



TECHNOLOGIE des LUNETTES

3^e partie :

La finition des montures

Les deux premiers articles de cette série faisaient état respectivement du processus de création d'un modèle et de la fabrication de l'ensemble des pièces nécessaires à la réalisation d'une monture. Une fois assemblées, ces pièces sont fin prêtes à recevoir un ou plusieurs traitements de surface qui conféreront à la monture sa propre personnalité et toute sa valeur.

AVERTISSEMENT :

L'article qui suit est une lecture créditable au titre de la formation continue. Selon la formule adoptée en accord avec le Comité de la formation continue, le questionnaire correspondant à ce texte vous sera soumis dans la prochaine publication.

Par Martin Dion

L'ensemble des traitements possibles varie selon le matériau de base utilisé. Toutefois, les métaux se voient aptes à recevoir une plus grande variété de revêtements puisque leur surface est nettement plus réactive que les plastiques. Leur conductivité électrique permet des traitements d'électroplacage et dans certains cas d'anodisation, tous deux impossibles sur des matières plastiques. Tous les matériaux peuvent cependant être laqués et vernis.

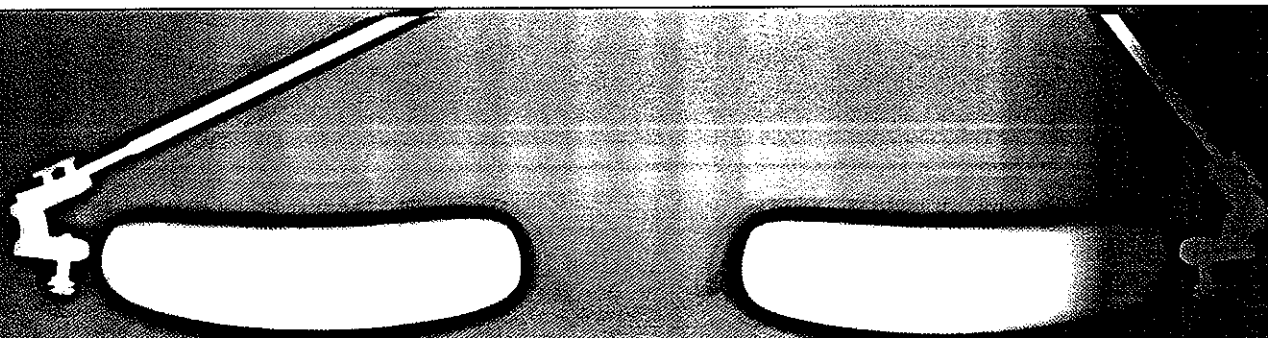
Le troisième article de cette série se veut d'abord un tour d'horizon des principaux revêtements utilisés en lunetterie. Nous concluons en citant les dernières étapes de fabrication nécessaires à l'obtention d'un produit fini, prêt à être expédié vers le marché de l'optique.

Électroplacage et anodisation

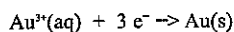
Les métaux à la base des montures ne sont pas tous, à l'état brut, décoratifs, anallergiques et

inoxydables. Ils doivent donc subir un traitement permettant de recouvrir leur surface d'une matière moins réactive. L'électroplacage et l'anodisation sont deux traitements électrochimiques appliqués aux métaux formant en quelque sorte le squelette des montures métalliques. Il s'agit dans chaque cas de déposer en surface une couche conférant à la monture des caractéristiques bien précises comme la couleur et la résistance à l'oxydation. Toutefois, ici s'arrête la ressemblance, l'anodisation n'étant possible que sur le titane et l'aluminium. Pour sa part, l'électroplacage se prête pratiquement à tous les métaux utilisés en lunetterie. Voyons plus précisément en quoi consistent ces deux techniques.

L'électroplacage consiste à déposer une couche métallique plus ou moins épaisse à la surface d'une matière conductrice d'électricité. On l'effectue en plaçant la monture (la cathode) dans une solution contenant le sel du métal à déposer et une électrode métallique (l'anode) correspondant le plus souvent au métal à plaquer.



