

## LA GRAVURE CHIMIQUE A LA PORTEE DE TOUS

### 1) Gravure chimique, de quoi s'agit-il ?

Le procédé de photogravure chimique que nous allons décrire permet de réaliser sans difficultés des platines de circuit imprimé et des pièces en laiton ou en maillechort utilisées en modélisme (le maillechort est un métal ressort).

Le même procédé est utilisé pour les 2 applications, ce qui vous permet de disposer d'un laboratoire unique (laboratoire ne veut pas forcément dire : dépenser de fortes sommes). Nous vous proposerons des éléments vous permettant de réaliser un labo à peu de frais.

Les étapes du procédé sont les suivantes :

- A) Insolation au moyen de lampes U.V. et au travers d'un masque opaque reproduisant l'objet à réaliser, d'une surface photosensible appliquée sur époxy cuivré ou laiton massif.
- C) Développement de la partie photosensible, la partie insolée disparaît, il reste la partie protégée par le film opaque (noir).
- D) Dans le bain de gravure chimique, les parties non protégées disparaissent, il reste une reproduction exacte du masque d'insolation.



La photo ci-dessus (réalisation d'un tramway en laiton) vous donne une petite idée des pièces qui sont réalisables, après vous ne serez plus que limités que par votre imagination.

Le laiton qui reste est la reproduction exacte du film qui a servi à l'insolation.

Une gravure partielle des pièces est également possible, permettant de réaliser des objets en relief (évocation de rivets, de hublots, de cadres de fenêtres, de ferrures ...) : la gravure partielle exige cependant une attention constante : vérification d'une gravure homogène et contrôle strict du temps de gravure.

Autre possibilité : réaliser des traces facilitant le pliage (par gravure partielle ou réalisation de « pointillés » en gravure totale).

### 2) Que faut-il pour graver ?

Comme nous l'avons déjà dit, labo ne veut pas forcément dire « dépenser de fortes sommes », mais comme nous allons manipuler des produits chimiques (corrosifs et dangereux), il faut bien se poser la question du local où nous allons pouvoir travailler. L'idéal serait un local de type buanderie,

ou un atelier, en aucun cas la cuisine ou le salon, peut-être la salle de bains (si ... votre partenaire est compréhensif, bon courage !).

Une arrivée d'eau en céramique (évier) et un écoulement seront les bienvenus. Une grande paillasse ou un grand évier éviteront la propagation des produits chimiques si vous en renversez.

Matériels indispensables : (tenir hors de portée des enfants)

- A) Source d'éclairage U.V. (ultra violet actinique) ou banc d'insolation (circuits imprimés).
- B) Plaque de verre permettant de presser film et plaque photosensible pendant l'insolation (ou banc d'insolation équipé d'une pompe à vide).
- C) Récipient pour graver acceptant l'acide ou le perchlorure de fer (en verre par exemple).
- D) Flacons permettant de stocker révélateur et acide.
- E) 2 paires de gants en caoutchouc.
- F) Lunettes de protection
- G) Vieux habits ou/et blouse
- H) Pinces à linge entièrement en plastique

Consommables indispensables :

- A) Révélateur adapté aux produits photosensibles.
- B) Acide pour gravure (perchlorure de fer).
- C) Matériaux photosensibles simple ou double face (laiton, maillechort ou époxy cuivré)
- D) Film adapté à votre imprimante (laser ou mieux, jet d'encre) et logiciel de dessin (vectoriel de préférence comme Corel Draw, mais Paint fera également l'affaire).
- E) DP 1000 produit de nettoyage du laiton

### 3) Quelques règles de sécurité

#### Attention aux enfants !

Nous rappelons que les produits chimiques utilisés sont dangereux. Il est indispensable de bien lire les étiquettes des produits. Les révélateurs sont généralement à base de soude caustique (très agressive pour la peau et les yeux), le bain de gravure est généralement en perchlorure de fer (acide).

Un récipient rempli d'eau pour une neutralisation rapide en cas de fausse manipulation est à mettre à disposition en permanence. Les produits chimiques font des trous dans les habits.

