

Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière

Promotion 2012- Section photographie

Du développement lent au « stand development » : étude des évolutions d'une méthode de développement de négatif noir et blanc argentique et confrontation aux problématiques actuelles de rendu.

Tristan HAPPEL

Directeurs de recherches : Jean-Paul Gandolfo, Alain Sarlat

Membres du Jury :

Françoise Denoyelle

Pascal Martin

Jean-Paul Gandolfo

Alain Sarlat

Véronique Durr

Remerciements

Je souhaite remercier mes directeurs de mémoire, Jean-Paul Gandolfo, toujours disponible et volontaire pour enseigner chacune de ses connaissances, et Alain Sarlat, pour son efficacité et ses remarques précises et pertinentes.

Je souhaite remercier les membres du jury pour leur lecture attentive, Françoise Denoyelle et Pascal Martin, ainsi que l'ensemble des professeurs et personnels de l'école.

Je souhaite accorder des remerciements particuliers pour la disponibilité et la bonne humeur d'Alban Chassagne.

Je remercie Florent Fajole, sans qui la documentation bibliographique de ce mémoire ne serait pas aussi riche, particulièrement concernant les ouvrages historiques.

Je remercie également Quentin Dugay d'avoir accepté de poser pour l'image de référence du test psychophysique mis en place dans ce mémoire, et d'être mon ami.

Mes remerciements vont à mes parents et à Valentin, relecteurs infatigables.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des camarades de ma promotion, et des autres étudiants de l'école.

Merci à Antoinette.

Et à Chouch.

Résumé

Ce mémoire s'intéresse au développement lent, méthode de traitement de films négatifs argentiques noir et blanc qui associe révélateur spécifique, forte dilution, temps long et agitation minimum.

Traduisant un engouement actuel marqué pour une technique qui remonte aux débuts du développement des négatifs, les recherches développées dans ce mémoire s'attachent à caractériser les rendus qu'offre le développement lent tout en stabilisant le procédé par l'élimination des problèmes inhérents.

A travers une recherche bibliographique d'ouvrages historiques, nous chercherons à faire le parallèle entre la méthode historique et son utilisation actuelle.

Ce mémoire souhaite mettre en évidence les différents rendus en croisant des couples révélateur/émulsion différents. A travers l'étude de trois révélateurs dont les propriétés diffèrent (Agfa Rodinal, Pyrocat-HD et FX2), nous comparerons des mesures scientifiques objectives sur l'acutance, le grain et le contraste obtenus avec un test psychophysique d'observation soumis à un panel d'observateurs dans le but de définir la spécificité des rendus.

Mots-clés : photographie, développement lent, acutance, grain, granulation, effet compensateur, agitation, dilution, Rodinal, Pyrocat-HD, FX2, rendu.

Abstract

This memoire focuses on the stand development, a black-and-white film development that combines specifics developers, high dilution, long time and minimum agitation.

Reflecting the current enthusiasm for a technique that dates back to the early development of the black-and-white negative, the research lead through this thesis aims at the characterization of the reports provided by the stand development while stabilizing the process by eliminating the inherent problems.

Through a literature search of historical works, we will seek to draw parallels between historical method and its current use.

We tried to highlight the various reports by crossing different developer / emulsion. Through the study of three developers with different properties (Agfa Rodinal, Pyrocat-HD and FX2), we will compare scientific measures of objective characteristic (acutance, grain and contrast) with a psychophysical test of observation subjected to observers in order to define the specific renderings.

Keywords: analog, photography, stand development, grain, graininess, compensating effect, agitation, dilution, Rodinal, Pyrocat-HD, FX2, rendering.

Table des matières

Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	4
Table des matières	5
Introduction :	7
I. Concept et définition :	9
A. Le grain :	9
B. La gamme tonale	13
C. Acutance	17
D. Développement lent	19
E. Problèmes rencontrés	20
II. Historique	23
A. Période primitive (fin XXème – années 30)	23
B. Période intermédiaire (1930-1950)	26
C. Période moderne (1950-1990)	30
D. Période contemporaine (1990 - à nos jours)	33
1. Littérature et ressources internet	33
2. Forum de discussion	34
III. Partie expérimentale	43
A. Protocole	43
1. Développement film	43
a. Types d'émulsions	43
b. Types de révélateurs	44
2. Image de référence	50

3. Tirage	52
B. Résultats des tests et limites	54
1. Résultats et observations	54
2. Problèmes et protocole de recherche de solutions	60
C. Confrontations mesures physiques / tests psychométriques	63
1. Mesures	63
2. Tests psychométriques	67
3. Analyse et conclusions	71
Conclusion	74
Formules	76
Table des illustrations	82
Index	84
Bibliographie	86

Introduction :

Utilisée depuis les débuts de la photographie, la méthode du « stand development », ou développement lent, est une méthode de développement de négatif argentique noir et blanc combinant temps longs, forte dilution, et agitation minimale. Elle fait l'objet actuellement d'un renforcement de sa notoriété et d'un accroissement de ses pratiquants qui est notamment visible à travers la sphère internet. Après avoir été largement utilisée aux débuts des émulsions au gélatino-bromure d'argent, cette méthode spécifique de traitement a traversé une longue période de déclin qui coïncide avec la mise en place des approches normatives dans le domaine industriel. C'est au milieu des années 2000, avec l'essor des pratiques numériques que les utilisateurs cherchent à spécifier le rendu argentique, pour se détacher du monopole numérique et de ses rendus.

Dans un premier temps, nous tenterons une définition des termes essentiels à la compréhension de l'ensemble des concepts qui entrent en jeu lors du traitement d'un film noir et blanc en développement. Nous les replacerons ensuite dans la dimension historique du procédé, qui a traversé de nombreuses évolutions tout en s'adaptant aux différents enjeux de chaque époque. Enfin, par des tests approfondis en croisant les variables, nous tenterons de stabiliser le procédé pour en déterminer les différents rendus que nous validerons par des mesures physiques associées à un test psychométrique.

Il est très intéressant de faire le parallèle entre le terme anglais de « stand development » et le terme français développement lent. Dès 1903, des ouvrages en langue anglaise traitent du « stand development ». A cette époque, les praticiens français emploient une autre expression : le « développement lent ». La traduction n'est donc pas littérale, « stand » se transposant en « immobile », mais la différence de sens prend une certaine importance. Chaque expression continue d'être employée jusqu'au déclin de la pratique. Dans les années 50, de nombreux utilisateurs français décrivent alors cette méthode d'un autre temps, ne présentant selon eux aucun avantage. Le terme tombe dans l'oubli en France, tandis que dans les pays anglo-saxons, « stand development » s'emploie encore couramment, même si le nombre de praticiens est en baisse. La redécouverte à la fin des années 2000 de cette méthode se fera coté américain, et sa popularité deviendra croissante avant de s'exporter en France.

De nos jours, une recherche sur Google avec les mots-clés « stand+development » nous donne 8 résultats sur 10 concernant la méthode de développement. Plus de la moitié (62,5%) porte sur des résultats en langue anglaise. La recherche de « développement+lent » ne nous donne aucune occurrence concernant la photographie sur les dix premiers résultats ce qui traduit un emploi bien plus fréquent du terme anglais.

Cette distinction profonde traduit un manque de recherches bibliographiques coté français. Les ouvrages historiques sur la méthode sont pourtant très nombreux, mais les pratiquants prennent quasi uniquement leurs sources d'internet et des forums de discussion qui s'y développent.

Par convention et pour éviter l'emploi répété d'un anglicisme, nous utiliserons le terme français dans ce mémoire.

I. Concept et définition :

Pour appréhender correctement la méthode du développement lent, nous commencerons par définir et expliquer les propriétés essentielles associées à sa mise en œuvre. Au nombre de trois, ces paramètres regroupent de nombreuses caractéristiques techniques essentielles à comprendre avant de s'intéresser à l'histoire de ce procédé, et d'analyser les tests que nous réaliserons.

A. Le grain :

Un amalgame courant établit un lien entre l'impression de granulation sur un tirage photographique, et les cristaux d'halogénures d'argent contenus dans un négatif noir et blanc. Pour comprendre cette erreur commune, il faut revenir à la base de la chimie photographique.

Dans un négatif noir et blanc, l'émulsion contient des cristaux d'halogénures d'argent. Ces cristaux sont formés majoritairement, dans les émulsions récentes, de bromure d'argent (AgBr) et organisés en un réseau cubique de milliards d'ions argent Ag^+ et brome Br^- . Des cristaux d'iodure d'argent et de chlorure d'argent, en quantité moindre sont aussi présents. Lors de l'exposition à la lumière, des photons viennent frapper ces cristaux et un électron se libère du réseau pour être capté par un ion Ag^+ . Cet ion se transforme en atome d'argent par réaction de réduction. Un cristal peut contenir plusieurs dizaines d'atomes d'argent après exposition. Le développement du négatif permet l'accélération du processus, et l'agent réducteur contenu dans le révélateur réduit l'ensemble des cristaux d'halogénures d'argent insolés en atomes d'argent. Les cristaux n'ayant pas été insolés ou très faiblement seront éliminés pendant la phase de lavage et de fixage.

Lors de la transformation des cristaux d'halogénures d'argent en atome d'argent, la forme en cristal laisse la place à une forme filamentaire. La taille et l'organisation de ces filaments dépendent des cristaux contenus dans l'émulsion et du révélateur utilisé pour la développer. Le lavage et le séchage influent aussi sur leur disposition, mais de façon moindre. Néanmoins, elle reste aléatoire. Des espaces interstitiels sont créés lors de la

formation des filaments. Le grain présent sur un tirage n'est finalement que l'image négative de ces espaces inter filamentaires.

Cette sensation de non-uniformité, à un grossissement donné, d'une plage censée apparaître uniforme à un observateur sur un tirage est appelée granulation. Ce terme se différencie de la mesure objective du grain. La granularité est la mesure quantitative de la non-homogénéité des éléments qui composent l'image.

Historiquement, la sensibilité d'un film noir et blanc est intimement liée à la taille de ses cristaux d'halogénures d'argent. En effet, plus la taille des cristaux est grande, plus ceux-ci seront potentiellement touchés par des photons. Dans une émulsion rapide (type ISO400 ou ISO1600), les cristaux d'halogénures d'argent sont donc plus gros que sur une émulsion lente (ISO50 ou ISO100). La recherche du ratio grain/sensibilité le plus favorable a toujours été une des préoccupations principales des ingénieurs en photographie¹. Aujourd'hui, la sensibilité des émulsions négatives noir et blanc est due à la taille des grains, mais aussi aux éléments chimiques présents dans la gélatine. Les colorants sensibilisateurs permettent aussi d'accroître la sensibilité des émulsions et de contenir la taille des cristaux.

Deux types d'émulsions sont actuellement disponibles sur le marché. Les émulsions classiques, dont la Kodak TriX (introduite en 1954) en est la représentante la plus célèbre, possèdent des grains classiques, dont la taille détermine la sensibilité de l'émulsion comme nous l'avons vu. L'évolution de ces émulsions a été constante, et les versions se sont succédées (Ilford HP3, HP4 et aujourd'hui HP5). Pour n'en citer qu'une, et la plus importante, la sur-concentration de colorants sensibilisateurs a accru la sensibilité des films négatifs, dont l'exemple le plus flagrant est la Kodak T-Max.

¹ « The pursuit of more favorable speed-grain ratios is a constant concern of photographic researchers. » in KODAK Publication n° F-20, *Understanding Graininess and Granularity*, Rochester, Kodak, 1979

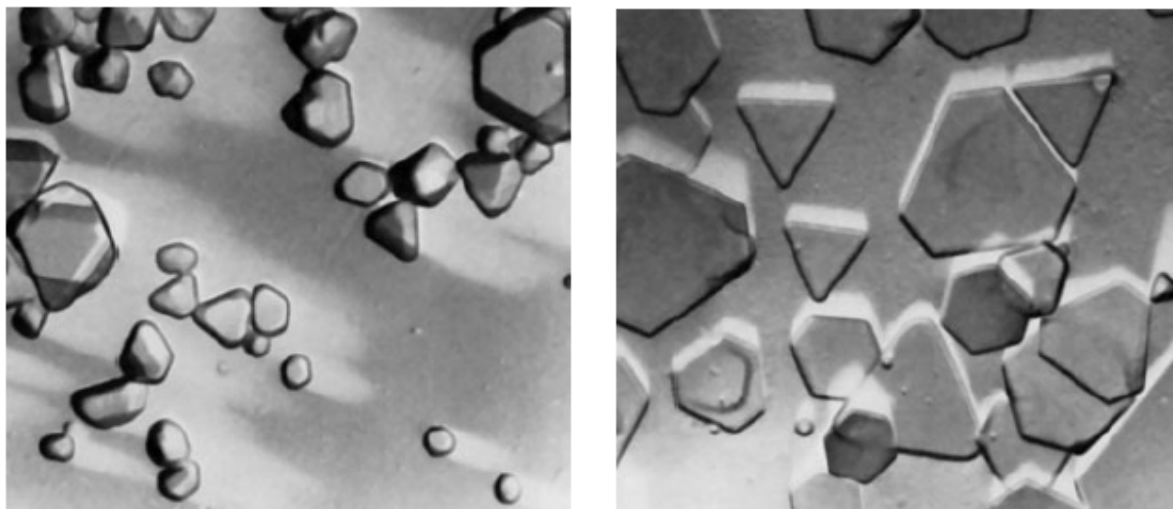


Figure 1 - Cristaux d'halogénures d'argent classique et cristaux d'halogénures d'argent de type tabulaire.

La recherche photographique, et notamment celle menée par Kodak au début des années 1980², a permis le développement d'émulsions dites « tabulaires ». Les deux faces parallèles ou quasiment parallèles des cristaux d'halogénures d'argent ont chacune une surface notablement plus grande que toute autre surface du cristal. Ces émulsions offrent un rendement optimal entre lumière reçue et taille des cristaux. La sensibilité est améliorée par un autre procédé, l'orientation au couchage. Les deux faces parallèles n'ont que peu d'intérêt si elles sont placées aléatoirement dans la gélatine, et l'orientation sélective au couchage augmente encore la sensibilité. Le contrôle de la rhéologie est un paramètre important dans la sensibilité d'une émulsion négative. La dénomination des films tabulaires change selon les marques (« T-grain », présent sur la T-Max chez Kodak, « Néopan » pour Fuji film, « Delta » pour Ilford), mais la technologie est similaire.

Les différences entre les émulsions tabulaires et les émulsions classiques sont moins fortes qu'à l'époque de leur sortie sur le marché. Les émulsions contenaient beaucoup plus d'argent, et aujourd'hui, les différences, bien que toujours réelles, sont moindres. Il est pourtant toujours pertinent de confronter les deux types d'émulsions parce qu'elles n'ont pas les mêmes réactions face aux compositions des révélateurs lors de leurs développements.

² <http://www.google.com/patents/US4386156> Brevet Kodak, 1983

La granulation est renforcée par plusieurs paramètres. Le principal concerne le type de révélateur utilisé. On compte deux grands types de révélateurs, même si certains peuvent être placés dans les deux catégories, selon leur dilution.

Les révélateurs solvants combinent un développement chimique avec un développement physique³. Le développement chimique, et plus particulièrement l'action du sulfite de sodium, agit sur la structure de l'image en diminuant « légèrement le pouvoir couvrant de chaque grain d'argent développé et atténue en conséquence l'absorption irrégulière de la lumière dans les plages uniformes »⁴.

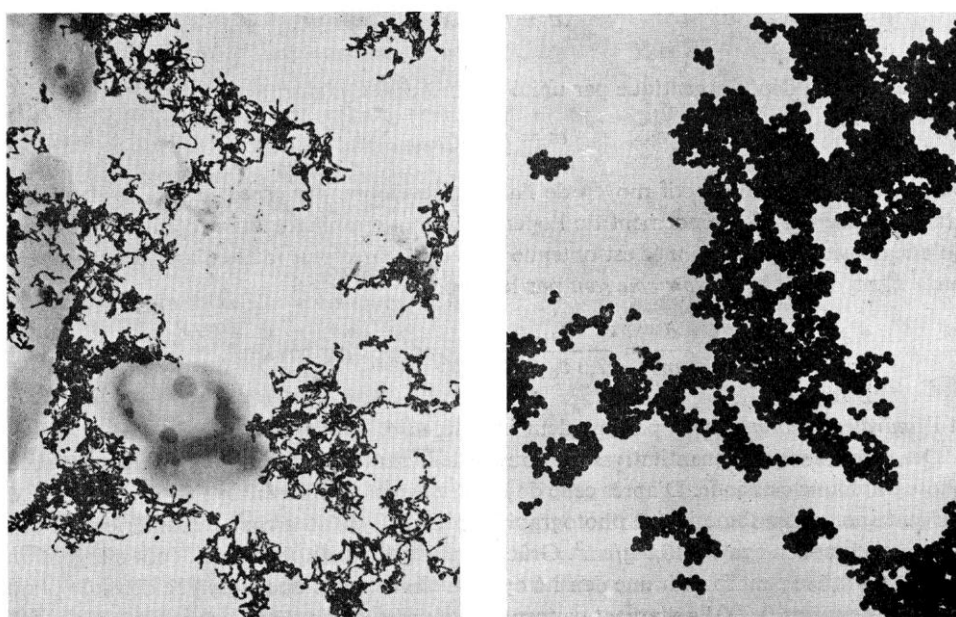


Figure 2 - Argent filamentaire formé après développement chimique et particules compactes d'argent formée par le développement physique.

Le développement physique associé transforme les cristaux d'halogénures d'argent en filaments argentiques plus courts et épais que les filaments minces et enchevêtrés que l'on observe après un développement par un révélateur non-solvant. Une condition très importante complémentaire à l'action solvante est le maintien d'un pH basique compris entre 7,5 et 8,5⁵. Le D-76 formulé par Kodak et introduit en 1927 est le plus représentatif de cette famille.

³ Le développement n'est pas réalisé par réduction des ions argent des cristaux de la couche sensible, mais par précipitation des cristaux d'halogénures d'argent grâce aux sels d'argent contenus dans la solution réductrice.

⁴ KOWALSKI Paul, Théorie photographique appliquée, Paris, Masson et cie, 1972, p.338

⁵ ANCHELL Stephen, TROOP Bill, The film developing cookbook, Woburn, MA, Focal Press, 1998, p.4

Les révélateurs superficiels – appelés aussi non-solvants - appartiennent au deuxième type de révélateurs. En réalité, leur action solvante existe mais est limitée au minimum. Les révélateurs haute-définition en font partie, ils sont aussi appelés révélateurs acutants. On les particularise par leur propension à créer des effets de voisinages. Nous reviendrons sur l'acutance et détaillerons les particularités qu'elle offre plus bas.

Plusieurs variables lors du développement influent aussi sur la granulation. L'agitation, la température, le temps de développement et la dilution en sont les principaux, même si le lavage et le séchage ont aussi un rôle, bien que moins important. Le saisonnement des bains est un paramètre d'augmentation de la granulation, car la concentration en bromure soluble varie entre le début et la fin du saisonnement. Le contraste renforce aussi l'impression de grain sur un tirage, tout comme la surexposition à la prise de vue, et l'utilisation de révélateurs énergiques.

Sur de larges zones sans détails, comme dans les zones floues, le grain est visible et peut même être gênant. Néanmoins, l'augmentation de la netteté masque la granulation dans les zones détaillées.

B. La gamme tonale

Le rendu des valeurs d'une émulsion noir et blanc est l'un des paramètres les plus importants concernant la qualité d'image. Le couple émulsion/révélateur est déterminant pour connaître la dynamique de cette gamme tonale.

La courbe de noircissement, ou courbe caractéristique H&D (en référence aux noms de Ferdinand Hurter et Vero Charles Driffield, fondateurs de la sensitométrie), est la courbe de réponse du film caractérisant la relation entre le logarithme de la lumination incidente, et la densité mesurée sur le négatif. Cette courbe nous permet de déterminer le contraste du couple émulsion/révélateur.

L'aptitude au contraste d'un couple révélateur/film est sa faculté à séparer deux valeurs voisines de l'éclairement ou de luminance en valeurs plus ou moins différenciées de densités. Défini par la valeur de la pente de la tangente à la partie rectiligne de la courbe de noircissement, cette valeur est notée γ (gamma). Gamma peut être maximum – on parle alors de gamma infini - lorsque il atteint la valeur la plus haute d'angle de la courbe pour un révélateur et une émulsion donnée. Le seuil maximum est caractérisé par l'apparition du voile. Ce voile est présent sur tous matériaux photographiques, même n'ayant pas été exposés, après développement. Il augmente uniformément l'absorption dans toute l'étendue de l'image. Il correspond à la densité minimale.

La détermination de la sensibilité ISO est réalisée sur la courbe H&D. Cette norme internationale, combinant les normes ASA et DIN, a été mise en place en 1971 et remplacée en 1993. Elle donne des indications sur le processus de détermination de la sensibilité d'un film noir et blanc. D'abord appliquée pour un révélateur unique, elle s'est étendue à un couple révélateur/film au choix, et à « des procédures spéciales »⁶.

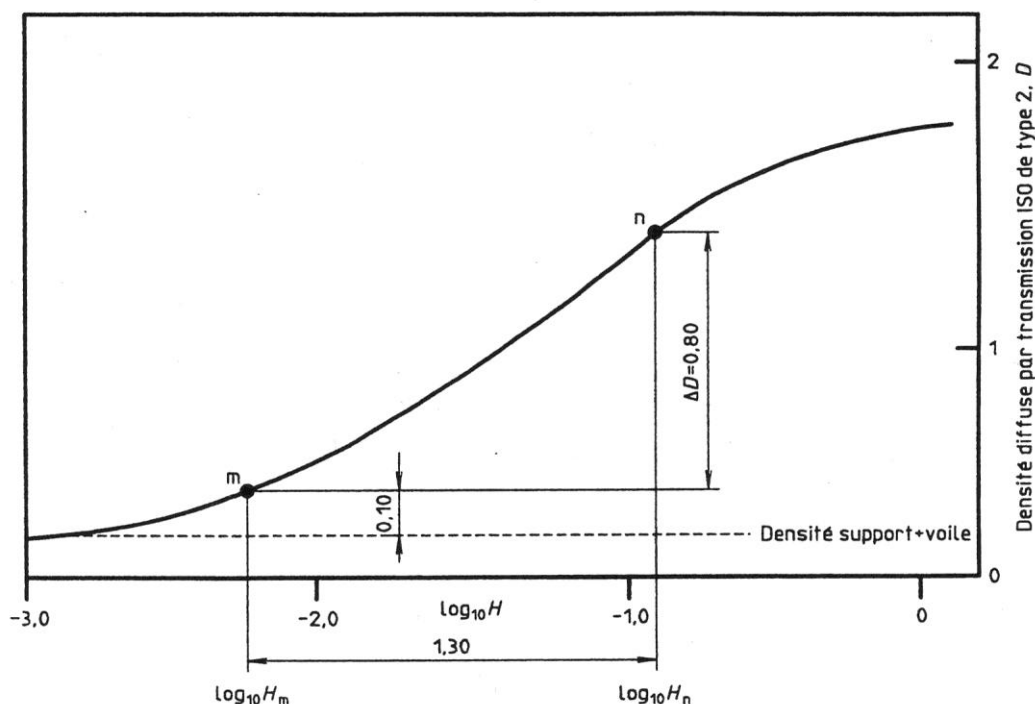


Figure 3 - Méthode pour déterminer la sensibilité.

