

## HISTORIQUE du PROCÉDE AU CHARBON

L'affaiblissement et le jaunissement des images rencontrés dans les premiers procédés argentiques<sup>1</sup> ont conduit les photographes à rechercher des procédés d'enregistrement d'images plus résistants à l'épreuve du temps.

La sensibilité à la lumière des chromates avait été observée par Gustav Suckow dès 1832. En 1839, un chimiste écossais, Mongo Ponton, constata qu'un papier recouvert d'une solution de bichromate de potassium était sensible à la lumière. Un an plus tard, Edmond Becquerel, un physicien français, découvrit que la sensibilité du bichromate à la lumière était augmentée si le papier était d'abord enduit d'amidon ou de gélatine. En 1852, William Henry Fox Talbot remarqua que les colloïdes normalement solubles comme la gomme arabique ou la gélatine, devenaient insolubles quand ils étaient mélangés avec une solution de bichromate de potassium et exposés à la lumière. Ce fut en 1855 que Alphonse Louis Poitevin breveta le premier procédé au charbon; il avait ajouté un pigment (*charbon*) à un mélange de bichromate de potassium et de gélatine, d'où le nom de cette technique.

Poitevin couchait sur une feuille de papier un mélange de gélatine, de pigment et de bichromate. Après séchage, il exposait à la lumière solaire cette feuille en contact avec un négatif, puis il révélait l'image par trempage dans de l'eau chaude. La gélatine était devenue insoluble dans les parties transparentes du négatif par l'action de la lumière sur le bichromate, et donc elle retenait le noir de carbone, alors que sous les zones denses du négatif, la gélatine était toujours soluble et entraînait avec elle le pigment dans l'eau de dépouillement. Le système fonctionnait bien pour des "images au trait" mais avait peu d'aptitude à produire des tons continus.

Le premier à proposer une explication fut l'abbé Laborde en 1858. Il avait noté que la couche de gélatine pigmentée avait une épaisseur non négligeable et donc deux surfaces distinctes, une extérieure en contact avec le négatif et une intérieure liée au support papier. L'insolubilisation de la couche commençait de l'extérieur vers le papier. Pour les ombres (*parties transparentes du négatif*) cette insolubilisation se faisait dans toute l'épaisseur de la couche, jusqu'au papier. Pour les lumières (*zones denses du négatif*) la couche restait soluble et pour les tonalités intermédiaires, il subsistait de la gélatine soluble entre la surface en partie durcie et le papier support. C'est pour cette raison que les tons intermédiaires disparaissaient pendant le dépouillement.

Un moyen de contourner ce problème est de faire des couches très minces et de donner à l'image une richesse tonale par couches successives, comme on le fait dans le procédé à la gomme bichromatée (John Pouncy) . Un autre est d'impressionner la couche à travers un support en verre transparent et de la reporter ensuite sur un papier (Alphonse Fargier). L'époque a révélé un grand nombre de solutions et d'inventeurs...

Mais la solution complète fut apportée en 1864 par Joseph Wilson Swan. Un papier enduit sur une face d'un mélange de gélatine et de pigments est sensibilisé dans une solution de bichromate juste avant utilisation. Une fois sec, on l'expose côté gélatiné

---

1

.Au début, le problème résidait dans l'élimination des sels d'argent non réduits en argent métallique. Ceux-ci, bien que ne participant pas à la formation de l'image, étaient toujours photosensibles. La réponse à ce problème fut rapidement trouvée : le fixage des images dans un bain de thiosulfate de sodium (*hyposulfite*), puis un lavage abondant à l'eau pour éliminer toute trace de ce produit.

sous un négatif. Ce papier pigmenté est ensuite transféré sur une seconde feuille de papier lui aussi gélatiné, mais sans pigments. Le papier pigmenté original est ensuite séparé de l'ensemble. Le dépouillement intervient alors, toujours à l'eau tiède, mais cette fois-ci la gélatine soluble se trouve à l'extérieur, et toute la gélatine insolubilisée adhère au papier transfert. Une fois développée, l'image présente des demi-teintes. Si ce papier transfert constitue le support définitif de l'image, le procédé est appelé charbon simple transfert.

L'image est inversée, sauf si l'exposition a eu lieu avec un négatif mis en contact sur son côté support avec le papier gélatiné. A l'époque, les photographes utilisent d'épaisses plaques de verre comme support pour leurs négatifs au collodion, c'est pourquoi ils procèdent à un deuxième transfert de l'image après développement pour rétablir le sens original de leur cliché. C'est le procédé double transfert. Avec la fabrication d'émulsions coulées sur support pelliculaire en nitrate de cellulose vers 1890, ce double transfert devint inutile puisqu'il était possible d'effectuer l'exposition en retournant le négatif.

Plus tard, à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle sont apparus des procédés charbon sans transfert, connus sous les noms de charbon-satin (*Fresson*) et de charbon-velours (*Artigue*).

L'ozobromie ou procédé carbro est une variante du procédé au charbon. L'image pigmentaire est obtenue à partir d'une épreuve réalisée sur un papier au bromure d'argent. Cette technique (*1906*) est due à Thomas Manly.