L'éclairage ultra violet actinique est mauvais pour les yeux (réaliser l'insolation dans une boîte). Ne pas détruire les produits chimiques (agressifs pour les canalisations et les robinets et polluants) à la maison, mais les confier à une déchetterie spécialisée.

## LA GRAVURE CHIMIQUE A LA PORTEE DE TOUS

### 4) Le matériau photosensible

Il est possible de trouver dans le commerce des bombes de résine photosensible permettant de réaliser vos propres surfaces photosensibles.

L'inconvénient majeur est que vous ne disposerez jamais de la même épaisseur de vernis et que vous aurez de grandes difficultés pour avoir une épaisseur régulière. Le temps d'insolation étant directement lié à l'épaisseur de vernis, vous aurez de grandes difficultés à le définir et toute irrégularité entraînera des défauts dans la gravure (pas assez ou trop gravé).

Les produits photosensibles que nous commercialisons vous garantissent un étalement et une épaisseur réguliers des résines photosensibles (les temps d'insolation seront donc toujours les mêmes). Les plaques sont livrées avec une feuille de protection (contre la lumière du jour), feuille qui est enlevée juste avant l'insolation.

Les plaques en laiton vont de 0,1 à 0,8 mm d'épaisseur. Jusqu'à 0,5 mm il est possible d'enlever tout le métal, au-delà, seule une gravure dans la masse est envisageable.

La résine photosensible existe en version positive ou négative. Positive, veut dire que le film à réaliser est identique à l'objet à graver (le contraire pour négatif). On comprendra que tout ce qui est noir sur le film ne laisse pas passer la lumière et que tout ce qui n'est pas protégé, est détruit par l'insolation aux U.V. Nous ne fournissons que du positif.

### 5) réalisation du film

La réalisation du film est possible avec un PC et une imprimante à jet d'encre. Le film doit être adapté à la machine, de manière à réaliser des dessins les plus opaques possibles (une vérification à la lampe est possible). Ne pas hésiter à faire des retouches si vous rencontrez des parties laissant passer de la lumière. Un logiciel de dessin vectoriel (Corel Draw, Autocad, ...) est le bienvenu : il vous facilitera la tâche par sa possibilité de réaliser des pièces précises en dimensions.

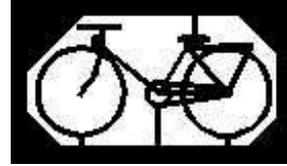
Le logiciel permettra de préférence de :

- Dessiner des lignes de longueur et d'épaisseur définies.
- Dessiner des lignes droites, courbes, carrés et cercles
- Dessiner des surfaces blanches et noires
- Soit la résolution du logiciel est compatible avec notre dessin, soit il permet d'imprimer des

pièces à l'échelle (en résolution maximale : pas « d'escaliers dans les traits obliques »)

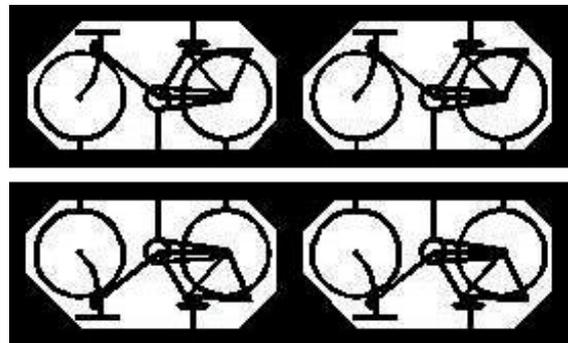
- Réaliser des « objets » par assemblage de traits et de courbes, ces objets pouvant être assemblés de manière à optimiser notre film (le plus serrés possible pour économiser matière et produit chimique) et constituer une bibliothèque.
- Possibilité de réaliser la fonction « miroir » qui permet de réaliser les film à l'envers.

La couleur n'est pas nécessaire. Seul un noir très intense et à haute définition est nécessaire (le blanc reste transparent).



Pour les essais, commencer par des petites pièces simples pour vous faire la main et sur un métal de 0,1 ou 0,2 mm.