⁶ Norme ISO 6, Photographie, Système film/traitement négatifs noir et blanc pour photographie picturale, Détermination de la sensibilité ISO, 2^{ème} édition, 1993, p.1

Pour évaluer la sensibilité, on place un point m à 0,10 au dessus de la densité du voile et un point n placé à 1,30 unité en logarithme décimal de l'exposition du point m. Les paramètres de développement doivent être adaptés de sorte que la différence de densité entre les points m et n soit de 0,80. La différence de densité est aussi appelée clause de contraste. La sensibilité est déduite du point Hm (voir schéma) représentant l'exposition lumineuse et correspondant au point m lorsque la clause de contraste est respectée. Notons que les paliers de log Hm correspondant à une seule et unique sensibilité arithmétique sont assez larges, de 9 points en unité de logarithme décimal.

Certains révélateurs sont dits « compensateurs » lorsqu'ils sont suffisamment sensibles à l'influence du bromure libéré lors de la réaction de réduction. Cette réaction a pour effet de ralentir le taux de développement dans les hautes lumières, tout en permettant de prolonger le développement à un taux normal dans les zones d'ombres, où s'exprime la sensibilité du matériau photosensible⁷. Si l'on transpose cette réaction sur la courbe H&D, le talon et l'épaule de la courbe seront modifiés.

⁷ SCHWALBERG Bob, « Popular Photography », Rodinal, New York, 1979, p.108-113 et p.126-130

Ci-dessous, la courbe A est la courbe caractéristique d'un film développé avec un révélateur classique, et la courbe B, celle d'un film développé dans un révélateur compensateur : l'épaule de la courbe s'affaisse.

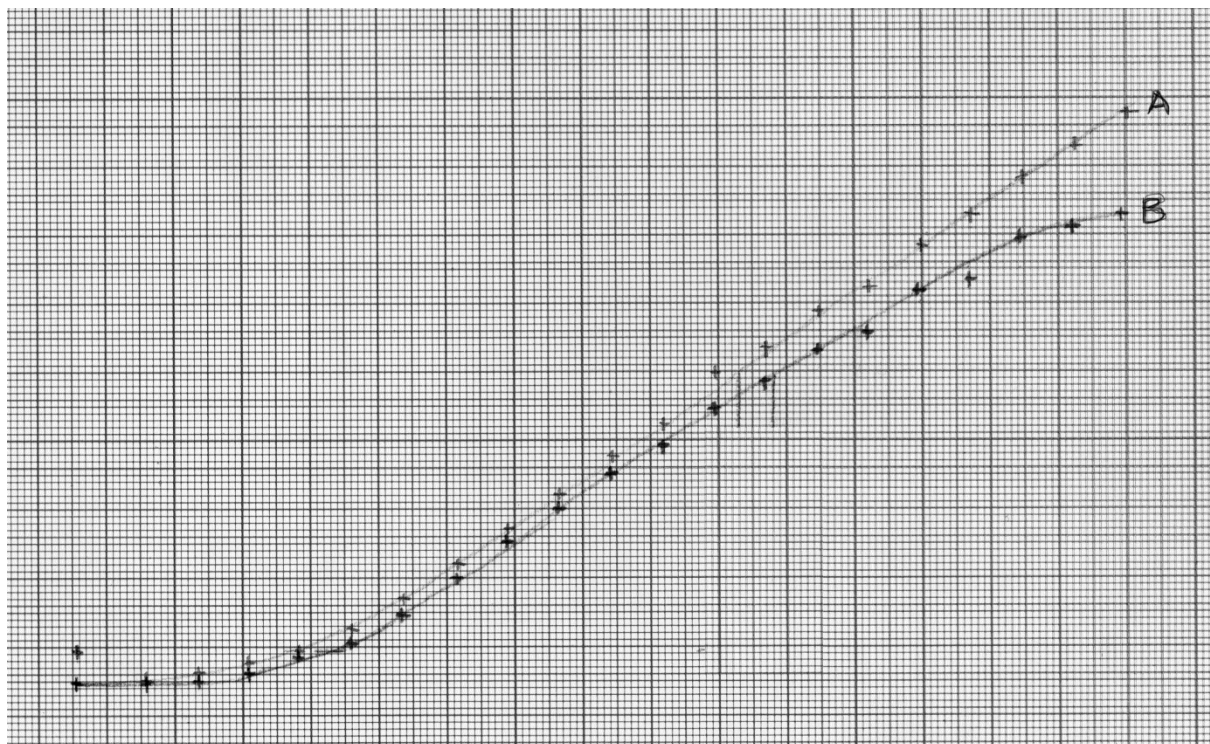


Figure 4 - Deux courbes H&D d'une émulsion identique (TriX 400). La courbe A a été développée avec un révélateur compensateur (Pyrocate-HD, dilution 2+4+500, 20°C), tandis que la courbe B l'a été avec un révélateur classique(D-76, stock, 20°C).

Steve Anchell et Bill Troop ont observé ce phénomène pour les films lents et moyens et non pour les films rapides, par ailleurs, les émulsions tabulaires ne gagnent pas non plus en sensibilité⁸.

Un traitement compensateur associé à une forte dilution peut amener à un gain de sensibilité. En effet, le révélateur très dilué s'épuise très vite dans les hautes lumières, et dans une proportion moindre dans les tons moyens. Les zones exposées où les cristaux d'halogénures insolés sont les plus présents, celles qui correspondent aux hautes lumières, sont développées rapidement. Le révélateur oxydé stagne sur les zones qu'il vient de développer, ce qui permet d'en stopper leur développement, tandis que le révélateur au contact des zones de basses lumières continue de développer, car il est encore neuf. Le

⁸ Op. Cit. ANCHELL Stephen, TROOP Bill, p.53-54

temps de développement est ainsi prolongé dans les zones de basses lumières et il permet un gain de sensibilité. Néanmoins, les paliers étant espacés, cette sensibilité n'est pas forcément visible dans l'indice ISO, mais dans la valeur du log Hm qui varie à l'intérieur de son palier.

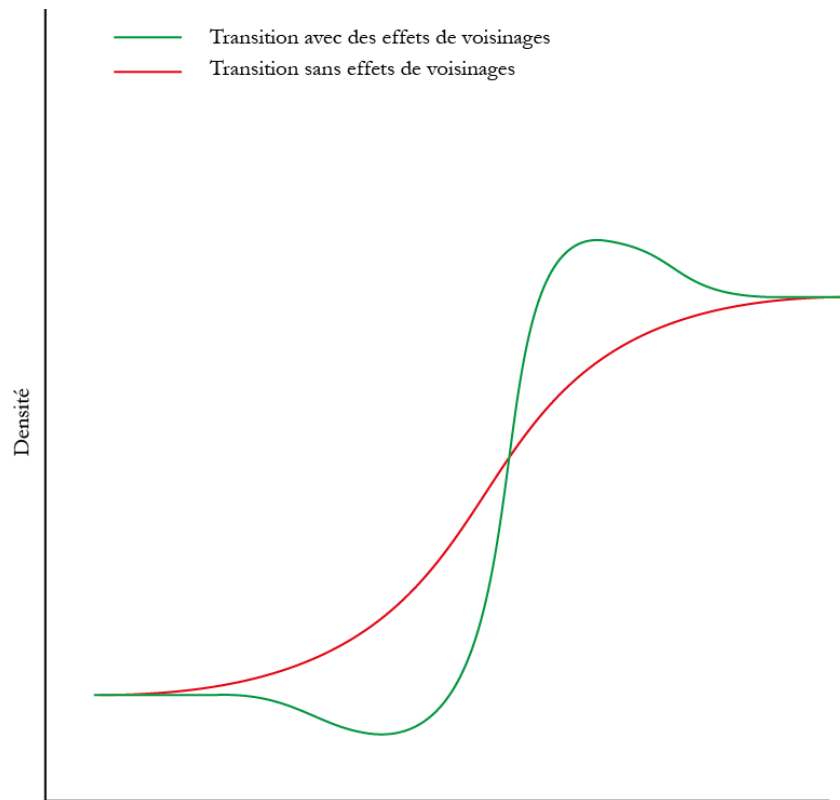
C. Acutance

Un tout autre contraste, le contraste local ou micro-contraste, a une fonction centrale dans la perception de l'image. Le contraste local, c'est-à-dire le contraste entre les petites zones claires et sombres d'une image, peut être défini par la longueur des transitions entre zones claires et zones sombres. Très influent sur l'impression de netteté générale d'une photographie, il peut être renforcé par les effets de voisinages.

La lisière d'une zone claire et d'une zone sombre est le meilleur endroit pour juger de l'impression de netteté. Si la transition entre les deux zones est large et qu'on observe un dégradé long, l'impression de netteté sera mauvaise et fera l'effet d'un flou. En revanche, si la transition est très nette, si le dégradé est court, l'impression de netteté sera très forte.

Deux effets, appelés effets de voisinages⁹, renforcent l'impression de netteté. L'effet de bord augmente la densité sur les bordures des plages de fortes densités, alors que l'effet de lisière fait baisser la densité des plages les moins denses. La zone la moins exposée a peu d'argent latent à réduire lors de son développement, alors que les cristaux d'halogénure contenant l'image latente de la zone la plus exposée épuisent le révélateur. Le révélateur oxydé migre vers la zone la moins exposée, tandis que le révélateur relativement neuf de cette zone le remplace. Ce phénomène s'explique par des migrations physiques au niveau micrométriques. La bordure de la zone la plus dense sera donc encore plus dense, puisque le révélateur neuf y a migré, et la bordure de la zone la plus claire sera plus claire. L'impression de netteté en est clairement améliorée.

⁹ Voir Figure 5



Courbes caractéristiques d'une zone de transition entre deux densités différentes

Figure 5 - Effets de voisinage entre deux zones de densité différentes.

Les effets Eberhard et Kostinsky sont des formes particulières des effets de voisinages observés dans des conditions spécifiques de prises de vues.

Si l'on prend l'exemple d'une séparation entre deux densités différentes montrant une zone de transition assez large, elle semble manquer de netteté, mais peut subjectivement paraître nette par la présence d'un effet de bord de dimensions appropriées. L'évaluation objective de la zone de transition entre deux niveaux de densité, et sa mise en rapport avec l'aspect subjectif de netteté nécessite l'emploi d'un critère quantitatif : c'est l'acutance.

Pour mesurer l'acutance d'un négatif, on place une lame bien affûtée sur le négatif et on l'expose à un faisceau de lumière dirigée. Après développement, on mesure la limite avec un microdensitomètre. Plus la distance du gradient moyen de densité est courte, plus la transition entre les deux plages paraît nette.

Les révélateurs acutants (« high-definition » en anglais) favorisent la création des effets de voisinage ce qui renforce l'impression de netteté. Nous travaillerons avec ce type de révélateurs non-solvants puisqu'ils sont particulièrement adaptés au développement lent. Ces révélateurs augmentent la granulation, car ils transforment les cristaux d'halogénures d'argent en argent filamenteux. Le grain perçu sur le tirage final est grossier, mais cela renforce l'impression de netteté.

D.Développement lent

Le développement lent est à la croisée de ces trois paramètres très influents sur le rendu final de tirage. Alors qu'une méthode classique de développement ne met en évidence qu'un ou deux paramètres précités, le développement lent les combine.

Le développement lent est une pratique spécifique, et les révélateurs pour l'exécuter doivent être rigoureusement sélectionnés. La dilution étant très forte, le révélateur ne doit pas s'oxyder facilement en solution diluée. Il risquerait de s'épuiser avant la fin du temps de traitement. Son aptitude à faire monter le voile sur l'émulsion doit être le plus bas possible. En effet, les temps de développement d'environ une heure favorisent sa montée, surtout sur des émulsions rapides (ISO1600 ou ISO3200). La durée de développement et la température influent sur le voile, il faut les limiter pour éviter sa formation. C'est pourquoi les formules des révélateurs contiennent des antivoiles. Ils sont de deux types, minéraux (bromure de potassium) ou organiques (benzotriazol). Geoffrey Crawley préconise le jaune pynactryptol, un colorant désensibilisateur qu'il considère meilleur que les antivoiles classiques.

Caractéristique essentielle du développement lent, l'absence d'agitation permet de laisser stagner le révélateur. Théoriquement, l'absence d'agitation accentue l'effet compensateur jusqu'à son maximum, des zones de gris presque uniformes, sans aucun contraste. Dans les hautes lumières notamment, une forte compression devrait être constatée puisque le révélateur usé et immobile inhibe le développement de ces zones. En réalité, les échanges se font à deux niveaux, et s'interpénètrent. Au niveau macro-métrique, les échanges se font superficiellement par agitation du révélateur ou de l'émulsion négative. Mais en absence d'agitation, on constate un renouvellement au niveau micrométrique par migration des ions en solution. La gamme tonale est ainsi préservée, et une compression

trop forte des hautes-lumières est évitée. Dans le cas du développement lent, et pour des négatifs exempts de problèmes, une agitation au cours du développement est conseillée.

Plus la dilution est grande, plus nombreux seront les problèmes. En effet, un révélateur fortement dilué se rapproche de sa limite d'épuisement car le rapport entre la surface en m² d'émulsion à traiter et la quantité minimale de révélateur est central dans la réaction. Agfa recommandait 3mL, 5mL, puis 10mL de quantité minimale de produit pour un développement avec du Rodinal, et il est couramment rappelé que si la dilution est la même, la quantité de produit change pour un volume différent. Ainsi, on peut lire qu'« il devrait y avoir un minimum de 250 ml de solution pour chaque film dans la cuve »¹⁰.

Théoriquement, l'association d'un révélateur acutant fortement dilué avec des temps longs, et en réduisant l'agitation à son minimum, implique une série d'effets que nous avons précédemment exposés. Le développement lent combine effectivement un effet compensateur et une impression de netteté maximum. Néanmoins, ces gains sont au détriment de la qualité d'image, car on note une forte augmentation de la granulation.

D'autres problèmes entrent en jeu lorsqu'on développe avec cette méthode.

E. Problèmes rencontrés

Le développement lent se situe aux limites du procédé de développement de films. En effet, le révélateur est proche de l'épuisement, ce qui entraîne de nombreux effets indésirables. Si l'on met de côté les effets considérés comme indésirables dans la littérature sur la chimie photographique mais qui entraînent des effets désirables lors d'une étude d'un rendu spécifique à un mode de développement, il reste néanmoins certains problèmes intrinsèques au développement sans agitation.

L'absence d'agitation est cause de la plus grande part de ces obstacles. Ainsi, on relève de nombreuses occurrences dans la littérature, et ce dès 1905 : « Quelque-fois, en stand development, les plaques sortent un peu striées, et ces stries s'étalent de haut en bas. Pour

¹⁰ "There should be a minimum of 250 ml's of solution for each film in the tank" in *Agfa Rodinal and Rodinal special process time*, AGFA

éviter ce problème, la cuve doit être secouée occasionnellement.»¹¹. Les problèmes de zones de développement sont connus, et sont souvent dus à une mauvaise agitation, ou à une agitation non régulière.

Dans le cas du développement lent, il faudra jouer sur l'instant de l'agitation durant le développement, mais aussi sur la dilution et le volume initial de produit chimique.

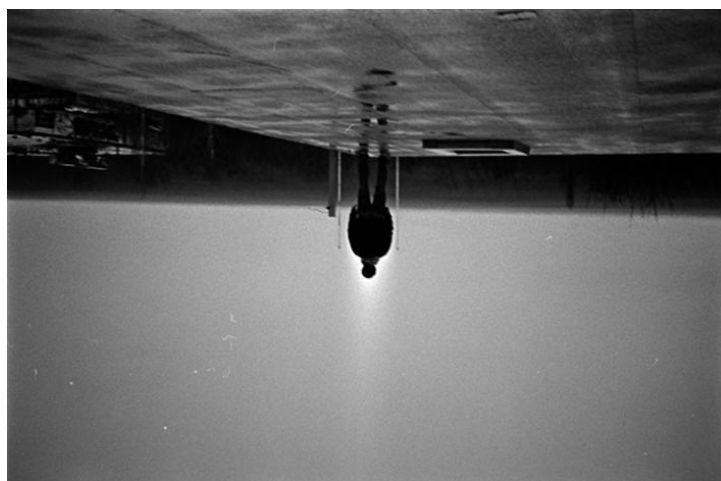


Figure 6 - Courant de convection créée par effet gravitationnel.

Des gradients de développement entre haut et bas de l'image sont couramment visibles lors du tirage. Ils sont dus à un courant de convection qui descend verticalement le long de l'émulsion par effet gravitationnel. « Le révélateur partiellement épuisé par la réduction de grains sensibles dans une région éclairée est, au moment où il diffuse hors de la gélatine, plus dense que le bain environnant et tend donc à descendre verticalement s'il n'en est empêché que par agitation du bain. »¹². Lors d'un développement en cuve sur spire, la partie supérieure du film est régulièrement sujette à une baisse de densité de l'ordre de 30 points. Ces courants de convection peuvent créer ce que les anglo-saxons appellent le « bromide drag » que l'on pourrait traduire par « trainées de bromure ». Nous nous attarderons sur ce problème lors des tests, car il est central dans cette méthode de développement. Ces trainées altèrent profondément l'image comme l'illustre la figure 6. Le film a été mis en cuve à l'envers par rapport au sens de prise de vue et un courant de

¹¹ "Sometimes in stand development the plates develop a trifle streaked, with the streaks running up and down. To avoid this the box should be rocked occasionally" in SMITH Elbert, Practical notes on photography, Vol. XX, n°11, New York, Brooklyn Daily Eagle, 1905 p.74

¹² Op. Cit. GLAFKIDES Pierre, p 350

convection a opéré durant le développement en raison de l'absence d'agitation à l'exception de la première minute.

II. Historique

Quatre périodes ont structuré l'utilisation du développement lent chez les opérateurs.

La première couvre les débuts de l'utilisation du gélatino-bromure d'argent jusqu'à la fin des années 1930, période caractérisée par des tests empiriques et par de nombreux ouvrages concernant les techniques de développement. De la fin des années 1930 jusqu'aux années 1950 s'étend la période d'opposition des pratiques, entre pictorialistes et amateurs de la photographie pure, qui voit le déclin de la pratique. Puis, jusqu'à la fin des années 1990 se développe un nouvel attrait pour le développement lent, accru par la formulation de révélateurs acutants, même s'il reste encore en marge. Enfin, la période de la fin des années 1990 jusqu'à nos jours est caractérisée par la croissance de pratiques alternatives, et à la réutilisation de techniques anciennes, dont le développement lent fait partie.

A. Période primitive (fin XXème – années 30)

A cette époque, le développement des plaques et émulsions au gélatino-bromure d'argent se divise en deux écoles.

La première école utilise le développement par inspection. Bien plus courante à l'époque, elle est l'héritière des développements aux prémices de la photographie. Cette méthode consiste à mettre les négatifs dans le révélateur, en cuve ouverte dans le noir total, et inspecter le niveau de développement de l'image en cours de formation en passant brièvement les plaques devant une lumière ou un filtre inactinique. En effet, la sensibilité des plaques du début du XXème étant beaucoup plus basse qu'aujourd'hui. L'opérateur examine la montée des hautes lumières, et détermine si le développement est arrivé à terme. Ainsi, au vu de la densité, il arrête le développement des plaques surexposées, et peut adapter le bain de révélateur en fonction du caractère de l'image. Si l'image est trop contrastée, l'opérateur plonge la plaque dans un bain de révélateur moins actif, ou rajoute des produits chimiques directement dans la cuve. Les temps de développement varient, mais sont en général bien plus longs que ceux du développement chronométré. Aujourd'hui encore, certains laboratoires professionnels utilisent cette méthode.

L'autre école, celle qui s'est imposée et qui est encore pratiquée principalement de nos jours, est celle du développement chronométré, également appelé développement automatique. Il n'y a pas d'inspection au cours du développement, mais l'opérateur, qui a déterminé un temps de révélation après des tests selon les paramètres classiques (température, type de plaque, nature du révélateur, etc.), traite l'émulsion en cuve fermée durant un temps donné. Il n'ouvre la cuve que pour changer les bains, et observe le résultat une fois le développement terminé. Cette école, plutôt mise en place pour les amateurs, s'est ensuite progressivement généralisée. Les temps de développement sont proposés par les industries photographiques (fabricants d'émulsions et de révélateurs). Watkin, contemporain de cette période, expose notamment sa technique de développement en testant chaque plaque pour chaque révélateur afin de déterminer un temps de développement pour une dilution et une température données. Sceptiques, les auteurs français ne voient pas l'avantage de cette méthode, précisant que le travail est colossal au vu du nombre de plaques et de révélateurs différents.

Les praticiens de l'époque conseillaient ce type de développement pour sa facilité d'exécution et sa tolérance. Des articles sur le développement lent sont rédigés dès 1892. On y lit les avantages liés à ce procédé : « Premièrement son caractère automatique - plusieurs plaques peuvent être traitées simultanément, et ne requièrent pas plus d'attention jusqu'à ce qu'elles soient sorties du révélateur et qu'elles soient fixées ; deuxièmement, la liberté vis-à-vis du voile de ces négatifs traités dans des solutions extrêmement diluées ; et, troisièmement, la délicatesse des négatifs traités ainsi. »¹³.