Des papiers commerciaux au charbon ont été mis sur le marché dès 1866. Le principal fournisseur fut la compagnie Autotype de Londres. Celle-ci en fabriquait plus de 50 modèles en 30 couleurs différentes, ainsi qu'un nombre important de papier transfert. La production industrielle de ces papiers s'est arrêtée vers 1990, avec l'arrêt de leur fabrication par la société Hanfstaengl de Munich.

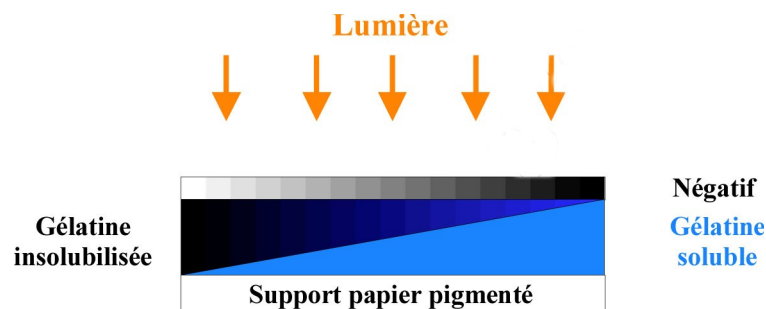
Le procédé au charbon est utilisable pour faire des images en couleurs, à condition d'utiliser des colorants transparents pour la confection du papier pigmenté. Après avoir énoncé en 1868 les principes techniques de la photographie des couleurs par synthèse soustractive, Louis Ducos du Hauron a produit de nombreuses images en couleurs par superposition de couches de gélatine colorée.

# GENERALITES

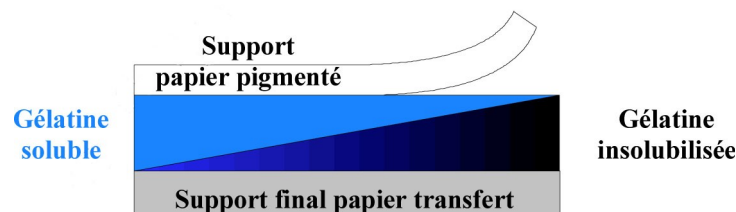
Le tirage au charbon appartient à la famille des **procédés pigmentaires**. Il utilise la photosensibilité des sels de chrome. Il fournit des images d'une grande finesse de détail et quasiment inaltérables. Si la gélatine est susceptible d'être attaquée par des micro-organismes, le pigment choisi par le photographe doit être très stable à la lumière.

## 1. DESCRIPTION DU PROCÉDÉ

Une feuille de papier est enduite d'une couche de gélatine sensibilisée (*au bichromate*) et colorée par un pigment. Après exposition à la lumière U.V. sous un négatif, le papier pigmenté est mis en contact parfait avec le papier transfert, gélatine contre gélatine. Après environ 20 minutes de séchage, on procède au dépouillement de l'image dans de l'eau tiède. Les parties non insolées se dissolvent en entraînant le pigment, laissant apparaître le papier (parties claires), les parties insolées sont tannées par l'action du sel chromique et sont donc insolubles, elles emprisonnent le pigment constituant ainsi les parties sombres de l'image. L'image se forme en relief, plus la partie de l'image est sombre, plus la couche de gélatine est épaisse.



La lumière insolubilise la couche de gélatine sensibilisée et pigmentée. Cette action commence en surface et continue dans l'épaisseur de la couche, proportionnellement à la quantité de lumière reçue.



La gélatine sensibilisée et pigmentée est transférée après exposition sur le support final (papier transfert) pour être développée à l'eau chaude. Quand la gélatine commence à fuser sur les bords, le support du papier pigmenté peut être délicatement séparé de la couche.



Après développement, seule subsiste sur le papier la gélatine insoluble qui constitue l'image.

## 2. NÉGATIF

Le procédé au charbon présente une grande richesse de tons due à sa longue et rectiligne courbe caractéristique, c'est pourquoi il fonctionne bien avec des négatifs présentant un intervalle de densités important. Ces négatifs doivent avoir des ombres détaillées (*exposition correcte*) et des hautes lumières très denses (*développement poussé*). Pour faire un tirage argentique correct avec ce genre de négatif, il faudrait utiliser un papier de grade 0. Voir en annexe 1 les diverses voies utilisables pour parvenir à un négatif convenable.

Il est nécessaire de border le négatif avec du ruban adhésif inactinique (*au moins 5mm de large*) pour réserver une marge de gélatine soluble autour de l'image.

## 3. PAPIER PIGMENTÉ

Pour la fabrication du papier pigmenté, utiliser un papier à dessin (*peu ou pas encollé afin qu'il puisse s'imbiber rapidement lors du dépouillement*) du type "écolier" relativement léger ( $120\text{g/m}^2$ ) et poreux, mais résistant à l'état humide. Pour ce stage, le papier choisi est un Fabriano Accademia  $120\text{g/m}^2$ .