La fonction miroir permet de réaliser le même film à l'endroit et à l'envers. Pour l'insolation, une pochette est réalisée avec 2 films (1 à l'endroit et 1 à l'envers), les 2 films seront superposés de manière très exacte. L'impression est de préférence à l'intérieur de la pochette (en contact avec la surface photosensible) de manière à éviter une insolation à travers l'épaisseur du film.



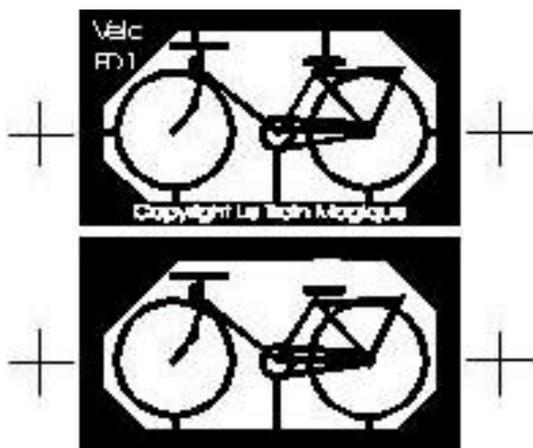
Dans l'exemple ci-dessus, nous avons réalisé 1 objet « vélo » avec Corel Draw, dupliqué celui-ci, puis à l'aide de la fonction « miroir » réalisé le film inverse. Les 2 films permettant de réaliser la pochette du film destiné à l'insolation.

Vous noterez le cadre noir le plus important possible pour économiser le produit de gravure et les « pattes » de fixation qui relient l'objet à son cadre. Ces pattes évitent que les objets ne se détachent et donnent une certaine rigidité à l'ensemble.

Elles seront coupées proprement à l'aide d'une pince coupante (une petite finition à la lime est parfois nécessaire).

## LA GRAVURE CHIMIQUE A LA PORTEE DE TOUS

La dernière fonction du cadre (et non la moindre) est de permettre la fixation de la plaque de laiton dans la machine de gravure. Les procédés de fixation varient selon le type de machine : pinces, réglette, trou à percer ... Elles ont cependant toutes un point commun : un emplacement est nécessaire et cet emplacement ne pourra pas servir à la gravure.



L'image ci-dessus a été réalisée en 2 exemplaires, et en l'observant de près, il y a quelques différences entre les 2 reproductions (pattes de fixation et texte).

Le texte et les pattes de fixation n'apparaissant que d'un seul côté de la gravure, ils seront partiellement enlevés, ce qui donne une gravure en relief. Les pattes de fixation seront plus faciles à enlever parce que plus fines que le restant du laiton. Il faut préciser à cet instant que l'insolation se fera en 2 passes (recto et verso), les croix représentées servant à positionner les films de manière très précise avant d'y glisser le matériau photosensible qui sera fixé au film avant l'insolation, de manière à éviter tout glissement pendant les manipulations de retournement entre les 2 insolutions.



Méthodes de pliage de la tôle : l'image ci-dessus permet de représenter 2 méthodes de pliage : le laiton est entamé sur une face, avec soit une ligne en pointillés, soit une ligne continue. Ces lignes fragilisant la tôle à cet endroit précis, faciliteront le pliage.

Le film terminé, il faut passer à l'impression. Plusieurs méthodes existent : imprimante laser, jet d'encre sur film ou reproduction sur film d'impression par un spécialiste en imprimerie (photogaveur).

La meilleure méthode (et aussi la plus chère) est la reproduction par un photogaveur. Elle a l'avantage de vous permettre de travailler à une échelle plus importante, le photogaveur assurera la réduction. La qualité du travail à l'échelle 1 (généralement 600 à 1200 dpi) dépendra de votre imprimante et du film, c'est cependant la méthode la plus rapide et la moins chère. Achetez un film correspondant bien à votre imprimante et imprimez dans la résolution la plus haute et avec un noir intense (la lumière ne doit pas passer).

Rien ne vous empêche de réaliser des prototypes par vos propres moyens, et si vous réalisez une série, de confier le film à un spécialiste (environ 20 à 30 Euro le film).

J'ai personnellement réalisé de nombreux films pour circuits imprimés (de qualité) avec mon imprimante Canon que j'ai utilisés directement.