La facilité d'utilisation est mise en avant dans cet autre article de 1905 : « Pour un grand nombre de plaques, sur lesquelles l'exposition est semblable, le développement sans agitation est particulièrement commode et donne d'excellents résultats. »¹⁴. Un article sur le Rodinal commercialisé par Agfa-Geveart est publié dans le même recueil, traitant de ses effets compensateurs lorsqu'il est utilisé à des fortes dilutions pendant des temps longs.

¹³ "First, its automatic character – many plates can be treated at once, and require no further attention till they are removed and fixed ; secondly, the freedom from stain of the negatives treated in this extremely dilute solution ; and, thirdly, the delicacy of the resulting negatives" in BROWN George, "The amateur photographer" library, n°5, Developers and development, 2ème édition, London, Hazell, Watson & Viney, 1903, p.78

¹⁴ Op. Cit. SMITH Elbert, p.74

On peut y lire que le révélateur est « concentré de 20 à 40 fois son volume d'eau et plus si besoin »¹⁵.

Des formules de révélateurs correspondant pour ce type de développement sont également proposées dans ces articles, comme celle du Baron Hübl à base de glycin décrit comme « le meilleur, en raison de son extrême netteté [...] et du grain fin qu'il donne aux négatifs. »¹⁶. Beaucoup de livres ou d'articles français et anglo-saxons de l'époque présentent eux-aussi la formule du Baron Hübl. En effet, le glycin est considéré comme le développeur « qui a donné les meilleurs résultats pour le développement lent en cuvettes verticales »¹⁷. Il est très facile d'utilisation et ne s'oxyde quasiment pas, même lorsqu'il est très dilué. Quasi-exclusivement proposé, on retrouve néanmoins d'autres formules de révélateurs dont l'utilisation est recommandée pour le développement lent comme le pyrogallol ou le métol, ou encore les associations métol-glycin et pyrogallol-glycin.

Des conseils sur le temps de développement sont donnés. Ainsi, « avec la formule donnée plus haut, une plaque normalement exposée devra être développée environ trente minutes [...] Pour certains opérateurs, le révélateur dont la formule est donnée précédemment pourra être dilué d'autant qu'un développement toute une nuit peut en avoir besoin. »¹⁸. La plupart des praticiens recommandent une heure de développement, mais les temps sont très variables. Peu de préconisations sont faites pour l'agitation, mais on peut lire qu'il faut « retourner les clichés après un quart d'heure »¹⁹ dans les ouvrages les plus précis. Frédéric Dillaye consacre deux pages à l'agitation et ses effets sur le développement des images. Il y explique « les courants thermochimiques » qui agissent sur le développement lorsqu'il n'est pas agité, et précise qu'il permet « plus de netteté »²⁰. Dans l'article de Geoffrey Crawley, il explique que « récemment deux photographies du même bâtiment mais séparées par presque un siècle furent publiées ensemble. Même à travers la reproduction, la première présentait une acutance supérieure. La technique utilisée régulièrement et particulièrement par les français, était un développement lent

¹⁵ "[...] Rodinal diluted with 20 to 40 or more parts of water" in Op. Cit. BROWN George, p.71

¹⁶ Op. Cit. SMITH Elbert, p.74

¹⁷ MATTHET L., Traité de chimie photographique, Tome 2, 2^{ème} édition, Paris, Charles Mendel, 1913 p.282

¹⁸ Op. Cit. SMITH Elbert, p.72

¹⁹ SEYEWITZ A. (dir.), Le négatif en photographie, 2^{ème} édition, Paris, Octave et Gaston Doin, 1923, p.205

²⁰ DILLAYE F., Le développement en photographie avec le gélatino-bromure d'argent, Paris, Tallandier, v.1900, p.270

dans un révélateur au glycin. Il était employé pour les négatifs et les plaques positives, ces dernières étant sur développées avant d'être affaiblies dans une solution de ferricyanure de potassium.

Ces ouvrages sont particulièrement destinés aux amateurs éclairés, bien que certains soient d'une qualité et d'une précision telle que le niveau de connaissance pour les comprendre nécessite une pratique assidue conjuguée à des connaissances théoriques poussées. Jusque dans les années 1930, le développement lent est un développement très utilisé, mais perd ensuite peu à peu des utilisateurs au profit des méthodes utilisées encore actuellement. Les temps sont plus courts et plus adaptés à la spécificité de chacune des émulsions, sur plaque ou sur support souple.

Ces dernières évolutions laissent entrevoir les développements futurs des normes, et de l'uniformisation du développement. Très sollicités pendant les deux guerres mondiales, les ingénieurs ont du mettre au point des techniques de développement plus fiables, plus rapides, et correspondant à l'évolution des émulsions. Ces techniques de développement, et leurs révélateurs associés ne concordaient pas avec l'approche artisanale du début du siècle de techniques comme le stand développement. Même si certains amateurs ont persisté à travailler avec ce type de développement, les professionnels l'ont totalement évincé de leur pratique. L'absence de recherche et d'innovation dans cette pratique a laissé le sentiment d'avoir appréhendé l'ensemble des tenants et des aboutissants de cette technique.

B. Période intermédiaire (1930-1950)

La diminution de la pratique du développement lent n'est toutefois pas uniquement le fait de l'évolution technologique. En effet, un débat virulent anime les revues spécialisées dans les années 30 aux Etats-Unis. Il oppose deux figures emblématiques des deux principaux mouvements en activité à cette époque : William Mortensen chez les pictorialistes et Ansel Adams partisan de la « Straight Photography » ou photographie pure. Tout les deux ont été adeptes du développement lent, bien qu'ils l'utilisaient paradoxalement pour des fins opposées.

Mortensen, qui vécut sur la côte ouest, s'inscrit dans les prolongements du pictorialisme car il défendit cette esthétique bien après que ce mouvement se soit essoufflé partout dans le monde. Le pictorialisme s'attache à considérer la photographie comme un art et veut « dépasser la simple imitation mécanique et stricte de la nature pour ériger la photographie en un art autonome et distinct des Beaux-Arts traditionnels »²¹. Pour les photographes, il s'agit de révéler « une expression artistique personnelle »²² en effectuant de nombreuses manipulations tout au long du processus de réalisation de l'image. A la prise de vue, les photographes utilisaient de nombreux effets de lumière, des optiques particulières et des filtres. Les négatifs, développés par des techniques spécifiques, étaient retouchés et tirés sur des procédés spécifiques permettant un *rendu différent*.

Dans son livre *Mortensen on the negative*²³, Mortensen explique sa démarche lors de la confection d'une image. Ses images étaient la combinaison d'une sous-exposition (l'exposition était correcte pour les hautes lumières) et d'un surdéveloppement réalisé par des révélateurs basses énergies durant « une longue durée, mais pas vraiment chronométrée »²⁴. Les préceptes généralisés aujourd'hui, par Ansel Adams notamment, indiquent qu'il faut exposer pour les ombres et développer pour les hautes lumières. Souvent tirées sur des procédés pigmentaires aux huiles ou à la gomme, ses images sont d'une douceur extrême. Cette douceur fait forcément référence au développement lent très compensateur, qui permet un contraste très doux : Mortensen expose que « jusqu'au moment où le voile s'établit, il est possible de récupérer des détails supplémentaires dans les zones d'ombres du négatif »²⁵. En effet, il explique sa technique de développement jusqu'au gamma infini, et ajoute que grâce à la tolérance des émulsions modernes, « le développement jusqu'au gamma infini correspond à un développement de trente-cinq minutes qui peut être prolongé jusqu'à une heure et demie »²⁶.

²¹ PINET Hélène, POIVERT Michel, MORAND Sylvie, *Le Salon de Photographie : les écoles pictorialistes en Europe et aux Etats-Unis vers 1900*, Paris, Musée Rodin, 1993, p.32

²² http://fr.wikipedia.org/wiki/Encyclopedia_Britannica (consulté le 2 mai 2012)

²³ MORTENSEN William, *Mortensen on the negative*, Simon and Schuster, New York, 1940

²⁴ <http://unblinkingeye.com/Articles/Mortensen/mortensen.html> (Consulté le 2 mai 2012)

²⁵ Op. Cit. MORTENSEN William, p.273

²⁶ Ibid.

De temps à autre, il a laissé ses « négatifs dans le révélateur pour la nuit - huit ou neuf heures au moins - et [il a] obtenu de beaux résultats »²⁷. Il est important de noter que Mortensen avait une approche particulière de l'ensemble de la chaîne noir et blanc, et plus particulièrement de la mesure de la lumière. Il a mis en place, sous le terme de 7-D, une technique spécifique convenant au rendu souhaité pictorialiste. Neuf négatifs sont obtenus en variant l'exposition et le traitement des émulsions. Le septième est celui qui combine une sous-exposition à un surdéveloppement, mais ce négatif n'est pas encore parfait pour traduire l'esthétique pictorialiste, selon Mortensen. C'est le 7-D, pour « seven-derivative », ou septième dérivé, qui convient. Ses caractéristiques comportent une légère

		EXPOSURE	
DEVELOPMENT	1	2	3
	UNDER UNDER	STANDARD UNDER	OVER UNDER
	Exp. Dev.	Exp. Dev.	Exp. Dev.
DEVELOPMENT	4	5	6
	UNDER STANDARD	STANDARD STANDARD	OVER STANDARD
	Exp. Dev.	Exp. Dev.	Exp. Dev.
DEVELOPMENT	7	8	9
	UNDER OVER	STANDARD OVER	OVER OVER
	Exp. Dev.	Exp. Dev.	Exp. Dev.

sous exposition associé à un développement complet. Pour être plus précis, et à l'encontre des préceptes classiques d'exposition et de développement des films noir et blanc, Mortensen recommande d'exposer pour les hautes lumières et de développer pour les ombres, c'est-à-dire de développer jusqu'au gamma infini. Or la seule manière d'y accéder est d'avoir recours au développement lent.

Figure 7 - Schéma des neuf négatifs.

Pour les spécialistes de l'œuvre de W. Mortensen, il est clair qu'il utilisait le développement lent pour réaliser ses images, même si « quelqu'un qui met son film dans une cuve et revient un ou deux heures plus tard peut difficilement considérer le développement des films comme une de ses priorités. »²⁸. Notons que l'auteur de cette étude ne considère pas cette méthode de développement comme pertinente, ce qui traduit les réticences des générations ayant appris avec la sensitométrie envers des procédés plus artisanaux. Mortensen, dont le travail fut constamment l'objet de critiques et de moqueries de la part des photographes de la Straight Photography, continua jusqu'à la fin

²⁷ Ibid.

²⁸ "Someone who simply hangs his film in a tank of developer and comes back an hour or two later can hardly have held film development as a primary concern" Mr. Anson L. Beman in <http://unblinkingeye.com/Articles/Mortensen/mortensen.html> (Consulté le 2 mai 2012)

de sa vie à utiliser le développement lent pour ses photographies, toujours dans une veine pictorialiste.

Au contraire, Ansel Adams et Edward Weston, fondateurs du groupe F/64 en 1932, qui prônaient l'indépendance de la photographie vis-à-vis des conventions idéologiques de l'art et de l'esthétique défendus par les pictorialistes, ont utilisé le développement lent et le développement semi-lent (agitation réduite, mais régulière) à des fins totalement différentes. Ansel Adams l'a employé pour son acutance et ses effets compensateurs. Il permettait ainsi d'obtenir une netteté sans égal, associée à une dynamique très étendue. Le début de sa production photographique est marqué par des tirages réalisés par contact, ce qui accentuait encore ces effets. Pour le développement, il se servait du HC110, révélateur Kodak composé d'hydroquinone et d'un dérivé de la phénidone, à une forte dilution de 1 :119 en agitation réduite : quinze secondes d'agitation toutes les trois minutes. Dans ses recherches pour les lignes pures, pour une netteté extrême et pour une dynamique très vaste, ce type de développement s'est logiquement imposé.

Le Zone System, « une codification des principes de la sensitométrie »²⁹ mis en place par Minor White, Fred Archer et Ansel Adams, est une technique fondamentale qui met en relation le sujet photographié tel qu'il est vu et le résultat final au tirage. Professeurs au Art Center School de Los Angeles, ils développèrent cette technique autour de 1939-1940. Par un système de dix plages de densités croissantes, le photographe peut connaître le résultat au tirage du sujet qu'il photographie selon la zone qu'il choisit d'exposer correctement. Cette technique est un des fondements de la chaîne noir et blanc aux États-Unis et dans les pays anglo-saxons, mais reste très peu pratiquée en France.

Il est intéressant de voir qu'une même pratique sert les intérêts de deux mouvements opposés, ce qui met en évidence les différences de rendu possibles de ce procédé.

D'autre part, la démocratisation des émulsions « petit format » et l'arrivée des premières pellicules couleurs chromogènes (1935-1936) ont contribué à l'uniformisation des pratiques de développement, et au déclin du développement lent. Ce retrait s'explique aussi par la non-commercialisation de révélateurs (à l'exception du Rodinal) et par la

²⁹ "A codification of the principles of sensitometry" ADAMS Ansel in DOWDELL John, ZAKIA Richar, *Zone systematiser for creative photographic control*, Part 1, Morgan & Morgan. 1973 p.6

recherche, avec la diminution des formats, de révélateurs dits « grain-fin ». Ceux-ci vont peu à peu prendre une place importante dans la gamme des révélateurs disponibles.

C. Période moderne (1950-1990)

En 1949, A. H. Cuisinier, qui deviendra chef de travaux honoraire à l'Ecole Nationale de Photographie et de Cinématographie (devenue aujourd'hui l'ENS Louis Lumière), constate « qu'il n'y a aucun avantage à poursuivre le développement au-delà d'une demi-heure et que, bien souvent, des voiles, des traînées, des décollements, des réticulations et autres accidents irréparables se manifestent quand les négatifs restent longtemps dans le révélateur »³⁰. Il préconise par ailleurs le développement semi-lent, avec des temps s'échelonnant entre 15 et 30 minutes.

La tendance de la plupart des ouvrages et des articles penche vers un abandon d'un développement lent pour un développement semi-lent, afin « de profit[er] des commodités du développement ralenti, sans éprouver ses plus graves inconvénients »³¹. Une définition proposée par The Focal Encyclopaedia of Photography stipule que « la méthode est impopulaire parce que les longs temps de développement sont rarement pratiques »³².

On perçoit clairement dans la littérature le déclin de l'attention portée à ce procédé. Plusieurs raisons peuvent être avancées pour l'expliquer.

Premièrement, comme l'ont dit les auteurs, le procédé est trop long, sa productivité est basse malgré la simultanéité du traitement, et il est incompatible avec l'industrialisation du développement. Les laboratoires s'agrandissent, et leur taux de rendement augmente d'autant. Il ne leur est plus possible d'employer ce type de méthode.

Mettant en avant les problèmes rencontrés, les pratiquants s'éloignent de cette technique pour s'engouffrer dans la voie des traitements sensitométriquement corrects, dont la sensibilité et le contraste sont réglés par des paramètres scientifiques.

³⁰ CUISINIER Alphonse Henri, *Leçons de photographie théoriques et pratiques*, 10^{ème} édition, Paris, Paul Montel, 1971, p.140

³¹ Ibid.

³² "This method is not generally popular, as the long times required are rarely convenient" in KRASZNA-KRAUSZ A., *The focal encyclopedia of photography*, Oxford, Focal Press, 1965, p.1453

La démocratisation des révélateurs solvants entraîne aussi le déclin du développement lent puisqu'il préfère les révélateurs non-solvants.

Le développement de la sensitométrie moderne explique aussi ce déclin. Cette méthode marginale par sa dimension artisanale, ne rentre pas complètement dans les définitions et concepts de la sensitométrie. La volonté générale de recherche d'explications sur les couples révélateur/ film échappe aux procédés les plus en marge car elle se heurte à de nombreux problèmes difficilement explicables, même à cette époque.

Même si ce déclin est généralisé, quelques utilisateurs persistent, préférant faire leur « soupe » plutôt que de suivre les recommandations des industries et des fabricants. Les anglo-saxons, connus pour une tradition du « Do it yourself »³³ beaucoup plus importante qu'en France, ont prolongé l'intérêt pour le développement lent à travers la recherche et le développement de nouveaux produits et méthodes en l'associant à une recherche bibliographique poussée.

Il faudra attendre 1960 pour que des recherches approfondies soient à nouveau réalisées sur le développement lent, et plus généralement sur le développement des films noir et blanc contemporains. Ces recherches ont été initiées par Geoffrey Crawley, journaliste au *British Journal of Photography*, et ont été publiées à l'occasion d'un de ses premiers articles sous le titre *Notes sur les émulsions monochromes d'aujourd'hui et leur développement*. L'article, de vingt-et-une pages, présente l'ensemble des recherches menées par son auteur sur l'acutance.

Geoffrey Crawley a voué sa vie à la technique photographique. Entré en 1960 au *British Journal of Photography* comme contributeur, il devient rapidement directeur technique. En 1967, il devient rédacteur en chef, poste qu'il occupera pendant 20 ans, avant la vente du journal où il redeviendra directeur technique jusqu'à ses 74 ans, en 2000. À côté de ses articles techniques très détaillés et réputés dans le monde anglo-saxon, il fut aussi

³³ "Faites-le vous-même", concept s'associant au bricolage, au « système D », tout en gardant une volonté d'alternative aux produits de consommation créés par les industries et fabricants. Ce concept prend en compte la valorisation d'un savoir-faire particulier.

conseiller technique pour Stanley Kubrick sur son film *2001, A Space Odyssey*³⁴ et a produit la gamme Acutol de révélateur noir et blanc pour la marque Patterson.

Les recherches relatées dans son premier article de 1960 sur l'acutance proposent de nouveaux révélateurs formulés spécialement, correspondants à chacun des types d'émulsions, des méthodes de développement et des effets désirés. Parmi ces révélateurs, Crawley formule le FX2, révélateur composé de glycin et de métol, qui « est également utilisé comme un révélateur pour le développement lent »³⁵. Essayé et validé par Steve Anchell et Bill Troop, ils le considèrent comme « le révélateur idéal »³⁶, puisqu'il combine glycin et métol. Le glycin permet d'empêcher les problèmes classiques avec cette méthode de développement (voile, stries, « bromide drag ») alors que le métol permet quant à lui d'empêcher la perte de sensibilité qu'enregistre le glycin.

Néanmoins, il est conseillé de l'utiliser avec des films lents et moyens (ISO50-200), un voile dichroïque peut se former avec les films plus rapides. Les auteurs observent aussi que la sensibilité est augmentée de 50 à 100% avec des films 200ISO ou inférieurs avec ce révélateur. La gradation est étendue, mais elle reste meilleure lors de l'utilisation du Rodinal ou du HC110.

Au contraire, l'acutance est meilleure lors de l'utilisation du FX2 comparé au Rodinal. Geoffrey Crawley n'a observé « aucune perte de définition ni de résolution »³⁷ avec le FX2 alors qu'en augmentant le temps de développement, la bonne acutance du Rodinal entraîne une perte de la qualité d'image (grain prononcé). Le FX2 convient particulièrement aux développements de plans-films en cuve, parce que le désensibilisateur et colorant Pynacryptol jaune, composant de sa formule, offre une plus forte discrimination du voile à l'image.

En parallèle de ce regain d'intérêt pour la méthode du développement sans agitation, qui permet d'accentuer l'acutance d'une émulsion, les écrits considérés comme « classiques » n'y voient pas d'intérêts, seulement des inconvénients. « Autrefois, on faisait durer le développement plusieurs heures, dans l'intention « de corriger les erreurs de pose ».

³⁴ *2001, l'odyssée de l'espace*, Stanley Kubrick (real.), 1968

³⁵ CRAWLEY Geoffrey, « Notes on present day monochrome emulsions and their development », *The British Journal of Photography*, London, 6 janvier 1961, p.12

³⁶ Op. Cit. ANCHELL Stephen, TROOP Bill, p.37

³⁷ Op. Cit. CRAWLEY Geoffrey, p.11

L'expérience a montré qu'on ne bénéficie d'aucun avantage en poursuivant le développement au-delà d'une demi-heure. Au contraire de nombreux insuccès (voile chimique prononcé, marbrures, décollements, moutonnement, images « molles » avec les émulsions « douces », etc.) peuvent résulter d'un séjour plus long de la couche sensible dans le révélateur. »³⁸

D.Période contemporaine (1990 - à nos jours)

1. Littérature et ressources internet

Le tournant vers le numérique qu'à pris la photographie vers la fin des années 1990 et le début des années 2000 a été marquant. Le numérique a conquis une très grande partie des photographes. Les pratiquants des traitements artisanaux, de moins en moins nombreux, se sont tournés vers des procédés plus alternatifs. Les recherches ont continué malgré tout, visant à développer spécifiquement des rendus inaccessibles en numérique, ou visant simplement à accentuer les rendus caractéristiques de l'argentique pour les faire correspondre aux attentes des utilisateurs.

Marquée par la création des procédés alternatifs, procédés historiques réutilisés dans une perspective contemporaine, la période contemporaine a vu l'émergence de nouvelles pratiques, adaptant ou se réappropriant des pratiques des siècles précédents. Le développement lent en fait partie. La meilleure compréhension des problématiques inhérentes à cette méthode a permis un regain de curiosité envers celle-ci, dans cette dynamique de réappropriation.

Le Pyrocat-HD, révélateur physico-chimique tannant et colorant à la pyrocatechine, formulé par Sandy King en 1999 en est un des exemples les plus flagrants. Cette formulation, créée pour supplanter le PMK de Gordon Hutchings³⁹ d'un point de vue qualitatif, permet la production d'un micro-contraste élevé tout en gardant une coloration très faible. Les effets de bords sont très marqués lors d'un développement avec agitation minimale, et l'absence de zébrures ou de moutonnements permet un développement

³⁸ Op. Cit. CUISINIER Alphonse Henri, p.140

³⁹ Voir Formules

régulier. Une dilution spécifique est à appliquer lors de l'utilisation pour s'adapter au développement lent.

De nouveaux livres réintègrent des procédures pour le développement lent. Ces ouvrages traitent d'une façon plus large des procédés alternatifs, en intégrant des recherches récentes, plus ou moins pertinentes, sur le développement lent.

