

# SENSITOMETRIE Noir/Blanc et Couleurs

Jacques VERREES - INSAS

En guise d'introduction à ce cours, juste pour le plaisir et pour la mémoire, voici la liste de tous les élèves "assis sur les bancs" de la classe "Image 2" à l'INSAS depuis sa création en septembre 1962.

Cette classe "Image 2" à laquelle est destiné ce cours, n'existe pas encore en 1962-1963.

Les noms des "anciens" repris en italique indiquent que ceux-ci ont été ou sont encore professeurs.

## 1963/1964

BAUDOUR Michel  
EIPPERS Jacques  
NECKELBROUCK Jean-Claude  
RAYMAKERS Maurice  
STRALE Guy

## 1965/1966

ETIENNE Jean-Pierre  
FRUCHTER René  
HENON Denis  
HOUSSIAU Michel  
VAN DAMME Charlie

## 1967/1968

GAFFIER Michel  
MATHY Jean

## 1969/1970

BUSS Philippe  
FONDAIRE Jacques  
GAUVREAU Jules  
MERNIER Michel  
STERIN Gérard

## 1971/1972

COULON Philippe  
LOSSON Olivier  
OGNIER Michel  
SAND Jean-Marc

## 1973/1974

BERTIAU Herman  
BOICHAUT Charles-Henri  
DENAYER Pierre  
EI MAANOUNI Ahmed  
JOBIN Daniel  
MAHEUX Camille

## 1975/1976

DRION Luc  
DI TULLIO Aldo  
GORDOWER Pierre  
GRAU Philippe  
LEURQUIN Georges  
MARCHIONI Jean-Marie  
RONDAY Lucien  
WILLIQUET Jean-Jacques

## 1964/1965

ADAM Stéphane  
BAUDOUR Michel

## 1966/1967

BEAUCHEMIN François  
MATHY Jean  
MATON Guy

## 1968/1969

MARCIPONT Joël  
NGUYEN VAN DON Jean  
NUYTEN Bruno-Patrice  
SEGURA François

## 1970/1971

CAPURSO Antonio  
DELESALLE Bénédicte  
LEGUEBE Charles  
NISIN Pierre  
PEIXOTO de MOURA Edgar  
WANDEL Richard

## 1972/1973

BELKHIRIA Khaled  
BOUTRY Henry  
HIERNAUX Guy  
HOTTE-DUCEPPE Pierre  
KARGUL Janusz  
KRAWCZYKOWSKI Jerzy  
PENEZ Jean-Louis (†)  
SCHMIT Alain

## 1974/1975

ANGELINI Eric  
PAYEN Patrice  
SACRE Jean-Marie  
VANDERMEEREN Yves  
WILLIQUET Jean-Jacques

## 1976/1977

BATIGNE Marc-André  
GRUSZOW Paul  
KAELIN Mathias  
KLEIN Claude  
NICOULIN Benoît

**1977/1978**  
CAPELLE Louis-Philippe  
FERRY Pierre  
GOFFIN Alain  
HAERRIG Christian  
HUMBLET Aude  
PETERS Jacques  
SOKOLOWSKI Dominique

**1978/1979**  
BACKES Josef  
COHEN Jean-Luc  
DRUJON Pierre-Robert  
KOVENSKY Hugo  
POSKIN Jacques  
VOISIN Dominique

**1979/1980**  
BIEN Yvan  
COHEN Jean-Luc  
DRUJON Pierre-Robert  
FADEL Samira  
HERNANDEZ François  
*KLEIJN Kommer*  
*THEUNISSEN Benoît*  
VOISIN Dominique  
WAAUB Guy

**1980/1981**  
BEN HAMOU Luc  
IVKOVIC Milivoj  
LIGNON Eric  
VAN REETH Peter  
WAAUB Guy

**1981/1982**  
GONIN Françoise  
JANVIER Laurent  
KALOUSTIAN Mireille  
LECUIVRE Dominique  
STADNICKI Pierre  
TALIN Guy  
VAN DEN HOVE Ella

**1982/1983**  
BRUGNES Hélène  
FAUVELLE Vincent  
FLAMME Annick  
MAENDLY Philippe  
MARZOLFF Sophie  
TABURIAUX Michel  
*WISER Eric*

**1983/1984**  
CAPE Yves  
DELVILLE Bernard  
FLAMME Annick  
GUILBERT Philippe  
LEFEVRE Anne  
MAENDLY Philippe  
ROCH Antoine  
SONZOGNI Jean-Louis

**1984/1985**  
ANDRIES Joseph  
BROUTOUT Béatrice  
DELVILLE Bernard  
FERNANDEZ-VEGA Gustavo  
GERVAIS Yves  
GHEYSENNS Vincent  
LABASTE Didier  
LEFEVRE Anne  
LEGRAUD Patrick  
POTONIEE Valérie

**1985/1986**  
BEAUCARNE Christophe  
DUPIN Valérie  
GERVAIS Yves  
GHEYSENNS Vincent  
MARIAGE Benoît  
PERRIN Valentine

**1986/1987**  
DAUPHIN Christian  
de FORMANOIR de la CAZERIE Philippe  
FOURMARIER Bernard  
HENKEL Marc  
*LEON Jorge*  
VAN STEENKISTE Jérôme  
VERSTRAETE Bernard

**1987/1988**  
BOLLE Alain  
BONZEL André  
ENGELS Marcel  
HANNECART Serge  
JUZEN Eric  
LE GURUN Valérie  
MOSCCHETTI Jean-Claude

**1988/1989**  
CHOTARD Arnaud  
LEONARD Sylvain  
LOUKA Thomas  
MALANDRIN Guillaume  
VAN DER AVOORT Aliocha  
VERSTRAETEN Simon  
VINCENSINI Jean-Noël

**1989/1990**  
AUVERLAU Olivier  
AZZOUT Ghalib  
CHOTARD Arnaud  
CRAVATTE Muriel  
DEGRAVE Marie-Eve  
D'HOND Laurence  
GIANNELIS Georges  
GROSJEAN Cécile

**CLASSE RECORD: 16 élèves!**  
LEONARD Sylvain  
MALANDRIN Guillaume  
ROUSSEAU Sophie  
*SERVAIS Olivier*  
SPENCER Marie-Emmanuelle  
VERSTRAETE Simon  
VINCENSINI Jean-Noël  
WERBROUCK Dominique

**1990/1991**

BLASCO Vincent  
DECAMP Gil  
DEHALU Patrick  
DYBOWSKI Agnès  
GRUNEBAUM Julie  
*HILL-DERIVE Didier*  
SALMON Zoé

**1992/1993**

DUCOBU François  
GHEUR François  
MOREAU de BELLAING Frédéric  
MULLER Vincent  
QUESEMAND-BOCK David  
SOUCCHAR-GOMEZ Pierre  
TOBOLIK Zoltan  
VANNES Frédéric  
YU Lik Wai

**1994/1995**

BIALEK Benjamin  
KIRSCHFINK Elin  
LE Florence  
RAMIREZ-CARRASCO Ronnie  
SCHOKKAERT Didier  
SORRIBAS Marie

**1996/1997**

BAUDRILLART Marc  
CARETTE Charles  
COLAS Nathalie  
COLETTE Laurence  
COUVREUR Christine  
SCHAKAL Gilbert  
TRAN-QUANG-NAM Sébastien

**1998/1999**

CHEMIN Damien  
CONTE Julie  
EVERAERTS Laurent  
GRUNSPAN Claude  
HELGUETA-MARTINEZ Julien  
MARTINEZ Diego  
PAULUS Valentine  
TARDIEU Nicolas

**1991/1992**

BERSOU Anne-Françoise  
BRIAULT Catherine  
DRAVET Samuel  
GUICHETEAU Nicolas  
HUFETY Vincent  
*MAEZELLE Guy*  
PETIT Sylvie  
TYMEZUK Franck  
WIERNIK Sacha

**1993/1994**

BOUSSEROUEL Leila  
DE KEYSER Benjamin  
GUENANCIA Céline  
HENRY Dominique  
KOEPPPEL Sébastien  
MOREAU de BELLAING Frédéric  
MENDLER Tim  
NEFFATI Rachid  
TOBOLIK Zoltan  
VINCK Zoé  
WOUKOACHE-LEUBEDOU Nestor

**1995/1996**

ALAOUIE Hichame  
DELINAOUIMIS Jean-Christophe  
GOURMEL Virginie  
JANSSENS Christophe  
MAINCON Frédéric  
MUNOS Delphine  
TODOROFF Agnès  
VILAIN Géraldine

**1997/1998**

RUIZ DE SOMOCURCIO Pukyo  
KELLER Ivan  
PIROTTE Alain  
PINCKAERS Vincent  
SIMONI Rachel  
SURDEJ Virginie  
VAN BERG David  
ALOUF Sébastien  
BREVERS Catherine

**1999/2000**

BODENES Cécile  
CAPART Nathalie  
CARTUYVELS Denis  
EVERAERTS Laurent  
KOLACZ Raphaël  
MERTZ Frédéric  
VANDENBERGHE Guillaume

**2000/2001**

BETBEZE Marie  
ELIZONDO Jackson  
JEAN Cyril  
MOUTON Stéphanie  
SAMOILOVICH Ana  
SPRICIGO Jean-François  
TARD Abeille

**2001/2002**

ANDREOLETTI François  
CHAUSSON Fanny  
DECROLY Anne  
DEGRANDCOURT Hélène  
DOYEN Antoine  
MOUREAU Matthieu  
RINCON GILLES Nicolas  
SNOECK Fabien  
WEBER John

**2002/2003**

BALFROID Julien  
BOUCKAERT Christophe  
CHAMPEAUX Jessica  
DE GERLACHE Jérôme  
DUCHEMIN Eve  
KHLEIFI Naël  
PIERRARD Claire  
PIETERS Laura  
TRIBOLLE Yann  
VERNIN Lou

## **...POUR SE RAFRAICHIR LA MEMOIRE...**

### **UN RAPPEL DE CERTAINES UNITES PHOTOMETRIQUES**

Dans une de ses "Divines Divagations", CHENZ, rédacteur chez ZOOM, expliquait que, dans des temps très, très reculés, Jésus-Christ avait été enfermé par son Père dans les Eternelles Ténèbres. Bien sûr, il s'y ennuyait ferme et pour passer le temps, par une belle matinée de mai, il perça une des parois qui l'entouraient à l'aide d'une vieille cuillère et de son Divin Doigt. La belle lumière de mai pénétra instantanément par le trou formé et Jésus-Christ s'écria (en latin bien sûr!): "FIAT LUX !". C'est ainsi que débute la publicité parallèle qui a, depuis cette mémorable journée, connu l'essor que l'on sait.  
Nous allons donc nous permettre de revoir rapidement les différentes unités photométriques qui ont vu le jour depuis cette mémorable journée, dont ce fameux LUX, source de tant d'insolations Divines...

#### **1.L'INTENSITE**

La puissance lumineuse d'une lampe est caractérisée par son intensité. Celle-ci sera mesurée en CANDELAS. Un corps noir, chauffé à la température absolue de fusion du platine (2046,65 kelvins) émet par centimètre carré d'ouverture 60 candélas.

Remarque: un "corps noir" est constitué d'une enceinte sphérique métallique dont l'intérieur est peint à l'aide d'une couleur noire mate.

#### **2.LA QUANTITE**

L'intensité d'une source lumineuse n'étant pas la même dans toutes les directions, nous préférerons indiquer la "quantité" de lumière transportée dans un flux lumineux. Cette quantité transportée s'exprimera en LUMENS. Une source uniforme d'un candéla émet 12,57 lumens.

#### **3.L'ECLAIREMENT**

L'éclairement reçu sur une surface d'un mètre carré par un flux de un lumen vaut un LUX. Le PHOT est l'éclairement fourni par un lumen sur une surface d'un centimètre carré. Un phot est donc égal à 10.000 lux.

Remarque: dans les pays anglo-saxons, l'éclairement est défini, non plus par le lux, mais bien par le FOOT-CANDLE.

L'éclairement d'un lux est égal à l'éclairement que reçoit la paroi interne d'une sphère d'un mètre de rayon au centre de laquelle se trouve une source ponctuelle d'un candéla. Comme nos amis anglais ne font jamais rien comme tout le monde, le mètre de rayon devient un pied (a foot!). Les 12,57 lumens émis par le candéla central seront donc répartis sur 1,17 mètres<sup>2</sup> au lieu des 12,57 mètres<sup>2</sup> habituels.

Un FOOT-CANDLE vaut donc (12,57/1,17) 10,75 lux.

#### **4.LA LUMINATION**

Le produit de l'éclairement (nombre de lux) par le temps de l'exposition s'appelle la LUMINATION. L'unité de lamination est donc calculée en lux/seconde.

#### **5.LA TRANSPARENCE**

Les différentes régions d'une émulsion photosensible absorbent, après développement, la lumière de façon inégale. Le flux transmis sera donc toujours logiquement inférieur au flux incident. Le rapport existant entre ces deux flux s'appelle la TRANSPARENCE.

#### **6.L'OPACITE**

L'opacité en un point donné est égale à l'inverse de la transparence ( $O=1/T$ ). Les valeurs de l'opacité seront donc comprises entre 1 et l'infini tandis que celles de la transparence seront comprises entre 0 et 1.

#### **7.LA DENSITE**

Les opacités sont souvent représentées par des nombres croissant en progression géométrique de raison 2. Ces échelles d'opacités deviennent très rapidement difficilement maniables ce qui nous amènera à en utiliser le logarithme décimal appelé aussi DENSITE.

**INTENSITE:**

**CANDELA**

**QUANTITE:**

**LUX OU FOOT-CANDLE**

**ECLAIREMENT:**

**LUMEN**

**LUMINATION:**

**LUX/SECONDE**

**TRANSPARENCE:**

**FT/FI**

**OPACITE:**

**FI/FT**

**DENSITE:**

**LOG DE L'OPACITE**

<b>TRANSPARENCE</b>	<b>OPACITE</b>	<b>DENSITE</b>
1/100.000	100.000	5
1/10.000	10.000	4
1/1.000	1.000	3
1/300	300	2,47
1/100	100	2
1/50	50	1,69
1/10	10	1
1/9	9	0,95
1/8	8	0,90
1/7	7	0,85
1/6	6	0,79
1/5	5	0,70
1/4	4	0,60
1/3	3	0,47
<b>1/2</b>	<b>2</b>	<b>0,30</b>
1/1	1	0

On remarque dans le tableau qu'une opacité de 2 est égale à une densité de 0,30. L'échelle des diaphragmes est une échelle en progression géométrique de raison 1,4 (racine carrée de 2).