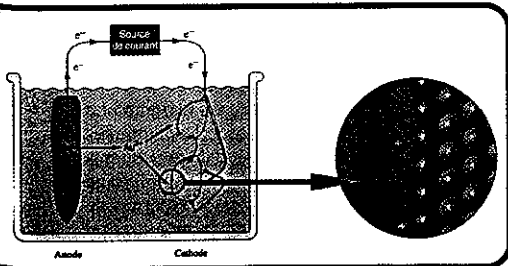
En faisant circuler de l'électricité entre l'anode et la cathode, on provoque une réduction des ions métalliques en solution, c'est-à-dire que ceux-ci captent un certain nombre d'électrons pour se transformer en métal solide à la surface de la cathode. Prenons par exemple le cas de l'or. Lorsqu'on dissout un sel d'or dans l'eau, il se forme des ions $Au^{3+}(aq)$ - le terme (aq), pour aqueux, signifie que la substance est dissoute dans l'eau. Pour pouvoir se transformer en or solide, chaque ion doit capter trois électrons (e^-) selon la réaction suivante :



La monture est donc branchée de façon à recevoir les électrons du générateur. Ces électrons vont réagir avec les ions présents en solution pour former de l'or solide. Comme les électrons circulent uniquement via le circuit externe, le placage ne peut se former qu'à la surface de la monture. La concentration des ions $Au^{3+}(aq)$ diminue au cours du placage. Le rôle de l'anode est donc de boucler le circuit et conserver à peu près constante la concentration de ces ions en solution tout au long de l'électroplacage.

FIGURE 1
Électroplacage d'une monture à l'or

La source de courant provoque le transfert d'électrons (e^-) de l'anode vers la cathode. Ceux-ci s'accumulent à la surface de la monture et réagissent immédiatement pour réduire les ions $Au^{3+}(aq)$ en $Au(s)$ à la surface de la monture. En perdant des électrons, l'anode d'or ($Au(s)$) libère des ions $Au^{3+}(aq)$ qui remplacent en solution ceux ayant été réduits à la cathode.



L'électroplacage de montures consiste en fait à tremper celles-ci non pas dans une seule solution, mais dans plusieurs bains successifs. Les montures sont d'abord nettoyées et rincées afin de retirer tout dépôt susceptible d'altérer la tenue du placage. Comme les dépôts électroplaqués n'ont pas tous la même affinité pour les différents matériaux à la base des montures, on applique souvent d'abord une couche de nickel. Cette couche d'accroche, d'une épaisseur d'environ 5 microns, adhère bien à l'ensemble des matériaux. En effet, comme nous l'aborderons au prochain article de cette série, la plupart des pièces de montures sont fabriquées de matériaux différents, par exemple le monel pour les cercles, le maillechort ou le bronze pour les branches. Le placage ayant des affinités variables selon le matériau de base, la couche de nickel, déposée de manière uniforme, permettra de colmater les trous et d'uniformiser la tenue du placage sur l'ensemble de la monture. Toutefois, le nickel étant un matériau causant des allergies cutanées, il est nécessaire de recouvrir cette couche d'un dépôt d'environ 2 microns d'un alliage palladium-nickel de concentrations variant de 80% Pd - 20% Ni jusqu'à 100% Pd afin d'éviter le ressuage du nickel au travers du placage. Les fabricants utilisent habituellement une concentration de 80% Pd - 20% Ni puisqu'elle correspond au seuil minimal pour que le taux de relargage de nickel soit acceptable. De plus, le prix exorbitant du palladium restreint son usage. Une teneur en nickel plus élevée entraînera un taux de ressuage de ce métal supérieur à la norme permise par la réglementation européenne.

L'électroplacage proprement dit peut ensuite

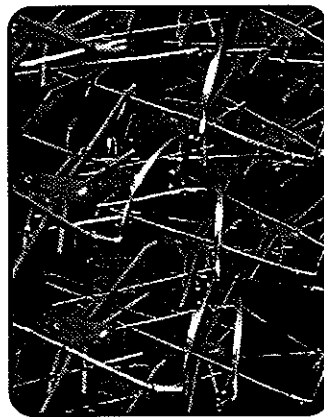


Figure 2
Montures sur support
prêtes à être nickelées.