Professeur émérite à la School of Film and Photography et à l'université d'état du Montana, Christina Z. Anderson expose cette méthode dans son livre *Experimental Photography Workbook*⁴⁰ avec les résultats de ses tests. Ce chapitre est exclusivement expérimental, et n'évoque aucune recherche théorique sur le procédé. Trois révélateurs sont évoqués dans des paragraphes très courts, le Rodinal, le Kodak D-76 et le Kodak D23. Très présente sur la sphère internet, elle réédite une version augmentée de son livre chaque année. Lors d'un échange, elle m'a confié avoir supprimé cette partie dans la dernière édition de son livre car les retours étaient très critiques d'un point de vue pratique. D'autres ouvrages récents évoquent de façon plus ou moins approfondie le développement lent, souvent en langue anglaise. Michael Axel est l'auteur du seul ouvrage du XXI^e siècle entièrement consacré au développement lent, mais se pose plus comme un recueil de test qu'une véritable recherche en profondeur sur le procédé.

Ce regain d'intérêt pour une méthode reléguée au second plan pendant des années est mis en évidence par le nombre de publications croissantes sur le sujet. Grâce à l'essor d'internet, le partage des connaissances a été facilité et de nouveaux utilisateurs se sont intéressés au développement lent. Sous la forme de forums, le partage des expérimentations des pratiquants traduit de façon concrète l'intérêt croissant qui lui est accordé.

Or, qu'en est-il de cette pratique ? Où en sont les expérimentations ? Quels en sont les utilisateurs ? Que recherchent-ils à travers cette méthode ?

2. Forum de discussion

Le développement lent concerne un public de plus en plus large. Sur les forums, de nombreux fils de discussions abordent cette méthode. Ces espaces de débats en ligne

⁴⁰ ANDERSON Christina, *Experimental photography workbook*, Bozeman, MT, 5^{ème} édition, 2006

traduisent à quel point la dimension alternative conduit à une émulation autour du procédé par ces nouveaux utilisateurs avides d'expérimentations.

Les participants sont très variés, et ne se limitent pas à un profil unique. Beaucoup d'entre eux viennent du numérique, ont commencé récemment l'argentique et leur pratique est composée d'expérimentations en tout genre. D'autres sont plus âgés, plus érudits en matière d'expérimentations et cherchent à stabiliser le procédé dans le but d'y trouver une utilisation spécifique. Les profils sont hétéroclites, et varient aussi en fonction du forum où ils sont inscrits. Même si quelques-uns fréquentent assidument l'ensemble des forums traitant du développement lent, la majorité se cantonne à un seul forum.

The screenshot shows the APUG English Forums homepage. At the top, there's a navigation bar with links for Forum, Groups, Blogs, Gallery, Portfolios, Chat, Articles, Videos, Classifieds, Support Us!, and Mobile. A sidebar on the left contains sections for 'Latest Photo', 'Recent Classifieds', and 'Recent Articles'. The main content area is titled 'Forum: APUG English Forums' and lists various sub-forums such as 'APUG System Announcements', 'Support APUG.ORG With A Yearly Subscription', 'APUG.ORG Partner Forums', 'APUG.ORG Advertisers Forum', and 'APUG Featured Portfolios Archive'. Each sub-forum entry includes a 'new' icon, a brief description, and statistics for threads and posts.

Figure 8 - Page d'accueil du forum de discussion APUG.

Plusieurs forums (français ou anglo-saxons) se partagent les fils les plus importants concernant le développement lent : 35mm⁴¹, Galerie-Photo⁴², APUG (Analog Photographic User Group, Groupe d'utilisateur de la photographie argentique)⁴³,

⁴¹ <http://35mm-compact.com/forum/viewtopic.php?t=16517> (consulté le 28/04/12)

⁴² <http://www.galerie-photo.info/forumgp/> (consulté le 28/04/12)

⁴³ <http://www.apug.org/forums/archive/index.php/t-55467.html> (consulté le 28/04/12)

Photo.net⁴⁴. On trouve aussi un fil de discussion sur Flickr⁴⁵ avec beaucoup de participants. Une part non négligeable est inscrite sur les forums en langue française et sur les forums en langue anglaise.

galerie-photo photo-stereo			
Aller à: Chercher • Identification			
Forums	Discussions	Messages	Dernier message
équipements et procédés Forum de discussion sur les matériels et les procédés permettant la photographie haute résolution exclusivement (nous entendons par ce terme, en matériel silicium, les appareils 24x36 plein format ou supérieurs ; en argentique, les appareils réalisant des vues au format 4x4cm minimum). Options: Flux RSS	3755	53057	22/05/2012, 22:50
esthétique et autres discussions Ce forum est consacré à l'esthétique photographique et aux discussions générales exclusivement. Options: Flux RSS	397	12796	22/05/2012, 21:33
informations et actualité Ce forum est consacré aux annonces et à l'actualité photographique autour de la photographie grand format exclusivement. Options: Flux RSS	1130	18102	22/05/2012, 22:38
photographie en relief Ce forum est consacré à la photographie en relief exclusivement. Options: Flux RSS	85	482	25/04/2012, 18:36
occasions Ce forum vous permet de passer gratuitement vos annonces de matériel de photographie haute résolution exclusivement (ne sont acceptés que les boîtiers et optiques prévus pour couvrir les formats supérieurs à 4x4 cm. Ceci implique que les matériels 24x36 et de format inférieurs, film ou silicium, amateurs ou professionnels, ne sont pas acceptés) Sont également admis les imprimantes de format A3 ou supérieur et de qualité photo, les scanners à plat munis d'un dos à transparent, les scanners film moyen format ou supérieur, les écrans professionnels calibrables, les flashes professionnels. Les ventes d'ordinateur ne sont pas acceptées sur le forum non plus que celles de leurs périphériques. Les prix sont libres, toutes discussions ou autres marchandages en ligne ne sont pas acceptés, veuillez traiter vos négociations en privé exclusivement. Toute annonce ne laissant aucun point de contact autre que le forum avec le vendeur peut être supprimée sans préavis par les modérateurs. Options: Flux RSS	9354	52824	22/05/2012, 23:02
<p>La visite est libre mais vous devez être inscrit pour participer aux forums. Vous trouverez une page de galerie-photo pour aider vos premiers pas sur le forum.</p> <p>Tout message ne correspondant pas à l'objet du forum peut être supprimé par les modérateurs. **Sur le forum des occasions, toute annonce ne laissant aucun point de contact autre que le forum avec le vendeur peut être supprimée sans préavis par les modérateurs*** Par respect de tous, merci de veiller à la qualité de vos envois.</p> <p>Vous pouvez si vous le désirez enrichir vos messages en procédant de la façon suivante : [url]http://www.galerie-photo.com/[url] crée un lien vers le site galerie-photo [url=http://www.galerie-photo.com/]voir ce site[/url] écrit "voir ce site" dans le message et y associe un lien vers le site galerie-photo [email]machin.truc@adresse.com[/email] crée un lien d'adresse électronique à l'adresse spécifiée [b]texte[/b] met "texte" en gras [u]texte[/u] met "texte" en souligné [i]texte[/i] met "texte" en italique Pour une bonne allure générale du forum et par souci de lisibilité, soyez économes des effets.</p> <p>En cas de dysfonctionnement ou pour toute question, merci de me contacter. hentil.vevre@phonem.fr</p>			

Figure 9 - Page d'accueil du forum de discussion Galerie-Photo.

APUG et Galerie-Photo sont deux forums spécialisés, le premier dans les pratiques alternatives et le deuxième dans la photographie grand format. Ces spécialisations en font le terrain privilégié de regroupement d'amateurs éclairés, dont les connaissances sont notables. On y trouve les discussions les plus techniques sur la pratique. Certains membres sont des anciens ingénieurs de chez Kodak, d'autres des tireurs émérites.

Les autres forums regroupent un public plus large, dont les connaissances sont plus variées, mais qui expérimente beaucoup. 35mm et photo.net sont des forums plus généralistes, et les débutants sont plus nombreux.

⁴⁴ <http://photo.net/black-and-white-photo-film-processing-forum/00a9ij> (consulté le 28/04/12)

⁴⁵ <http://www.flickr.com/groups/rodinal/discuss/72057594127302566/> (consulté le 28/04/12)

Le fil de discussion de Flickr compte de nombreuses contributions photographiques, ce qui en fait une plateforme de comparaison concernant les différents rendus.

Deux principales orientations sont visibles à travers ces fils, la première traite du procédé d'un point de vue pratique et regroupe l'ensemble des tests et expérimentations des participants. La seconde orientation cherche à s'interroger sur les origines du procédé.

La première représente environ 85% du contenu, et la deuxième, seulement 15%, ce qui traduit bien le manque de recherches bibliographiques indispensables pour la compréhension des problématiques mises en jeu. Ces fils sont très intéressants pour dresser un état des lieux de la pratique actuelle du développement lent. En effet, avec les possibilités d'échanges rapides et mondiaux qu'offre internet, de très nombreuses personnes peuvent débattre et confronter leurs expériences. De nombreux sites internet, blogs, ou réseaux sociaux possèdent des pages réservées uniquement pour ce procédé.

Plusieurs points mis en avant par les internautes expliquent les avantages et les inconvénients principaux du développement lent. Premièrement, il s'agit d'une technique facile à mettre en place ; en un seul bain, elle ne nécessite aucun outil particulier, aucune expérience de développement.

Deuxièmement, elle permet d'avoir une plus grande latitude d'erreur de la part des opérateurs : cinq minutes de plus sur un développement d'une heure n'ont quasiment aucun impact. Les internautes avancent en troisième point en évoquant la possibilité de développer simultanément plusieurs pellicules exposées à des sensibilités différentes. Lorsqu'une question est posée sur le temps de développement de deux émulsions différentes, un internaute répond souvent en proposant le développement lent pour développer les deux simultanément.

L'argument suivant met en avant le très faible coût d'un développement lent, parce qu'il nécessite très peu de révélateur de par sa grande dilution. Les révélateurs convenant à cette pratique sont anciens et les brevets limitant la diffusion de leur composition, expirés depuis de nombreuses années. Il est donc possible de les faire soi-même, ce qui en abaisse encore le coût.

Et enfin, dernier argument et sûrement le plus important défendu par les internautes, les différents rendus qu'on peut obtenir par traitement en développement lent. Certains de ces arguments sont avancés sans avoir été vérifiés expérimentalement de façon correcte ni par une recherche bibliographique approfondie.

Certains adeptes de cette technique, ayant quelques connaissances en chimie, s'essayent à formuler de nouveaux révélateurs. Ces révélateurs sont souvent des adaptations de révélateurs déjà formulés dans les années 1900, dont les concentrations sont adaptées pour une utilisation actuelle. Un des exemples le plus juste est le GSD-10⁴⁶, formulé par Jay DeFehr, et mis en ligne sur son site⁴⁷. Ce révélateur est la copie d'un révélateur standard au glycine comme celui cité par Ed Buffaloe datant de 1903⁴⁸.

Les problèmes que les internautes rencontrent, en plus de ceux causés par l'absence de rigueur sensitométrique, sont assez classiques et connus : montée du voile, traînées, moutonnement et zones de développement sont des défauts observés depuis très longtemps, et dont les opérateurs avaient historiquement compris les causes tout en y apportant des solutions pertinentes. Pourtant, peu de pratiquants trouvent des solutions, et préfèrent reproduire à tort un test donnant de meilleurs résultats d'un autre internaute plutôt que d'améliorer les leurs. Ainsi, un internaute développe avec du Rodinal, et observe des traînées sur son émulsion. Il va préférer changer de révélateur, plutôt que d'essayer de solutionner son problème, ce qui sera trop ambitieux et prendra trop de temps.

Aujourd'hui les pratiquants souhaitent se défaire des développements chronométrés, imposé par les normes ISO, et souhaitent expérimenter des types de développements variés dans un esprit de différenciation et de distanciation par rapport à ces normes. Par ailleurs, ces nouveaux utilisateurs n'ont pas forcément connaissance de ces normes, puisque leur pratique photographique en argentique est limitée, voire quasi-inexistante. Venant généralement du numérique, ils se sont intéressés à l'argentique mais n'ont pas les connaissances sensitométriques pour réaliser des négatifs selon les normes et quantifier de manière scientifique les résultats obtenus. De plus, ils n'ont pas accès à ce type de

⁴⁶ Voir Formules

⁴⁷ <http://gsd-10.blogspot.fr/> (consulté le 2 mai 2012)

⁴⁸ Op. Cit. <http://unblinkingeye.com/Articles/Mortensen/mortensen.html>

matériel, et n'en trouvent pas l'utilité dans leur pratique courante car elle se limite à des expérimentations. En s'éloignant de la norme, les utilisateurs s'éloignent aussi de mesures objectives pour ne parler que d'avis subjectifs. Pour un bon paramétrage de la méthode, les pratiquants ne devraient s'affranchir ni de l'un ni de l'autre. Cependant, de nombreux utilisateurs ayant pratiqué le développement depuis de nombreuses années, valident leurs tests par des mesures densitométriques.

La redécouverte de la méthode aurait pu induire une recherche active des précédentes publications pour permettre une réappropriation du procédé dans une démarche nouvelle. Or, il s'avère qu'une partie majoritaire de ces nouveaux pratiquants font table rase des précédentes recherches, soit par ignorance, soit par absence de méthode. Ils se contentent des articles proposés sur internet, sans chercher des références plus anciennes. La barrière de la langue est très forte dans ces cas-là : peu d'utilisateurs français vont se procurer les livres en langue anglaise, et c'est encore plus vrai dans l'autre sens. En outre, l'anglicisation du terme conduit les internautes parlant français sur des références en langue anglaise, alors que de nombreux ouvrages sont consultables facilement lors de recherche approfondie avec le terme français de développement lent. Seuls les plus intéressés consulteront les bibliographies incomplètes présentes dans quelques articles, mais aucun ne pourra trouver de bibliographie bilingue contenant des références dans les deux langues.

L'absence de connaissances sur les internautes ayant rédigés des articles ou participant à des discussions en ligne est l'un des principaux problèmes sur internet. En effet, lorsqu'un test est mené par un internaute, il décrit son négatif et fournit un scan de son test. Or ces deux paramètres sont complètement subjectifs, et aucune conclusion ne pourra être tirée en l'absence de fiabilité concernant le testeur. Les scans ne sont quasiment jamais donnés bruts, et même s'ils l'étaient, les différences entre les scanners sont telles qu'on ne pourrait y accorder que peu de crédit. De plus, les utilisateurs ayant accès à des outils de mesures densitométriques et partageant leurs mesures sont très rares. Ce point sensible de vérification des données et tests mis en ligne est très important. Internet permet l'accès mondial à des informations précises et détaillées, mais ne permet jamais de vérifier les affirmations de leurs auteurs, et manque cruellement de référence à d'autres médias.

Deux méthodes se distinguent lors de l'approfondissement des recherches sur l'état des lieux actuel :

- la première, pratiquée par des anciens opérateurs plus ou moins sensibilisés à la sensitométrie et à la norme ISO, consiste au développement selon cette norme en bain dilué, sans agitation. Au vu des problèmes qui apparaissent (traînées, moutonnement, etc.), ce développement est souvent mis de côté, au profit de révélateurs possédant des propriétés similaires (acutance, effet compensateur) mais utilisé de façon classique, avec agitation. Néanmoins, certains opérateurs persistent et arrivent dans le cadre de l'ISO, à développer leurs pellicules sans problèmes. Des mesures sensitométriques viennent étayer leur propos, mais ils sont peu à communiquer sur ces résultats.
- la deuxième méthode est complètement différente. Sans prendre en compte la norme ISO, les pratiquants emploient la technique pour obtenir des négatifs qui leur conviennent. Ils s'éloignent volontairement ou non des recommandations de l'ISO pour se placer dans une perspective où le négatif est réalisé pour le rendu souhaité. Dans ce cas, des problèmes de sous-développement peuvent être visibles et s'ajouter à ceux inhérents au procédé. Les utilisateurs se contentent d'observations et d'avis subjectifs pour juger de leur développement.

Apparentée à une méthode artisanale, cette façon de faire est plus courante. Toutefois, aucune des deux méthodes n'est totalement pertinente de nos jours. La norme ISO ne répond plus aux demandes des utilisateurs puisqu'elle ne permet pas d'exploiter l'ensemble des possibilités du développement lent. Les contrôles et les mesures sensitométriques ne doivent pas être supprimés pour autant : il est nécessaire de passer par cette référence universelle pour stabiliser le procédé et permettre d'en dégager une approche méthodique.

Aujourd'hui, chaque utilisateur a la possibilité de répondre à ses attentes puisque la pratique de la photographie a évolué et ce type de pratique traduit une volonté d'innovation. Cette méthode artisanale doit être adaptée selon le goût de chacun, mais doit être soutenue par des mesures objectives permettant la répétition future de l'opération.

Ces deux méthodes attestent de plusieurs confrontations qui ont lieu dans ces forums de discussion.

La première, intimement liée à ces deux méthodes, concerne un problème générationnel. Les nouveaux pratiquants apportent une forte volonté d'expérimentations. Très libres, ils ne veulent pas être conditionnés, jugeant que cela limiterait leurs possibilités de découvertes. Ils sont très actifs sur les forums, et partagent le plus grand nombre d'essais sans forcément prendre le temps de les analyser. Ils prônent le développement lent comme une méthode de travail à part entière. Les pratiquants relativement âgés et disposant d'une véritable culture argentique ont une autre vision. Plus posés, ils connaissent la technique mais ne comprennent pas l'engouement qu'elle suscite sur internet. Ils critiquent fortement les méthodologies employées, mais font peu de tests car ils considèrent la technique comme trop marginale. Ils prennent plus de recul et se posent plus de questions au sujet de la finalité de cette pratique et des moyens pour y parvenir. Ces confrontations de points de vue sont très captivantes puisqu'elles enrichissent le débat à propos du développement lent. Les changements de position sont fréquents, et les fils de discussions très animés.

On remarque que cette confrontation générationnelle est moins prononcée sur les forums en langue anglaise. C'est justement l'objet de la seconde confrontation qui met face à face les forums américains et les forums français. Peu d'oppositions dressent les générations sur les forums en langue anglaise. En effet, les innovations des uns profitent aux autres, et les savoirs sont transmis avec plus de facilité de par les plus grandes connaissances en technique de l'ensemble des internautes. Les forums français sont beaucoup moins techniques que les forums américains. On y trouve moins d'informations vérifiées, moins de références, et les utilisateurs sont moins techniciens. Les utilisateurs des forums américains étayaient leur propos par des mesures sensitométriques, des exemples en images et par de vraies analyses. Cette opposition s'explique par une forte pratique personnelle du développement noir et blanc, des procédés alternatifs, et d'une vraie culture du négatif, inculquée par des praticiens comme Ansel Adams ou Robert Adams. La culture du laboratoire est bien plus poussée chez les américains. Les amateurs éclairés développent tous par eux-mêmes, n'hésitant pas à faire leurs révélateurs, et à jongler avec selon leur

envie de rendu. En France, la culture du tirage est forte, mais aucun pendant à ces personnalités n'a eu une influence aussi forte sur la culture de l'image.

Les revues américaines, très techniques, comptent des personnalités déterminantes et très influentes dans le monde de la chimie photographique. Leurs conseils influencent les méthodes des pratiquants et de nombreux photographes ont beaucoup apporté. On peut citer Ansel Adams, qui a développé le Zone System, très peu pratiqué en France, Geoffrey Crawley qui a formulé de nouveaux révélateurs adaptés aux films de son époque. Sans oublier les développements récents de pratiques alternatives hybrides combinant argentique et numérique, tel que le chromopalladium. Une partie du forum APUG – DPUG/Alternative Processes Hybrid/Digital, «un site dédié à la sœur du forum APUG, mettant l'accent sur les techniques hybrides et numérique»⁴⁹ – est consacrée à ses pratiques⁵⁰.

Le développement du marché couvre un public plus large, les américains consommant en moyenne plus que les européens, ce qui a pour effet d'intensifier la recherche et le développement et permet l'accès plus large des consommateurs aux produits chimiques, aux révélateurs, et à l'ensemble des produits photos. Les procédés alternatifs sont très pratiqués par les anglo-saxons, et jouissent de nos jours d'une reconnaissance très forte de la part du marché de la photographie aux Etats-Unis.

⁴⁹ "A dedicated sister site to APUG.ORG focusing on hybrid/digital techniques" in <http://www.dpug.org/forums/f38/> (consulté le 21 mai 2012)

⁵⁰ <http://www.dpug.org/forums/f38/> (consulté le 21 mai 2012)

III. Partie expérimentale

Lors de cette troisième et dernière partie, nous exposerons les protocoles d'exposition, de développement et de tirage réalisés lors des tests. Nous avons mené ces tests jusqu'à voir apparaître les limites du procédé, sous la forme des problèmes évoqués dans les parties précédentes. En analysant nos tests, nous tenterons de définir ces limites pour stabiliser le procédé. Enfin, nous confronterons des mesures physiques sur les trois paramètres principaux (grain, acutance et effet compensateur) à un test psychométrique proposé à un panel d'observateurs pour vérifier les constatations proposées dans les parties précédentes.

A. Protocole

1. Développement film

Les tests se déroulent selon un protocole strictement défini dans le but d'obtenir des résultats fiables que l'on comparera sur une même base de départ. Avant de détailler ce protocole, nous nous intéresserons aux deux variables principales que nous modifierons par la suite afin de recueillir plusieurs possibilités de rendus.

a. Types d'émulsions

La première de ces variables concerne les émulsions testées. Une très large gamme de films est proposée sur le marché par les fabricants et elle est multipliée par les différents formats disponibles. Par souci d'une certaine exhaustivité, notre choix se portera sur plusieurs formats et sur plusieurs types d'émulsions.

Les variables se divisent en deux catégories principales formées par les émulsions dites « tabulaires » et par les émulsions non-tabulaires ou classiques. Les émulsions tabulaires comportent des grains tabulaires, c'est-à-dire des grains délimités par deux faces de cristal parallèles ou quasiment parallèles qui ont chacune une surface notablement plus grande que toute autre surface du cristal. Introduits par Kodak (« T-grain », présent sur la T-Max), puis par les autres fabricants d'émulsions (« Néopan » pour Fujifilm, « Delta » pour Ilford) dans les années 1980, ces émulsions permettent un rendement optimal entre

lumière reçue et taille des cristaux. La sensibilité est améliorée tout en diminuant la quantité d'halogénures d'argent. Cette diminution entraîne une production de grains plus fins, c'est pourquoi ils ont été un succès commercial et se maintiennent sur le marché aujourd'hui. On peut néanmoins souligner le fait qu'à l'époque, les émulsions classiques étaient beaucoup plus épaisses et contenaient plus d'argent qu'aujourd'hui. Les différences entre les émulsions tabulaires et les émulsions classiques se sont donc peu à peu lissées. Il est pourtant toujours pertinent de confronter les deux types d'émulsions parce qu'elles n'ont pas les mêmes réactions face aux compositions des révélateurs lors de leur développement.