Lorsqu'on passe d'un diaphragme à un autre, on double ou divise par deux la quantité de lumière touchant le film; c'est à dire que l'opacité double (si on augmente l'ouverture d'un cran) ou diminue de moitié (si on ferme l'ouverture d'un cran). On peut facilement conclure de ces petites observations mathématiques que la valeur en densité d'un diaphragme est égale au logarithme de 2, soit 0,30.

Retenons cette valeur qui sera à la base de bien des calculs futurs!

### **SENSITOMETRIE: ESSAI DE DEFINITION**

La Sensitométrie est la science qui étudie la relation entre la quantité de lumière reçue par une émulsion photographique et le noircissement en résultant après développement. Ceci pour en définir les caractéristiques et en prévoir les réactions et applications futures.

Le but premier de la sensitométrie fut de définir plus ou moins la sensibilité des émulsions photographiques. Depuis lors, elle est maintenant utilisée pour résoudre tous les problèmes photographiques tant théoriques que pratiques.

Lorsque Nicéphore Nièpce inventa la photographie en 1822 à Saint-Loup de Varennes (Châlons-sur-Saône), il ne se doutait pas qu'allait découler de cette invention une technique appelée sensitométrie. Les débuts furent assez "balbutiants" et les fondateurs devaient certainement se sentir assez frustrés de ne pouvoir avancer plus loin et plus vite... Les débuts de la photographie que nous connaissons tous furent, en effet, fulgurants. Nièpce, Daguerre, Lumière... et tant d'autres travaillèrent sans se douter que la Photographie deviendrait aussi populaire... Il fallu rendre publique l'invention.

Celle-ci se trouvant dès lors sur le marché, il fallait vendre de l'émulsion aux particuliers. Comme personne n'achète un chat dans un sac, il a fallu inventer également les caractéristiques des émulsions vendues. A part les banalités publicitaires balbutiantes de l'époque, les photographes contemporains étaient déjà méticuleux et demandaient, et en redemandaient... Les scientifiques de l'époque se mirent à la tâche et... inventèrent la sensitométrie!

De longues, longues lunes sont passées depuis cette époque héroïque et aujourd'hui, la sensitométrie a acquis ses lettres de noblesse à tel point que personne, qu'il le veuille ou non, ne peut plus s'en passer! Tout photographe actuel est un "Monsieur Jourdain" de la sensitométrie... il en fait sans le savoir! Latitude de pose, sous-exposition, surdéveloppement, affaiblissement ou renforcement, solarisations... rien n'échappe à cette sensitométrie, source de tant d'enchantements!

Tout est et peut être contrôlé, seule la précision va compter; la précision et la discipline! Discipline personnelle que ce cours ne pourra jamais vous donner mais qui sera essentielle dans votre parcours.

Actuellement, plus aucun laboratoire au monde ne pourrait se passer de la sensitométrie. Elle est utilisée maintenant pour:

1. la mesure des caractéristiques des matériaux de prise de vues, de copies et d'impression. Il est indispensable de connaître la sensibilité des matériaux utilisés afin d'en tirer le rendement maximum. Pour les émulsions noir et blanc, il faut en connaître la sensibilité chromatique tandis qu'en couleurs, il est indispensable de visualiser l'équilibre chromatique des trois couches colorées.
2. l'étude de l'influence des paramètres physiques du développement tels que la durée de passage dans les différents produits, la température de ceux-ci, l'agitation et même le séchage! Nous verrons plus loin que ces trois facteurs influent énormément sur le résultat final.
3. l'étude des paramètres chimiques du développement. La pureté chimique des produits utilisés est d'une grande importance dans le résultat du développement. Les différents produits doivent être choisis avec discernement si la fabrication des révélateurs est personnelle. Une confiance peut être apportée aux produits vendus en "kits" complets. Une étude des effets des différents composants d'un révélateur peut facilement être effectuée en variant la quantité de ceux-ci dans le bain et en analysant les résultats obtenus.
4. l'établissement des conditions optimales de prise de vue. La connaissance parfaite de la courbe nous permettra en effet de pouvoir mieux visualiser le sujet sur celle-ci et, de ce fait, d'en parfaire l'exposition au moment de la prise de vue. C'est ce point qui retiendra le plus notre attention tout au long de cet ouvrage.
5. le contrôle de la qualité générale du développement et parallèlement de l'action des différents bains. Cela se pratique plusieurs fois par jour en utilisant la méthode des "Control Strips", rapide et sûre. Un "monitoring" reprend les déviations et la forme que prennent les courbes, en tire les conclusions et en donne les remèdes!
6. la comparaison de divers révélateurs afin de déterminer le meilleur couple "film/révélateur". Les fabricants livrent, en général, tous les résultats obtenus avec leurs émulsions dans leurs révélateurs. Si l'on souhaite développer un "Ilford" dans une chimie "Kodak", il est nécessaire de recommencer le travail soi-même et de se créer une petite "banque de données" de courbes sensitométriques afin de pouvoir choisir ce que l'on jugera comme résultat optimal.
7. l'élaboration des conditions optimales de tirage et de contretypage. Nous pourrons ainsi régler les tireuses ou les agrandisseurs en fonction des résultats à obtenir. Cela se pratique à l'aide du "Graphique de Jones" que nous analyserons plus loin.
8. l'étude des masques de hautes lumières et des masques colorés qui nous permettront d'enrichir l'image afin d'en retirer le maximum d'informations.
9. la pratique du "flashage" de plus en plus utilisée de nos jours.
10. l'étude de tout facteur susceptible d'influencer l'image, la prise de vue et le traitement de celle-ci.

# LES SENSITOMETRES

Le sensitomètre va nous permettre d'exposer de petits bouts d'émulsion (film 35mm,film 16mm,roll-films.) qui, après exposition, développement et séchage, porterons le doux nom de "SENSITOGRAMMES".

Ces bouts de films, n'ayant visuellement pas une grande importance, nous les analyserons plus en profondeur avec un densitomètre. Cet appareil nous permettra de lire les densités obtenues après développement et de les retranscrire dans un graphique d'où nous pourrons tirer les conclusions des résultats obtenus. Ces deux appareils sont réellement inséparables pour une analyse sérieuse de tout échantillon.

Avant de commencer, il est extrêmement important d'insister sur ce qui suit.

Lorsque nous réaliserons des sensitogrammes, pour mémoire et analyse ultérieure, il est INDISPENSABLE de noter précisément tous les facteurs entrant en ligne de compte lors de l'analyse.

Un sensitogramme dont on a oublié la température de développement ou la constante du coin qui a servi à l'impressionner, n'offre absolument aucun intérêt!

Si, par exemple, nous souhaitons comparer plusieurs révélateurs avec une même émulsion, il est aisément de comprendre que, sans indications précises, il est rigoureusement impossible d'arriver à des conclusions correctes.

Le plus grand soin sera apporté dans la notation des différents paramètres utilisés. C'est pourquoi nous noterons sur la feuille d'analyse:

- le procédé utilisé (C41, E6, VNF..)
- la température respectée (ou non) du procédé
- la durée du développement
- la constante du coin utilisé
- les filtres utilisés dans le sensitomètre
- la date de l'essai
- le type de densitomètre et le "status" des filtres
- le type d'agitation des bains (manuelle, auto...)
- le numéro de l'émulsion utilisée
- le type de révélateur et sa dilution

Toutes ces différentes indications, bénignes pour certaines, nous seront de la plus grande utilité lors de tous nos calculs ultérieurs. Ne plus savoir le temps de développement utilisé ou la température, omettre d'indiquer le type d'agitation ou le numéro d'émulsion, ne plus savoir avec quels filtres nous avons impressionné le sensitogramme, etc...nous fera perdre un temps précieux car toutes ces valeurs entreront en ligne de compte lors de nos analyses ultérieures. Même la date de l'essai a son importance pour pouvoir déterminer le vieillissement des produits utilisés.

Vous pouvez donc noter que la plus grande discipline sera toujours de rigueur!.

Les appareils servant à doser les illuminations en vue de l'étude d'émulsions connues ou inconnues sont des SENSITOMETRES.

Ils se composent de deux éléments essentiels:

- la source lumineuse
- le système de dosage des lumières

## 1) La source lumineuse

Comme les sensitomètres sont des appareils à insérer de l'émulsion photosensible, la ou les lampes qu'ils contiennent doivent répondre à certaines conditions:

Ces sources doivent posséder un rayonnement stable qui permettra ainsi la reproductibilité des essais. De plus, la température de couleurs devra être proche de celle pour laquelle ont été équilibrées les émulsions à analyser. En général, les lampes sont étalonnées à 3.200 Kelvins. Il suffit d'ajouter des filtres correcteurs

afin de les amener à la température voulue (en général, un Wratten 80A suffit pour l'analyse d'émulsions de "type jour"). Enfin, ces sources lumineuses doivent avoir une intensité suffisante pour que les temps d'exposition soient proches de ceux utilisés en pratique courante.

## 2) Le système de dosage des illuminations

Les trois conditions exigées d'un sensitomètre sont sa capacité de reproductibilité, sa neutralité et son rapport de illuminations extrêmes.

Il existe deux systèmes:

- les sensitomètres à éclairement constant
- les sensitomètres à exposition constante

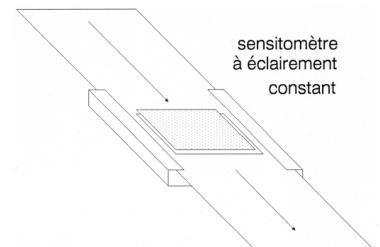
### a) les sensitomètres à éclairement constant

Dans ce type d'appareil, le dosage des illuminations est obtenu par variation du temps de pose. Méthode relativement simple mais ne correspondant pas très bien aux réalités de la prise de vues courante où l'éclairement est variable. L'avantage de ce type de sensitomètre est certainement la neutralité des variations de la lumière.

Par contre, la illumination est fonction du temps d'exposition et de l'éclairement. Comme nous allons faire varier le temps d'exposition, du simple au double en général, après quelques expositions, nous allons obtenir des temps très longs ce qui amènera des conséquences dues à la loi de réciprocité. Cela amènera des variations de densités prévisibles mais difficilement calculables ; ce bon vieux monsieur SCHWARZSCHILD n'a pas fini de faire parler de lui!...Son fameux "coefficient" fait toujours des ravages à l'heure actuelle...

Nous ne nous attarderons pas inutilement sur l'historique de ce genre de sensitomètre. Notons cependant que les plus connus furent celui de Hurter & Driffield, Scheiner et celui de Davis. Ces appareils avaient tous un défaut commun: ils ne parvenaient pas à dépasser un rapport de illuminations extrêmes de 1 à 256. Ce rapport est insuffisant dans la majeure partie des cas pratiques qui dépassent largement cet écart de 8 diaphragmes.

Le schéma représente le plus simple de ce type d'appareil.



Il est constitué d'une simple plaque opaque dans laquelle a été pratiqué une ouverture. En faisant coulisser l'émulsion sous cette plaque opaque et en y installant un système de crantage élémentaire, nous pourrons ainsi aisément isoler de petits bouts d'émission, de forme régulière. Il suffit de trouver une progression géométrique pour les temps d'exposition (prenons par exemple: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64...secondes) et à l'aide d'une source lumineuse d'isoler l'émission. Après ce travail et le développement de l'échantillon, nous serons en présence de notre premier sensitogramme. Celui-ci nous présentera une suite d'opacités croissantes suivant les temps d'exposition reçus; il nous suffira d'en lire les différentes densités au moyen d'un matériel adapté.

### b) Les sensitomètres à exposition constante

Tous les sensitomètres actuels se situent dans cette catégorie; celle-ci étant, en effet, à l'abri de la loi sur la réciprocité. Pour rappel, cette loi explique, par exemple, qu'une illumination de 1000 lux pendant une seconde n'est pas égale à une illumination de 1 lux pendant 1000 secondes. Un coefficient entre alors en jeu pour compenser la réciprocité.

Ce coefficient est appelé: coefficient de SCHWARZSCHILD.

Les moyens de doser l'exposition, donc la illumination, sont au nombre de trois:

- 1) l'interposition entre la source et l'émission d'un système de diaphragmes.
- 2) l'absorption de la lumière par des filtres gris neutres ou polarisants.
- 3) la variation de la distance de la source lumineuse à l'échantillon.

#### 1) Les sensitomètres à diaphragme

Un appareil de ce type fut construit à partir de 1941 sous la dénomination de KODAK SENSITOMETER TYPE 10. Ce type d'appareil se composait d'une source lumineuse à filament de tungstène et d'un dispositif comportant quarante diaphragmes. Il suffisait de placer, tour à tour, les différents diaphragmes contre une lentille plan-convexe, pour que l'image de la source se forme sur l'émission à étudier. Le rapport des illuminations extrêmes était alors de 1 à 8000 environ. Le déplacement simultané d'un châssis comportant

l'émulsion à analyser permettait d'aligner côté à côté les différentes lumières. Un autre appareil reçu le nom de TYPE 20. Celui-ci ne comportait que 38 diaphragmes disposés sur un disque en suivant une spirale d'Archimède. Un système de synchronisation permettait simultanément le mouvement tournant du disque et le mouvement de translation du système contenant l'émulsion à analyser.

## 2) Les sensitomètres à filtres absorbants

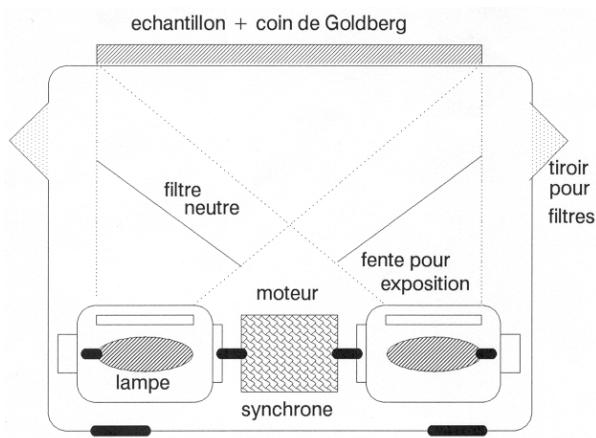
Ce type d'appareil utilise une source qui, devant être filtrée, devra répondre à certaines conditions initiales. Ces critères ont été décrits par le Congrès International de Photographie dès 1931. Un "coin" absorbant la lumière émise par la (ou les) lampe(s) et un système d'obturateur constituent les deux organes principaux d'un tel appareil.