Le nickelage permet à l'ensemble des pièces des montures d'avoir un fini homogène qui permettra un placage uniforme et ayant une meilleure tenue.

Source: Luxottica

débuter. Selon les propriétés requises et le design initial, on pourra plaquer plusieurs métaux. Un classique reste l'or qui, tout en donnant une valeur indéniable à la monture, est anallergique et

inoxydable. L'or étant naturellement très mou, il est plutôt déposé sous forme d'alliages en couches variant de 0,5 à 4 microns. On peut également déposer une mince couche de l'ordre de 0,25 à 0,5 micron. On parle alors de métal doré et non plaqué. La fonction de ce recouvrement reste toutefois purement esthétique.

Selon leur teneur en différents éléments, ces alliages présenteront différentes teintes et résistances à l'oxydation. La teneur en or d'un alliage est exprimée en carats (K). Un carat est défini comme étant la quantité d'or pur contenue dans un alliage, exprimée en vingt-quatrièmes de la masse totale. Ainsi, 1 g d'un alliage de 12 K renferme 0,50 g d'or pur; 1 g d'un alliage de 18 K contient 0,75 g d'or pur. Plus un alliage contient d'or, plus il sera mou. Les fabricants utilisent des alliages variant habituellement de 12 à 18 K. La teinte de l'alliage varie en fonction de la composition de celui-ci (tableau 1). Ainsi, on obtient des ors que l'on qualifie par exemple de jaune, blanc, rose ou rouge. Les principaux métaux alliés à l'or sont l'argent, le cuivre et le nickel. Afin d'obtenir les caractéristiques anallergiques et inoxydables, le placage sera d'une épaisseur minimale de 3 microns.

Il existe une autre méthode de recouvrement d'or appelée doublé or laminé. Celle-ci sera toutefois abordée dans le prochain article de cette série.

Tableau 1
Constitution des principaux alliages à base d'or

Chaque alliage ici présenté est de 18 carats (75% d'or). La présence de nickel rend l'alliage gris pâle alors qu'une forte concentration de cuivre le rend plutôt rose, voire rougeâtre. Ces différentes composantes de l'alliage contribuent également aux propriétés physiques et chimiques intrinsèques de chaque alliage.

Nom de l'alliage	Teneur en or	Teneur des autres éléments
Or jaune	75 %	12 % Ag, 13 % Cu
Or blanc	75 %	12 % Cu, 13 % Ni
Or rose	75 %	6 % Ag, 19 % Cu
Or rouge	75 %	1 % Ag, 24 % Cu

D'autres métaux susceptibles d'être plaqués présentent également un caractère inoxydable.

LE CHROME

Le chrome forme un dépôt brillant, blanc avec de légers reflets bleutés. Il offre une bonne dureté et bonne résistance à l'oxydation à froid.

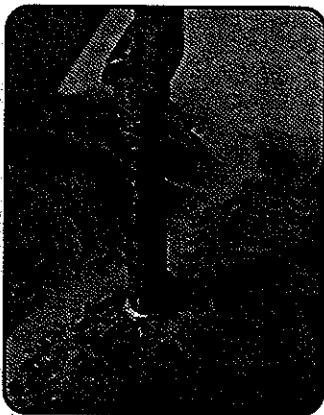


Figure 3
Bain de chromage

Les montures fixées à un support métallique trempent dans un bain contenant des sels de chrome.

Source: Luxottica

L'épaisseur de la couche est d'environ 5 microns. La couleur peut être noire (dépôt de chrome pollué à l'étain) mais dans ce cas, la tenue est moins bonne.

LE PALLADIUM

Une couche de deux microns permet un dépôt d'un blanc brillant présentant une bonne dureté. Il offre également une bonne résistance à l'oxydation.

LE RUTHÉNIIUM ET LE RHODIUM

Ces deux métaux plaqués en couche mince permettent de rehausser considérablement la

valeur du produit fini. Le ruthénium présente une couleur grise avec des nuances, tandis que le rhodium est plutôt blanc brillant.