### 6) Insolation

Pour l'insolation, une chambre noire n'est pas nécessaire. Le vernis photosensible n'est pas très sensible à la lumière normale (évitiez cependant une exposition prolongée à la lumière du soleil et à toute source d'U.V.).

La longueur d'onde optimale est aux alentours de 440 nm. Généralement les sources de lumière sont à base de tubes actiniques (tubes fluo 20W de 40 cm par exemple).

Une châssis d'insolation équipé de 3 à 4 tubes actiniques (et surtout d'une minuterie) peut coûter environ 300 Euro. Il est cependant possible d'approvisionner ces tubes (voir nos tarifs) et de monter un châssis soi-même.

Les tubes sont séparés d'environ 5 cm, la distance par rapport au film est d'environ 10 cm (maxi). Le temps d'insolation (variant selon les produits) doit se situer aux alentours de 2 à 4 minutes. Il est nécessaire de réaliser des essais selon le film, le vernis et votre châssis d'insolation.

Le temps d'insolation doit être suffisant pour que la lumière traverse et détruit tout le vernis. Un temps trop court se traduit par un vernis non détruit complètement (ce qui posera des problèmes de gravure, le vernis empêchant celle-ci). Un temps trop long peut se traduire par l'apparition d'irrégularités sur les bords des pièces et de trous si votre film n'est pas parfait.

## LA GRAVURE CHIMIQUE A LA PORTEE DE TOUS

L'insolation se fera en 2 passes : recto et verso.

- 1) Réaliser votre pochette de film en positionnant de manière très précise les 2 films. Rappelons que le côté imprimé du film est en contact avec la résine photo sensible afin d'éviter une insolation parasite liée à l'épaisseur de votre film et que l'un des deux films est forcément à l'envers par rapport à l'autre (effet miroir à l'impression). les 2 films une fois positionnés sont fixés entre eux (ruban adhésif).
- 2) Glisser la plaque de laiton à insoler à l'intérieur de la pochette ainsi constituée et la fixer à la pochette afin d'empêcher tout glissement.
- 3) Pressez votre pochette entre une plaque de mousse et une vitre propre en vous assurant que votre film est bien plaqué sur le laiton (attention aux bavures de laiton si vous avez découpé votre plaque : les enlever après la découpe : ces bavures constituent des surépaisseurs qui empêchent le film de coller complètement contre le vernis photosensible).
- 4) Insolez le premier côté de la plaque, le temps que vous aurez déterminé par expérience.
- 5) Retournez votre pochette et insolez l'autre face du laiton en respectant les mêmes consignes.

Votre plaque de laiton est prête pour le développement.

### 7) Développement

La phase de développement permet d'enlever la partie de résine non protégée par un film qui a été détruite par les ultra violets lors de l'insolation.

Le révélateur, produit généralement à base de soude caustique (agressive pour les yeux et la peau, prière de mettre des gants et des lunettes) doit être fourni par le même fournisseur que les produits photosensibles (ils doivent être compatibles).

Généralement le révélateur est fourni sous forme de poudre qui doit être diluée dans de l'eau tiède. Pour son utilisation, le réchauffer aux environs de 30 à 40° dans un bain-marie pour la meilleure efficacité.

Mettre le révélateur dans une cuvette et y tremper la plaque à révéler. Si l'insolation a été correcte, le vernis détruit commence à se dissoudre instantanément et complètement dans les parties insolées et révèle des contours propres et réguliers pour les parties qui n'ont pas été insolées.

Le temps de dissolution varie de 1 à 3 minutes.

Le liquide qui prend généralement une couleur violette. Il peut être utilisé de nombreuses fois dans les mêmes conditions de température.

Après révélation, avec des gants, prendre la plaque et la passer sous l'eau courante en la frottant doucement pour faire disparaître toute trace de révélateur. Attention de ne pas faire de rayures.

Une rayure ou un défaut peut être rattrapé, une fois la plaque sèche avec un feutre indélébile. Un surplus de vernis est rattrapable en le grattant délicatement (lame fine).

### 8) Gravure chimique

La gravure chimique peut se faire de différentes manières. Les professionnels utilisent des machines à projection ou à mousse qui projettent des jets de perchlore de fer. Le perchlore de fer a l'inconvénient de générer à la gravure une couche d'oxyde protecteur qui oblige à remuer le bain en permanence.