Un système de miroir ou de condensateurs (suivant les différents types) envoie les faisceaux lumineux vers l'échantillon à insérer au travers d'un système de filtres calibrés.

Le système d'obturateur permettra de choisir un temps de pose s'approchant des temps d'exposition généralement utilisés avec le genre d'émulsion à analyser. On choisit ainsi un temps de 1/50" de seconde pour les émulsions cinématographiques ou un temps de pose approchant cette valeur si l'appareil ne permet pas une adaptation précise.

De même, nous prendrions un temps d'une seconde pour des émulsions lentes telle la Kodalith (film "trait"). Si nous ne pouvons adapter le temps d'exposition exactement, d'autant plus petites variations de temps de pose n'entreraient pas en ligne de compte en ce qui concerne le coefficient de réciprocité. Nous pouvons citer comme type d'appareil, le sensitomètre DIN, le Kodak Sensitometer Type 6 et l'appareil d'origine anglaise Joyce-Loëbl.

C'est ce dernier qui est présenté en coupe schématique ci-dessous.



Le moteur synchrone installé dans le bas de l'appareil actionne deux cylindres munis d'une fente dont la largeur détermine le temps d'exposition. Lors de la mise sous tension de l'appareil, un système électrique charge un condensateur qui aura alors la puissance nécessaire et suffisante pour allumer les deux lampes et faire tourner les cylindres d'un seul tour.

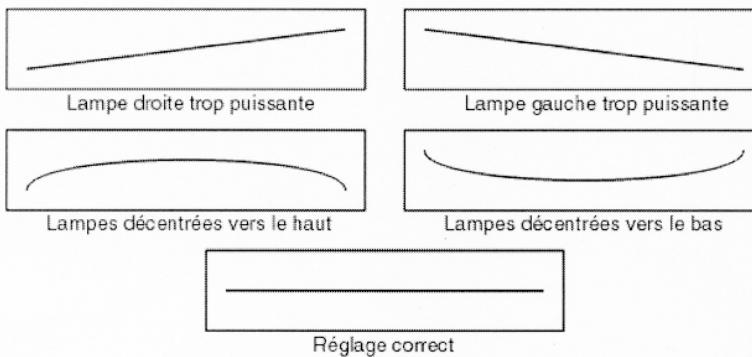
À ce moment, les fentes situées sur les cylindres sont en position basse (vers le bas de l'appareil). Au moment du déclenchement du dispositif, les lampes s'allument en premier et lorsqu'elles sont arrivées à leur puissance maximale, le moteur fait tourner les deux cylindres d'un seul tour. Lorsque les deux fentes passent en position haute, la lumière peut alors se diriger vers l'échantillon.

Ces faisceaux lumineux passent alors au travers de filtres gris neutres qui ont été choisis en fonction de la sensibilité approximative de l'échantillon à analyser. On joint quelquefois à ces filtres gris neutres certains filtres colorés qui permettent d'adapter la température de couleur des lampes à la température de couleur pour lequel l'échantillon a été élaboré. Les rayons passent ensuite au travers d'une échelle d'opacités, elle aussi choisie en fonction du type d'émulsion à analyser, et parviennent enfin sur l'émulsion.

Il existe bien sûr toute une procédure de réglage de l'appareil car l'emploi de deux lampes au lieu d'une seule demande ces réglages supplémentaires. Nous devons obtenir sur une émulsion photosensible une illumination parfaite en tous points de l'endroit où nous plaçons l'échantillon. On réalisera un test sans coin de Goldberg ni filtres, afin de nous assurer de cet étalement parfait à l'endroit de l'exposition de l'échantillon. La lecture en densité après le développement devra nous donner une même mesure en tous points.

Si ce réglage préliminaire n'est pas correctement effectué, toutes les analyses ultérieures en seront faussées. La figure ci-dessous nous montre quelques déviations possibles:

Un des autres réglages de l'appareil consiste dans le réglage de la température de couleur des lampes à l'aide d'un petit potentiomètre destiné à "combler" leur vieillissement. Ces variations de température de couleur des lampes auraient en effet des conséquences importantes sur les résultats obtenus. Si, d'autre part, nous avons l'assurance de la parfaite neutralité des filtres gris utilisés dans le sensitomètre et de la même neutralité du coin de Goldberg que nous utiliserons, nous pourrons commencer à travailler en toute quiétude. Il ne faut pas tomber dans le dangereux piège de la perfection non plus, ... les tolérances n'ont pas été inventées pour rien!



En janvier 1988, un coin "de GOLDBERG" de 21 plages d'un centimètre de large chacune, coûtait la bagatelle de 24.000 francs belges hors TVA. Prix très élevé, qui justifia bien sûr les précautions à l'emploi, mais justifié quant à la précision d'un tel matériel.

Le coin sensitométrique dit "de GOLDBERG" est une échelle d'opacités croissantes que l'on met en contact avec l'émulsion à analyser afin de procéder à l'exposition au moyen

d'un sensitomètre. La fabrication d'un coin peut être envisagée de plusieurs façons:

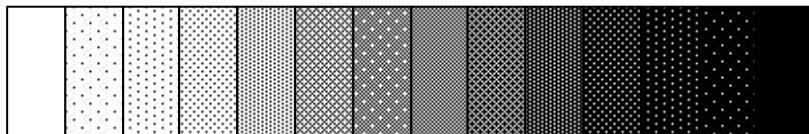
- par voie photographique
- par moulage en verre ou en bronze
- par sublimation de métaux sous vide
- par abrasion de verre teinté dans la masse

La fabrication actuelle se fait le plus souvent par collage de densités photographiques entre deux lamelles de verre neutre. On peut voir sur la figure suivante la différence entre cette sorte de "plan incliné" que constitue un coin "abrasé" et les différents "gradins" d'un coin à plages. Ces différents gradins ainsi que le plan incliné ne sont bien sûr pas aussi marqués que sur ce dessin: ils sont pratiquement imperceptibles au toucher.

La majeure partie des coins sensitométriques actuels se présente sous la forme d'une lame de verre de 21 centimètres de longueur et de 35 millimètres de largeur. Les coins "à plages" sont divisés en 21 sections d'un centimètre chacune.

Les surfaces ainsi créées sont suffisamment larges pour permettre une lecture aisée à l'aide de la sonde du densitomètre. Ces différentes "plages" sont en progression arithmétique de raison appelée "la constante du coin". A la première valeur qui est, en général, nulle s'ajoute une densité D qui s'ajoute à la suivante et ainsi de suite jusqu'à la 21ème plage. Cette valeur D ajoutée à chacune des plages du coin s'appelle "la constante".

Cette valeur est généralement inscrite sur le coin, gravée dans la masse, afin de faciliter les calculs. Il est cependant facile de la calculer.



Supposons que la densité de la plage 6 soit de 0,75. Après avoir mesuré la densité de la plage 3 (par exemple 0,30), il suffit d'effectuer la soustraction de ces deux valeurs. Ayant obtenu 0,45, il suffit alors de diviser cette valeur par le reste de la soustraction des numéros des plages correspondantes aux densités soustraites. Le quotient de cette division nous donnera la valeur de la constante du coin.

La formule s'établit donc comme suit:

$$\text{Constante} = \frac{\text{Différence des densités } D_2 - D_1}{\text{Plage P}_2 - \text{Plage P}_1}$$

Nous pouvons effectuer le même calcul s'il s'agit, non plus cette fois d'un coin "à plages", mais d'un coin "continu". Ces coins ont été créés pour le travail en lecture automatique à l'aide de densitomètres spéciaux facilitant la lecture pour les laboratoires devant effectuer plusieurs centaines de mesures par jour. La densité part de zéro et monte de façon régulière, sans paliers.



Comme il n'existe pas de point de repères sur la lame de verre, il suffit de mesurer la densité en deux endroits quelconques et de diviser la différence par la distance en centimètres qui les sépare.

Les constantes utilisées sont généralement très faibles. Elles se situent entre 0,10 & 0,20.

Chaque type de film possédant ses caractéristiques propres nécessitera donc une constante particulière pour le coin qui servira à l'analyse.

Une émulsion négative (couleurs ou noir & blanc) est capable d'enregistrer des écarts d'exposition allant de 1 à 1000. Il est évident que le coin que nous utiliserons pour l'analyse d'une telle émulsion devra également pouvoir nous donner le même écart.

Un coin de 21 plages possède donc 20 accroissements puisque pratiquement tous les coins partent de la transparence totale (non compte tenu du coefficient d'absorption du verre) et la première densité apparaît ainsi à la plage 2. Il n'y a donc que 20 accroissements.

Pour calculer la valeur de la constante à utiliser dans le cas d'un film particulier, il nous faudra utiliser la formule suivante:

$$n \times \log F = \log T$$

Dans cette formule :

n représente le nombre d'accroissements  
F la valeur de l'accroissement  
T le maximum de lamination souhaité

Si nous souhaitons obtenir un écart de lamination de 1 à 1000 (ce qui doit pouvoir être enregistré par une bonne émulsion négative), nous aurons le calcul suivant en remplaçant dans la formule:

$$\begin{aligned} 20 * \log F &= \log 1000 \\ 20 * \log F &= 3 \\ \log F &= 3/20 \text{ soit } 0,15 \end{aligned}$$

La densité de la plage numéro 1 étant donc 0, si on ajoute la valeur de cette constante, on obtient une densité de 0,15 pour la plage numéro 2. On obtient ensuite 0,30 pour la numéro 3, une valeur de 0,45 pour la numéro 4 et ainsi de suite jusqu'à la 21ème et dernière plage. Cette 21ème plage aura donc une densité de 3 (le calcul est simple:  $20 \times 0,15 = 3$  ).

Comme les films inversibles ont besoin de noirs intenses pour ne pas projeter sur l'écran du "gris sale", il faut que les noirs de l'image montent plus haut que 3 en densité. On pourra avoir des écarts de 1 à 10.000! Il nous faudra donc arriver à des noirs de 4 de densité ( $\log 10.000$ ).

La constante pour un tel coin aura donc une valeur de:

$$\begin{aligned} 20 * \log F &= \log 10.000 \\ 20 * \log F &= 4 \\ \log F &= 4/20 \text{ soit } 0,20 \end{aligned}$$

Il faudra donc utiliser cette constante de 0,20 pour la visualisation complète des émulsions inversibles tant que couleurs que noir & blanc puisque ces deux types d'émulsions réclament de très hautes densités maximales pour leur projection dans de bonnes conditions.

Il existe également des coins de Goldberg usinés avec une constante de 0,10 pour les émulsions positives et les papiers photographiques. Ces émulsions ayant des gammes relativement élevées, nous n'aurons pas besoin d'avoir de détails dans les hautes valeurs, seuls les "pieds" des courbes nous intéresserons.

En résumé:

- \* une constante de 0,10 pour positives et papiers
- \* une constante de 0,15 pour les négatives
- \* une constante de 0,20 pour les inversibles

# LES DENSITOMETRES

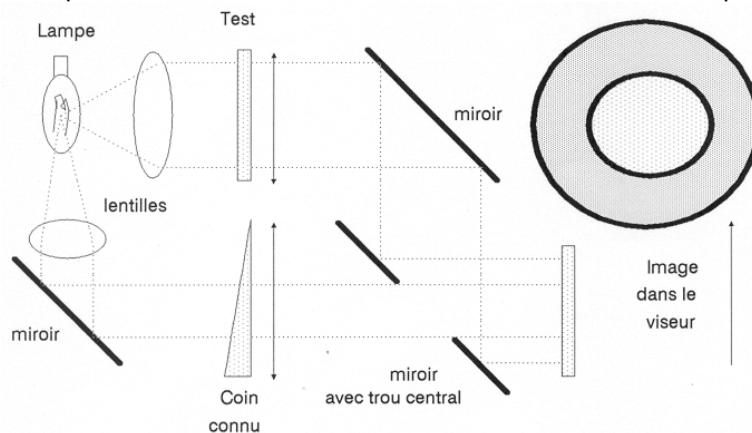
## A) LES DENSITOMETRES VISUELS

Pratiquement inusités aujourd'hui, ils étaient tous basés sur le même principe.

Une source lumineuse était divisée en deux faisceaux bien distincts. Un des ces deux faisceaux était "affaibli" par une densité gis neutre connue. Ce coin était cranté et calibré de telle façon qu'il était possible de lire sa densité en n'importe quel endroit de celui-ci.

L'équilibre photométrique était facilement réalisable par le déplacement dans le second faisceau de l'échantillon à analyser.

L'œil pouvait donc observer deux cercles lumineux concentriques.



La densité connue se trouvait dans le cercle central, celle à mesurer nous apparaissait dans l'anneau extérieur.

Il suffisait alors de faire coulisser le coin connu dans l'appareil jusqu'à ce que les deux densités soient visuellement équivalentes. La lecture du résultat chiffré se faisait à l'endroit où le coin calibré s'était arrêté. Le système de calibration et de crantage donnait alors la valeur de la densité à analyser.

une tolérance de 5%. Pour les noircissements supérieurs à 2 (pour rappel: une densité de 2 équivaut à  $\log 100$  donc à une transparence de 1%!), la précision de l'œil humain devenait très approximative et il était pratiquement impossible de distinguer des densités supérieures. Les deux cercles concentriques devenaient illisibles.

La faiblesse de l'œil humain, l'apparition de nouvelles émulsions de très hautes densités (liths, lines, émulsions son...), les progrès en matière photoélectrique ont rapidement plongé ces appareils dans l'oubli et la poussière des musées.

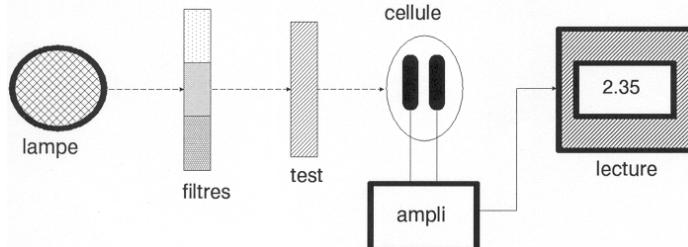
## B) LES DENSITOMETRES PHOTO-ELECTRIQUES

Tous les nouveaux matériaux photosensibles de très hautes densités ont donc amené les techniciens à créer des machines capables de lire ces très hautes valeurs.