L'épaisseur de la couche électroplaquée est généralement gage de la qualité et de la longévité du recouvrement. Toutefois, dans le cas des montures bas de gamme, la couche appliquée est relativement mince et ne sert conséquemment qu'à des fins esthétiques. On doit alors appliquer une couche plus importante de vernis pour assurer un certain caractère inoxydable. Malheureusement, le vernis tend à s'écailler avec le temps et au contact avec la sueur. Il ne peut donc remplacer efficacement un recouvrement plaqué de qualité.

Anodisation du titane et de l'aluminium

La majorité des métaux s'oxydent facilement au contact de l'air ambiant, en particulier en milieu humide. Cette réaction entraîne la formation d'oxydes métalliques en surface. Ces oxydes peuvent être très friables, comme dans le cas de la rouille, et entraîner la destruction du matériau. Toutefois, le titane et l'aluminium forment plutôt en surface une couche d'oxyde très mince mais très résistante. Cet oxyde procure alors une protection efficace contre toute oxydation subséquente du matériau. On dit alors que l'aluminium et le titane sont passifs. On peut épaissir cette couche naturelle d'oxyde en effectuant une oxydation plus poussée de ces métaux dans un bain électrolytique. Puisque la réaction d'oxydation s'effectue à l'anode, on qualifiera cette réaction d'anodisation et le produit de titane anodisé ou d'aluminium anodisé. Le métal anodisé diffère de celui électroplqué par le fait que la couche anodisée fait partie intégrante de la masse métallique, contrairement à l'électroplacage où la couche métallique est superposée sur le matériau de base. Il est donc impossible de dissocier la partie anodisée du métal, celle-ci ne pouvant à la limite que ternir avec le temps.

La couche d'oxyde obtenue par anodisation possède la caractéristique d'être poreuse à différents colorants organiques. Le titane et l'aluminium anodisés peuvent donc être colorés de multiples teintes. La technique consiste à plonger le métal dans un bain d'acide et de colorants organiques. En faisant passer un courant électrique au travers du métal, on provoque l'anodisation en surface. Le métal oxydé réagit ensuite avec les colorants présents du bain pour adopter divers coloris. Ces couleurs ne dépendent uniquement que du courant utilisé. Par exemple, on obtient pour le titane la couleur marron avec un courant de 67,7 A, le violet avec un courant de

78,6 A et le bleu et le vert avec des courants respectifs de 87,5 A et 97,5 A. Le temps de l'anodisation est d'environ 5 minutes. D'autres couleurs sont également disponibles tant pour le titane que pour l'aluminium.

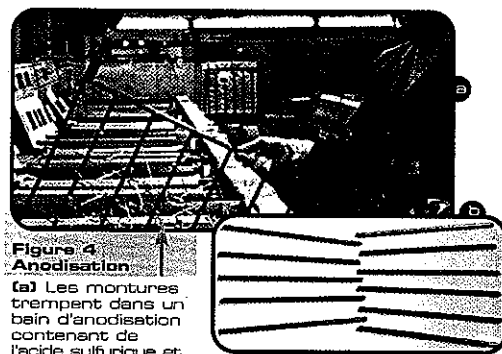


Figure 4
Anodisation

(a) Les montures trempent dans un bain d'anodisation contenant de l'acide sulfurique et sont maintenues

sous tension afin de créer une couche d'oxyde métallique à leur surface. Cet oxyde métallique, lorsque mis en présence de colorants organiques, peut prendre différentes teintes en fonction de la tension à laquelle il est soumis.

Source: Silhouette

(b) Le titane, tout comme l'aluminium d'ailleurs, peut prendre de multiples teintes à la suite de l'anodisation.