## 4. PIGMENTS

Convient bien les pigments opaques comme le noir de carbone, d'ivoire, de fer, de vigne, les terres d'Ombre et de Sienne naturelles ou calcinées, le brun Van Dick, le brun rouge, la sépia, l'ocre rouge, les rouges vénitien, indien. Il faut par contre éviter:

- ◆ les pigments de poids spécifique élevé (*vermillon*) qui ne peuvent se maintenir en suspension dans la gélatine.
- ◆ les pigments constitués par un sel de chrome (*jaune de chrome, vert émeraude...*) qui pourraient avoir des réactions fâcheuses avec la gélatine.
- ◆ les pigments qui manquent de stabilité à la lumière (*colorants de synthèse*) ou qui sont trop transparents.
- ◆ les couleurs solubles dans l'eau qui seraient entraînées par l'eau du bain de dépouillement.

## 5. GÉLATINE

Il existe plusieurs qualités de gélatine photographique : dure, demi-tendre, tendre, fonction de leur température de prise en gelée après leur mise en solution. Pour réaliser le papier pigmenté une gélatine demi-tendre est utilisée.

## 6. BICHROMATES

On peut utiliser soit le bichromate de potassium soit le bichromate d'ammonium.

**Le bichromate de potassium**  $[\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2]$  se présente en cristaux orangés, inaltérables à l'air, solubles dans l'eau (8%), insolubles dans l'alcool même dilué.

**Le bichromate d'ammonium**  $[\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{NH}_4)_2]$  forme des cristaux un peu plus rouges, inaltérables à l'air, très solubles dans l'eau (20%), et solubles dans l'eau alcoolisée. Il peut donc être utilisé pour préparer des sensibilisateurs à séchage rapide. Un papier sensibilisé au bichromate d'ammonium est réputé plus « rapide » que s'il avait été sensibilisé au bichromate de potasse.

Les bichromates sont des produits susceptibles de provoquer des accidents cutanés : démangeaisons, formation de pustules aqueuses puis purulentes ; la peau se dessèche, se fendille, puis tombe par écailles. Ces manifestations peuvent produire des plaies douloureuses, aussi l'usage de gants est-il recommandé. En cas de contact accidentel, rincer abondamment à l'eau.

#### **7. PAPIER DE TRANSFERT FINAL**

Pour le report définitif de l'image, on peut utiliser un papier à dessin épais et sans grain tel que le papier Arches Platine ou le COT 320 de chez Bergger. Ces papiers sont encollés lors de leur fabrication, mais pour le procédé au charbon il faut faire un gélatinage supplémentaire.

Il est également possible d'effectuer le transfert de la couche pigmentée sur une feuille papier photographique mat préalablement fixé et lavé.

# PREPARATION DU PAPIER PIGMENTE



## 1 - PRÉPARATION DE LA GÉLATINE (demi tendre Conquet)

Formule type:

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| ➤ gélatine Conquet  | 180 g                |
| ➤ eau déminéralisée | 1000 cm <sup>3</sup> |
| ➤ sucre en poudre   | 100 g                |



**A/** Verser la gélatine dans l'eau froide au fur et à mesure en tournant. Laisser gonfler la gélatine pendant une heure.

**B/** Porter au bain-marie à 50-60° maximum et remuer de temps en temps. Ajouter le sucre en poudre.

**C/** On a une solution visqueuse remplie de bulles. Laisser reposer ce mélange jusqu'à l'obtention d'un liquide clair sans bulles. L'élimination des bulles pouvant durer quelques heures, écumer avec une cuillère (maintenir la température à 40-50°).

## 2- LA PRÉPARATION DES PIGMENTS

Formule donnant un noir chaud:

Pour un litre de gélatine fondue, il faut environ 80 g de pigments secs, soit:

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| ➤ noir d'ivoire            | 50 g  |
| ➤ noir de fumée            | 10 g  |
| ➤ terre de sienne calcinée | 20 g  |
| Total                      | 80 gr |

**A/ Réduire les pigments en particules aussi fines que possible, à sec, avec un simple moulin à café électrique.**

Placer ensuite les pigments dans un bol et ajouter petit à petit les liquides suivants:

|                 |            |
|-----------------|------------|
| ➤ savon liquide | 50 ml      |
| ➤ sucre liquide | 50 ml      |
| ➤ alcool à 95°  | 20 à 50ml  |
| ➤ mouillant     | 20 gouttes |
| ➤ glycérine     | 5 ml       |

**NB :** Incorporer aux pigments la totalité du savon et du sucre. Ajouter 20 ml d'alcool, voire un peu plus, si l'ensemble reste trop compact. Cette pâte reste granuleuse, il faut donc effectuer une opération de broyage avant d'ajouter la totalité de l'alcool, le mouillant et la glycérine.

**B/ Broyage des pigments** (de la pâte dont la consistance est comparable à de la gouache).

Le broyage se fait à l'aide d'une molette de broyage, d'une plaque de verre et d'un couteau de peintre. Le mélange doit devenir bien lisse (ajouter alors le reste de l'alcool, le mouillant et la glycérine).



## 3 - LE M

L  
C  
que la gélatine.

in bain  
it pour

Après équilibre des températures, verser petit à petit la gélatine sur le pigment en remuant, comme pour une sauce sans grumeaux.

Filtrer ensuite avec un tamis calibré à 125 microns.

Cette préparation permet de fabriquer 2,5 à 4 m<sup>2</sup> de papier pigmenté. Elle peut aussi être mise en réserve avec quelques cristaux de thymol, ou d'acide phénique,

et conservée au froid pour éviter la fermentation.