Les densitomètres ont alors été dotés de cellules photoélectriques performantes qui transformaient la lumière qu'elles recevaient en courant électrique qui pouvait faire dévier une aiguille de galvanomètre.

Ces appareils étaient donc constitués d'une source lumineuse parfaitement calibrée et normalisée, d'une cellule photoélectrique, d'un amplificateur et, éventuellement, d'un système d'enregistrement des données.

Les premiers appareils de ce type furent appelés: "**à lecture directe**".



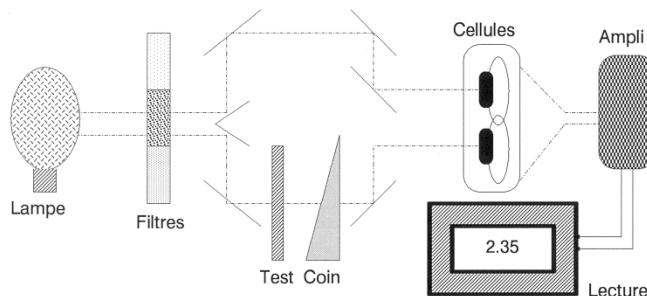
On plaçait l'échantillon à analyser derrière une série de filtres, les rayons résultants étant ensuite analysés quantitativement et qualitativement par une cellule. Un système de filtres permet en effet l'analyse de différents échantillons (noir/blanc, inversibles, négatifs couleurs, ...).

Le signal électrique était alors amplifié et transformé afin de pouvoir être lu sur un écran. Ces écrans étaient autrefois à galvanomètre. L'inertie de l'aiguille de ces anciens modèles ont vite amené les cadrons numériques, plus sûrs, plus rapides et plus précis.

Ces systèmes restaient relativement toutefois imprécis et "mouvants". On ne retrouvait pas les mêmes mesures d'une analyse à l'autre car les calibrations n'étaient pas suffisantes.

Pour pallier à ces problèmes, il fut alors imaginé de scinder les rayons lumineux issus de la lampe en deux parties pour les calibrer sur une valeur zéro.

Ces appareils portent bien sûr le nom de "densitomètres à mise à zéro".



Deux cellules photoélectriques analysent les deux faisceaux et les envoient ensuite à un amplificateur qui indique si il y a, oui ou non, équivalence entre les deux faisceaux analysés. Le système est d'abord mis à zéro sans échantillon.

On intercale ensuite un échantillon à analyser et le système se remet alors à zéro. L'appareil affiche alors le résultat obtenu.

Classement de ces appareils suivant le type de cellule utilisée :

a) les cellules photovoltaïques

Cellules utilisant l'oxyde de cuivre ou le sélénium et produisant de faibles courants à la réception de la lumière.

b) les cellules photo-conductives

Elles utilisent le sulfure de cadmium. La résistance de ce matériau change lors d'une irradiation.

c) les cellules photo-émissives

Celles-ci utilisent du césum. Lors de l'irradiation de ce matériau, il y a une éjection d'électrons de celui-ci et elle peut être calculée aisément.

La plupart des fabricants ont jeté leur dévolu sur les cellules photoémissives pour:

- \* leur grande stabilité
- \* leur parfaite linéarité
- \* leur très grande sensibilité dans la région spectrale choisie
- \* leur sensibilité minimale dans les autres régions spectrales

## LES FILTRES D'ANALYSE

Les densitomètres travaillant en noir et blanc sont tous munis du même filtre d'analyse: le Wratten 106 d'une longueur d'onde de 596 nanomètres. Cette longueur d'onde correspond à la courbe de sensibilité de l'œil humain.

Pour les travaux en couleurs, les appareils sont munis de deux types principaux de filtres classés également suivant leurs courbes de transmission. Ces filtres sont calibrés suivant trois "status" différents:

### \* LE STATUS M

Nous utiliserons les filtres de ce status pour l'analyse d'émulsions négatives couleurs uniquement. Comme tous les négatifs couleurs actuels sont "masqués", les filtres doivent être calculés en fonction de ce masque.

Pour information, les pointes de ces filtres se situent à

- \* 450 nanomètres pour le filtre bleu
- \* 540 nanomètres pour le filtre vert
- \* 650 nanomètres pour le filtre rouge

### \* LE STATUS A

Les valeurs des filtres de ce status sont légèrement différentes du status M. Ces filtres servent à analyser les émulsions destinées à la projection; c'est à dire les émulsions inversibles couleurs et les positives de tirage. Comme ces deux types d'émulsions ne contiennent pas de masque coloré, les valeurs des filtres seront de

- \* 440 nanomètres pour le filtre bleu
- \* 530 nanomètres pour le filtre vert
- \* 610 nanomètres pour le filtre rouge

## \* LE STATUS D

Ces valeurs sont rigoureusement semblables à celles du status A mais les filtres sont ici placés dans une tête spéciale possédant son propre éclairage et servant aux mesures des densités par réflexion et non plus par transparence. Un éclairage illumine l'échantillon opaque à analyser et la cellule mesure et analyse la lumière réfléchie par celui-ci.

Ces mesures sont surtout effectuées par les imprimeurs lors des sélections couleurs au départ d'un positif transparent (procédé de la "quadrichromie") et pour le réglage des tireuses positives. Nous nous servirons de cet appareil lors de tirages couleurs au laboratoire positif.

La manière principale de travailler est de photographier un gris neutre à 18% dans les conditions de la prise de vue et de comparer les valeurs obtenues lors des différents essais avec les valeurs lues directement sur le gris neutre. L'équivalence la plus absolue doit être obtenue afin d'obtenir la reproduction idéale du sujet photographié.

Il suffit de lire au densitomètre les valeurs données par le gris neutre lui-même (l'original) et de les comparer avec les différents essais de tirage. Il sera aisément d'établir, pour une certaine configuration de matériel (type d'agrandisseur et de développeuse), la corrélation entre les différentes déviations chromatiques. On pourra se confectionner un petit tableau personnel qui indiquera les mesures à prendre en fonction du relevé de telle ou telle déviation.

## AUJOURD'HUI...

Les densitomètres modernes comportent maintenant un jeu de filtres dichroïques qui scinde les rayons lumineux dans les trois couleurs. Les mesures se font donc instantanément. Il n'est donc plus nécessaire, comme auparavant, de faire tourner la tête à filtres devant la source; les quatre mesures (rouge, vert, bleu et visuel) sont effectuées au même moment et transmises au système d'affichage.

Ces valeurs peuvent également, au moyen d'une sortie RS232, être immédiatement communiquées à un ordinateur muni d'un programme graphique ou à un "plotter" qui en tracera les courbes correspondantes.

Il est évident que les normes ont pris le dessus car le message doit pouvoir passer entre deux densitomètres. Les têtes à filtres doivent être parfaitement équilibrées si la communication entre deux laboratoires devait s'établir.

Il est bien évident qu'une mesure effectuée dans un laboratoire aux Etats-Unis doit donner exactement les mêmes valeurs dans un laboratoire européen. C'est pourquoi ces têtes à filtres sont, avec la lampe d'analyse, les pièces principales du densitomètre et en sont donc la partie la plus onéreuse. Il existe d'ailleurs des filtres encore plus précis et dont la stabilité a été augmentée. Ces filtres sont "rangés" dans les status AA, MM et DD.

Toutes ces normes sont reprises dans le journal de la SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers), "journal officiel" de tout ce qui existe comme normes internationales dans les domaines cinématographiques et photographiques.

L'INSAS possède un abonnement à cette revue. Vous pouvez la trouver à la bibliothèque.

# LA COURBE SENSITOMETRIQUE

Cette "courbe" représente la "réponse" de l'émulsion analysée suite à une exposition bien précise.

Réalisation d'un "sensitogramme".

Comme il a été vu, les lampes du sensitomètre ont une certaine intensité qui, combinée au temps d'exposition, donnera le noircissement à analyser ( $L = I \cdot t$ ).

En fonction d'essais pour chacun des sensitomètres, nous adapterons l'intensité lumineuse à l'aide de filtres ou de diaphragmes. Cela se pratique uniquement par essais successifs jusqu'à ce que nous obtenions le maximum de plages à analyser.

Pour information, dans le sensitomètre Joyce de l'INSAS, nous avons besoin de deux filtres de 2.00 de densité neutre pour visualiser correctement une émulsion de 400 ISO. Cette valeur a simplement été trouvée par essais successifs.

En jonglant avec les mathématiques amusantes, nous trouverons ainsi facilement les valeurs des filtres à utiliser pour l'analyse de films plus lents ou plus sensibles.

Nous placerons ainsi 1.70 de densité neutre pour l'analyse d'un 200 ISO (2.00 - la valeur d'un diaphragme 0.30), 2.60 pour l'analyse d'un 1600 ISO (2.00 + la valeur de 2 diaphragmes 0.60), etc.

Pour rappel également, les lampes du sensitomètre ayant été étalonnées à 3200 Kelvins, l'analyse des films dits "lumière du jour" nécessitera un filtre bleu (Wratten 80A) qu'il faut ajouter dans les tiroirs à filtres. La densité totale (filtre bleu compris) devra bien sûr rester la même que pour un film "lumière artificielle". Comme le 80A demande deux diaphragmes, nous aurons donc 1.40 de densité neutre et le filtre bleu d'une valeur de 0.60.

## **Remarque:**

**à lire et même surtout à posséder, la brochure sur les filtres Wratten (référence Kodak XB-3Fc)**

L'exposition du sensitogramme se fait alors de la manière la plus simple qui soit. Dans l'obscurité totale, nous plaçons l'émulsion contre le coin de Goldberg que nous aurons choisi suivant sa constante et nous exposerons ainsi un premier sensitogramme.

L'exposition terminée, il s'agit alors de procéder au développement de l'échantillon le plus rapidement possible.

Il existe plusieurs possibilités pour ce développement. En effet, les paramètres peuvent varier à l'infini. Il est donc possible de modifier ainsi à loisir:

- \* le temps,
- \* la température,
- \* le type de révélateur,
- \* la concentration de celui-ci,
- \* l'agitation...

Il sera très important de noter scrupuleusement toutes les variations de ces différents acteurs du développement afin de pouvoir les modifier suivant les résultats obtenus. Ces renseignements seront notés de préférence sur la feuille sur laquelle nous tracerons la courbe.

Après séchage dans les conditions habituelles d'utilisation de l'émulsion analysée (le séchage peut en effet faire varier les résultats suivant les conditions de température et d'humidité de la sécheuse), nous pourrons commencer l'analyse au densitomètre.

Si nous disposons de feuilles ad-hoc, leur utilisation est recommandée mais un simple système d'axes cartésiens suffira.

L'axe des abscisses représente les logarithmes de l'illumination du sensitogramme. Pour la facilité, nous le diviserons en 21 colonnes qui représentent bien sûr les 21 plages du coin de Goldberg qui a servi à l'exposition. De la même manière, nous diviserons l'axe vertical en graduations afin d'y inscrire les densités lues au densitomètre.

Si nous utilisons notre propre système graphique (donc pas de feuilles pré-imprimées), il sera plus facile de graduer les deux axes de la même façon. Par exemple, une augmentation de 0.20 en densité devrait

correspondre à une plage d'un coin de Goldberg de constante 0.20. Nous aurons ainsi un système orthonormé qui facilitera les calculs ultérieurs.

Après avoir étalonné le densitomètre et choisi le status correct des filtres pour l'émulsion à analyser, il nous suffit de commencer la lecture des différentes densités du sensitogramme développé. Il est souvent malaisé de commencer la lecture à la plage numéro 1 car celle-ci est souvent transparente et ne se distingue pas de la seconde, ni même de la troisième.

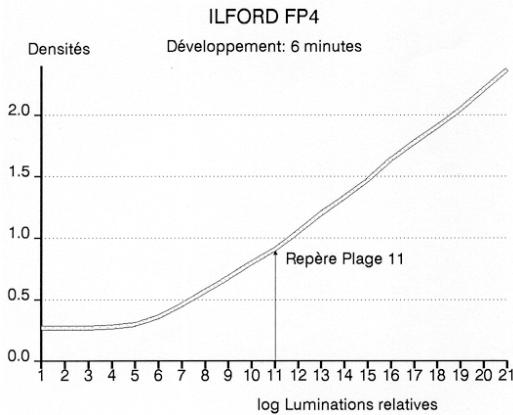
Pour remédier à cela, certains coins de Goldberg ont un repère gravé à la plage numéro 11 qui, de plus, se trouve être la plage centrale du coin. Il suffit de commencer la lecture par cette plage et de redescendre vers la plage 1 en notant, à chaque plage, la valeur obtenue et de recommencer la lecture des plages 12 à 21.

Il faut les noter, soit directement en place sur le graphique millimétré, soit sur une feuille séparée afin de garder tous les chiffres pour d'éventuelles comparaisons futures. Il est recommandé de conserver les différentes valeurs chiffrées de chacune des 21 plages.

Lorsque la lecture et la notation des 21 plages est terminée, il suffit de relier ces 21 points entre eux pour obtenir notre première courbe sensitométrique.

Voici les valeurs relevées au densitomètre des 21 plages de l'échantillon de FP4 (film Ilford N/BI 125 ISO) :

Plage 1 : 0.27	Plage 08: 0.57	Plage 15: 1.47
Plage 2 : 0.27	Plage 09: 0.68	Plage 16: 1.64
Plage 3 : 0.27	Plage 10: 0.80	Plage 17: 1.78
Plage 4 : 0.28	Plage 11: 0.91	Plage 18: 1.91
Plage 5 : 0.30	Plage 12: 1.05	Plage 19: 2.05
Plage 6 : 0.36	Plage 13: 1.20	Plage 20: 2.21
Plage 7 : 0.46	Plage 14: 1.33	Plage 21: 2.37



Nous pouvons constater plusieurs choses:

Les trois premières plages du sensitogramme ont la même valeur. Cette valeur est la transparence du film. Elle devrait, en principe, être égale à 0 puisque la lumination n'a pas été suffisante pour produire un noircissement du film. Cette valeur minimale, dans ce cas 0.27, sera appelée la densité minimale ( $D_{min}$ ) mais aussi le voile.