Dans le cas du titane, on peut obtenir d'autres couleurs brillantes par ionisation. Dans ce cas, le titane anodisé préalablement poli est soumis à un dépôt vaporisé de colorant sous vide, de la même manière que l'on dépose un traitement antireflet sur une lentille ophtalmique. La couleur pénètre ainsi à l'intérieur de l'oxyde métallique de surface. Cette dernière méthode permet d'obtenir des couleurs plus brillantes mais malheureusement à des coûts nettement supérieurs à l'anodisation traditionnelle. C'est ce qui explique la différence de prix entre les montures anodisées mates et brillantes. Ces deux méthodes de déposition donnent des résultats très fiables puisqu'on fait à chaque fois intervenir la couche de titane oxydée faisant partie intégrante de la structure de la monture. Finalement, on peut obtenir d'autres teintes simplement en déposant une laque colorée en surface de la monture. Cette technique qui n'est pas propre au titane est toutefois nettement moins résistante.

Polissage manuel et par culbutage

Une fois le revêtement désiré en place, les montures doivent subir un polissage afin de présenter un fini homogène et brillant. La première étape consiste à placer les montures dans des barils rotatifs ou des bacs vibrants contenant différents abrasifs. Ce polissage permettra d'éliminer les principales aspérités de surface. Selon le revêtement de la monture, on

utilisera dans les barils des pâtes abrasives mélangées avec de la poudre de noix de coco ou des noyaux de pêche pulvérisés. Les montures, faces et branches assemblées, sont disposées sur une série de supports à l'intérieur du baril (figure 5). Dans le cas de polissage en bac vibrant, on utilisera plutôt des cônes de plastique avec les branches et les devants en pièces détachées. Les barils tournent à environ 200 tours/minute pendant plusieurs heures.

Une fois l'étape de polissage en baril ou en bac vibrant complétée, les montures subissent un second polissage, manuel cette fois-ci. Cette opération, qui porte aussi le nom d'avivage, a pour but de créer un fini brillant sur l'ensemble du revêtement. Un fini poli augmente la qualité visuelle du produit tout en rendant son toucher plus agréable.

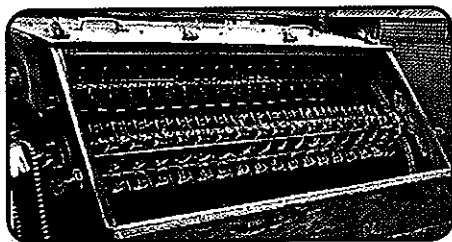


Figure 5
Baril de polissage

Les montures à polir sont déposées sur un série de supports. Les barils peuvent contenir différents abrasifs comme la noix de coco broyée ou des noyaux de pêche pulvérisés. On ajoute à l'occasion des pâtes abrasives douces pour faciliter le polissage. Les barils tournent en alternance en sens horaire et anti-horaire pendant plusieurs heures.



Figure 6
Polissage manuel

L'avivage des montures permet d'obtenir une finition plus lisse et plus brillante.

Source: Silhouette

Laquage à l'aérosol et à la seringue

On peut décorer les montures plastiques et métalliques de façon très artistique à l'aide de laques selon les motifs et textures recherchés. Ces résines colorées sont appliquées directement au fusil sur la monture. On peut également utiliser différents caches afin de créer des motifs esthétiques et variés (figure 7).

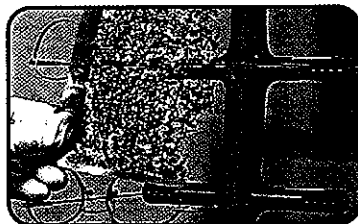


Figure 7
Laquage à l'aérosol

L'utilisation d'un cache permet de créer des motifs fins et personnalisés.

Une autre technique de laquage encore plus délicat consiste à dessiner de fins motifs à l'aide d'une seringue. Cette technique, qui exige un doigté et un savoir-faire éprouvés, rehausse considérablement la valeur du produit fini.

Après chacune des opérations de laquage, les montures sont séchées dans des fours pour une période de deux heures à 80° C afin d'en fixer la couleur.

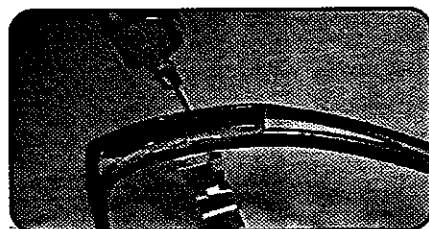


Figure 8
Laquage à la seringue

Cette opération demande aux techniciens une habileté hors du commun afin de réaliser des motifs uniques et raffinés.