Une machine professionnelle d'entrée de gamme se situe aux alentours de 400 Euro.

Il est possible de se procurer (voire de fabriquer soi-même, voir l'article qui suit) des machines de gravure équipées d'une pompe à air et d'une chauffeuse pour aquarium, cependant les machines à mousse ont une meilleure précision de gravure que les machines à bulles d'air.

Il existe plusieurs acides de gravure possibles. Le plus courant et le plus utilisé par les professionnels est le perchlore de fer (solution brunâtre) que l'on peut approvisionner en liquide ou en granulés à dissoudre dans l'eau. C'est un produit agressif qui attaque tout (métaux et tissus) et qui tâche, prendre les précautions d'usage. Ayez toujours de l'eau à votre portée et éventuellement un peu de révélateur (soude) qui a tendance à neutraliser le perchlore de fer.

Le perchlore est plus performant lorsqu'il est tiède (aux environs de 40 à 50 °).

Autre produit utilisé par les amateurs : le persulfate de sodium. Ce produit a l'avantage d'être transparent (on peut en conséquence voir l'évolution de la gravure). Nous consulter.

Quelque soit le produit que vous utilisez, il est nécessaire d'avoir un bain en mouvement permanent : soit vous vous attachez à agiter en permanence la cuvette de gravure, soit vous avez un dispositif d'agitation (bulles d'air ou mousse).

La gravure va durer de 5 à 20 minutes, bien vérifier son évolution en tournant éventuellement de temps en temps votre plaque, certaines machines ayant tendance à ne pas graver de manière très régulière sur toute la surface de votre plaque.

## LA GRAVURE CHIMIQUE A LA PORTEE DE TOUS

### 9) Après la gravure

Après lavage (même avec un peu de savon) il est possible de neutraliser l'acide avec une solution légèrement alcaline (un peu de révélateur dilué), puis de bien rincer votre plaque.

Si votre plaque est destinée à être peinte, il faut enlever toute trace de vernis. Ceci est possible à l'aide d'alcool à brûler, acétone ou de dissolvant (attention aux dépôts de graisse de certains dissolvants (pour ongles par exemple ... merci madame ...), il faudra dégraisser avant peinture.

Dans les endroits où il n'est pas nécessaire d'enlever le vernis, on peut le laisser, ce dernier protège votre métal et se laisse souder.

### 10) Finition :

**Rendre le laiton brillant :** la gravure chimique peut ternir le laiton aux endroits où il est attaqué. Des dépôts d'oxyde de cuivre (vert) peuvent apparaître en particuliers si le laiton a mal été rincé après la gravure.

Nous avons le produit miracle : DP1000. Il suffit de brosser le métal à l'aide d'un pinceau à poils durs ou d'une brosse à dents en appliquant un peu de produit : le laiton redevient brillant et les oxydations disparaissent. Rincer avec beaucoup d'eau et ne plus manipuler le laiton avec les mains qui laissent des dépôts de graisse (traces de doigts).

### Conclusion :

Les opérations peuvent paraître complexes dans un premier temps, mais avec un peu d'expérience, la gravure devient très simple avec le temps.

Ne vous découragez pas trop vite et pensez surtout à travailler tout d'abord avec quelques échantillons et en gravure « passante » avant de commencer avec des applications complexes en 3D.

Rien ne vous empêche de réaliser 2 jeux de films et de passer 2 fois à la gravure si vous souhaitez réaliser des plaques en 3D des 2 côtés comme c'est le cas avec le KIT-LAITON du tramway.

Réalisez votre propre labo (ou achetez notre kit labo complet, la différence de prix n'étant pas évidente si l'on approvisionne tous les composants)

Nous vous proposerons dans un second article de réaliser personnellement votre propre labo d'insolation et de gravure pour quelques dizaines d'Euro et vous proposerons les produits qui vous permettront de le monter (sauf les produits courants disponibles dans un magasin de bricolage ou d'aquariums).

Clément SCHMITT

Liste de produits conseillés pour un labo semi-professionnel : voir nos tarifs sur Internet