Pour les tests, nous avons choisi des films tabulaires et des films classiques à des sensibilités différentes et représentatives du panel disponible.

En ISO100, nous testerons la Fuji Néopan Acros 100, film tabulaire, et nous la comparerons à la Fomapan 100, émulsion classique. Le choix de l'Acros 100 se justifie d'un point de vue de fréquence d'utilisation : c'est l'émulsion traitée en stand development la plus employée d'après les retours des utilisateurs des forums internet. La Fomapan résulte d'un choix personnel, pour le rendu obtenu lors de tests antérieurs.

La Kodak TriX et la Fuji Néopan ISO400 sont les deux émulsions adoptées pour cette sensibilité. La TriX est le film le plus utilisé actuellement, et il est réputé pour sa flexibilité en terme de traitement et de rendu. La Néopan est son pendant tabulaire.

Nous nous intéresserons au format 135 pour ces quatre émulsions mais nous limiterons à la TriX et à la Néopan Acros 100 pour le format 120, la Néopan 400 n'existant pas dans ce format, et la Fomapan 100 ne donnant pas entière satisfaction concernant le couchage, et la difficulté à éliminer la couche anti-halo.

b. Types de révélateurs

La deuxième variable concerne les types de révélateurs. On l'a vu précédemment, certains révélateurs conviennent plus particulièrement au développement lent. Trois révélateurs caractéristiques ont été retenus parmi ceux-ci.

Le premier est le Rodinal. Formulé par un ingénieur d'Agfa-Gevaert, il a été breveté le 27 janvier 1891 après la découverte des propriétés développatrices du p-aminophénol. Il est le plus vieux révélateur encore commercialisé de l'histoire de la photographie. Généralement utilisé à des dilutions de 1 :25 ou 1 :50, certains photographes comme Brett Weston ou Henry Gilpin le diluaient à 1 :100 principalement pour ses propriétés compensatrices. « Ces propriétés le désignent pour le traitement des négatifs manquant de pose, des négatifs de portraits exécutés en éclairage artificiel violent, des émulsions qui engendrent des images atteignant facilement un contraste excessif »⁵¹. Ce révélateur est très souvent conseillé pour le développement lent sur les forums, car il pose peu de problèmes de développement, se conserve très bien et est très économique. Nous l'avons choisi car il est le révélateur emblématique du développement lent et ses propriétés n'ont jamais été remises en cause même face à l'évolution des émulsions noir et blanc et ce, depuis sa sortie commerciale. Le révélateur utilisé est celui d'Agfa avant le rachat de sa branche de chimie photographique et la sortie de l'Adonal, nouvelle appellation du Rodinal aujourd'hui commercialisée par ADOX.



Figure 10 - Ancien conditionnement du Rodinal.

La formule historique est la suivante :

- Solution A :

Eau à 125°F (52°C)	750mL
p-Aminophénol hydrochloride	100g
Métabisulfite de potassium	300g
Eau froide QSPF	1 L

⁵¹ CUISINIER Alphonse Henri, *Leçons de photographie théoriques et pratiques*, 10^{ème} édition, Paris, Paul Montel, 1971, p.125

- Solution B :

Eau froide	300mL
Hydroxyde de sodium	200g
Eau froide QSPF	400mL

Le deuxième révélateur sélectionné contient du glycin. Réducteur conseillé dans la plupart des ouvrages spécialisés lors de traitements lents, il est peu utilisé de nos jours mais offre des perspectives intéressantes pour une redécouverte du procédé historique. Nous n'avons pas retenu de formule historique, mais un révélateur récent, le FX2. Formulé par Geoffrey Crawley en 1960, ce révélateur acutant, convenant spécifiquement au développement lent, contient du glycin, et l'ajout de métol redéfinit l'utilisation de ce dernier sous une forme contemporaine. Ce révélateur n'est quasiment pas utilisé et les retours des utilisateurs sur les forums internet ne concernent pratiquement pas son utilisation en développement lent. Pourtant, il semble présenter le meilleur compromis en termes de régularité de développement et de voile selon la majorité des ouvrages qui le citent. Le FX2 est composé au laboratoire à partir des produits de base, nous utiliserons la solution de travail. La formule est la suivante :

Métol	0,25g
Glycin	0,75g
Sulfite de sodium anhydre	3,75g
Carbonate de potassium	7,5g
Pinacryptol Jaune	3,5mL d'une solution à 1:2000
Eau QSPF	1 L

Le dernier révélateur est un révélateur tannant. Il s'agit du Pyrocat-HD formulé par Sandy King en 1999. Le pyrogallol – ou acide pyrogallique –, utilisé depuis les débuts de la photographie comme réducteur, a été peu à peu remplacé par la pyrocatéchine, donnant de meilleurs résultats et étant plus fiable et stable⁵². Ce réducteur est associé dans ce révélateur à la phénidone et n'entraîne pas de baisse de la sensibilité. Sandy King, lassé de voir apparaître des zébrures et des moutonnements lors de ses développements en agitation contrôlée et développement lent, formula un révélateur différent du révélateur-référence utilisant de la pyrocatéchine, le PMK, formulé par Gordon Hutchings⁵³. Son révélateur convient donc particulièrement au développement sans agitation et la dilution associée est très forte (deux parts de solution A, deux parts de solution B et 500 parts d'eau). Ce révélateur tannant aux propriétés compensatrices et à fort potentiel acutant a logiquement été retenu dans le panel des révélateurs lors de la phase de test. La formule choisie est celle citée par Delphine Chapuis dans son mémoire⁵⁴. Elle est composée au laboratoire de l'école selon la formule suivante :

- Solution A :

Eau distillée	75mL
Disulfite de sodium	1g
Pyrocatéchine	5g
Phénidone	0,2g
Bromure de potassium	0,2g
Eau QSPF	100mL

⁵² Op. Cit. ANCHELL Stephen, TROOP Bill, p.79

⁵³ Voir Formules et HUTCHINGS Gordon, *The Book of pyro*, Ralph Talbert, Granite Bay Californie, 1991

⁵⁴ CHAPUIS Delphine, *Elaboration de négatifs noir et blanc à double usage par l'utilisation du révélateur colorant Pyrocat-HD*, mémoire de recherche ENS Louis Lumière, 2005

- Solution B :

Eau distillée	75mL
Carbonate de potassium	7,5g
Eau QSPF	100mL

Nous essaierons la même formule en saturant de carbonate de potassium la solution B. La formule est donc modifiée et on y incorpore 45g de carbonate au lieu des 7.5g. Le pH du révélateur est relevé, ce qui permet d'augmenter l'activité du réducteur. Cette différence de quantité de produit a pour effet d'atteindre la clause de contraste requis par la norme ISO sans appliquer une augmentation de l'agitation.

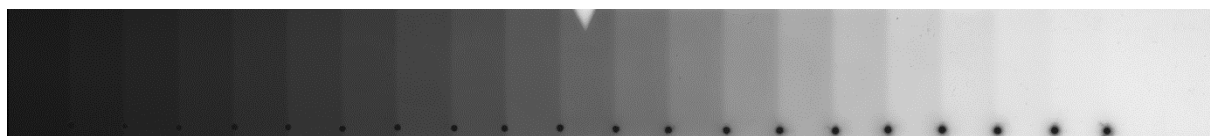


Figure 11 - Sensitogramme d'une pellicule TriX exposé à ISO400 et développé dans du D-76.

Notre premier but est d'atteindre la sensibilité ISO pour stabiliser la méthode avec chaque révélateur et pour chaque film. Le protocole compte des variables de traitement mais fixe certaines étapes de façon à comparer sur un même mode de traitement. Chaque film est traité en cuve Paterson selon la manière suivante :

- Révélateur (temps, température, agitation, dilution sont les quatre variables)
- Bain d'arrêt à l'eau pendant une minute en agitation continue par retournement de la cuve.
- Fixage au Tetenal Superfix Plus dilué à 1+4 pendant 6 minutes. Quatre retournements sont opérés par minute après une agitation continue pendant les trente premières secondes.
- Lavage pendant 15 minutes en eau renouvelée.

- Séchage en sècheuse automatique pendant 20 minutes.

Le temps, la température, l'agitation et la dilution seront les quatre variables de traitement principales. La température joue un rôle important tout au long d'un développement, mais nous avons choisi de ne pas la contrôler durant tout le traitement. Elle est fixée au début du traitement et peut varier légèrement durant le temps de développement. La température du laboratoire où se déroulent les tests est mesurée à 21-23°C, ce qui correspond à un intervalle classique de température de développement. Ces quatre variables seront modifiées en fonction des résultats pour atteindre les pré-requis de la norme ISO. Nous privilégierons le retournement lors de l'agitation car une agitation légère (rotation des spires ou agitation comme un verre de vin) ne permet pas d'empêcher les zones de développement. Nous partirons sur des dilutions de base proposées par les créateurs des formules ou par la majorité des internautes sur les forums de discussion. Ainsi, le Rodinal sera dilué dans un premier temps à 1 :100, le FX2, utilisé à 1 :1 comme le préconise Crawley dans son article⁵⁵, et le Pyrocat-HD à 2 :2 :500 (2 parts de solution A, 2 parts de solution B, 500 parts d'eau) comme proposé par Sandy King.

Lors du développement des sensitogrammes, le densitomètre utilisé pour la mesure des résultats de la gamme de gris est un X-Rite 310. Nous utilisons toujours le même et il est allumé vingt minutes avant le début de toutes mesures pour le stabiliser et obtenir des mesures fiables.

Atteindre l'ISO permet d'avoir un temps référence et une base de comparaison. Toutefois, les traitements étant très compensateurs, la clause de contraste peut être difficile à atteindre. De plus, un traitement à l'ISO peut être marqué par des problèmes de développement, surtout dans le cas d'une méthode aux limites du procédé. L'ISO conditionne donc une méthode de travail classique mais ne convient pas parfaitement à la technique ici étudiée : il faudra adapter d'autres tests pour pleinement appréhender le procédé. Il nous servira néanmoins de base de travail.

⁵⁵ Op. Cit. CRAWLEY Geoffrey, 27 janvier 1961

2. Image de référence

L'image de référence doit tenir compte des trois paramètres de rendu spécifiques au développement lent. La lumière doit être contrôlée ainsi que les contrastes sujet et éclairage. L'image sera réalisée en studio et en lumière artificielle afin de mieux gérer ces contraintes. Les photos seront réalisées en TriX exposée à ISO 400, sur pied, avec un Leica M6 et un 50 mm dont l'ouverture maximum est f2.

Le schéma de mise en place de la prise de vue ci-dessous rassemble les principales exigences. La granulation pourra être facilement appréciée sur le visage du modèle et sur les parties uniformes du fond. L'acutance sera quant à elle visible sur le journal disposé dans l'image, qui pourra être, comme le visage, agrandi lors du tirage. Les flèches indiquent l'éclairage. Le numéro 1 signifie que l'éclairage est dirigé vers le modèle, alors qu'il est dirigé vers le mur du fond quand il est noté 2. La source 3 est dirigée vers le mur séparant la scène de l'appareil photo. L'intensité des sources n'est pas la même : la source 2 venant du côté gauche est deux fois supérieure aux autres sources, tandis que la source 3 délivre seulement la moitié.

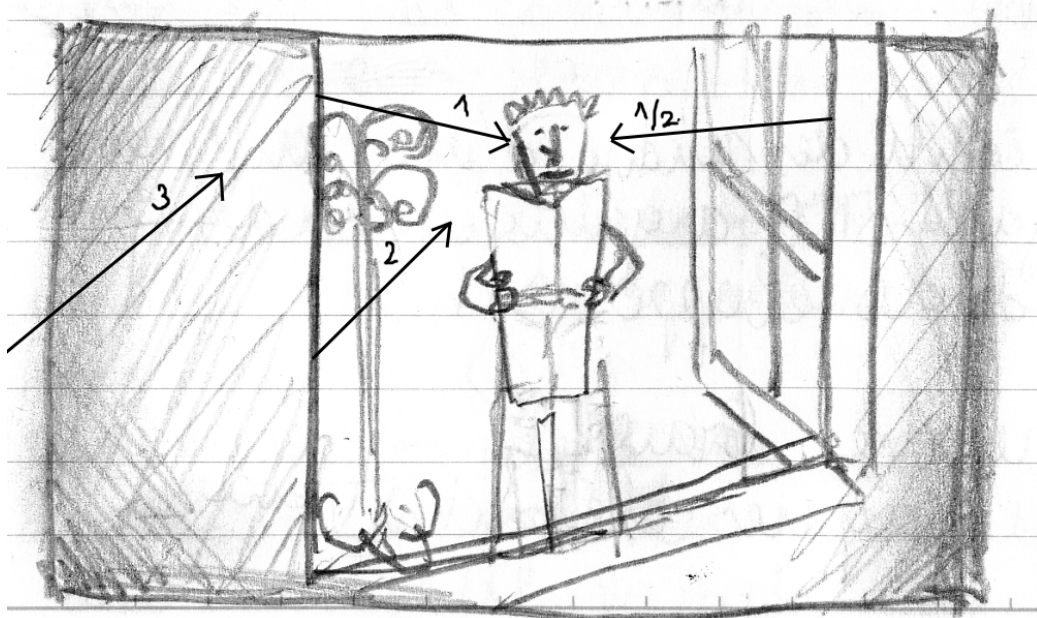


Figure 12 - Schéma de prise de vue préliminaire comportant les indications concernant l'éclairage.

Le contraste éclairage est de 1024 : 1, et le contraste sujet est légèrement plus fort, le mur de la fenêtre étant plus sombre qu'un gris moyen.

La prise de vue est réalisée à f4, soit deux valeurs de diaphragme au-dessus de l'ouverture minimale de l'objectif. Le temps de pose associé est de 1/125^e de façon à éviter les flous de bougé. L'image référence est la suivante.



Figure 13 - Image de référence finale (Développement lent d'une TriX dans du Rodinal)

Quatre révélateurs seront utilisés pour le développement : Rodinal, Pyrocat-HD, FX2 et D-76. Le D-76 sera utilisé pour avoir une base de référence, c'est le principal révélateur utilisé dans les laboratoires de nos jours. Chaque pellicule sera développée avec un sensitogramme pour contrôler la sensibilité et le contraste selon la norme ISO. La suite du traitement sera identique à celle énoncée plus haut.

3. Tirage

Etape centrale pour juger du rendu, le tirage des négatifs sera réalisé en trois séries. Chaque série sera composée d'un tirage de négatif traité avec un révélateur. Ces séries serviront aux tests psychométriques dont nous détaillerons le protocole plus loin.

La granularité finale sur le tirage dépend de celle du négatif et du type de source utilisée pour réaliser l'agrandissement. Les sources sont de trois types : les sources diffuses, les sources semi-dirigées à condenseurs et les sources ponctuelles. Les premières nous donnent une granulation moindre que les dernières, à cause de l'effet Callier⁵⁶. Plusieurs autres paramètres, comme le coefficient de grandissement, la densité et les détails de la zone étudiée, et la distance d'observation influencent la granulation finale. La distance de visualisation du tirage influe sur la granulation du tirage : celle-ci sera d'autant plus importante que l'observateur sera proche du tirage, dans la limite de la distance minimale d'observation, déterminée par la diagonale du format de tirage. Dans une émulsion classique, l'argent filamentaire a une taille approximative de 0,2 à 2 μm ⁵⁷. Celui-ci est visible à partir de rapports de grossissement de 3 à 4 fois et devient réellement apparent à un rapport de grossissement de 10 fois.

La première série comprend trois tirages de format 20x25cm, agrandis huit fois, sur papier RC De Luxe ILFORD Multigrade. Ces tirages seront des agrandissements de l'image à 100%, non recadrée. Elle sera réalisée sur un agrandisseur Durst Laborator 1200 équipé de ses condenseurs pour une lumière semi-dirigée, avec une optique Schneider Rodagon 80mm f4.



Figure 14 - Agrandisseur DURST Laborator 1200.

⁵⁶ Voir Lexique

⁵⁷ Richard HENRY, *op. cit.* p. 205

Le temps d'exposition et le grade déterminant le contraste final du tirage seront adaptés pour réaliser des tirages raccord nécessaires lors d'un test psychométrique comparatif.

La chaîne de traitement sera la suivante :

- 90 secondes dans le révélateur Ilford PQ Universal dilué à 1+9 régénéré toute les heures à hauteur de 300mL/L
- 30 secondes dans un bain d'arrêt composé de 20mL/L d'acide acétique.
- 4 minutes dans du fixateur Tetenal Superfix dilué à 1+4
- 15 minutes de lavage en cuvette, où l'eau est renouvelée toutes les 5 minutes.

Le séchage se fait dans une sècheuse Ilford Ilfolab 1250 RC.



La deuxième partie comprend deux séries de trois tirages de format 24x30cm, agrandis 64 fois, sur papier RC De Luxe ILFORD Multigrade. L'image référence sera recadrée sur le visage du modèle dans la première série et sur le journal pour la seconde. Chacun des trois négatifs traités avec les trois révélateurs étudiés fait partie de la série. Pour obtenir un grandissement aussi élevé, nous utilisons un agrandisseur horizontal DeVere 1010 Metro à lumière diffuse, monté avec sa tête couleur. L'objectif et la chaîne de traitement sont identiques à la première série.

Figure 15 - Agrandisseur DeVere 1010 Metro.

La troisième et dernière série comprend trois tirages au format 50x60cm, de trois images différentes. Ils ne feront pas partie des tests psychométriques. Les trois prises de vues accentueront chacun un rendu des révélateurs étudiés. Tirés sur papier baryté Foma 112 Mat dans les mêmes configurations que la première série, les variables d'exposition et de traitements seront adaptées en fonction des rendus désirés.

- 2,30 minutes dans le révélateur Ilford PQ Universal dilué à 1+9 régénéré toutes les heures à hauteur de 300 mL/L

- 30 secondes dans un bain d'arrêt composé de 20mL/L d'acide acétique.

- 4 minutes dans du fixateur Tetenal Superfix dilué à 1+4

- 40 minutes de lavage en laveuse verticale.

Le séchage se fait sur claies durant les 24 premières heures. Ensuite, les tirages sont pressés à chaud pendant 90 secondes et aplatis durant 24 heures sous une presse à froid.

L'ensemble de ces séries de tirages composera la partie pratique de ce mémoire. Chaque tirage sera présenté sous marie-louise, réalisée avec du carton neutre.

B. Résultats des tests et limites

1. Résultats et observations

Avant d'exposer les résultats, il faut préciser que certaines des dilutions préconisées dans la littérature et par les concepteurs eux-mêmes ne correspondaient pas à une clause de contraste suffisante pour atteindre la norme ISO. Nous avons donc dû adapter la dilution du FX2, que nous avons employé pur et non à 1 :1 comme mentionné par Geoffrey Crawley. La composition du Pyrocat-HD ne nous a jamais donné satisfaction, même en changeant les dilutions des solutions A et B. Nous avons dû adapter la formule pour atteindre le contraste désiré. Ainsi, la solution B d'origine contient 7,5g de carbonate de potassium, ce qui était insuffisant pour accélérer le réducteur. Nous avons donc saturé la solution B de carbonate de potassium en y ajoutant 40g de produit. La clause de contraste n'étant toujours pas atteinte pour une dilution de 2:2:500, nous avons doublé la concentration de solution B. La dilution utilisée est donc de 2 :4 :500 pour une solution B

saturée à 40g de carbonate de potassium. Le Rodinal n'a pas posé de problèmes à la dilution choisie de 1+100.

Pour garantir une homogénéité dans les résultats, nous avons utilisé les mêmes bouteilles de chimie pour l'ensemble des tests. Ainsi, nous avons testé l'ensemble des pellicules avec le Rodinal car le volume de la bouteille nous le permettait. Pour les deux autres révélateurs, le volume de solution de réserve était plus faible étant donné la quantité de produits requis pour composer les révélateurs. Nous avons donc uniquement pu tester la Kodak TriX.

Nous avons observé que la solution de FX2 pose des problèmes de conservation. Au bout d'une semaine, la chimie neuve ne donnait déjà plus les mêmes résultats qu'après sa fabrication. Néanmoins, nous avons constaté que le FX2 peut se réutiliser une fois avant d'être épuisé. Nous conseillons donc de l'utiliser rapidement après la fabrication et de ne pas l'utiliser à bain perdu.

L'ISO a été atteint pour l'ensemble des films testés avec les trois révélateurs : nous résumons les résultats ci-dessous. L'agitation a consisté au retournement de la cuve. Quatre retournements sont opérés au début du temps de développement et seulement deux durant le temps de développement.

	Rodinal 1+100 1200mL			
	135		120	
Films	ISO	Temps	ISO	Temps
TriX 400	500 (400)	53 min	500 (500)	63 min
Neopan 400	400 (400)	50 min	-----	-----
Acros 100	100 (80)	48 min	125 (100)	48 min

	FX2 Stock 600mL	
Films	ISO	135
TriX 400	400 (400)	60 min
	Pyrocot-HD 1200mL 2+4+500	
Films	ISO	135
TriX 400	400 (320)	66 min

Figure 16 - Tableaux récapitulatifs des temps de traitements à l'ISO pour les révélateurs étudiés.

Les valeurs d'ISO sont données pour un sensitogramme développé selon les conditions données. Néanmoins, le rapport surface en m² de film/quantité initiale de produit nous impose de faire les tests pour une surface équivalente. Les chiffres entre parenthèses sont les valeurs d'ISO pour un traitement d'un film entier, sur lequel quatre sensitogrammes sont exposés. Pour la même quantité initiale de révélateur, on constate que la valeur d'ISO diminue, alors que la clause de contraste reste atteinte.

L'étendue utile photographique est un concept très important pour analyser ces courbes. Définie par le rapport entre la densité maximum et la densité minimum mesurée sur l'image de référence, elle permet d'évaluer la zone utile lors du tirage, le reste de la courbe ne servant qu'à une interprétation sensitométrique.