Source: Silhouette

Impression au tampon, à la feuille d'aluminium et jet de sable

Outre le laquage conventionnel, on peut obtenir d'autres finis intéressants à l'aide d'impressions au tampon ou à la feuille d'aluminium. Dans le premier cas, on imprègne un tampon d'encre préalablement déposée sur une surface métallique. Le tampon est ensuite appliqué directement sur la pièce à décorer. Dans le second cas, on utilise comme support du motif une feuille d'aluminium. Celle-ci est déposée directement sur la laque et le tout placé au four à 150° C pour



Figure 9
Décoration à la feuille d'aluminium

Le motif apposé sur la feuille d'aluminium est transféré directement à la monture à la suite d'un chauffage.

Source: Silhouette

environ 50 heures. Le dessin est alors transféré directement du papier à la laque par sublimation. L'érosion au jet de sable est utilisée pour conférer un fini mat à certaines parties ou à l'ensemble d'une monture. Ces deux dernières techniques sont utilisées exclusivement pour les montures métalliques puisque les matériaux plastiques ne sauraient résister à de telles conditions d'abrasion et de température.

Vernissage

Le dernier revêtement consiste à déposer un vernis de type époxy ou polyuréthane en couche mince qui, en durcissant, deviendra translucide, mat ou brillant selon le design initial. L'application de ce vernis joue différents rôles. Il augmente la résistance de la monture aux rayures et à l'agression des agents chimiques en préservant le revêtement contre l'oxydation par la sueur et les polluants. Il confère de plus un toucher de qualité et conséquemment augmente le confort du porteur.

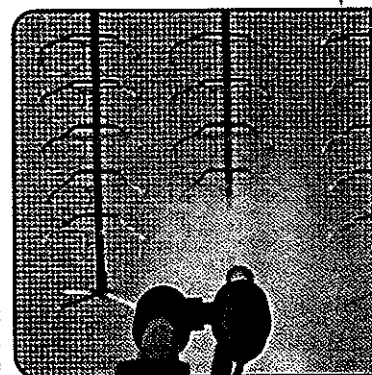
Les montures ne doivent présenter absolument aucun dépôt de surface avant d'être vernies. Un nettoyage est donc réalisé sur une chaîne automatisée par trempages successifs dans des bains ultrasoniques de détergents et le rinçage est fait à l'eau déminéralisée.

Le vernis est ensuite pulvérisé en couche unique d'environ 20 microns ou en deux couches, la première pouvant être colorée sur l'ensemble ou seulement certaines parties de la monture, la seconde servant de revêtement protecteur incolore. Afin de s'assurer d'un fini sans faille, les salles de vernissage sont maintenues en milieu hyperbare, c'est-à-dire que la pression à l'intérieur est légèrement supérieure à la pression ambiante. On évite ainsi que la poussière ne pénètre à l'intérieur de cette pièce.

Figure 10
Vernissage des montures

Le vernissage s'effectue à l'aide de buses automatisées en atmosphère contrôlée.

Source: Luxottica



Taillage et insertion des coquilles

Les coquilles et lentilles solaires sont taillées sur des meules automatisées et insérées dans les montures. Les coquilles sont habituellement constituées d'un plastique peu dispendieux tel le Plexiglass (PMMA) ou de polycarbonate dans le cas de lentilles percées. Certains fabricants utilisent à l'occasion du CR-39.

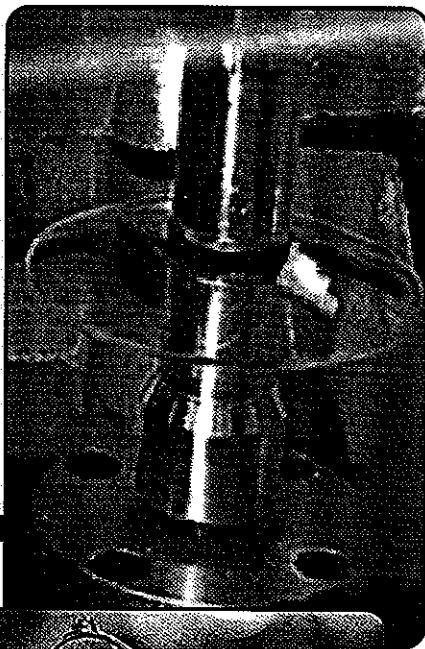


Figure 11
Taillage et insertion des coquilles

(a) Les coquilles et les lentilles solaires sont taillées selon le gabarit du cercle sur des meules automatisées.
(b) Insertion des coquilles dans les montures.