#### 4. L'ENDUCTION DU PAPIER



La gélatine pigmentée est versée dans la gouttière en cuivre et portée au bain marie à 45°-50°C. Les bulles sont alors éliminées par écrémage. Le papier à pigmenter est ensuite introduit dans la gélatine comme montré ci-dessous, le rouleau lesté assurant une pression suffisante pour n'enduire qu'une seule face de la feuille, la rapidité et régularité du défilement de la feuille dans le bain conditionnent l'épaisseur de la couche pigmentée. Après cette opération, le papier est séché à plat.



## LA PRÉPARATION DU PAPIER TRANSFERT

C'est le papier sur lequel sera réalisée l'image définitive (200 à 250 g) :

Bergger COT320

Arches Platine

Papier photo baryté **mat**

Si on utilise un papier photographique, il suffit de le fixer à fond pour éliminer le sel argentique et de le laver ensuite pour enlever toute trace de fixateur.

Les papiers dessin doivent eux subir un encollage supplémentaire.

Marquer le côté non gélatiné.

Gélatiner le papier avec la préparation suivante:

- eau déminéralisée 1000 cm<sup>3</sup>
- gélatine photo 60 g
- mouillant 5 ml

Enduire une face du papier à 38-40° pendant 2 à 3 minutes (en cuvette). par flottaison une fois la gélatine sèche, la durcir par tannage<sup>2</sup> dans un bain de formol à température ambiante

(50 ml de formol pour 1 litre d'eau) pendant 5 mn.

Ensuite, laver et sécher.

Le tannage permet à la gélatine de résister à l'eau lors des opérations de transfert.

---

2

Beaucoup d'auteurs du XIX<sup>ème</sup> siècle déconseillent le tannage au formol, responsable, selon eux, d'une mauvaise adhérence du papier pigmenté au papier transfert. Il recommandent la formule classique à l'alun de potassium, 50 grammes pour 1 litre d'eau.

# LE TIRAGE D'ÉPREUVES AU CHARBON

## 1. SENSIBILISATION

Le papier pigmenté est sensibilisé par trempage pendant 3 mn dans une solution à 3% de bichromate de potassium (30 gr/l). En fait, le dosage peut être compris entre 1 et 6%, en fonction du contraste du négatif. Pour les négatifs manquant de vigueur on diminue la concentration, on l'augmente si les négatifs sont très contrastés. Cette concentration joue également sur le temps d'exposition: plus on met de bichromate, plus la rapidité du papier augmente. Pour éviter la fusion de la gélatine dans le bain de bichromate, cette sensibilisation se fait à une **température inférieure à 10° C**. L'addition d'acides organiques, à une solution pure de bichromate permet une meilleure conservation du papier sensibilisé, il faut alors neutraliser la solution sensibilisatrice avec de l'ammoniaque. Le bain<sup>3</sup> suivant est très utilisé:

|                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| ➤ Eau                          | 800 cm <sup>3</sup>  |
| ➤ Bichromate de potassium      | 20 g                 |
| ➤ Acide citrique               | 5 g                  |
| ➤ Ammoniaque à 20% (22° Baumé) | 18 cm <sup>3</sup>   |
| ➤ Eau q.s.p.f.                 | 1000 cm <sup>3</sup> |

Le papier retiré du bain sensibilisateur est appliqué sur une vitre, gélatine contre verre, recouvert par un buvard, et essoré à l'aide d'un rouleau. Puis il est séché à l'obscurité totale.

Après 2 heures de séchage naturel, il est possible de l'utiliser. S'il est bien sec, il s'enroule sur lui même, autrement il faut parfaire le séchage au sèche cheveux jusqu'à ce que le papier devienne "craquant".

Le papier sensibilisé ne se conserve pas (*2 à 3 jours seulement*), la gélatine s'insolubilise d'elle même peu à peu dans l'obscurité.

## 2. EXPOSITION

Border le négatif avec du ruban<sup>4</sup> adhésif ne laissant pas passer la lumière U.V., ceci afin de réserver une zone de gélatine soluble tout autour de l'image. Couper le papier pigmenté (*sensibilisé et sec*) à la dimension du négatif et relier négatif et papier par un scotch formant charnière. Exposer à l'aide d'un châssis presse pendant le temps nécessaire. Le papier charbon est d'une sensibilité voisine de celle des papiers au citrate d'argent.

---

<sup>3</sup> Quand on est pressé, on utilise un bain sensibilisateur contenant de l'alcool. Pour cela, on prépare une solution aqueuse de bichromate d'ammonium à 6% (60 g par litre), à laquelle on ajoutera au moment de l'emploi une quantité égale d'alcool isopropylique. Le temps de séchage est alors réduit à 30 minutes. Ne préparer que la quantité de mélange nécessaire car il ne se conserve pas, sensibiliser avec un pinceau plat et large.