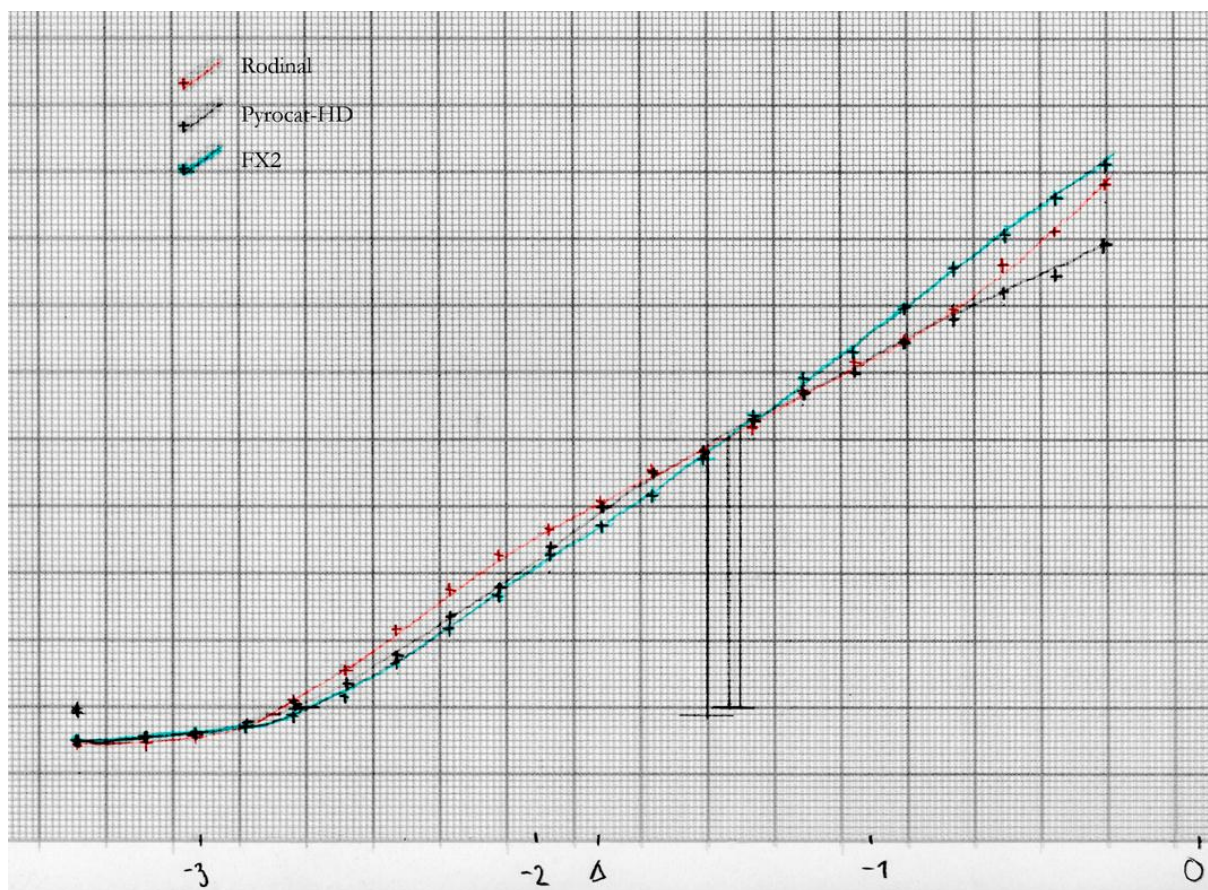


Figure 17 - Courbes caractéristiques de la TriX 400 développée par les trois révélateurs étudiés (FX2, Pyrocat-HD et Rodinal).

Sur la figure ci-dessus, nous notons que la densité du voile est équivalente à 3 points près pour les trois révélateurs. La courbe du sensitogramme traité avec du FX2 est droite, tandis que les deux autres courbes sont incurvées en forme de S inversé. Cette inversion

est très intéressante, nous y reviendrons plus tard. Le pied de la courbe Rodinal est plus court que celui des deux autres courbes, ce qui nous donne un indice ISO plus grand que pour les deux autres courbes (ISO 500 contre ISO 400). Les paliers de logHm étant larges, on note que pour une même valeur d'ISO, le logHm est différent entre le FX2 et le Pyrocat-HD, ce dernier ayant une sensibilité légèrement supérieure. Dans une utilisation en développement lent, le FX2 ne permet pas un gain de sensibilité de 100%, comme exposé dans la littérature spécialisée⁵⁸. Le Pyrocat-HD conserve bien, comme l'indique son créateur, sa sensibilité ISO.

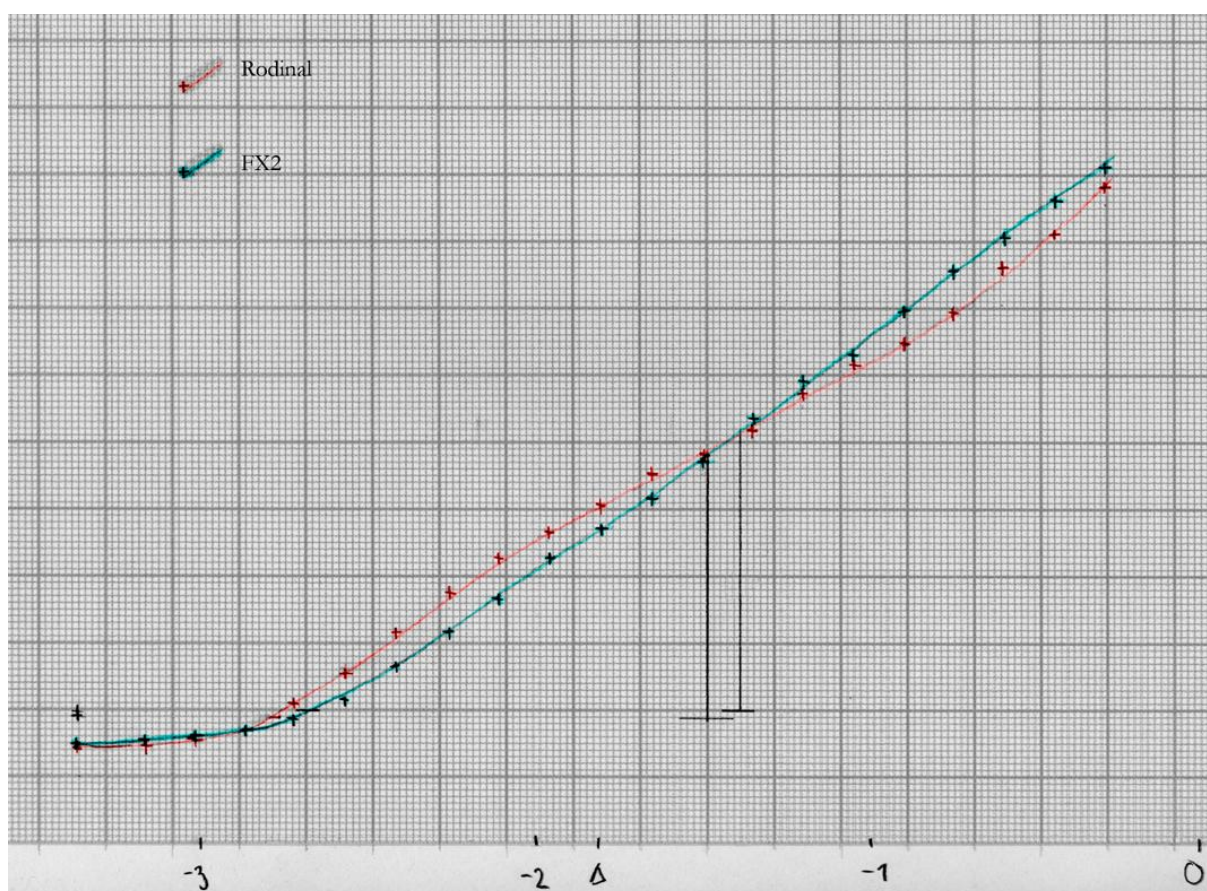


Figure 18 - Courbes caractéristiques de la TriX développée avec du Rodinal et avec du FX2.

Comme nous l'avons vu avec la figure 3, la courbe caractéristique d'une émulsion est censée avoir une courbe en S. Nous constatons que la courbe du couple TriX/Rodinal est inversée. Le contraste général est faible puisque les basses lumières sont peu denses alors que les hautes lumières sont denses. C'est l'effet compensateur qui entre en compte : le révélateur usé stagne sur les zones de hautes lumières après les avoir développées

⁵⁸ Op. Cit. ANCHELL Stephen, TROOP Bill

rapidement et inhibe leur développement, tandis que le révélateur neuf prend le temps de travailler sur les basses lumières. Elles sont moins denses et plus détaillées. La comparaison avec le FX2 traduit bien cet effet puisqu'il en est dépourvu. On peut néanmoins noter la longueur de la partie plane de la courbe du FX2 : la partie utile est allongée, ce qui devrait faciliter le tirage. Le contraste général généré par le FX2 est plus fort que celui du Rodinal. Notons que selon le type de lumination du sujet photographié, le rendu brut sera complètement opposé avec le Rodinal, un sujet très dense sera beaucoup moins contrasté qu'un sujet composé de hautes lumières.

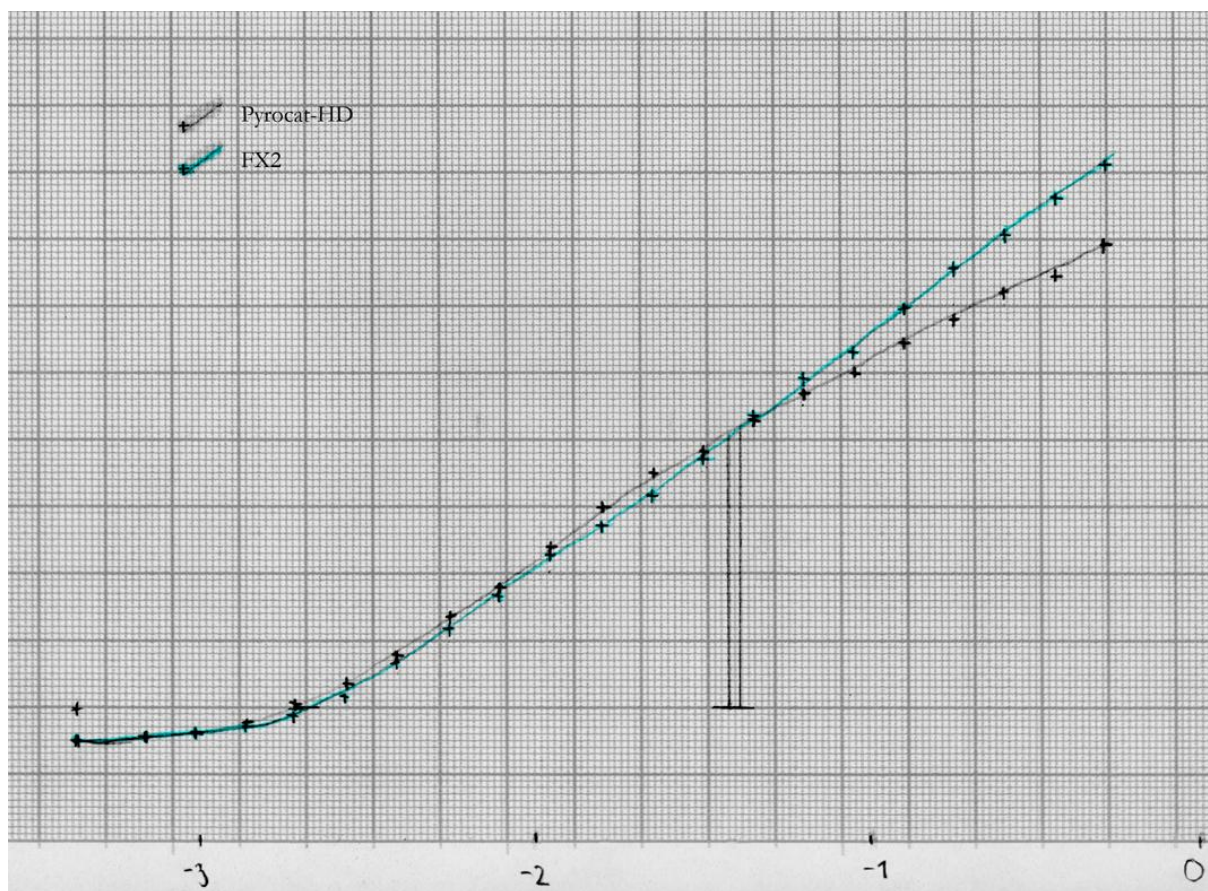


Figure 19 - Courbes caractéristiques de la TriX développée dans du Pyrocat-HD et dans du FX2.

Sur ce comparatif entre le FX2 et le Pyrocat-HD, on peut observer deux courbes quasiment identiques sur leur partie inférieure. Même si le Pyrocat-HD montre des zones d'ombres moins denses que le FX2, ce qui traduit un léger effet compensateur, la différence est minime. Sur sa partie haute, la courbe du Pyrocat-HD s'infléchit fortement, ce qui traduit des hautes lumières denses et compensées. Le contraste des hautes lumières

est donc plus fort que sur le FX2 et l'effet compensateur joue un rôle bien plus important dans les hautes lumières que dans les zones d'ombres.

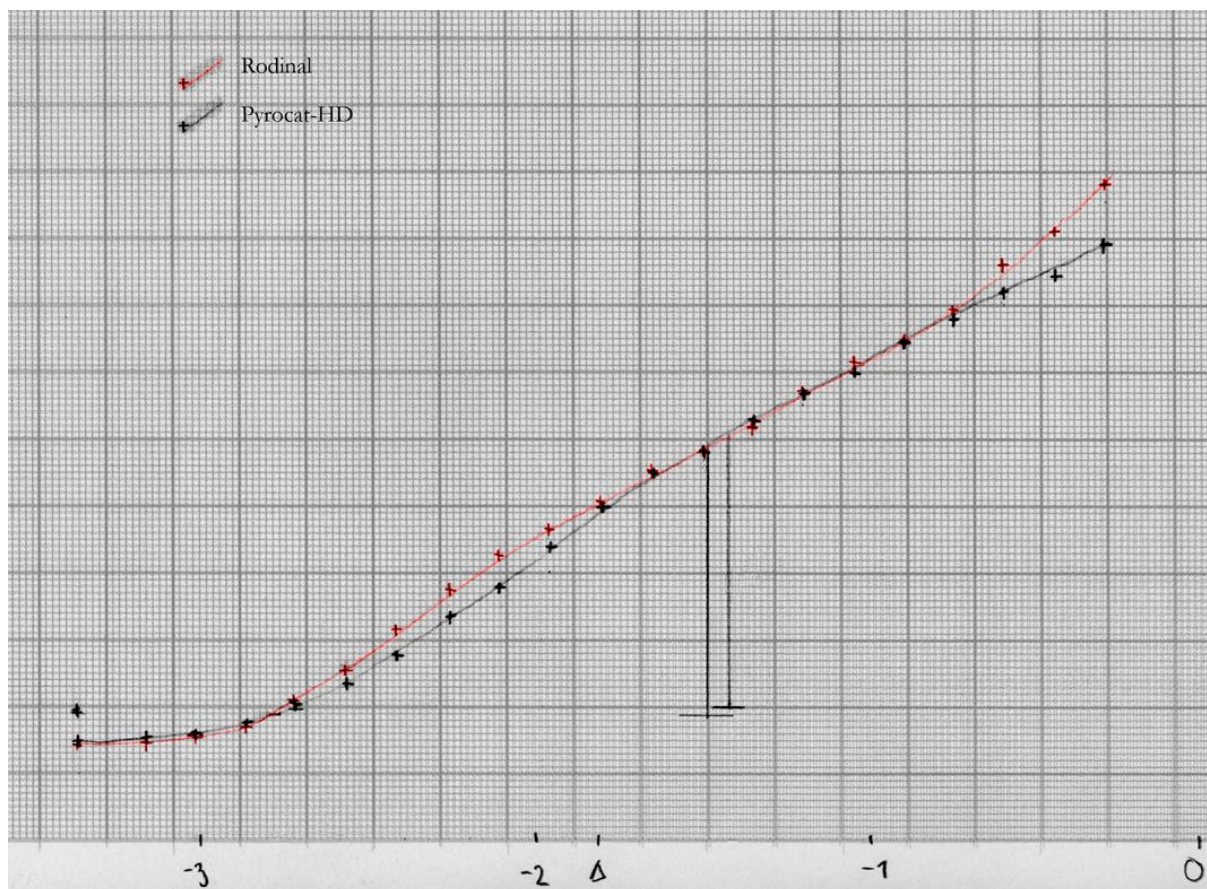


Figure 20 - Courbes caractéristiques de la TriX développée dans du Rodinal et dans du Pyrocat-HD.

Lors du comparatif entre le Rodinal et le Pyrocat-HD, on remarque que leurs effets compensateurs ne sont pas identiques. Le Pyrocat-HD montre une plus forte densité dans les hautes lumières tandis qu'il est moins compensateur dans les ombres. La courbe du Rodinal présente un contraste élevé dans les hautes lumières et beaucoup de détails dans les ombres au détriment d'un contraste général faible.

A travers l'allure de ces courbes, nous pouvons voir que les révélateurs se comportent de façons différentes. Le FX2 est un révélateur sans effet compensateur, et permet d'exploiter une grande étendue utile lors du tirage. Son contraste est moyen. La courbe du Pyrocat-HD nous informe d'un révélateur très compensateur dans les hautes lumières et dont le contraste général est faible. Son pied est assez long ce qui traduit peu de détails dans les ombres. Le Rodinal est quant à lui le plus compensateur des trois révélateurs

étudiés. Son pied de courbe est plus court, ce qui le fait gagner en sensibilité au détriment d'un contraste général élevé. Il garde néanmoins un bon contraste dans les hautes lumières.

Les courbes caractéristiques nous donnent quelques informations sur le contraste et la sensibilité mais ne tiennent pas compte de l'acutance et du grain. Nous avons donc réalisé des images pour évaluer leurs caractéristiques avant de faire l'image référence. La conservation du FX2 étant assez mauvaise, ces images sont les seules dont le développement a pu être normal. L'image référence ainsi que les images de la mire ont été sous-développées. Des images sont disponibles en annexe pour donner une idée des résultats avec le FX2 en développement lent, mais ne pourrons rentrer dans le comparatif. Pour plus d'exemple, veuillez vous référer aux annexes⁵⁹.

2. Problèmes et protocole de recherche de solutions

Les tests dont les résultats sont exposés ci-dessus ont permis de mettre en évidence les limites du procédé. Ces limites ont vu l'apparition de problèmes du même type que ceux énoncés dans la littérature, dont nous avons parlé précédemment. Dans ce paragraphe nous détaillerons ces phénomènes et tenterons de les expliquer. Un protocole de test est mis en place pour rendre visible ces phénomènes à l'aide d'une mire.

Le principal problème à éviter dans ce type de développement est le « bromide drag » ou traînées de bromure. En effet, « un film suspendu verticalement dans une cuve où le film et le révélateur sont statiques sera affecté du « bromiding effect », c'est-à-dire par des stries et d'un probable gradient de densité dans les zones du négatif immergées plus profondément dans le révélateur »⁶⁰. Mis en évidence dès les années 1900, les solutions à ce problème ont été nombreuses, mais peu d'explications des causes ont été publiées. Paul Kowaliski l'éclaircit dans son livre *Théorie photographique appliquée*⁶¹.

L'absence d'agitation fait stagner le révélateur usé sur les parties qu'il a développées, et empêche son renouvellement par du révélateur neuf. Lorsque le film est développé

⁵⁹ Voir Annexe

⁶⁰ ADAMS Ansel, *The Negative*, Basic photo series, n°2, New York Graphic Society, Boston, 1948, p.75

⁶¹ Op. Cit. Richard HENRY

verticalement comme c'est le cas lors d'un développement en cuve, on observe un échange par effet gravitationnel.

Raisonnons en négatif : le révélateur réduit l'argent exposé des zones de hautes lumières, ce qui donne des zones denses. Les zones sous-exposées ne contiennent pas ou peu d'argent à réduire : ce sont les zones les plus transparentes. Théoriquement deux phénomènes opposés se manifestent.

D'un côté, le révélateur neuf, qui a peu servi sur une zone de faible densité, glissera par effet de pesanteur sur une autre zone. Si cette zone est plus dense, le révélateur développera l'argent encore présent et le fera monter en densité. On observera des zones plus claires sur l'image et ces zones seront d'autant plus visibles que la zone touchée est dense.

De l'autre, les produits de réactions dans les zones fortement exposées coulent par gravité sur des zones peu denses. L'oxydation de l'agent développeur au cours de la réaction libère des ions H^+ . Ces ions abaissent le pH du révélateur en ralentissant progressivement le développement jusqu'à l'arrêter. Ils permettent dans le cas d'un développement lent sans agitation régulière d'inhiber le développement dans les zones de hautes lumières, correspondant aux zones denses du négatif. S'ils s'écoulent, le développement de la zone touchée sera ralenti, ce qui se traduit par des zones plus denses sur l'image.

Le phénomène est flagrant au niveau des perforations. A cet endroit, on peut observer des traînées en forme de « queues de comètes » entre chaque perforation. Le révélateur neuf, présent dans la partie supérieure de la cuve, descend par gravité. Au niveau de la spire, il entre en contact avec le haut du film. Il est retenu dans la zone des perforations, mais parvient néanmoins à s'écouler en empruntant les ouvertures présentes. Le révélateur neuf n'atteint pas directement les parties du négatif situé sous les perforations, et on observe des différences de densité que les premiers utilisateurs appelaient stries ou marbrures. Le terme « queues de comètes » est vraisemblablement employé pour décrire des stries courbes. On peut présumer que la courbure est due à des courants moléculaires qui perturbent l'écoulement par gravité des agents développeurs.

Nous avons mis en place un test simple pour étudier ce phénomène et éviter qu'il ne se produise en adaptant notre méthode de développement. Ce test repose sur la reproduction d'une mire au format 50x60cm imprimé en jet d'encre sur papier mat et montée sur un carton plume pour garantir sa planéité.