Source : Gérard Benoit-à-la-Guillaume (Lunetiers du Jura)

Impression des données techniques

Chaque monture est ensuite identifiée selon son modèle, sa grandeur et sa couleur. Les dimensions respectives du cercle, du pont et de

la branche sont habituellement imprimées sur le pont ou à l'intérieur d'une branche. Par exemple, l'inscription 46 21 135 signifie que le diamètre interne d'un cercle est de 46 mm, la distance entre les cercles de 21 mm et la longueur de la branche de 135 mm. Dans le département de finition, les plaquettes sont vissées au bras de plaquettes et les embouts placés sur les branches et pliés.

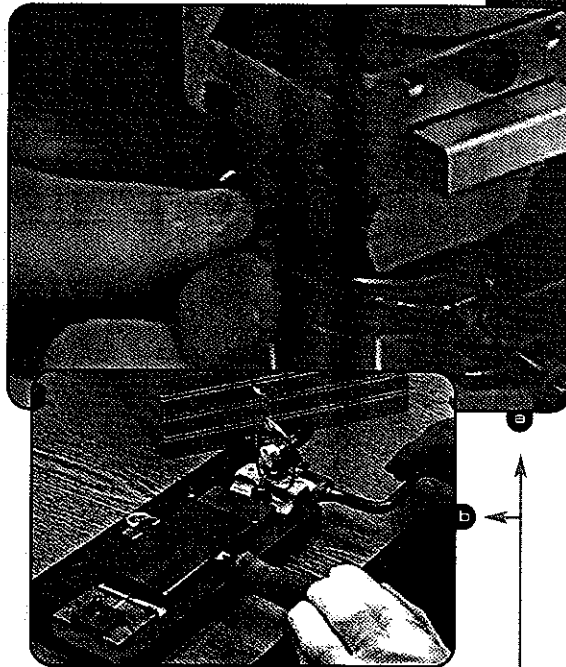


Figure 12
Impression des coquilles et des branches

(a) La marque de commerce est imprimée à l'aide d'un tampon sur la coquille.
(b) Impression des données techniques sur une branche.

(a) Source: Cottat

(b) Source: Silhouette

Rhabillage

L'opération de rhabillage permet à chaque monture d'obtenir son ajustement final afin de la présenter sous son meilleur jour aux opticiens. Les montures sont une dernière fois nettoyées avant l'inspection finale et l'emballage.



Figure 13
Rhabillage d'une monture

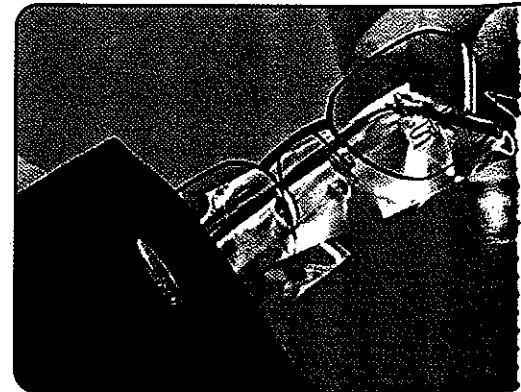
Le rhabillage est une étape nécessaire à la bonne tenue du produit fini. On s'assure ainsi de la qualité de l'ajustement final avant que la monture ne quitte le manufacturier.

Source: Cottat

Figure 14
Emballage

Après le rhabillage, les montures sont nettoyées une dernière fois et emballées pour être expédiées vers le marché de l'optique.

Source: Silhouette



Prochain article :

CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIEAUX MÉTALLIQUES ET ALLIAGES UTILISÉS EN LUNETTERIE