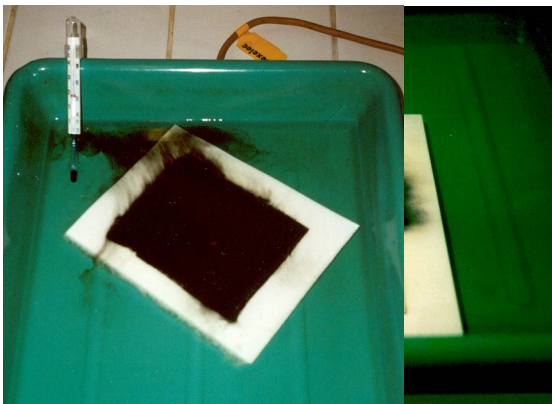
<sup>4</sup> Largeur égale à 5 mm au moins.

### **3. TRANSFERT ET DÉPOUILLEMENT**

Pour assouplir le papier transfert, il faut le tremper dans une cuvette d'eau à 25°C pendant **au moins 3 mn** si l'on a utilisé du papier à dessin ou **10 mn** si l'on utilise du papier photo. Ensuite, cette feuille est transférée dans de l'eau froide d'une **température de 12 à 15°C maximum**. En été, il faut prévoir de la glace ou mettre de l'eau au frigo, le non respect de ces températures expose au risque de fusion de la gélatine pigmentée.

Tremper le papier pigmenté (et *exposé*) dans de l'eau dont la température est comprise entre **12 et 15°C** pendant **1 mn maximum**, juste le temps pour lui de reprendre sa planéité. Le porter dans la cuvette où se trouve le papier transfert, et réaliser, **sous l'eau**, l'assemblage du papier pigmenté sur le papier transfert, gélatine contre gélatine. Retirer de l'eau les feuilles assemblées, poser les sur une vitre épaisse papier transfert au dessous, passer l'ensemble au rouleau<sup>5</sup> (*appuyer fort*) pour chasser les bulles et établir un parfait contact des 2 feuilles. Sécher<sup>6</sup> en suspension 20 mn à 30mn environ.

Après ce laps de temps, les 2 feuilles, collées ensemble, sont plongées dans de l'eau à 25°C papier transfert au dessous. Cette eau sera portée lentement à 30°C par ajout d'eau chaude ou par chauffage de la cuvette. Nous augmenterons progressivement la température de l'eau à 35°C, voire plus, si nécessaire, jusqu'à la fusion du pigment sur le pourtour de l'image. **PATIENCE...** Quand le pigment fuse des bords de l'image, l'image est transférée, on peut alors enlever très délicatement le support papier pigmenté, et on laisse le papier transfert dans l'eau jusqu'à disparition totale des pigments en excès soit en agitant doucement la cuvette, soit en sortant délicatement la feuille de l'eau. Parfaire le dépouillement en retournant l'épreuve au charbon, image vers le fond de la cuvette, dans une eau propre à 25-30°C.



Si l'épreuve a été exactement exposée, l'image doit se dépouiller rapidement en un dizaine de minutes. Les images surexposées (trop sombres) sont récupérables en prolongeant le dépouillement dans une eau (à 35-40°C) additionnée de quelques gouttes d'ammoniaque. Si l'exposition a été trop courte, il n'y a pas de remède, l'image reste embryonnaire.

Le dépouillement est terminé quand il n'y a plus de coulée colorée lorsqu'on tient l'épreuve verticalement. On effectue un dernier lavage dans de l'eau froide, on nettoie les marges avec un coton d'ouate.

L'épreuve est très fragile quand la gélatine est imbibée d'eau, donc manipuler la avec prudence. Egouttage 5 mn, puis séchage à plat. Quand l'image est sèche, on fait disparaître sa coloration jaune dans un bain d'alun de potassium à 5% qui durcira aussi la

<sup>5</sup> Interposer un morceau de toile caoutchoutée entre le rouleau et les feuilles.

<sup>6</sup> Le séchage entre buvards et sous pression est également une pratique courante.

gélatine, durée du bain de 15 à 30 mn. Six lavages de 5 mn dans de l'eau froide suivront ce bain.



#### **4. CONCLUSIONS**

Le chemin qui mène à une image au charbon techniquement correcte est parsemé d'écueils. Il faut surtout ne pas perdre courage, mais tenter d'analyser les causes de l'échec et y porter remède.

Si votre image est trop sombre, elle est surexposée. Si elle est trop claire, elle est sous exposée.

Si elle est grise, le négatif manque de contraste, vous pouvez peut-être le renforcer au sélénium par exemple, mais vous pouvez aussi modifier à la baisse la quantité de bichromate. Au contraire, si elle est heurtée, pensez à modifier à la hausse la quantité de bichromate, ou bien affaiblissez votre négatif.

Les problèmes liés au transfert ont souvent pour origine la température des bains, la durée d'immersion dans ces bains, et le temps de contact<sup>7</sup> du papier pigmenté avec le papier transfert. Penser à les contrôler à chaque tirage.

J'espère que ces notes vous auront aidé dans la réalisation de vos images au charbon.

---

<sup>7</sup> Ce temps dépend aussi des conditions de température et d'humidité régnant dans le labo.

# ANNEXE 1

## REALISATION DE NEGATIFS POUR LE PROCÉDE AU CHARBON

### 1. RÉALISATION DIRECTE À LA CHAMBRE

C'est probablement la meilleure façon de confectionner un bon négatif pour le procédé au charbon. Celui-ci devra présenter une très longue gamme de densités, cela conduit à surexposer à la prise de vue et à sur-développer. De tels négatifs sont vigoureux, et sur papier argentique il faudrait les tirer sur feuille de grade 0.