Figure 21 - Photographie de la mire réalisée pour les tests de trainées de bromure et autres problèmes inhérents à un développement lent.

La mire se compose de deux catégories de motifs :

- la première concerne notre problématique. La mire est séparée en deux, un des côtés est peint en noir, l'autre reste blanc. Au milieu, deux demi-cercles sont tracés contenant la couleur opposé à la partie où ils sont disposés. La grande différence de contraste permettra de mettre en évidence les coulées, qu'elles soient dues au révélateur neuf ou aux produits de réaction avec l'argent latent. La face noire certifiera la présence ou non des coulées de bromure (« bromide drag ») entre les perforations du film.
- la seconde est constituée d'une gamme de gris et de mires qui complètent le dispositif.

La solution la plus simple à mettre en œuvre pour éviter ces zébrures est le renforcement de l'agitation. Toutefois, comme il est difficile d'accroître l'agitation avec la méthode étudiée, nous chercherons le meilleur instant lors de l'agitation au cours du développement. C'est un critère important de diminution du problème.

L'agitation de milieu de développement est associée à un retournement de la cuve pour limiter l'effet gravitationnel. En retournant la cuve à mi-parcours, l'effet gravitationnel de la première partie du développement compense celui de la fin. Or pour opérer le retournement de la cuve, il faut qu'elle soit remplie complètement.

Nous avons vu précédemment que la quantité de révélateur était déterminante. Lors d'un test à 300mL pour une spire, on observe des traînées dues à l'effet gravitationnel et un gradient de densité entre la partie du film située superficiellement dans le révélateur et la partie du film placée plus profondément. Lorsque nous remplissons la cuve à son maximum (1200mL), nous ne constatons plus ces obstacles car la quantité initiale de produit est plus élevée. Pour les rouleaux en format 120, le développement en cuve de 2000mL supprime les coulées de bromure. Ainsi, nous pouvons aussi opérer le retournement de la cuve et réduire encore l'action de la gravité.

C. Confrontations mesures physiques / tests psychométriques

1. Mesures

Plusieurs méthodes existent pour mesurer la granularité d'un négatif. La plus couramment employée est celle de Jones, Higgins, Stultz et Hoesterey mise au point en 1957. Le déplacement d'une tache d'exploration par rotation de l'échantillon est mesuré grâce à un appareil muni d'un système optique relié à un photomultiplicateur. Un voltmètre à valeur efficace recueille les variations de flux lumineux et indique les écarts à la valeur moyenne des variations de densité. L'exploitation de cet écart-type donne une mesure de la granularité de l'échantillon.

La valeur de la granularité est très relative car elle diffère selon la méthode employée. La granularité RMS permet la classification des négatifs noir et blanc. Ce critère est objectif

contrairement à la granulation. Les deux concepts sont indépendants, et peuvent, dans certains cas évoluer de façon opposées.

N'ayant pas de microdensitomètre en état de fonctionnement à disposition, nous n'avons pu utiliser cette méthode. Une méthode similaire existe et fonctionne sur des technologies numériques. Les échantillons sont numérisés à l'aide d'un scanner à tambour rotatif. Ce type de scanner donne la meilleure reproduction du grain sous forme numérique. Ces fichiers sont ensuite traités par un code informatique appliqué dans un logiciel de calcul que l'on peut exploiter de façon graphique.

Le scanner utilisé est un modèle à tambour virtuel⁶². La résolution n'est pas aussi forte que sur un scanner de type rotatif mais la facilité d'accès à été un paramètre déterminant de notre choix. Le comparatif doit se faire sur des échantillons identiques en termes de sensibilité et de contraste, et la zone inspectée doit être de même densité. Le comparatif a pu être mené avec des échantillons traités avec du Rodinal et du Pyrocat-HD.

⁶² Hasselblad Flextight X1

Les courbes ci-dessous représentent la cartographie en trois dimensions de la variation locale de la densité des résultats sur un échantillon de 10x10 pixels. On constate que la taille des grains est a priori identique. La granulométrie paraît légèrement plus importante sur le graphique du Rodinal, mais devant le peu de différences, nous ne pouvons conclure de façon certaine. Un autre constat ressort de ces deux graphiques : la régularité du grain. Pour le Rodinal, la régularité est plus grande que pour le Pyrocat-HD, dont les grains sont ordonnés plus aléatoirement.

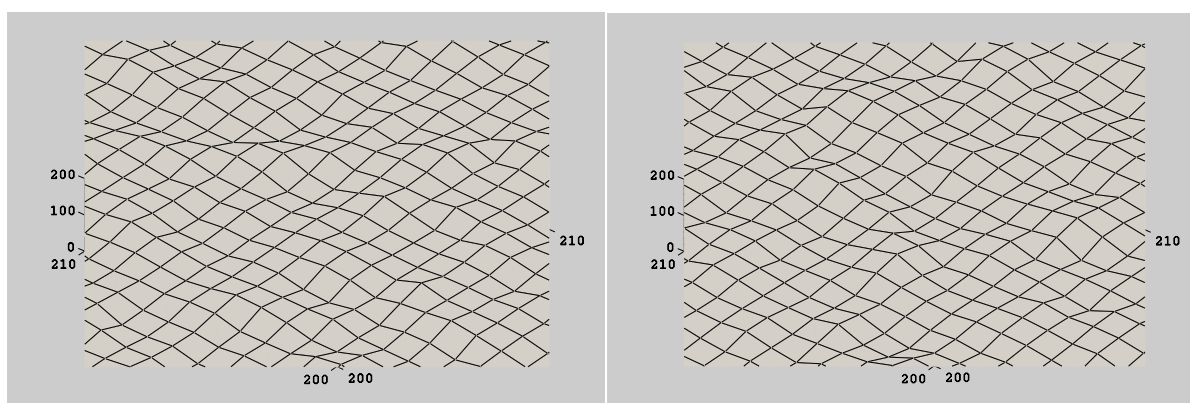


Figure 22 – Cartographie 3D de la variation locale de densité de deux émulsions identiques (TriX) à l'ISO, celle de gauche étant développée avec du Pyrocat-HD, et celle de droite avec du Rodinal.

L'acutance, comme nous l'avons vu précédemment, est un paramètre scientifique mesurant l'impression de netteté d'un matériau photographique. Elle revient donc à mesurer la longueur du gradient de densité entre deux zones de densité bien différentes. Nous avons réutilisé la mire conçue pour les tests aux limites du procédé, que nous avons recadrée dans le rond central, à la limite entre les deux plages. Cette zone frontalière a été numérisée de la même façon que la numérisation du grain et a été traitée avec un autre algorithme. Cet algorithme mesure les écarts de densité sur une ligne perpendiculaire à la lisière étudiée. Ces profils de ligne sont retranscrits sous forme graphique.

Les deux révélateurs étudiés, le Rodinal et le Pyrocat-HD, affichent des différences notables.

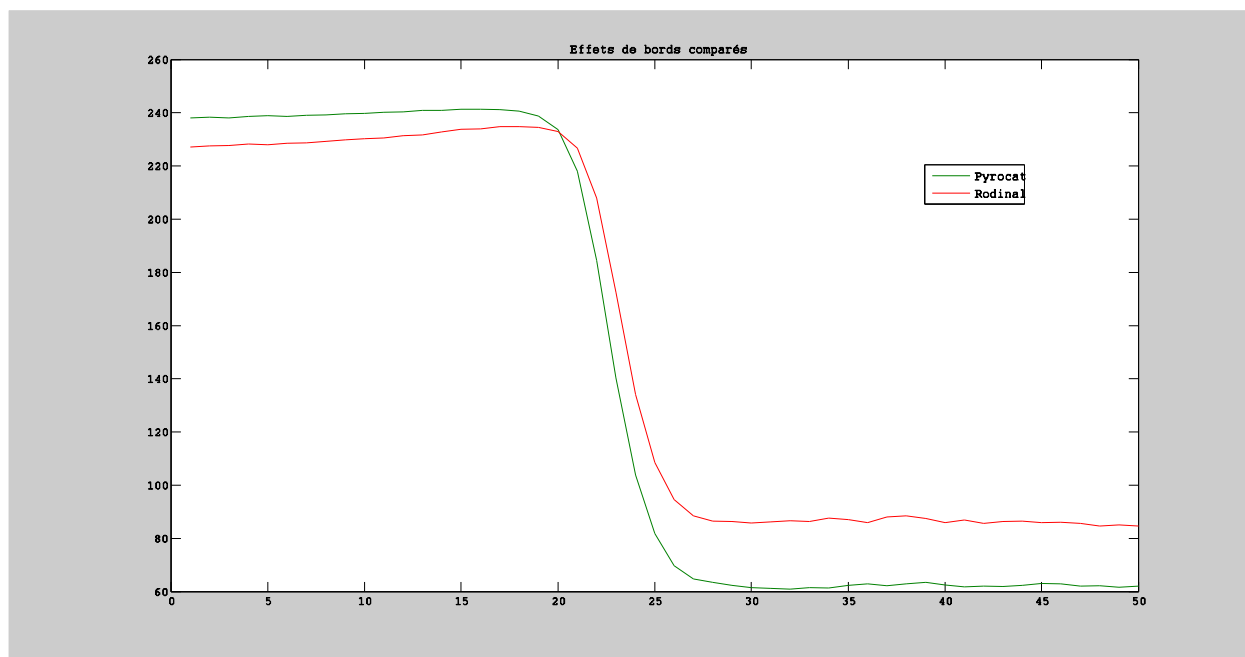


Figure 23 - Courbes comparées de l'acutance de la TriX pour deux révélateurs (Rodinal, Pyrocat-HD).

La courbe du Pyrocat-HD nous indique qu'il présente un contraste plus fort que le Rodinal aux densités considérées. L'acutance est meilleure pour le Pyrocat-HD, la pente de la tangente à la courbe étant plus forte que sur la courbe du Rodinal. Néanmoins, le Rodinal présente un plus fort effet de bord, puisque la courbe s'infléchit avant le gap de transition, ce qui traduit une moins forte densité dans les hautes lumières. L'effet de lisière n'est pas visible sur ce graphique, le scanner étant moins précis dans les ombres.

Ces paramètres seront très intéressants à mettre en relation avec la sensation de netteté lors de l'observation des tirages, pour savoir si l'acutance seule suffit à l'impression de netteté ou si un effet de bord la renforce.

2. Tests psychométriques

L'observation des images est réalisée selon un protocole strict. Les conditions de visualisation sont contrôlées : les tirages sont présentés dans une cabine de visualisation à éclairage contrôlé en qualité et en quantité selon les normes ISO 3664 et 20462. Pour une homogénéité des résultats, la cabine reste allumée pendant l'intégralité de la journée consacrée. Ces paramètres sont nécessaires à une analyse comparative de tirages.



Figure 24 - Système de visualisation des tirages de l'expérience psychophysique (22 mai 2012).

La présentation des tirages se fait sur une surface parfaitement verticale, dont la couleur se rapproche d'un gris à 18%. Les tirages sont présentés par séries de trois, sans espaces entre eux et fixé par des aimants de façon à gêner le moins possible l'appréciation de l'observateur.

Les tirages sont centrés et disposés aléatoirement en fonction de l'observateur. Aucun reflet parasite ne doit venir gêner la lecture, la surface des tirages étant brillante. L'observateur se place à 1,5 mètre du sol, au niveau d'une ligne disposée à cet effet.

Les observateurs ont tous des connaissances en photographie et savent définir les termes employés lors des questions, notamment le contraste, la granulation et l'impression de netteté.

Les observateurs, au nombre de 26, ont répondu à quatre questions orales. Les résultats sont collectés sous forme d'un tableur disponible en annexe.

La première série de trois tirages concerne l'acutance. Il s'agit d'un recadrage des négatifs sur le journal agrandi 64 fois. La typographie est un bon paramètre d'évaluation concernant l'impression de netteté car les différentes graisses agissent comme une mire de résolution.

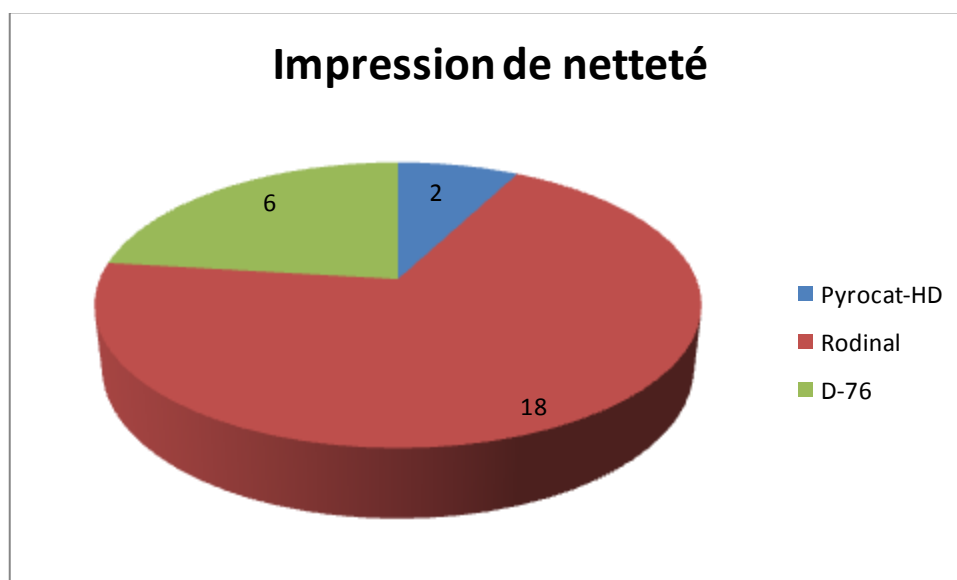


Figure 25 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant l'impression de netteté.

A la question : « Quel tirage vous semble présenter l'impression de netteté la plus forte ? », les observateurs ont sélectionné le tirage réalisé à partir du négatif traité avec le Rodinal à près de 70%. Par ailleurs, le tirage de l'image développée avec du Pyrocat-HD semble le moins net.

La deuxième série de tirages concerne l'impression subjective de granulation. Trois tirages présentent le visage du modèle au même coefficient de grandissement que la série précédente. Le visage a été choisi car les observateurs sont habitués à ce type de sujet et car il met en évidence le grain, le visage du modèle étant plutôt lisse. Le choix d'une surface de densité uniforme n'a finalement pas été retenu car un référentiel connu est préférable.

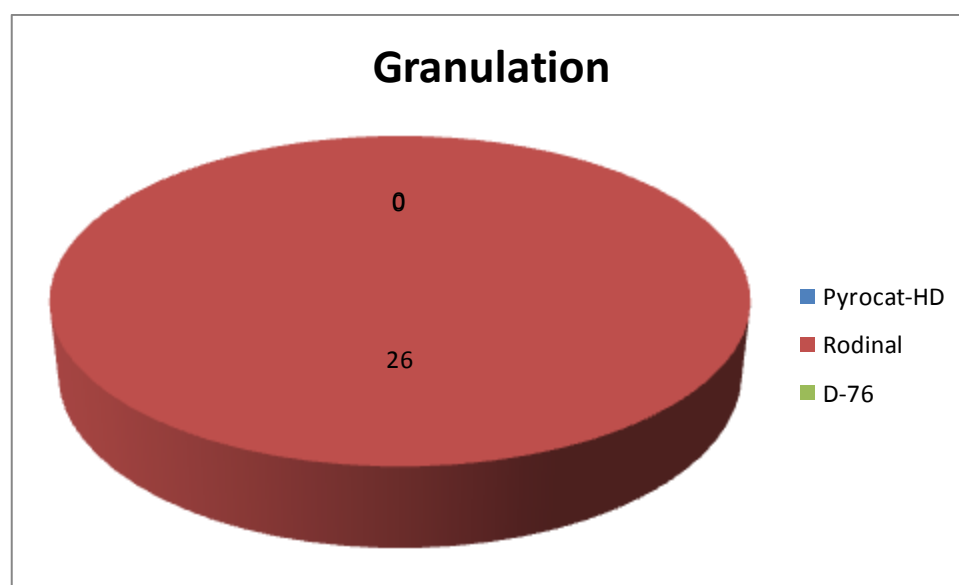


Figure 26 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant la granulation.

Lorsque la question « Quel tirage à la granulation la plus marquée ? » a été posée, 100% du panel d'observateur a indiqué le tirage correspondant à l'image développée au Rodinal. Sans équivoque, le résultat du test avec le triplet de tirage concernant le grain est incontestable.

Le rapprochement entre ce test et le précédent est intéressant car il confirme les phénomènes au niveau micrométrique. En effet, l'impression de netteté est liée à la granulation et les observateurs l'ont saisi dans leur majorité.

La troisième série de tirages s'intéresse au contraste global et à l'effet compensateur des révélateurs étudiés. L'image est cette fois tirée à 100%, sans recadrage. La densité est identique pour les hautes lumières, ce qui permet une appréciation sur le contraste uniquement. Deux questions sont posées, visant à déterminer quel tirage paraît le plus contrasté, et quel tirage paraît le moins contrasté.

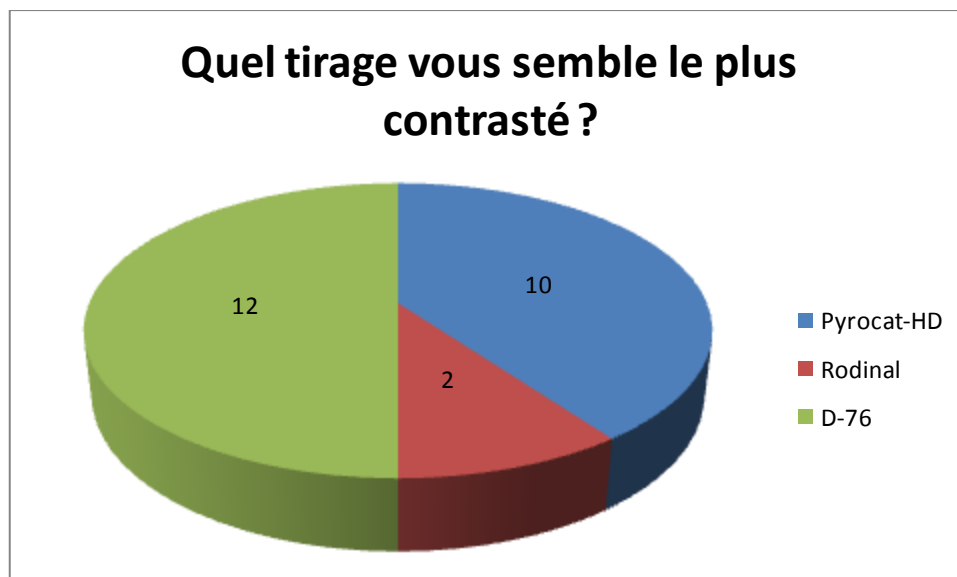


Figure 27 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant le fort contraste.

Pour la première question, 50% des observateurs ont indiqué le tirage du négatif développé avec du D-76, et 30% le Pyrocat-HD. Nous remarquons que seul le traitement classique paraît le plus contrasté.

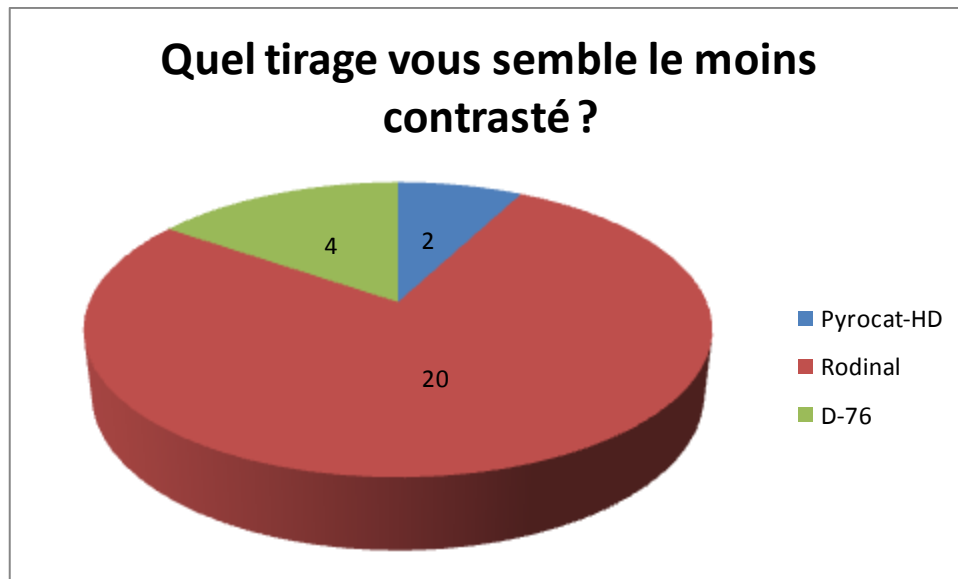


Figure 28 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant le faible contraste.

Les résultats de la seconde question montrent que le Rodinal est perçu comme le révélateur le moins contrasté à plus de 75%. Ces deux questions ne nous permettent pas de conclure sur les effets compensateurs de chaque révélateur, mais nous informent d'une impression de contraste amoindrie sur les images provenant d'un développement au Rodinal.

3. Analyse et conclusions

La mise en relation des mesures physiques avec les résultats du test psychophysique nous donne la possibilité d'analyser en profondeur le rendu de chaque révélateur étudié.

L'impression de netteté apparente sur les négatifs traités avec du Pyrocat-HD, dont l'acutance était supérieure lors des mesures objectives, n'a pas été appréciée comme la plus forte par la majorité des observateurs. Au contraire, les négatifs développés avec du Rodinal montrent plus de netteté apparente selon les observateurs. Nous pouvons attribuer ce retournement entre observations et mesures à deux caractéristiques entrant en compte lors du test psychométrique :

- L'effet de bord remarqué sur l'interprétation graphique des mesures scientifiques prend une part importante dans l'impression subjective de netteté. Présent lors

d'un développement lent au Rodinal, il est absent avec le Pyrocat, ce qui éclaircit la contradiction observée.

- La granulation est la seconde caractéristique prise en compte lors du test psychométrique et qui influe fortement sur la perception de l'impression de netteté. L'ensemble des observateurs a perçu le Rodinal comme plus granuleux que le Pyrocat-HD. Lorsqu'une image est plus granuleuse, l'impression de netteté est renforcée, ce qui n'est pas pris en compte lors de mesures objectives.