Ce voile ne doit pas dépasser 0.20 pour une émulsion négative noir et blanc et 0.10 pour une émulsion inversible. Un voile important caractérisera les émulsions pérémées ou conservées dans de mauvaises conditions.

Dans le cas des négatives, plus le voile est important moins nous aurons de détails dans les basses valeurs; tandis qu'en inversible, plus le voile est important moins pures seront les hautes lumières.

Les plages 4, 5 & 6 nous montrent de légers accroissements de densités irréguliers.

Ces trois accroissements (ce nombre varie bien sûr suivant les différentes sortes d'émulsions) vont faire "courber" la ligne jusqu'à présent horizontale; les trois premières valeurs étant égales. Cette partie se nommera le pied de la courbe. Nous étudierons plus à fond cet endroit car il déterminera la richesse des détails dans les basses valeurs. Sa forme sera déterminante pour le rendu des détails se situant dans les ombres. Cette forme de courbe est caractéristique de l'émulsion employée.

Après ces trois accroissements irréguliers, nous pourrons noter que les accroissements suivants seront tous approximativement de même valeur. Ces points reliés entre eux vont donc donner une ligne droite qui sera

tout naturellement appelée la partie rectiligne de la courbe caractéristique. Sur cette partie de la courbe, à chaque accroissement de lumières correspondra un accroissement égal en densité. Exposés sur cette partie, les sujets seront rendus correctement.

L'exemple cité est un film négatif noir et blanc. La partie rectiligne de ce genre d'émulsion est en général très longue. Après cette partie rectiligne, les densités décroissent jusqu'à redevenir horizontales. Cette troisième et dernière partie de la courbe sera appelée l'épaule. Dans le cas d'une émulsion négative, ce sera l'endroit des très hautes valeurs de blanc représentées bien sûr par les hautes densités.

Après cette partie, si nous continuons à exposer l'émulsion, les valeurs diminueront et nous aurons un effet de solarisation (appelé aussi Effet Sabattier), une inversion des valeurs de l'image.

Cette zone de hautes valeurs n'apparaît pratiquement jamais dans le cas d'une émulsion négative.

Dans le cas d'une émulsion inversible par contre, les trois zones sont bien visibles.

La partie rectiligne de ce genre d'émulsion étant beaucoup plus courte que celle des émulsions négatives, nous pourrons observer l'épaule qui est en général invisible lors d'analyse d'éмуusions négatives.

De ces premières observations, nous pouvons déjà constater deux choses importantes:

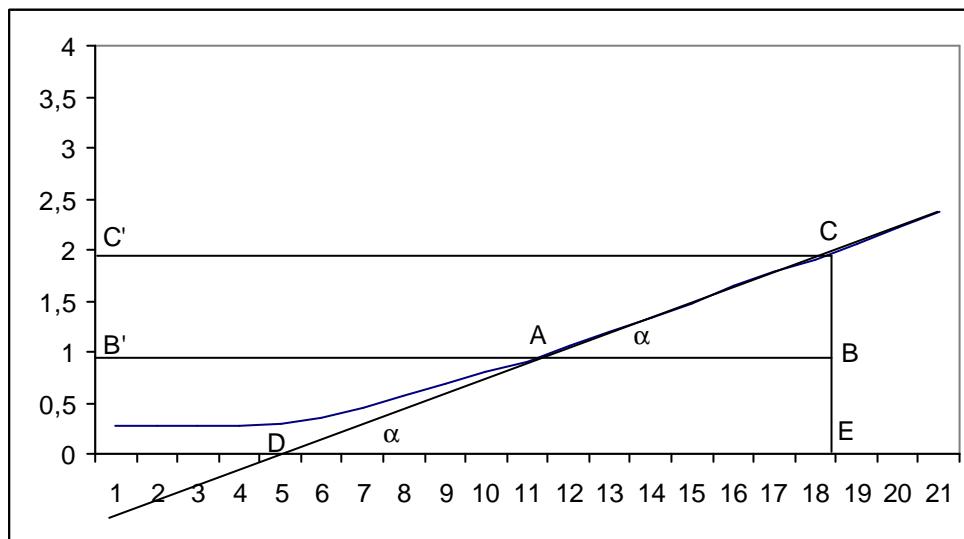
1) la forme du "pied" de courbe sera très importante car c'est elle qui déterminera la façon dont les détails seront rendus dans les ombres. Plus ce pied sera raide, plus vite les détails disparaîtront dans la sous-exposition.

2) la longueur de la partie rectiligne sera déterminante pour l'exposition de sujets très contrastés car plus elle sera longue, plus l'exposition de tels sujets (aux valeurs extrêmes très écartées) sera aisée.

En plus de ces deux premières observations, il est aisément de remarquer également que la partie rectiligne est inclinée par rapport à l'axe représentant les lumières. Cette "pente" formée est extrêmement importante car elle déterminera le niveau du rendu des valeurs photographiées.

Cette "pente" peut être calculée et sera représentée par un nombre abstrait. Pour la calculer aisément, il faut tracer une tangente à la partie rectiligne, celle-ci coupera l'axe horizontal en un point bien précis (D) et formera avec cet axe un angle dont la valeur sera déterminante.

Nous mesurerons cet angle avec le classique "rapporteur" et nous en calculerons la tangente. Nous appellerons le résultat ainsi trouvé le GAMMA. En trigonométrie, la valeur de cet angle dans un triangle rectangle est égale au rapport du côté opposé sur le côté adjacent.



$$\text{Tangente } \alpha = CB/AB = \text{GAMMA}$$

Le point A a été choisi de telle façon qu'il ne se trouve plus dans le pied de la courbe mais bien sur la partie rectiligne. Le point C est lui aussi choisi sur la partie rectiligne, il correspond à la lumières E. Ce côté CB représente donc des valeurs de densités. Cette valeur est égale à la densité C' (la plus élevée) - la densité B' (C'-B').

De la même façon, le dénominateur de cette fraction sera égale à la lumières au point E diminuée de la lumières au point D.

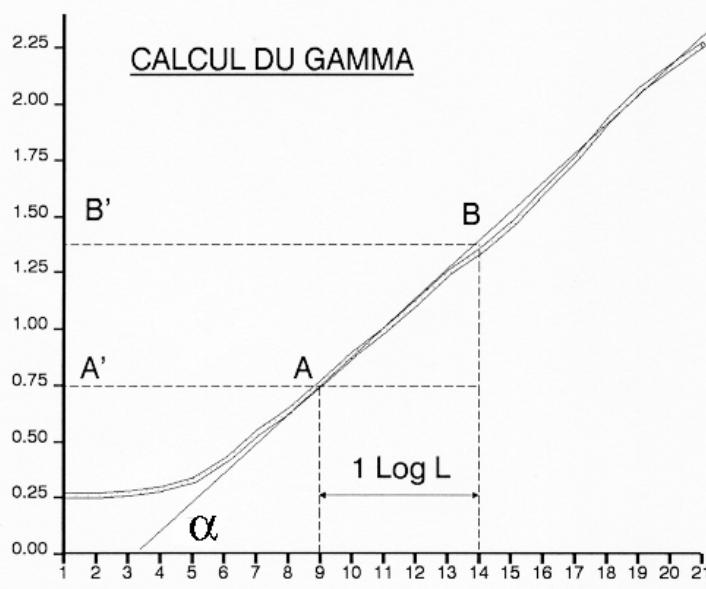
En remplaçant dans la formule: Tangente  $\alpha = (C'-B') / (E-D)$

La valeur d'une fraction dont le dénominateur vaut 1 est égale au numérateur.

Dans l'exemple précédent, le dénominateur est une différence de logarithmes de luminations (E-D). Comme chaque fraction de cet axe de lumination est égale à la constante du coin de Goldberg utilisé, il suffit de calculer de combien de plages sont écartés les points E & D et de les multiplier par la valeur de la constante pour trouver la valeur réelle du dénominateur. Comme nous la souhaitons de valeur 1, il suffit de faire le calcul inverse.

Si la constante utilisée est 0.20, il suffira que E soit 5 plages ( $1/0.20$ ) plus loin que D.

Si la constante était 0.15, E devrait se situer à 6,6 plages à droite de D.



$$\text{GAMMA} = (B' - A') / 1 \log L$$

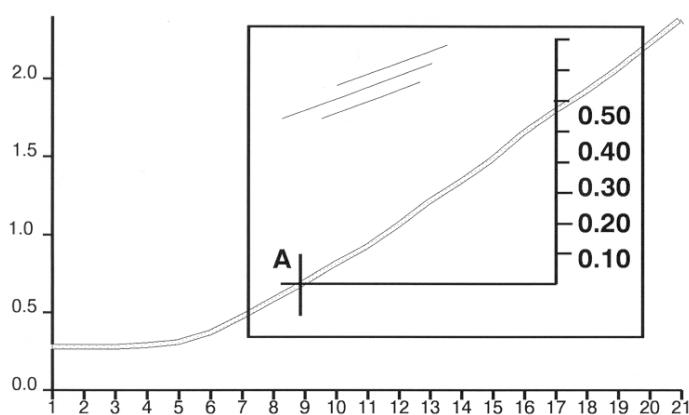
#### ATTENTION:

pour que le calcul avec un rapporteur soit correct, il est important que le système soit orthonormé. Par exemple, que la plage Numéro 10 avec une constante 0.20 corresponde exactement avec la densité 2.

Comme il existe de nombreux types de feuilles pré-imprimées par les fabricants et les laboratoires, il devient délicat de calculer le gamma. Le rapporteur doit être oublié dans le cas de ces feuilles "non-orthonormées" et le calcul de la différence de deux densités sur une différence de log égale à 1 est beaucoup plus sûr.

Il a été mis au point un type de feuille transparente que nous pouvons poser simplement sur la courbe et nous avons alors la lecture directe du gamma.

Chaque feuille possède bien sûr, suivant sa configuration, un "gammamètre" différent. Ces feuilles permettent donc une lecture directe du gamma. Il suffit de positionner le point A sur la partie rectiligne et la lecture se fait directement. Cette méthode était principalement utilisée par les personnes calculant des gammas plusieurs fois par jour.



Récapitulation:

### 3 MANIERES DE CALCULER LE GAMMA

- 1) la tangente de l'angle formé par la prolongation de la partie rectiligne et l'axe des abscisses.
- 2) une différence de densités écartées de 1 log Luminance
- 3) calcul avec un gammamètre

Dans l'exemple précédent pour le calcul du gamma nous avions la formule:

$$\text{GAMMA} = (A' - B') / (D - C)$$

La différence des deux densités (du négatif bien sûr) représente bien un contraste au niveau de celui-ci; tandis que la différence entre deux logarithmes de l'illumination représente le contraste du sujet photographié. Dès lors, il est possible de remplacer dans la formule:

$$\text{Gamma} = \text{Contraste du Négatif} / \text{Contraste du Sujet}$$

ou encore:

$$\text{Contraste du Négatif} = \text{Contraste du Sujet} * \text{Gamma}$$

formule extrêmement importante qui nous guidera très souvent dans le choix de l'émulsion de prise de vue.  
Il est important de ne pas confondre **CONTRASTE & GAMMA**

Le Gamma est un facteur de contraste tandis que le contraste d'un sujet est représenté par la différence entre ses brillances extrêmes.

Prenons, par exemple, un sujet ne présentant que deux valeurs. Après lecture en réflexion au luxmètre nous lisons 1000 luxs pour la plage la plus claire et 8 luxs pour la plage la plus sombre. Nous pourrons calculer très aisément son contraste en faisant la différence des logarithmes de ces valeurs réfléchies:

$$\text{Log } 1000 - \text{Log } 8 = 2,1 \quad (3 - 0,9)$$

Nous pourrons dire que ce sujet a un contraste de 2,1 mais nous pouvons le calculer d'une manière plus simple encore:

Contraste de 8 à 1000 soit

Contraste de 1 à 125 soit

$$\text{Logarithme } 125 = 2,1$$

Après avoir déterminé le contraste du sujet et développé l'image, nous sommes en mesure de lire sur le négatif obtenu les valeurs en densité des deux plages citées plus haut.

Par exemple:  $2,4 - 0,8 = 1,6$

$$\text{Contraste du négatif} = 1,6$$

Reprendons la formule:

$$\text{Contraste du Négatif} = \text{Contraste du Sujet} * \text{Gamma}$$

Il est facile de constater que le contraste du négatif sera influencé par les deux facteurs de la multiplication. Comme il est rare (sauf en fiction, avec un flash...) de pouvoir contrôler le contraste du sujet, seul le gamma du développement nous permettra d'influencer le contraste de négatif.

Il est possible de calculer ce gamma de développement en replaçant dans la formule les valeurs des contrastes négatif/positif trouvées. Dans l'exemple ci-dessus, cela nous donnerait:

Contraste de sujet: 2,1

Contraste du Négatif: 1,6

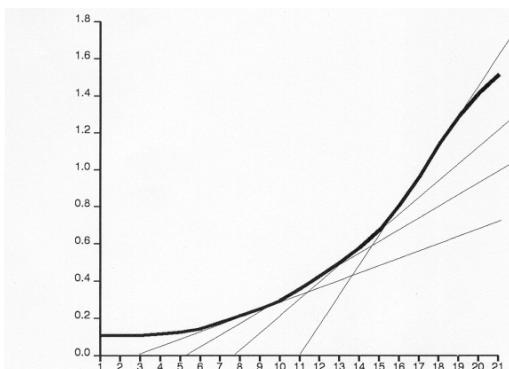
$$\text{Gamma} = 1,6 / 2,1 = 0,76$$

Ce qui pourrait être une quatrième façon de calculer le gamma.

## LE GAMMA PRATIQUE

La pratique nous amènera vite à nous rendre compte qu'il est difficile de déterminer la tangente à une partie rectiligne. Cela peut paraître étonnant mais les parties rectilignes de la plupart des émulsions modernes ne le sont plus tellement!

Prenons la courbe du film Fuji Neopan 400 développé dans du révélateur Ilfotec.



Il est pratiquement impossible de trouver une tangente à la courbe et plusieurs propositions pourraient être faites sans problèmes. Nous aurions alors plusieurs valeurs de gamma très différentes les unes des autres.

Devant cette situation, les fabricants d'émulsions ont imaginé de calculer cette tangente sur deux points bien précis de la courbe.