Boîte de 10 plan-films Bergger BPF200 format 20x25 = 153 F

### 2. RÉALISATION DU NÉGATIF PAR AGRANDISSEMENT

Plusieurs méthodes sont possibles:

- a) en une étape avec un film spécial permettant la duplication directe
- b) en une étape en développant par inversion (système diapo)
- c) directement à partir d'une diapositive
- d) en 2 étapes: réalisation d'un positif, puis d'un négatif

Dans la confection de négatifs par agrandissement, il faut réfléchir à l'orientation du négatif original dans le passe vue de l'agrandisseur si on veut respecter le sens de l'image. Le côté émulsion du négatif agrandi sera mis en contact avec la couche gélatinée du papier pigmenté, et comme nous pratiquons un simple transfert, l'image doit être inversée de gauche à droite sur ce négatif agrandi.

#### 2.1 Duplication directe

L'agrandissement du négatif original est réalisé sur un plan film Kodak Professional Direct Duplicating SO 132. Avec ce film, on travaille sous éclairage de sécurité de couleur rouge. Il se traite en cuvette comme un papier, Kodak suggère un temps de développement de 2 mn dans le Dektol 1+1, mais pour obtenir un négatif convenable pour le procédé charbon, il est préférable de développer entre 4 et 8 mn en fonction du négatif original. Pour la 1<sup>ère</sup> utilisation de ce film, tester sa densité minimale en exposant une bande à l'éclairage du labo pendant 1 mn. Développer 4mn et fixer. Cela donne un repère pour trouver l'exposition convenable des ombres (*parties transparentes du négatif*). Si celles ci sont trop denses il faut augmenter l'exposition. Le contraste se règle par le temps de développement.

Ce film est très lent et conduit à des temps d'exposition très longs (*plusieurs minutes*).

Au catalogue de chez Prophot, 820F la boîte de 25 plan-films 20x25 (07/2001).

#### 2.2 Développement par inversion

En utilisant le film Kodak T-Max 100 et son kit d'inversion pour faire des diapos. La rapidité du film impose des expositions très courtes, il faut un compte pose précis (*digital*) et des filtres gris neutre peuvent être nécessaires. La latitude de pose est faible (*diapo*), il faut faire des tests d'étalonnage. Pour éviter le voilage du film, vérifier que l'agrandisseur ne présente pas de fuites de lumière, et mettre une feuille de papier noir sur le margeur.

Il faut suivre les directives de Kodak pour un développement normal si on agrandit un négatif destiné au procédé argentique, car la chimie inversible augmente le contraste et permet donc d'obtenir convenable pour le tirage charbon.

Le film T-Max est un film panchromatique, il faut le travailler dans le noir total.

La boîte de 25 plan-films T-Max 100 format 20x25 coûte 820F chez Prophot (07/2001).

### **2.3 Tirage direct d'une diapositive**

On peut obtenir un bon négatif pour le tirage charbon en agrandissant directement une diapositive sur un plan-film. Une diapo couleur impose l'usage de plan-film panchromatique, donc de travailler dans le noir. Une dia N & B (*Agfa Scala, Kodak T-Max + kit d'inversion*) offre plus de confort puisqu'elle peut être agrandie sur un plan-film orthochromatique insensible à l'éclairage rouge du labo.

#### ***Films panchromatiques / prix Prophot (07/2001)***

Boîte de 25 plan-films Kodak T-Max 100 format 20x25 = 820 F

Boîte de 25 plan-films Ilford FP4+ format 20x25 = 402 F

Boîte de 10 plan-films Bergger BPF200 format 20x25 = 153 F

#### ***Film orthochromatique / prix Prophot (07/2001)***

Boîte de 50 plan-films Bergger BPFB18 format 18x24 = 466 F

### **2.4 Confection du négatif en 2 étapes**

Cette procédure permet un bon contrôle de la densité et du contraste du négatif final.

Il y a 2 approches possibles à partir d'un négatif de petit format:

- a) Faire un positif intermédiaire de la dimension voulue, puis l'utiliser pour obtenir le négatif final par tirage contact
- b) Faire un positif intermédiaire par contact avec le négatif original, puis agrandir ce positif pour produire le négatif final.

On utilise un film orthochromatique et on travaille sous éclairage de sécurité rouge.

Pour réaliser le positif, il faut essayer de n'utiliser que la partie rectiligne de la courbe caractéristique du film, donc exposer pour avoir beaucoup de détails dans les hautes lumières, et développer pour une bonne séparation des ombres mais sans atteindre le maximum de densité du film. Faites des bandes d'essai. Ce positif doit apparaître plutôt gris et plat.

Développer 2mn 30 dans un révélateur film comme le Kodak HC110 (*dilution A*). Si le négatif de départ est contrasté, on peut utiliser la dilution B, s'il est très plat, utiliser un révélateur énergétique pour arts graphiques comme le Kodak D11<sup>8</sup>, temps de développement d'environ 6 minutes à 20°C.

Pour le négatif final, exposer pour une bonne séparation des ombres et développer pour atteindre dans les lumières la densité requise pour le tirage charbon.

