS ET OUTILS

La première étape est la préparation du verre. Une fois que l'argenterie aura été appliquée, elle ne devra plus être au contact de l'eau. C'est pourquoi on argente une pièce en dernier, une fois que la pièce est parachevée et finalisée. On ne peut pas argenter un verre sablé car le sablage ne peut pas être parfaitement nettoyé, il restera forcément quelques poussières, et l'argenterie devient alors grisâtre et elle ne donne plus aucun reflet. C'est pareil pour la pâte de verre : on doit argenter une surface polie et vraiment parfaitement propre et il suffit d'un résidu de plâtre sur la pièce pour que l'argenterie prenne mal.

Pour la partie argenterie, on a besoin d'un arrosoir, d'une balance de précision et de plusieurs cuves en plastique prévues pour recevoir des produits chimiques puisqu'on travaille avec de l'acide sulfurique. La préparation de l'argenterie se fait en deux parties : il y a un catalyseur et une solution argentifère.

Pour préparer la solution argentifère, on mélange du nitrate d'argent sous forme de poudre, avec de l'ammoniaque et de l'eau déminéralisée ainsi que de la soude caustique. On doit toujours fonctionner avec de l'eau pure ou déminéralisée, car le nitrate d'argent ne s'appliquera pas si on utilise de l'eau qui contient des minéraux.

L'atelier dans lequel on travaille doit être parfaitement propre et préparé. L'idéal est d'avoir des aspirations au sol et des hottes aspirantes en hauteur, car on manipule des acides qui dégagent des vapeurs lourdes et qui sont particulièrement nocives pour la santé. Et il faut impérativement mettre un masque prévu pour la filtration des particules fines.

Pour préparer le catalyseur qui va permettre à la solution argentifère de prendre en quelques secondes et donc de créer le procédé d'argenterie, on mélange de l'acide sulfurique, du sucre en poudre ainsi que de l'eau déminéralisée. On conserve ces deux préparations séparément dans des cuves en plastique fermées.

### PHYSIQUE CHIMIE : LES PROPRIÉTÉS DU VERRE

La principale qualité du verre est sa transparence, son principal défaut est sa fragilité. Il ne peut pas être déformé sans cassure, il n'est donc pas ductile. Nous allons voir ici les autres propriétés du matériau verre, mais avant tout, il faut faire un point sur la notion de coefficient de dilatation, notion qui va être reprise tout au long du Mooc. Le coefficient de dilatation d'un verre quantifie l'allongement que va subir le verre quand la température augmente et sa rétraction, c'est-à-dire la diminution de sa longueur, quand la température baisse. La mesure se fait entre 20 et 300 degrés suivant la norme ISO.

Les verres sont classés en "durs" et "tendres" suivant leur coefficient de dilatation, 6 microns étant le point de référence du coefficient. Par exemple, les verres sodocalciques et le verre au plomb sont des verres tendres, car leur coefficient est compris entre 8 et 9,6, donc supérieur à 6. Au contraire, les verres borosilicatés sont des verres durs, car leur coefficient est aux alentours de 3, donc faible et inférieur de 6. Voici d'autres propriétés du verre :

##### Les propriétés chimiques du verre

Aucun acide ne peut attaquer, endommager le verre, à part l'acide fluorhydrique, car il s'attaque à la silice qui est le composant principal du verre.

##### Les propriétés mécaniques ou physiques du verre

La masse volumique du verre est en moyenne 2 fois et demi plus importante que celle de l'eau. La traction et la compression Le verre peut plus ou moins résister aux chocs, selon son type, mais il résiste mal à la traction, il n'est pas étirable. Il est beaucoup plus résistant à la compression. On peut retenir que le verre est 20 fois moins résistant à la traction qu'à la compression.

La surface du verre est pleine de micro-fissures, ce qui fait du verre un matériau fragile. Si on étire le verre, les micro-fissures s'écartent et font casser le verre. Alors que si on le comprime, les micro-fissures vont se refermer.