Ilford donne dans ses informations concernant le développement de ses films, des indications concernant le "GEE-BAR", représenté par un G surmonté d'un tiret.

Un premier point de calcul A est situé, sur la courbe à une densité 0.10 au-dessus du voile.

De ce point, nous nous déplaçons de 1,5 Log E vers la droite. En connaissant la constante du coin utilisé, nous déterminons facilement le nombre de plages du déplacement. Il s'agit de 10 plages dans l'exemple ci-dessous puisque la constante a été supposée égale à 0.15 ( $10 * 0.15 = 1,5$ ).

Ce déplacement détermine un second point B que nous remonterons sur la courbe jusqu'à un troisième point C. Nous avons ainsi formé un triangle rectangle ABC dans lequel il ne nous restera plus qu'à déterminer la tangente de l'angle @ pour trouver le "gee-bar" ou encore le G.

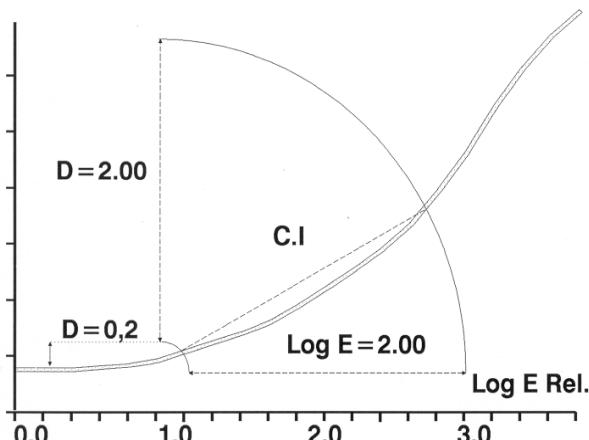
Les informations Ilford utilisent toutes cette valeur et il faut redoubler d'attention pour ne pas la confondre avec le gamma.

Une marque allemande de produits photographiques (Tetenal pour ne pas la citer) a elle aussi trouvé un moyen de calculer le gamma d'émulsions ne présentant pas de partie rectiligne.

Ils ont fait de très, très gros efforts de copie car la façon est rigoureusement semblable à celle d'Ilford, il n'y a que l'appellation qui change! Il s'agit du calcul du Beta, autre lettre grecque très à la mode dans le genre. Quand nous disons rigoureusement semblable, c'est bien rigoureusement semblable, donc rien à ajouter...

**Vive l'Europe!**

Et Kodak? me direz-vous!



La firme de Rochester n'est bien sûr pas restée en reste et a, elle aussi, proposé son système de calcul. Autre calcul, autre nom: le Contrast Index.( Niederpruem, Nelson et Yule; "Photographic Science and Engineering Vol 10/Jan 1966)

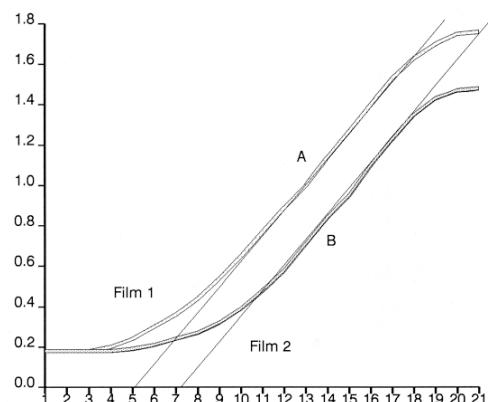
Le Contrast Index est la pente moyenne joignant deux points de part et d'autre d'un intervalle de densité 2.00. Le point inférieur correspond à une densité minimale de 0.2 au-dessus du voile et les deux points sont situés sur deux arcs de cercle concentriques.

Comme pour le gamma, il existe un abaque transparent gradué qui porte le doux nom de "Contrast Index Meter". Il suffit de le poser sur la feuille millimétrée de la façon ad hoc et de procéder à la lecture directe.

Comme on peut le constater, souvent les émulsions ont de très longs "pieds" (une forme de "S") et cela rend délicate la mesure du gamma.

Ci-dessous, nous avons deux émulsions de longueur de pied différentes mais développées au même gamma. Ces deux émulsions n'ont pas la même étendue de densités.

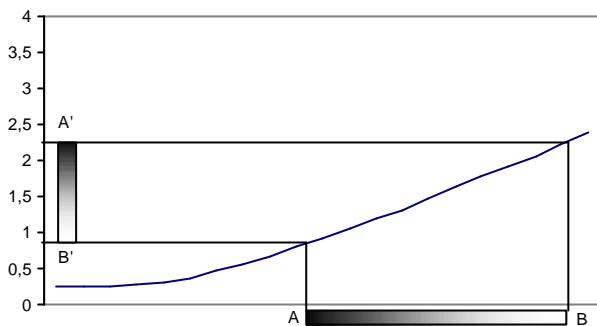
Les images positives correspondantes ne pourront pas être tirées sur un même papier photographique (à moins de développer le film 2 à un gamma plus élevé).



Remarque: 2 films à même gamma n'auront donc pas nécessairement le même C.I (forme du pied!).

# UN PEU DE PRATIQUE

Dans la courbe ci-dessous, il est maintenant facile de situer un sujet.



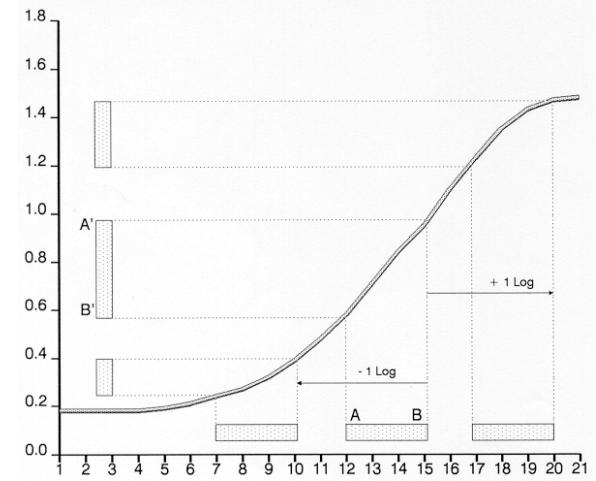
Supposons un sujet AB exposé normalement. Si nous pouvons mesurer les deux valeurs extrêmes du négatif obtenu après développement à l'aide de notre densitomètre (A' et B'), il est facile de redescendre ces deux valeurs sur l'axe des logarithmes de lumières et de situer ainsi le sujet le long de cet axe. Il suffit de déplacer simplement les points A' et B' jusqu'à la courbe et les redescendre vers l'axe horizontal. La position du sujet est maintenant bien notée le long de cet axe, à l'exposition qu'il a reçue.

Si nous sous-exposons celui-ci par rapport à l'exposition originale, ou si nous le surexposons, son déplacement se fera le long de cet axe, dans le sens de l'exposition; vers la gauche pour une sous-exposition, vers la droite pour la surexposition.

On peut constater dans ce graphique que le sujet sous-exposé a en effet glissé vers la gauche mais que son rendu n'est plus le même que celui de l'exposition normale.

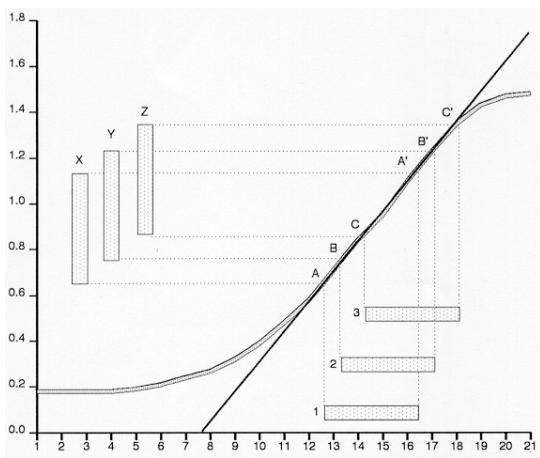
La sous-exposition étant tellement forte (si la constante employée dans cet exemple est de 0.20, elle sera de 3 diaphragmes 1/3! 1/0.30), le sujet n'est plus représenté sur la partie rectiligne mais bien dans le pied de la courbe. Un "tassemement" se produit entre les valeurs extrêmes du négatif, les valeurs les plus basses ne sont plus rendues correctement.

De la même façon, la surexposition du sujet (des mêmes 3 diaphragmes 1/3) donnerait un tassemement des valeurs du négatif et les "blancs" seront rendus erronément. Il est facile de constater que, si les sous- ou surexpositions ne sont pas trop fortes, le sujet "glissera" le long de la partie rectiligne de la courbe sensitométrique et les valeurs du négatif ne seront pas altérées tant que nous resterons sur la partie rectiligne.



En traçant une tangente à la courbe, nous visualiserons plus facilement sa partie rectiligne. Celle-ci est déterminée par A et B.

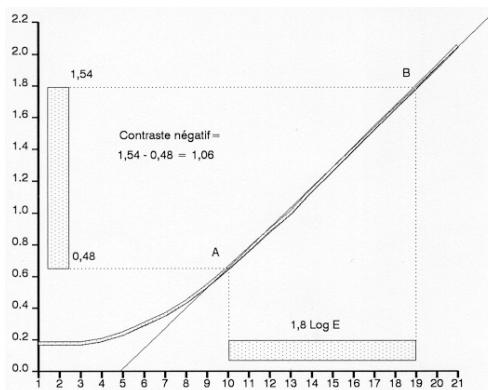
Ceux-ci, rabattus sur l'axe des logarithmes de lumières, nous donneront les valeurs extrêmes du sujet pouvant être inscrit sur la partie rectiligne. L'exemple nous montre un sujet couvrant 9 plages (de la plage 10 à la plage 18).



couvrira donc  $1.8 \text{ Log} = (9 * 0.20)$  ou encore 6 diaphragmes ( $1.8 / 0.30$ ).

Cela revient ainsi à dire que le point le plus sombre du sujet est 64 fois plus sombre que le point le plus lumineux ( $64 = 2^6$ ); que ce sujet aura donc un contraste de 1 à 64 et que, pour une telle émulsion et développée de cette façon, seuls les sujets ayant un contraste équivalent seront impeccables rendus puisqu'il sera possible de les situer entièrement sur la partie rectiligne.

Le Gamma de l'exemple de la page précédente est égal à  $1.06 / 1.8$  soit 0.59 (Contraste Négatif / Contraste Sujet)



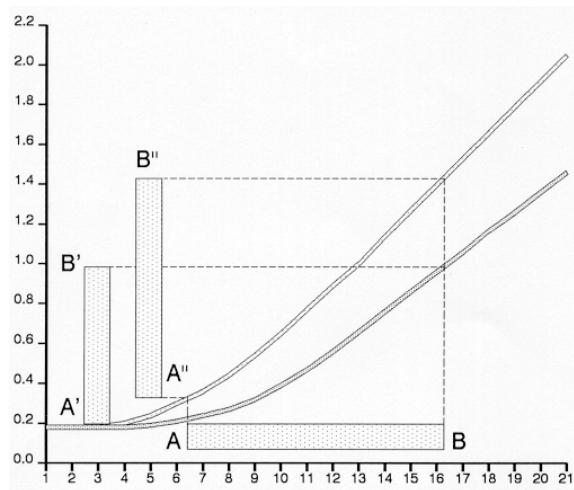
Dans les exemples de la page précédente, nous avons pu nous rendre compte que le contraste du sujet avait une grande importance sur le rendu du négatif en fonction de l'émulsion employée.

Pour rappel:

#### Contraste Négatif = Contraste Sujet \* Gamma

Nous avons ainsi constaté qu'un sujet de grand contraste s'inscrivait plus difficilement sur la partie rectiligne qu'un sujet ne présentant qu'un écart de 1 ou 2 diaphragmes entre ses brillances extrêmes. De plus, le rendu négatif d'un tel sujet peu contrasté n'était pas altéré suite à une légère sous-ou surexposition.

Remarquons maintenant dans la figure ci-dessous ce qui se passe si nous positionnons un même sujet (AB) sur deux courbes présentant des gammes différents.



Ce sujet est exposé de telle façon que son entièreté trouve place sur la partie rectiligne.

Comme les gammes de ces deux émulsions sont différents et que ce facteur influence (dans la formule désormais bien connue) le résultat, le gamma le plus élevé nous donnera le contraste négatif le plus élevé ( $A''B'' = +/- 1.30$ ). De la même façon nous trouverons un contraste négatif plus faible pour l'émulsion au gamma le moins élevé ( $A'B' = +/- 1$ ).

Comme c'est l'exposition qui, dès la prise de vue, détermine l'emplacement du sujet le long de l'axe des abscisses, nous nous rendons donc totalement "maîtres" du résultat final puisque nous sommes en mesure d'en contrôler tous les facteurs.

Le point A du sujet AB ci-contre correspond +/- à la plage numéro 10 du coin sensito. Si nous sous-exposons délibérément ce sujet de deux diaphragmes, si nous

connaissons la constante utilisée (supposons la de valeur 0.15), nous pourrons facilement trouver le nouvel emplacement du sujet AB le long de l'axe des logarithmes de lumières. Dans le cas précédent, le sujet AB reculera vers la gauche (vers la zone de sous-exposition) d'une valeur égale à la valeur de sous-exposition divisée par valeur de la constante utilisée. Deux diaphragmes valent 0.60 (0.30 x 2). Le déplacement se fera donc de 4 plages vers la gauche et le point A se situera à la plage numéro 6. ( $0.60/0.15 = 4$ ).

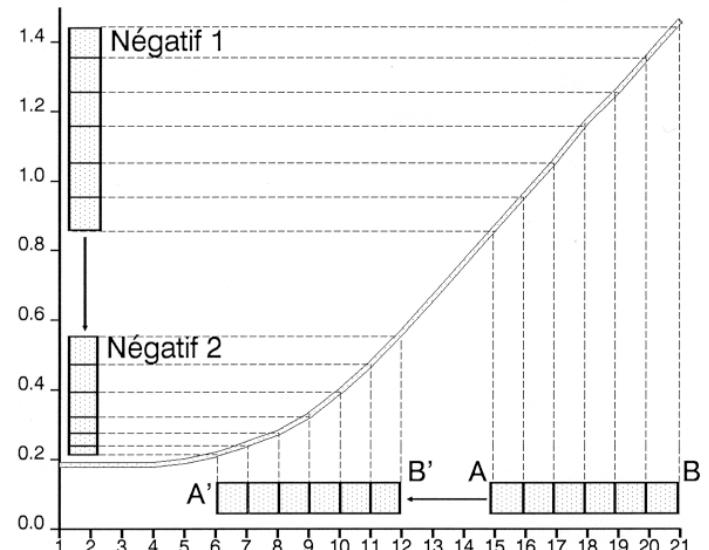
Il est évident que le point B suivra ce même mouvement.