**N.B.:** Si le négatif obtenu manque de contraste, il peut être renforcé par virage au Kodak Rapid Sélénium Toner à la dilution 1+2 (pendant 5 à 10 mn).

On peut réaliser des "négatifs papiers", mais ils conduisent à des temps d'exposition extrêmement longs et l'image manque de finesse.

Il est aussi possible de réaliser des "négatifs" par voie informatique si vous disposez de l'équipement nécessaire (*PC, scanner, imprimante, Photoshop ou autre logiciel d'édition d'images*). Pour les négatifs digitaux, l'imprimante est le maillon délicat de la chaîne, les sorties sur transparents de demi-teintes correspondant aux densités requises pour le procédé sont, à mon avis, peu satisfaisantes tant en jet d'encre qu'en impression laser.

---

<sup>8</sup> KODAK D11: pour 1 litre d'eau, génol 1g, sulfite de sodium anhydre 75g, hydroquinone 9g, carbonate de sodium anhydre 25g, bromure de potassium 5g.

## ANNEXE 2

### BIBLIOGRAPHIE

**Notes du stage Objectif Image** animé par P-L Martin les 10,11 et 12 mai 1996 à Caen

**Les procédés au charbon** de Monckhoven, Liébert, Colson, Tranchant, Schneeberger, aux éditions Jean Michel Place

**The keepers of light** de William Crawford, éd. Morgan & Morgan

**Leçons de photographie** (cours complémentaire) de A.H.Cuisinier, éd. Paul Montel

**La technique photographique** de L.P.Clerc, éd. Paul Montel

**La conservation des photographies** de Bertrand Lavédrine, éd. Presse du CNRS

**150 Ans de photographie française** de Yvan Christ et Marcel Bovis, publications Photo-Revue

### FOURNISSEURS

**PROPHOT** rue Condorcet PARIS 9<sup>ème</sup> : Plan films, ruban inactinique, papiers Arches et Bergger, produits chimiques...

**LABOSCOPE** 1 rue Le Goff PARIS 5<sup>ème</sup> : Produits chimiques et matériels de laboratoire (Prolabo et Merck)

**ETS CONQUET** 77990 LE MESNIL AMELOT -tél: 16 1 60037964 : Gélatine 1/2 tendre

**COULEURS DU QUAI VOLTAIRE** 3 quai Voltaire PARIS 7<sup>ème</sup> : Pigments, papier dessin

**Savon de Marseille liquide** : Provence régime S.A. 30130 PONT SAINT ESPRIT

**Ou:** Le Sérail 50 Bd Anatole de la Forge - 13014 MARSEILLE

**Ou:** Savon liquide Biolane vendu en pharmacie

**PHOTOGRAMME** pour ceux qui disposent de l'Internet, site belge capable de fournir des produits chimiques de base et des kits sur les techniques anciennes.

<http://www.photogramme.org>

## **ANNEXE 3**

### **LE PROCÉDE CARBRO**

Le procédé carbro offre l'avantage d'obtenir des images au charbon en évitant les difficultés de la réalisation d'un négatif intermédiaire, et en se passant du concours d'une source de lumière U.V..

Les opérations débutent par la sensibilisation d'un papier pigmenté, puis par son passage dans un bain acide. Ce papier est ensuite mis en contact avec une épreuve tirée sur un papier bromure. Après 15 minutes, on sépare les deux feuilles. L'image bromure est devenue jaunâtre et faible, on la met provisoirement dans l'eau, image en dessous. Le papier au charbon est accolé, sous l'eau, à une feuille de papier transfert. Cet assemblage est ensuite essoré au rouleau et séché pendant 20 à 30 minutes. Le dépouillement s'effectue comme dans le procédé au charbon originel.

Après un lavage d'une vingtaine de minutes pour éliminer le bichromate, l'épreuve bromure blanchie est re-développée à fond et en pleine lumière; elle est alors lavée pendant 30 minutes, avant d'être utilisée pour un nouveau tirage carbro.

Le procédé carbro agit par diffusion chimique, ce qui provoque une perte de finesse, les tirages obtenus sont légèrement inférieurs à ceux fournis par le procédé au charbon traditionnel.

#### **Technique du procédé carbro**

Pour ce procédé, l'épreuve doit être faite sur un papier bromure<sup>9</sup>, et doit comporter des marges d'au moins 10 millimètres. Cette image argentique doit impérativement être réalisée avec un révélateur et un fixateur qui ne tannent pas la gélatine. Sont recommandés le révélateur au diaminophénol<sup>10</sup> et le fixateur suivants:

#### **Révélateur**

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| Eau q.s.p.f.                  | 1000 cm <sup>3</sup> |
| Sulfite de sodium             | 30 g                 |
| Chlorhydrate de diaminophénol | 5 g                  |

#### **Fixateur**

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Eau q.s.p.f.          | 1000 cm <sup>3</sup> |
| Thiosulfate de sodium | 200 g                |
| Sulfite de sodium     | 15 g                 |

---

<sup>9</sup> Les papiers modernes présentent souvent une couche de gélatine anti-abrasion très dure incompatible avec le procédé carbro. Il faut utiliser un papier à gélatine peu tannée comme le Kentmere Document Art.