Sur la base des comparatifs des tests menés et des mesures réalisées, l'impression de netteté est supérieure lorsque des effets de voisinages sont présents. Les effets de voisinages influencent donc davantage la perception de l'impression de netteté qu'une forte acutance seule.

Les mesures associées aux examens formulés par les vingt-six observateurs mettent en évidence la spécificité du rendu des tirages réalisés à partir de négatifs traités avec du Rodinal. Perçu comme le plus granuleux, le moins contrasté et dont l'impression de netteté est la plus grande, il s'impose comme le rendu le plus extrême au regard des trois caractéristiques étudiées.

Le rendu du Pyrocat-HD est moins excessif. Le grain est moins marqué et même si l'acutance est forte, l'absence d'effets de voisinages entraîne une impression de netteté amoindrie. Néanmoins, son rendu concernant le contraste est l'inverse de celui du Rodinal, leurs courbes caractéristiques étant inversées. L'image colorée se superposant à l'image argentique du négatif entre forcément en compte dans la perception du grain, de l'impression de netteté et du contraste. Nous l'avons vu lors de l'étude des courbes caractéristiques des émulsions négatives, la différence de contraste avec les autres types de révélateurs n'est pas négligeable, et elle est principalement due à cette image colorée.

Nous n'avons pas pu avoir de résultat concernant le FX2. Pourtant, lors de l'observation des négatifs, son rendu semble encore différent des deux autres révélateurs étudiés. Sa granulation paraît modérée, tout en conservant une acutance forte, avec des effets de voisinages présents. Il serait intéressant de poursuivre les tests avec ce révélateur car il semble apporter des paramètres différents, traduisant un rendu nouveau.

L'ensemble de ces tests ont été conduits selon les conditions de la norme ISO de façon à pouvoir les comparer. Lorsque l'on sort des recommandations mises en place dans le cadre de cette norme, les différences s'accroissent. Si l'on s'intéresse à des procédés marginaux comme le développement lent, l'influence normative est trop forte pour apprécier les caractéristiques inhérentes à cette méthode. Les normes ISO ne doivent être que des conditions comparatives et l'éloignement de ce cadre permet d'obtenir des différences plus franches.

L'utilisation de ce type de développement doit être réservée à une volonté esthétique profonde déterminée dès la prise de vue car toutes les conditions de prise de vue ne conviennent pas à cette méthode de développement. Les sujets des tirages 50x60cm réalisés dans le cadre de la partie pratique de ce mémoire souhaitent retranscrire au mieux les spécificités de chaque rendu, au-delà des considérations normatives.

Conclusion

Le développement lent, méthode ancienne remise à jour par l'engouement suscité par ses avantages en termes de traitement chimique et de possibilité de rendu, est caractéristique d'une dynamique actuellement relancée. Elle se définit par une réappropriation d'un concept en l'adaptant pour correspondre aux enjeux actuels et satisfaire un besoin de renouveau face à une uniformisation de l'image opérée par les technologies numériques.

L'enthousiasme pour cette méthode, particulièrement perceptible sur la sphère internet, se justifie par le développement de caractéristiques de rendus spécifiques, comme nous avons pu le mettre en évidence par les recherches entreprises dans ce mémoire.

Ces recherches ont mis en évidence un intérêt particulier pour le plus vieux révélateur encore en commercialisation, le Rodinal d'Agfa. Malgré l'évolution des technologies au cours son histoire, tant concernant les émulsions que les révélateurs, le Rodinal a toujours su se détacher et traverser les époques en gardant une place constante sur le marché. Formulé à l'époque où le développement lent était encore largement utilisé et malgré des légères évolutions de sa formule, il est encore capable de travailler aux conditions nécessaires de forte dilution.

Lors de l'étude du comportement des révélateurs dans le cadre de la norme ISO, les différences entre une méthode classique et un développement lent restent significatives. Elles sont accentuées dès lors que l'on se détache d'un caractère normatif, et que l'on s'engage sur des voies artisanales de conception de l'image négative selon des axes qu'il convient d'établir. C'est à chaque praticien de trouver la voie qu'il veut suivre à travers un rendu particulier. Néanmoins, le développement lent est une technique spécifique et doit être utilisé pour une utilisation choisie. Il ne peut s'appliquer à l'ensemble des prises de vues.

Les discussions en ligne montrent de nombreuses approximations, et même des erreurs de raisonnement concernant cette technique. On y trouve néanmoins des informations intéressantes, qu'il faut vérifier par ses propres expériences pour les valider. Le manque de

références bibliographiques fait défaut aux internautes, et les mènent vers des axes de recherches inadaptés.

Ce mémoire met en place une réflexion qui peut être poursuivie vers des perspectives connexes, déterminées lors d'observations pratiques ou dans la littérature étudiée.

Ces perspectives d'évolutions se situent dans différents secteurs.

La première pourrait explorer le côté chimique, par la formulation d'un révélateur réellement nouveau, qui pourrait combiner les deux principaux réducteurs étudiés dans ce mémoire et loué dans les cercles de discussions, le p-Aminophénol et le glycin.

Lors de nos recherches, nous avons rencontrés une proposition d'application du développement lent à la couleur, et plus spécifiquement à l'utilisation de cette méthode de traitement pour le premier bain de révélateur dans une chaîne de traitement E6 (inversible couleur). Cette proposition semble intéressante, et nécessite des recherches bibliographiques et expérimentales afin d'appréhender les problématiques liées dans le but de sonder des possibles références.

Le dernier axe de recherche considère les propriétés amphitypes de la méthode étudiée. Lors des nombreux tests, nous avons constaté que les négatifs présentaient une image positive lorsqu'ils étaient placés sur un fond sombre. Ces propriétés semblent être renforcées par une légère sous exposition, combinée à un temps de traitement plus long que ceux préconisés pour une méthode classique. La nature du support semble aussi influencer sur la qualité et la visibilité de l'image positive, les tests sur des plan-films se révélant plus adaptés.

Formules

Les principales formules citées dans le mémoire sont détaillées ci-dessous. Certaines de ces formules ayant été énoncées au début des années 1900, leur système de mesure n'est pas forcément le même qu'aujourd'hui, surtout concernant celles de la littérature anglaise.

Le Baron Hübl a formulé un des premiers révélateurs contenant du glycin. La solution est pure et prend la forme d'une crème liquide peu oxydable aux propriétés conservatrices très élevées.

Solution de réserve :

Sulfite de sodium	25 parts
Eau chaude	40 parts
Glycin	10 parts
Carbonate de potassium	50 parts

La solution de travail est diluée comme suit :

Solution de réserve	12 parts
Solution de bromure de potassium à 10%	2 parts
Eau	1000 parts

Une autre formule au glycin datant de 1903 souvent évoquée dans les ouvrages spécialisés comme la « Standard Glycin Formula »⁶³

Eau à 125°F (52°C)	24 ounces
Sulfite de sodium	5/8 ounce
Glycin	1/8 ounce
Carbonate de sodium	5/8 ounce
Eau froide QSPF	32 ounce

Très similaire, le GSD-10, nouvelle formule énoncée par Jay DeFehr en 2006 est composée comme suit :

Eau distillée à 125°F (52°C)	750mL
Sulfite de sodium	100g
Carbonate de sodium	150g
Glycin	20g
Eau distillée QSPF	1 L

⁶³ Op. Cit. <http://unblinkingeye.com/Articles/Mortensen/mortensen.html>

Le FX2, formulé par Geoffrey Crawley pour ses propriétés acutantes, contient un colorant désensibilisateur. Il est utilisé ici pour ses propriétés anti-voile. La formule est la suivante :

Métol	0,25g
Glycin	0,75g
Sulfite de sodium anhydre	3,75g
Carbonate de potassium	7,5g
	3,5mL d'une
Pinacryptol Jaune	solution à 1:2000
Eau QSPF	1 L

Le Rodinal, d'Agfa, est une formule charnière lorsqu'on aborde la méthode du développement sans agitation. On ne connaît pas exactement sa composition, bien que le brevet soit tombé dans le domaine public, car la formule a suivi l'évolution des films noir et blancs. La formule donnée ici est celle du révélateur traditionnel

Solution A

Eau à 125°F (52°C)	750mL
p-Aminophénol hydrochloride	100g
Métabisulfite de potassium	300g
Eau froide QSPF	1 L

Solution B

Eau froide	300mL
Hydroxyde de sodium	200g
Eau froide QSPF	400mL

Ansel Adams l'a utilisé et en a fait l'éloge dans plusieurs de ses livres, le Kodak HC-110 est un révélateur souvent mentionné sur les forums internet pour une utilisation en agitation contrôlée. La formule donnée est extraite du brevet 3,522,969. On fête en 2012 les 50 ans de ce révélateur.

2,2'-Iminodiethanol- sulfur dioxide addition product	31g
2,2'-Iminodiethanol	9g
2,2'-Iminodiethanol hydrobromide	1,5g
1-Phényl-3- Pyrazolidone	0,5g
Hydroquinone	6g
2-Amino ethanol	5g
Ethylène glycol	10mL
Polycinylpyrrolidone (PVP)	0,25g

Les formules suivantes sont celles de révélateurs tannants à la pyrocatechine. La première a été formulée par Gordon Hutchings en 1991. Le PMK, pour Pyrogallol-Métol-Kodalk, a pour solution de travail 1+2+100 (1 part de solution A pour 2 parts de solution B pour 100 parts d'eau).

- Solution A :

Eau distillée à 125°F (52°C)	400mL
Métol	5g
Disulfite de sodium	10g
Pyrogallol	50g
EDTA	2,5g
Eau froide QSPF	500mL

- Solution B :

Eau distillée	700mL
Métaborate de sodium	300g
Eau QSPF	1000mL

Sandy King, insatisfait de cette formule qui provoquait stries et moutonnement, créa son révélateur Pyro. Le Pyrocat-HD, disponible depuis 1999, se compose des produits suivants :

- Solution A

Eau distillée	75mL
Disulfite de sodium	1g
Pyrocatechine	5g
Phénidone	0,2g
Bromure de potassium	0,2g
Eau QSPF	100mL

- Solution B

Eau distillée	75mL
Carbonate de potassium	75g
Eau QSPF	100mL

Table des illustrations

Figure 1 - Cristaux d'halogénures d'argent classique et cristaux d'halogénures d'argent de type tabulaire.	11
Figure 2 - Argent filamentaire formé après développement chimique et particules compactes d'argent formée par le développement physique.	12
Figure 3 - Méthode pour déterminer la sensibilité.	14
Figure 4 - Deux courbes H&D d'une émulsion identique (TriX 400). La courbe A a été développée avec un révélateur compensateur (Pyrocatt-HD, dilution 2+4+500, 20°C), tandis que la courbe B l'a été avec un révélateur classique(D-76, stock, 20°C).	16
Figure 5 - Effets de voisinage entre deux zones de densité différentes.	18
Figure 6 - Courant de convection créée par effet gravitationnel.	21
Figure 7 - Schéma des neuf négatifs.	28
Figure 8 - Page d'accueil du forum de discussion APUG.	35
Figure 9 - Page d'accueil du forum de discussion Galerie-Photo.	36
Figure 10 - Ancien conditionnement du Rodinal.	45
Figure 11 - Sensitogramme d'une pellicule TriX exposé à ISO400 et développé dans du D-76.	48
Figure 12 - Schéma de prise de vue préliminaire comportant les indications concernant l'éclairage.	50
Figure 13 - Image de référence finale (Développement lent d'une TriX dans du Rodinal)	51
Figure 14 - Agrandisseur DURST Laborator 1200.	52
Figure 15 - Agrandisseur DeVere 1010 Metro.	53
Figure 16 - Tableaux récapitulatifs des temps de traitements à l'ISO pour les révélateurs étudiés.	55
Figure 17 - Courbes caractéristiques de la TriX 400 développée par les trois révélateurs étudiés (FX2, Pyrocatt-HD et Rodinal).	56
Figure 18 - Courbes caractéristiques de la TriX développée avec du Rodinal et avec du FX2.	57

Figure 19 - Courbes caractéristiques de la TriX développée dans du Pyrocat-HD et dans du FX2.	58
Figure 20 - Courbes caractéristiques de la TriX développée dans du Rodinal et dans du Pyrocat-HD.	59
Figure 21 - Photographie de la mire réalisée pour les tests de trainées de bromure et autres problèmes inhérents à un développement lent.	62
Figure 22 – Cartographie 3D de la variation locale de densité de deux émulsions identiques (TriX) à l'ISO, celle de gauche étant développée avec du Pyrocat-HD, et celle de droite avec du Rodinal.	65
Figure 23 - Courbes comparées de l'acutance de la TriX pour deux révélateurs (Rodinal, Pyrocat-HD).	66
Figure 24 - Système de visualisation des tirages de l'expérience psychophysique (22 mai 2012).	67
Figure 25 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant l'impression de netteté.	68
Figure 26 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant la granulation.	69
Figure 27 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant le fort contraste.	70
Figure 28 - Représentation graphique des appréciations des observateurs concernant le faible contraste.	71

Index

Acutance	13, 19, 26, 29, 32, 33, 39, 43, 50, 60, 65, 66
Agitation	6, 13, 20, 21, 22, 25, 29, 33, 34, 39, 47, 48, 49, 54, 60, 61, 62, 63
Aptitude au contraste	14
Argent filamenteux	19, 52
Bromide drag	22, 32, 60, 62
Bromure	6, 8, 13, 15, 20, 22, 23, 26, 60, 63
Carbonate de potassium	48, 54
Chromopalladium	42
Clause de contraste	15, 48, 49, 53, 54
Courant de convection	22
Courbe caractéristique	13, 17, 57
Cristaux d'halogénures d'argent	8, 9, 11, 12, 19
D-76	13, 17, 34, 51
Développement	
chimique	12
chronométré	24
lent	6, 8, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 45, 49, 60, 61
par inspection	23
physique	12
Dilution	6, 12, 13, 17, 20, 21, 22, 24, 29, 34, 37, 47, 48, 53, 54
Effet	
Callier	51
compensateur	20, 21, 39, 43, 57, 58, 59
de bord	18, 19, 66
de lisière	18, 66
gravitationnel	22, 61, 63
Effets	
de voisinages	13, 18, 19
Forums	7, 35, 36, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 49

Glycin	25, 26, 32, 46
Gradation	33
Granularité	9, 51, 63
Granulation	8, 9, 12, 13, 19, 21, 50, 51, 52, 63
GSD-10	37
Impression de netteté	18, 19, 21, 65, 66
Métol	25, 32
Micro-contraste	18, 34
pH	13, 48, 61
Pictorialisme	27
PMK	34, 47
Procédés alternatifs	34, 41, 42
Pyrocat-HD	17, 34, 46, 47, 49, 51, 53, 55, 56, 58, 59, 64, 65, 67
Pyrogallol	25, 46
Rodinal	16, 20, 25, 30, 33, 34, 38, 44, 49, 51, 54, 56, 57, 59, 64, 65, 67
Scanner	64, 66
Sensibilité	9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 31, 32, 33, 43, 44, 47, 51, 57, 60, 64
Sensitogramme	51, 55, 56
Sensitométrie	14, 29, 31, 39
Straight Photography	27, 29
Tabulaires	11, 17, 43, 44
Température	13, 20, 24, 48
Voile	14, 15, 20, 24, 28, 32, 33, 38, 46, 56
Zone System	29, 42
Zones de développement	21, 38, 49

Bibliographie

I. Sources historiques (fin XIXème – années 1930)

A. Ouvrages généraux

BARBIER H., PARIS J., *Chimie photographique*, Paris, O.Doin et fils, 1916

BRAUN Adolphe, *Dictionnaire de chimie photographique, à l'usage des pros et des amateurs*, Paris, Gauthier-Villars, 1904

CHICANDARD G., *La photographie*, Paris, O. Doin et Cie, 1909

DUVIVIER Charles, *La pratique du développement en photographie*, 3ème édition, Paris, Paul Montel, 1924

MATTHET L., *Traité de chimie photographique*, Tome 2, 2ème édition, Paris, Charles Mendel, 1913

NIEWENGLOWSKI G.-H., *Pratique du développement*, Paris, H. Desforges, 1905

SEYEWITZ Alphonse (dir.), *Le négatif en photographie*, 2ème édition, Paris, Octave et Gaston Doin, 1923

B. Ouvrages spécialisés

BOUREE H., Note sur un révélateur réellement universel en solution unique, L'Iconyl, Paris, Charles Mendel, 1931

BROWN George, "The amateur photographer" library, n°5, *Developers and development*, 2ème édition, London, Hazell, Watson & Viney, 1903

DILLAYE Frédéric, Le développement en photographie avec le gélatino-bromure d'argent, Paris, Tallandier, v.1900

LOBEL L., *Le développement lent*, Paris, Charles Mendel, 1914 (à préciser)

MATTHET L., Etude complète sur le développement et les développateurs, Société générale d'édition, 1892

PITOIS Etienne, Etude critique du développement lent, considéré principalement pour le paysage, Paris, Charles Mendel, 1919

POULENC Camille, *Les produits chimiques purs en photographie*, Paris, Charles Mendel, 1908

C. Articles

SMITH Elbert, *Practical notes on photography*, Vol. XX, n°11, New York, Brooklyn Daily Eagle, 1905

II. Sources intermédiaires (années 1940 – 1950)

A. Ouvrages généraux

CUISINIER Alphonse Henri, *La pratique du développement et l'amélioration des négatifs*, Paris, Paul Montel, 1949

SUSSMAN Aaron, *The Amateur photographer handbook*, Pitman, London, 3ème édition, 1956

B. Ouvrages spécialisés

ADAMS Ansel, *The Negative*, Basic photo series, n°2, New York Graphic Society, Boston, 1948

MORTENSEN Wiliam, *Mortensen on the negative*, Simon and Schuster, New York, 1940

III. Sources modernes (années 1950 – 1990)

A. Ouvrages généraux

CUISINIER Alphonse Henri, *Leçons de photographie théoriques et pratiques*, 10^{ème} édition, Paris, Paul Montel, 1971

KRASZNA-KRAUSZ A., *The focal encyclopedia of photography*, Oxford, Focal Press, 1965

PRIOLEAUD Jacques, *Le développement des négatifs noir et blancs*, 5^{ème} édition, Paris, Paul Montel, 1977

PERES Michael (dir.), *The Focal Encyclopaedia of Photography: digital imaging, theory and applications, history and science*, Oxford, Focal Press, 2007

PINET Hélène, POIVERT Michel, MORAND Sylvie, *Le Salon de Photographie : les écoles pictorialistes en Europe et aux Etats-Unis vers 1900*, Paris, Musée Rodin, 1993

B. Ouvrages spécialisés

GLAFKIDES Pierre, *Chimie photographique*, 2^{ème} édition, Paris, Paul Montel, 1957

HENRY Richard, *Controls in black and white photography*, 2^{ème} édition, Boston, Focal Press, 1988

KOWALISKI Paul, *Théorie photographique appliquée*, Paris, Masson et cie, 1972

C. Articles

CRAWLEY Geoffrey, “Notes on present day monochrome emulsions and their development”, The British Journal of Photography, London, 1960-1961

SCHWALBERG Bob, « *Popular Photography* », Rodinal, New York, 1979

IV. Sources contemporaines (1990 à nos jours)

A. Ouvrages spécialisés

ANCHELL Stephen, TROOP Bill, *The film developing cookbook*, Woburn, MA, Focal Press, 1998

ANCHELL Stephen, *The darkroom Cookbook*, Woburn, MA, 2^{ème} édition, 2000

ANDERSON Christina, *Experimental photography workbook*, Bozeman, MT, 5^{ème} edition, 2006

FINCH John, *The art of black and white developing*, 3^{ème} édition, Lulu.com, 2009

B. Mémoires de recherche

CHAPUIS Delphine, *Elaboration de négatifs noir et blanc à double usage par l'utilisation du révélateur colorant Pyrocat-HD*, mémoire de recherche ENS Louis Lumière, 2005

PETIT Benjamin, *Restitution du grain de tirages barytés du film 135 Kodak Tri-X sur des impressions jet d'encre pigmentaire d'images numériques en fonction de couples révélateur film / niveau d'exposition*, mémoire de recherche ENS Louis Lumière, 2010

C. Articles

BAINBRIDGE Simon, "Geoffrey Crawley, the world-esteemed former editor of British Journal of Photography, has died", London, British Journal of Photography, 1^{er} novembre 2010

KING Sandy, «An Introduction to Pyro Staining Developers, With Special Attention to the Pyrocat-HD Formula», <http://www.unblinkingeye.com>, 2000.

KING Sandy, traduction de, «Une introduction aux révélateurs colorants au Pyro, avec une attention particulière pour le Pyrocat-HD», <http://www.galerie-photo.com>, 2003.

D. Publications industrielles et normes

KODAK Publication n° F-20, *Understanding Graininess and Granularity*, Rochester, Kodak, 1979

Norme ISO 6, *Photographie, Système film/traitement négatifs noir et blanc pour photographie picturale, Détermination de la sensibilité ISO*, 2^{ème} édition, 1993

Norme ISO 6, *Photographie – Détermination de la sensibilité ISO des émulsions photographiques négatives achromes (Noir et Blanc), à modelé continu pour photographie picturale*, 1971

E. Sites internet

http://fr.wikipedia.org/wiki/Encyclopedia_Britannica (consulté le 28/04/12)

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Rodinal> (consulté le 28/04/12)

<http://unblinkingeye.com/Articles/Mortensen/mortensen.html> (consulté le 2/05/12)

<http://unblinkingeye.com/Articles/Rodinal/rodinal.html> (consulté le 2/05/12)

<http://unblinkingeye.com/Articles/PCat/pcat.html> (consulté le 2/05/12)

<http://www.digitaltruth.com/devchart.php> (consulté le 28/04/12)

<http://www.jackspcs.com/glycindv.htm> (consulté le 2/05/12)

<http://35mm-compact.com/forum/viewtopic.php?t=16517> (consulté le 28/04/12)

<http://photo.net/black-and-white-photo-film-processing-forum/> (consulté le 28/04/12)

<http://www.galerie-photo.info/forumgp/> (consulté le 28/04/12)

<http://www.flickr.com/groups/rodinal/discuss/72057594127302566/> (consulté le 28/04/12)

<http://www.michaelandpaula.com/mp/azoforum/default.asp> (consulté le 28/04/12)