La figure nous confirme le mouvement du sujet AB suite à sa sous-exposition de deux diaphragmes.

Le point A', pas plus que le point A'', ne se trouve plus rendu sur la partie rectiligne, il se produira donc un "tassemement" des ombres rendues sur le négatif. Nous ne pouvons plus mesurer que +/- 0.8 pour le contraste de ce négatif.

De la même façon, le négatif A''B'' a suivi le même chemin et nous lui calculons un contraste de +/- 1.1 qui est, lui aussi, inférieur à celui de l'exposition normale de l'exemple précédent.

Si nous visualisons plus précisément les différentes brillances du sujet, nous pourrons mieux encore constater le "tassemement" qui se produit lors d'une sous-exposition. Les valeurs les plus basses se confondront et une inévitable perte de détails s'en suivra. Les basses valeurs du négatif ne seront plus rendues correctement puisqu'elles ne passent plus par la partie rectiligne mais bien par le pied.



Le sujet A'B' est sous-exposé de 9 plages par rapport au sujet AB. Si la constante utilisée est de 0.20, cela représente 1.8 Log L, soit 6 diaphragmes de sous-exposition (1.8/0.30). Les trois valeurs les plus hautes du Négatif 2 sont encore rendues correctement puisque leur transfert passe encore par la partie rectiligne.

Le contraste négatif sera également modifié suite à ce "tassemement". Nous avions un contraste de 0.60 pour le négatif 1, il n'est plus que de 0.33 pour le négatif 2.

## Ouf, un peu de répit...

Détendons nous un peu en lisant cet article assez particulier écrit par Chenz sur la photométrie.  
Une autre vision des choses... (Zoom N°11)

Bande de petits canailloux, je vous salue bien et vous fais plein de bises partout, partout; enfin je parle surtout des dames présentes et qui se seraient lancées dans ce texte par une erreur bien excusable, allez bonsoir mes jolies, vous pouvez retourner à vos tricots.

Je disais donc canailloux, avec un x au pluriel, comme choux, genoux, hiboux, joujoux, cailloux, bijoux, houx, amours, délices, orgues et, bien sûr, lux. Lux prend un x au pluriel; au singulier, quand il n'y en a qu'un, on n'y voit pas assez clair pour voir comment c'est écrit. Et voyez-vous tas de feignants, justement aujourd'hui je te m'en vas te vous filer la céphalée du siècle, le mal de crâne comme il n'en ont pas en Amérique les années de crise, je te vas vous coller in the gencives la Photométrie d'un bout à l'autre, tout ça sérieux, sérieux, avec juste un peu de sauce verte pour faire passer.

A vos crayons, les gars, je ne veux plus voir remuer un nez.

Or donc, au début, étaient le Chaos et les Ténèbres. Et Dieu, bien sûr, qui était là depuis toujours, et qui commençait à en avoir plein Ses Bottes de toujours dans des bouts de Chaos par-ci par-là en se promenant les bras étendus. Il eut donc l'idée lumineuse que l'on sait, prononça les paroles que la légende rapporte, en latin d'ailleurs, ce qui prouve que c'est Dieu qui a inventé le latin et la télévision. Et la Lumière arriva, en traînant les pieds et en disant voilà, voilà, y a pas le feu, d'un ton maussade, vu qu'on n'avait pas encore inventé les unités de mesure de ladite; et qu'on ne connaissait pas encore sa vitesse à un cheval près (Pour les ignorants, C=2,9996 \* 108 unités MKSA).

Dieu dit "FIAT LUX" Ainsi commença la publicité parallèle

C'est parti. On pose la règle du jeu: toutes les insultes qui vont suivre se diront dans le système MKSA, mètre, kilogramme-masse, seconde, ampère. Toute cette science a été vérifiée et contrôlée par Bleble, mon génie familier qui me souffle dans le cou et qui a plus que moi l'habitude de cette sorte de choses, ce qui n'est pas peu dire.

A doncques, Dieu ayant créé la Lumière, lui montra les Ténèbres Extérieures, et lui dit de se mettre au boulot et plus vite que ça, et lui propulsa un grand coup de Pied qui fit qu'elle se coinça intégralement dans le Trou de la Serrure donnant sur les Ténèbres, et c'est ainsi que la Lumière se trouva réduite à une source ponctuelle, car la serrure était vraiment très petite et les Ténèbres très grandes. Le coup de Pied aux fesses était aussi très grand, ce qui fit que la Lumière se trouva propulsée à travers ce trou de serrure à la vitesse C et dans toutes les directions possibles avec une répartition égale, car telles étaient les instructions de Dieu. Ah mais!

Vous ai-je précisé que la Lumière était à l'origine une vaste mémé, avec des bigoudis partout et des seins énormes, une masse quoi! Quelque chose de bougrement copieux, ce qui fait que dans son vol à travers les Ténèbres il y a en chaque point de l'espace comme une présence tangible de ladite, transportant l'énergie du Pied et une odeur de vaisselle, ce qu'en quelque sorte nous appellerons un Flux, poussah! Vous pouvez vérifier, c'est dans la Genèse, revue et traduite en français par Cavanna. Et aussi sec, nous faisons entrer en jeu un bataillon d'archanges métreurs que nous nommerons les frères M,K,S et A. Ils étaient occupés à ce moment à mesurer les Ténèbres pour en faire un espace constructible pour les promoteurs futurs, et venaient tout juste d'inventer la notion d'angle solide. Un angle solide, c'est un cône. Un grand cône, et je vous défends de ricaner et de faire des jeux de mots obscènes. C'est un cône qui commence par le petit bout au Trou de Serrure, et que le grand bout, il n'en finit pas, Bonne Mère, et qu'un Archange métreur facétieux il trace une sphère d'un mètre de rayon autour du Trou de Serrure, en matière opaque véritable, et qu'il découpe dedans un cercle d'un mètre carré de surface, et que le cône de lumière défini par ce cercle et le Trou de Serrure c'est justement l'angle solide unité, que l'Archange métreur qui venait d'inventer le grec appelle cet angle solide unité de Stéradian.

Notez tout ça, ça peut servir.

Voilà, voilà, le Flux d'énergie compris dans ce cône est égal à un Lumen si la masse énergétique présente dans le Trou de Serrure est égale à un Candéla, ce qui n'est pas grand chose; et on notera que cette notion de masse énergétique en photométrie est une idée à moi, pas forcément idiote, et qui me permet de relier un tas de définitions physiques.

Un Archange métreur ayant pris un bout de Ténèbres, et l'ayant frotté très fort, finit par le faire chauffer suffisamment pour qu'il brille, et il définit ce centimètre carré de Ténèbres comme le Corps Noir unité, lequel convenablement frotté, rayonne tout de suite, ça ne sert à rien. Un autre archange métreur alluma dans un coin une bougie unité venue tout droit des Divins Stocks, et constata avec intérêt que l'énergie rayonnée par ladite était fort voisine de la candéla, ce qui fait qu'il fit immédiatement sécession, et ouvrit un commerce concurrent de lumière sous le nom de Lucifer Inc., ce qui signifie en bas-moldovaque du Sud: "Celui qui porte la Lumière et qui la vendra cher par le truchement des petits compteurs bleus". Ainsi naquit l'EDF.

En ces temps reculés, Jésus-Christ se baladait dans les Ténèbres en claquant des dents parce qu'il n'y faisait pas chaud, et en se demandant si il y avait vraiment un avenir dans ce monde obscur.

Et en vérité, je vous le dis, il ne fut pas mécontent de recevoir sa part du rayonnement précité, ce qui lui donna grande aise calorifique et fit qu'il inventa le Club Méditerranée, en prononçant ces paroles restées immortelles: "C'est pas du luxe!". Eh bien si, c'en était. C'était du lux, ainsi que lui précisèrent les archanges métreurs en lui faisant signer le bon de présence, car telle était le nom de l'unité d'intensité d'illumination. On dit aussi le Saint Esprit, au coefficient près.

On dit plus communément l'éclairement.

Nous préciserons que Jésus-Christ avait à l'époque une forme circulaire, qu'il avait une surface d'un mètre carré et qu'il était allongé à plat ventre sur la sphère d'un mètre de rayon entourant le Trou de Serrure. Il a bien changé depuis, allez. S'il avait été plus loin, il aurait été éclairé par moins d'un Lux, car telle est la Loi: toute personne, quel que soit son sexe, se trouvant à une distance D d'une source lumineuse, reçoit un éclairement inversement proportionnel au carré de cette distance D.

Ce qui s'écrit en hiéroglyphes précolombiens  $E=I/D^2$ .

Et qui se prononce pareil.

Jésus-Christ resta ainsi un fort long moment en cette position et il finit par acquérir une forte belle teinte "pain brûlé", car il venait d'inventer le bronzage. Il avait reçu une quantité d'énergie proportionnelle à l'éclairement multiplié par le temps d'exposition, quantité que nous appellerons la lumination, et que nous mesurerons en lux/seconde. Cette lumination est représentée par la lettre H, comme Hâle. Encore une vérité qu'on ne trouve dans aucun livre d'histoire, on vous ment, je vous dis.

En ce temps là, Dieu, ayant bien réfléchi et ayant un peu mal au Pied, dit: "Je suis Lumière". Et il se mit à briller, car telle était sa Volonté. Et son Visage devint resplendissant, et son Visage représentait juste l'unité de surface, dite Mètre Carré, et les archanges éblouis dirent qu'il était la Luminance, et que son Visage avait une luminance de tant de candélas par mètre carré. On a un peu oublié la valeur, il y a si longtemps...

Et il se regardèrent, et furent remplis de crainte, car ils brillaient tous d'un éclat, moindre d'ailleurs, de telle façon qu'ils se crurent aussi sources de Lumière.

Mais Dieu, qui aimait bien que les choses soient mises au point, et qui avait horreur de la concurrence, leur dit, de sa Voix puissante comme mille tonnerres: " Vous ne brillez point par vous-mêmes, ô archanges métreurs, mais de par ma Volonté, car je vous le dis, la Lumière dont vous rayonnez n'est que partie de la Mienne et ne saurait être confondue avec la Mienne, et ne saurait être mesurée par les mêmes unités, je vous enjoins donc à tous de définir votre éclat en Mètres Lambert, car telle est ma Volonté, et puisque Monsieur Lucifer continue à ricaner dans son coin, je te me l'envoies vite fait dans les Ténèbres Extérieures." Ce qu'il fit.

Ainsi fut établi qu'il convenait de ne point mélanger les Torchons et les Serviettes , et de séparer dans les pensées les plus secrètes les sources qui émettent de celles qui réfléchissent. Or, les archanges étaient tous, de par leur constitution, des Diffuseurs Parfaits, mais comme ils n'utilisaient pas tous les mêmes produits de maquillage, ils étaient plus ou moins sombres de teint, ce qui fait que la Loi les concernant dut faire intervenir un coefficient de réflexion, et fut énoncée en ces termes: la Luminance du premier archange venu, exprimée en Mètres-Lambert, est égale au produit de l'éclairement le frappant, exprimé en lux, et du coefficient de réflexion de l'intéressé, étant bien entendu que celui-ci est toujours un Diffuseur Parfait.

Sur ce, Lucifer sortit un œil rigolard des Ténèbres Extérieures, la Lumière se réfléchit sur cet œil rigolard suivant une Loi, qui n'était pas celle des Diffuseurs Parfaits , mais celle de la Réflexion Spéculaire. Il y a aussi le cas de Jésus-Christ, toujours aussi plat et circulaire. Il fut établi que son Eclat avait tendance à varier suivant qu'il regardait Papa en face ou qu'il se rongeait les ongles, ce qui est une très vilaine chose. Pour Lui fut établie une autre Loi qui précise que le flux qui éclaire un Plan qui ne lui est pas forcément perpendiculaire, produit une luminance affectée d'un coefficient égal au cosinus de l'angle entre ce Flux et la perpendiculaire à ce plan. Boum.

Tout cela traduit en hiéroglyphes pharaoniques s'énonce

$$L = E * p * \cos\theta$$

Tiens, une supposition comme ça, que deux ou trois vicieux voudraient avoir des luminances en candélas par mètre carré et non en mètre Lambert, ce qui dénote un cerveau un peu malade, non? Eh bien, ils divisent les Mètres-Lambert par  $\pi$ , et c'est une affaire qui marche. Et j'en profite pour préciser aux sclérosés des circonvolutions que le mètre Lambert est aussi appelé apostilb, blondel ou lux sur blanc. Un candéla par mètre carré sera égal à 1 Nit soit 3,14 apostilbs!

Oubliez vite ça, mes chéris, c'est un truc à prendre froid aux pieds.

Dans toute cette affaire, il y avait un Archange métreur qui n'avait pas bien suivi, vu qu'il était occupé à se faire un thé à ce moment là, c'était un gars spécial, toujours avec un parapluie et un drôle de chapeau. Quand ses petits camarades lui ont raconté ça, il a compris tout de travers, on lui disait mètre, comme il zozotait terriblement, il répétait foot; c'était un archange britannique. Pour son usage on remplaça Lux par Foot-Candle, Mètre-Lambert par Foot-Lambert, steak pomme frites par sanglier à la menthe et bougie décimale par smog. Il semblerait qu'aux dernières nouvelles cet archange farfelu se décide à se mettre au système métrique, au moment précis où tous les autres, pour se faire comprendre de lui, adoptent ses unités à base de division par 17,61.

La vie n'est pas simple.

Ababoum, ababoum tsoin tsoin. L'Histoire défile. Ababoum, ababoum. Les dinosaures, la luminance ils s'en foutent. Ababoum, ababoum; Clovis, les pharaons, la barbe fleurie, le tombeau de Diogène, tsoin tsoin, Louis 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ababoum, ababoum, Charles Quint, tsoin tsoin Louis XIV, l'Etat c'est tsoin tsoin ababoum Napoléon, et voila t'y pas qu'un ahuri des Alpes plein de bonnes intentions découvre la photographie dans l'hilarité générale, en fait cadeau au monde, ababoum ababoum des tas de gens se mettent à gagner des sous avec, sauf en France, tsoin tsoin, nous on a tout vendu pour acheter de la terre qu'un avait déjà, ababoum ababoum, heureusement Zoom arrive pour expier tous nos péchés.