<sup>10</sup> Ce produit est recommandé dans la littérature de l'époque, mais vu son prix aujourd'hui on peut se rabattre sur des formules de révélateurs qui ne tannent pas la gélatine. Donc proscrire ceux qui contiennent de l'hydroquinone, du pyrocathécol, du pyrogallol. Par exemple, utiliser la formule Ansco 120: génol 12,3g, sulfite de sodium 36g, carbonate de sodium 30g, bromure de potassium 1,8g, eau pour faire un litre, dilution 1+2.

## FORMULES DE SENSIBILISATION DU PAPIER PIGMENTÉ

*D'après A.H. Cuisinier*

|                  |                                      |                      |      |
|------------------|--------------------------------------|----------------------|------|
| <b>Bain N° 1</b> | <i>Bichromate de potassium</i>       | 16 g                 |      |
|                  | <i>Ferricyanure de potassium</i>     | 16 g                 |      |
|                  | <i>Bromure de potassium</i>          |                      | 16 g |
|                  | <i>Eau déminéralisée q.s.p.f.</i>    | 1000 cm <sup>3</sup> |      |
| <b>Bain N° 2</b> | <i>Acide acétique cristallisable</i> | 2 cm <sup>3</sup>    |      |
|                  | <i>Acide chlorhydrique pur</i>       | 2 cm <sup>3</sup>    |      |
|                  | <i>Formol</i>                        | 50 cm <sup>3</sup>   |      |
|                  | <i>Eau q.s.p.f.</i>                  | 1000 cm <sup>3</sup> |      |

Mettre à tremper dans l'eau l'image argentique pendant au moins 15 minutes. La déposer ensuite, image vers le haut, sur une vitre et passer un coup de raclette pour qu'elle adhère bien au verre, puis la recouvrir d'un film d'eau en veillant à l'absence de bulles d'air.

Le papier au charbon, de dimensions égales à l'épreuve argentique, est baigné pendant 3 minutes dans le bain n° 1, égoutté, puis plongé dans le bain n° 2 pendant 10 à 30 secondes<sup>11</sup>, égoutté pendant 5 secondes, et enfin appliqué sur l'image argentique.

L'insolubilisation de la gélatine pigmentée commençant dès la mise en contact, il convient de ne pas provoquer le moindre déplacement des feuilles accolées. Cet assemblage est maintenu sous pression pendant un temps d'environ 15 minutes<sup>12</sup>. Le papier au charbon est alors séparé dans l'eau de l'image argentique et est reporté, sous l'eau, sur une feuille de papier transfert. L'ensemble est essoré avec une forte pression, et séché pendant 20 à 30 minutes comme dans le procédé charbon traditionnel. Enfin, l'image est dépouillée dans une cuvette d'eau tiède.

**NB:** conservé à l'obscurité, le bain n° 1 peut servir à diverses reprises. Le bain n° 2 permet de traiter successivement plusieurs épreuves, mais les apports de bain n°1 modifient sa composition, et il faut le remplacer dès qu'il est fortement coloré.

*D'après L.P. Clerc*

|                       |                            |                                     |                      |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Bain N° 1</b>      | <i>Solution de réserve</i> | <i>Eau pour faire</i>               | 1000 cm <sup>3</sup> |
|                       |                            | <i>Bromure de potassium</i>         | 100 g                |
|                       |                            | <i>Ferricyanure de potassium</i>    | 100 g                |
|                       | <i>Solution d'emploi</i>   | <i>Solution de réserve n° 1</i>     | 20 cm <sup>3</sup>   |
| <i>Eau pour faire</i> |                            | 1000 cm <sup>3</sup>                |                      |
| <b>Bain N° 2</b>      | <i>Solution de réserve</i> | <i>Eau déminéralisée pour faire</i> | 1000 cm <sup>3</sup> |
|                       |                            | <i>Bichromate de potassium</i>      | 40 g                 |
|                       |                            | <i>Acide chromique</i>              | 40 g                 |
|                       |                            | <i>Alun de chrome</i>               | 100 g                |
|                       | <i>Solution d'emploi</i>   | <i>Solution de réserve n° 2</i>     | 20 cm <sup>3</sup>   |
|                       |                            | <i>Eau déminéralisée pour faire</i> | 1000 cm <sup>3</sup> |

Le papier au charbon, de dimensions égales à l'épreuve argentique, est baigné pendant 3 minutes dans le bain n° 1, égoutté, puis plongé dans le bain n° 2 pendant 15 à 40 secondes<sup>13</sup> égoutté pendant 5 secondes, et enfin appliqué sur l'image argentique. La suite du processus est identique à celui décrit précédemment.

<sup>11</sup> Ce 2<sup>ème</sup> bain règle le contraste: 10 à 16 s pour augmenter le contraste de l'image carbro par rapport à l'original, 24 à 30 s pour le diminuer, 16 à 24 s constituant un temps moyen ou le contraste varie peu.

<sup>12</sup> Ce temps a une grande importance, trop court, il aboutit à une image pigmentaire faible, trop long, il fournit une image d'une densité et d'une vigueur excessive.

<sup>13</sup> L'immersion la plus courte donne des images contrastées, la plus longue des images douces.