Pour éliminer totalement ou partiellement ces micro-fissures afin d'avoir une surface avec le moins de défauts possibles, on peut effectuer un traitement thermique : on va rebrûler la surface au chalumeau pour la refusionner. En chauffant, le verre va se ramollir en surface et les micro-fissures vont être atténuées. On peut aussi polir la surface par enlèvement de matière avec de l'acide fluorhydrique. Les micro-fissures sont ainsi atténuées.

L'acide fluorhydrique est le seul acide qui peut attaquer le verre, mais il est très dangereux. Pour protéger la surface, il existe plusieurs solutions qui vont limiter la dégradation, notamment lors de la manutention des articles, en augmentant leur résistance à l'abrasion ou au frottement et en améliorant la résistance aux chocs. Sur les chaînes de production de bouteilles, on peut faire un dépôt d'émail à chaud pour reboucher les défauts de surface. Et ensuite on effectue un traitement à froid : on met en effet un corps gras sur la surface des bouteilles pour qu'elles glissent les unes contre les autres.

### Les propriétés thermiques du verre

Le verre est un mauvais conducteur de chaleur, donc c'est bon isolant thermique qui est utilisé dans le bâtiment, les vitrages. La résistance aux variations de température va dépendre de la composition du verre. Plus le coefficient de dilatation du verre est élevé, moins il va résister aux chocs thermiques. Le verre sodocalcique va beaucoup se dilater à la chaleur, et beaucoup se rétracter en refroidissant. Il ne va donc pas résister aux différences de température.

Les verres les plus résistants sont donc ceux avec un très faible coefficient de dilatation : le verre borosilicaté, utilisé par exemple par la marque Pyrex pour réaliser des récipients culinaires, et le verre de silice qui est, rappelons le, un verre spécial utilisé principalement pour la fabrication des tubes de lampe à halogène et des protections de résistances.

Pour augmenter la résistance mécanique et thermique du verre, il y a aussi la trempe qui peut être soit thermique, soit chimique. La trempe thermique consiste à refroidir un objet en verre juste après sa fabrication. Quand le verre est presque à sa température de ramollissement, on va injecter de l'air froid subitement sur l'article en verre, de façon à ce qu'il refroidisse en surface tout en gardant son cœur chaud. Il en résulte une mise en compression des couches externes du verre et une mise en tension des couches internes du verre.

La trempe est d'autant plus forte que l'écart de température entre la surface et le cœur a été important, que le coefficient de dilatation du verre est élevé et que l'épaisseur du verre est importante. La couche externe de la pièce va se figer et se mettre en compression. Elle sera très résistante mécaniquement et thermiquement une fois qu'elle sera à température ambiante. Cassé, un verre trempé va éclater en petits morceaux non coupants. Ce verre de sécurité est utilisé pour les vitres latérales des voitures par exemple.

### La trempe chimique

Cette méthode permet d'établir une mise en compression de la surface d'un verre par trempage du verre dans un bain de sel de potassium fondu à 400°C. Le principe est basé sur un échange ionique en surface du verre entre les ions sodium du verre et les ions potassium du bain de sel de potassium. Les ions de potassium sont plus gros que les ions sodium. En prenant la place des ions sodium, ils vont mettre la surface du verre en compression. Cassé, un verre trempé chimiquement va éclater en gros morceaux coupants comme du verre non trempé. La trempe chimique se fait généralement là où la trempe thermique ne peut pas se faire, à savoir sur des verres de faible épaisseur ou les verres à faible coefficient de dilatation.

Pour ajouter de la résistance mécanique à un verre on peut également le feuilletter. Le feuilletage consiste à placer entre 2 feuilles de verre plat un film plastique transparent. Après un traitement thermique, le plastique devient transparent et va coller. Moins résistant que le verre trempé, le verre feuilleté ne va pas casser en petits morceaux et va rester en place. Les pare-brise de voiture sont surtout en verre feuilleté. Un verre peut être trempé puis feuilleté pour renforcer sa résistance mécanique. C'est le cas, par exemple, des vitrages blindés.