## ALLELUIA!

La Luminance et les Mètres-Lambert, il n'y a pas que ça dans la vie. Toute l'astuce consiste à les transformer en chèques correctement provisionnés (plus taxes).

J'ai là, devant moi, comme je vous vois, à pas un mètre, et je n'en crois pas mes yeux, une paire de fesses. Féminines, parce que le marché de la paire de fesses féminines est plus vaste et meilleur que celui de la paire de fesses de mouche adulte et normalement constituée. Le problème est de transformer la lumière fabriquée à grands coups de fusion hydrogène-hélium par mon camarade Apollon en flux lumineux (lumens) puis en lux (bien chauds, la paire de fesses idéale se situe sur une plage de Méditerranée avec juste une petite brise fraîche) lesquels lux éclairent un diffuseur imparfait suivant la Loi de Lambert et la Loi du cosinus théta, - même la plus belle paire de fesses est un diffuseur imparfait, affecté d'un coefficient de réflexion qui dépend du modèle et de la maison Leichner -, et après avoir subi des transformations pas racontables parce qu'il y a quand même une morale, non mais des fois, j'ai un rédacteur en chef qui a déjà assez d'ennuis comme ça, on ira au Salon avec un journal rempli de photos de locomotives bien propres et sans poil autour, ce qui fait qu'on se fera fouter à la porte pour notre total manque d'intérêt, notre lumière infiniment tripotouillée se présente devant un objectif de grand prix, made in quelque part, constituant l'huis d'un appareil photographique.

## Suspense...

Que vont devenir toutes nos belles unités? Je vois d'ici Dieu lui-même qui regarde en biais avec inquiétude et qui tend son Sonotone pour avoir des nouvelles de sa Création.

Toc, toc, fait la Lumière. Oups, c'est le bruit de l'obturateur qui ouvre sa grande bouche et qui happe le confus rayonnement issu de la ...heu, comment disais-je, paire de fesses. Stop, nous passons à l'intérieur.

C'est tout noir, ne vous cognez pas dans les meubles. Devant nous, une plaque photographique, sortie de la lessiveuse de Messieurs KODAGFAGEVAERTANSOCOFERRANIATROISMFUJI. Derrière nous, l'objectif. Elle trotte la petite lumière fugitive, elle traverse la chambre noire, en se fatigant un peu en route, et vient se cogner boum sur la plaque photographique dans un jaillissement d'électrons. C'était au départ une luminance L, choisie parmi une collection de luminance L, toutes celles ci remises dans l'ordre représentent une paire de fesses.

La brave petite luminance traverse un objectif, plus ou moins opaque, tiens je lui donne un coefficient de transparence, pour mes objectifs à moi c'est T, pour les vôtres, c'est un centième T, tant pis, z'aviez qu'à les

nettoyer avant, elle traverse un diaphragme, il a une valeur c'est A, pour Aperture, parce que toutes ces choses un peu sales ça se dit en anglais, faut pas que les petits enfants puissent comprendre, elle traverse pendant un temps B, pour Time, parce que j'ai déjà utilisé T pour autre chose, oh et puis ça ira comme ça, voyons ce qu'on retrouve sur la pellicule de cette image prise avec un objectif de focale F.

Serrez les dents, c'est La Formule, Le Machin.

$$H = TL * \frac{1}{4A^2} * \frac{F^2}{V^2} * N * \cos^4 \Phi * K * B$$

Il manque des trucs: H, c'est la lumination, ce qui agit vraiment sur la pellicule et lui donne cette belle couleur bronzée, V c'est le tirage optique, plus on prend un gros plan de fesses, plus F2/V2 est petit, N est le facteur de vignettage,  $\Phi$  est l'angle d'incidence par rapport à l'axe optique, K est un coefficient qui regroupe tout ce qu'on a oublié.

L'American Standard Association, ASA et aujourd'hui ISO, fixe à un bon nombre de ces variables une valeur comme ça, établies par moyennes statistiques, en fonction d'un objectif à peu près correct, ce qui nous ramène à une équation plus simple:

$$H = K' * B * L/A^2$$

On rappelle que A est la valeur du diaphragme (2, 2.8, 4,...) et que le nouveau coefficient K' regroupe un tas de machins et qu'il est valable donc pour une prise de vues standard, et que, pour les gens qui utilisent le système MKSA, il fait autour de 24. C'est finalement une formule commode, qui permet d'obtenir des lux par seconde sur le film à partir des Mètres-Lambert sur le sujet. Les Lux-secondes, c'est l'unité qu'on retrouve en abscisses dans les courbes sensitométriques que je vous casse les oreilles avec depuis des lustres, et les Mètres-Lambert ça se mesure avec des instruments idoines, comme le brillancemètre (spotmètre) Minolta ou Pentax, qui donnent des mesures en unités fantoches dites E.V (Exposure Value), qui peuvent être converties en Mètres Lambert (voir tableau).

Moi, je vous le dis comme ça, pour ceux qui ont envie de pousser un peu plus loin, mais c'est difficile de faire les pieds au mur avec de l'Ektacolor Internégatif si on n'assimile pas un peu tout ça.

A hhh, c'est triste, les larmes me viennent dans mes beaux yeux, il y a encore une chose horrible qui nous arrive. Il y a des parasites sur l'image, un monstre hideux et plein de poils dénommé Flare vient nous fausser toutes nos belles mesures.

Il s'agit de toutes les réflexions parasites dans l'objectif, sur la pellicule, sur l'obturateur et sur la fumée de cigarette qui trône en permanence dans le boîtier: le tabac ça donne le cancer et les réflexions parasites, c'est bien fait.

C't'affaire là, ça nous met une cochonnerie lumineuse pas tellement déterminée et plutôt flousaille sur l'image, qu'on ne peut pas chiffrer une fois pour toutes, ça dépend d'une tripotée de facteurs, et ça joue surtout, comme effet, sur les faibles éclairements du sujet, ça réduit le contraste, c'est commode pour les rides, à la rigueur on peut l'augmenter en mettant des machins diffusants devant l'objectif, pour faire une vraie pin-up avec votre arrière grand-mère préférée. Je signale que les objectifs multi-couches présentent nettement moins ce défaut que les carreaux habituels. C'est même pour ça que le traitement multi-couches a été inventé.

Alors, pour être puriste, tiens, la formule complète:

$$H = B * ((K' * (L/A^2)) + E_F)$$

E<sub>F</sub> étant l'éclairement parasite du à cette cochonnerie.

Ben voilà, vous avez une petite idée de ce que c'est que la photométrie, et à quoi ça sert, je vous laisse pour cette fois-ci aux travaux pratiques. Je vous signale que la luminance de chaque élément d'une paire de fesses peut à la rigueur se mesurer à l'œil nu en regardant de très près.

La prochaine fois, on va dépiouter la norme ASA enfin celles des 2.369.678 qui nous intéressent, et ce n'est pas une mince affaire, mon ange gardien Bleble va encore être mis à rude épreuve, je vais faire monter de la bière, je vous laisse éperdus d'admiration devant la rude symétrie du tableau d'équivalence EV / Mètres

Lambert, qui est établi en fonction de la norme ASA moyenne pour 100 ASA , faites bien joujou avec, elle a été calculée pour nous par Joseph Staline.

Correspondance EV en Mètres Lambert (100 ASA)

EV	Valeur réelle (M.L)	Valeur approchée
-2	0,08409100	0,085
-1	0,16818201	0,168
0	0,33636402	0,336
+1	0,67272804	0,673
+2	1,34545608	1,345
+3	2,690991216	2,690
+4	5,38182432	5,380
+5	10,76364864	10,764
+6	21,52729727	21,527
+7	43,05459456	43,05
+8	86,10918912	86,11
+9	172,21837824	172,2
+10	344,43675648	344,4
+11	688,87351298	688,9
+12	1377,747025921377,7	
+13	2755,494051842755,5	
+14	5510,9880832	5511
+15	11021,976166411022	
+16	22043,952332822044	
+17	44087,904665644088	
+18	88175,809331288176	

Je vous aime.  
CHENZ

REMARQUE:

Cet article est la retranscription intégrale d'un article intitulé "Photologie" paru dans la revue photographique française Zoom (malheureusement disparue). Les propos, autres que purement scientifiques, qui y sont tenus n'engagent évidemment que leur auteur.

Après cette petite "récréation", revenons à nos moutons.

Nous avons vu comment se plaçait un sujet sur la courbe sensitométrique. Nous pouvons maintenant procéder à notre premier essai "véritable".

## ESSAI DU T.MAX 100 ISO

On expose un échantillon d'émulsion dans le sensitomètre. Il y a 1.30 de densité neutre dans les tiroirs à filtres puisque cette émulsion fait +/- 100 ISO.

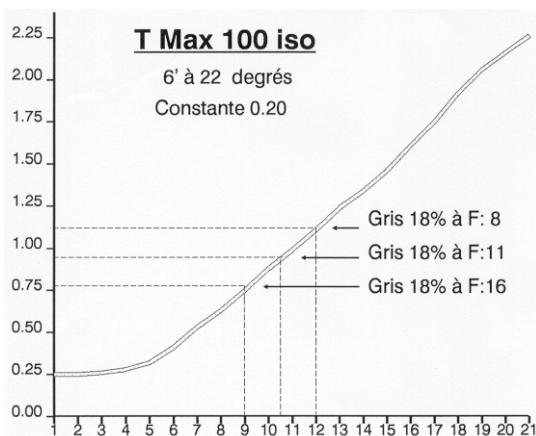
Le développement est fait suivant les recommandations données par le révélateur Kodak TMAX utilisé, c'est à dire 6 minutes de développement à 22°Celsius. L'agitation est réalisée par une machine de développement Jobo ATL1.

Toutes ces données sont consciencieusement notées, sans oublier la constante du coin utilisé: 0.20.

Après traitement et séchage complet, il est possible de procéder à la lecture des densités obtenues.

La lecture des plages se fait donc de la manière la plus simple sous le filtre visuel ambré Wratten 106.

Nous avons également exposé au moyen d'un appareil photographique un gris neutre Kodak à 18% de réflexion à trois diaphragmes différents: f:8, f:11 & f:16.



Il est relativement simple de positionner sur la courbe les densités données par ces trois gris: f 8 = 1.15, f 11 = 0.97, et f 16 = 0.78. On repère les valeurs sur l'axe des densités et on les ramène jusqu'à la courbe.

Les trois points sont ensuite "rabattus" sur l'axe des abscisses et nous pouvons constater "de visu" qu'ils sont bien séparés chacun de 0.30 Log (une plage et demie de 0.20 soit 0.30!).

On a également exposé une charte de 6 gris (JOBO) à plusieurs diaphragmes différents.

Notons simplement les valeurs en densités du noir et du blanc de la charte photographiée à 11. Reportons-les sur la courbe pour obtenir de la même façon que précédemment le graphique ci-dessous.

Il est maintenant plus facile de se rendre compte de l'endroit où se trouverait un sujet ayant un contraste de 1 à 64 exposé à f11 pour autant que la valeur la plus basse d'un tel sujet corresponde au "noir charte" (3% de réflexion). Deux sujets ayant un même contraste de 1 à 64 peuvent bien sûr être de densités différentes.

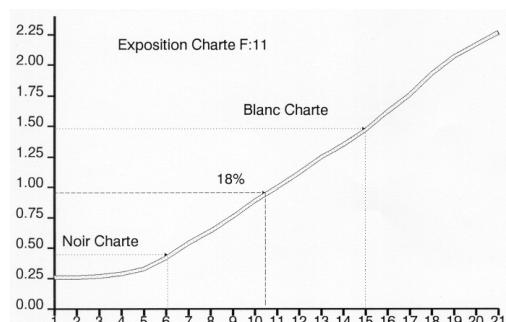
Exemple:

Un sujet A a comme valeurs de réflexion extrêmes 20 et 1280 lux. Son contraste est bien de 1 à 64. Un autre sujet B a comme valeurs extrêmes 4 et 256 lux; un autre contraste de 1 à 64. Nous aurons donc deux sujets ayant le même contraste de 1 à 64 (c'est à dire que la partie la plus claire du sujet réfléchira 64 plus de lumière que la partie la plus sombre) mais le sujet A sera dans de plus hautes densités que le sujet B.

Le "noir charte" qui ne réfléchit que 3% de la lumière qu'il reçoit se trouve à une densité de 0.49 qui correspond à la plage 6 de l'axe horizontal. Le "blanc charte" a, quant à lui, 96% de réflexion et une densité lue de 1.39 qui correspond à la plage 15 du même axe horizontal.

Il y a donc 9 plages qui les séparent, soit  $9 * 0.20$  (la constante utilisée) soit  $1.8 \log L$  ou encore 6 diaphragmes ( $1.8/0.30$ ). Rappel :  $2^6 = 64$

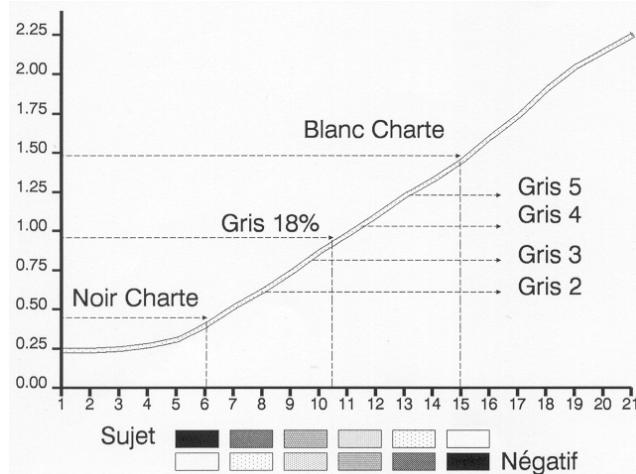
Les autres gris de la charte seront ainsi également répartis le long de la partie rectiligne. Il suffit simplement de lire leurs densités respectives et de les positionner correctement sur la courbe. Ils ont des réflexions doubles les uns des autres au départ du noir soit : 3, 6, 12, 24, 48 et 96%.



Il existe sur le marché des chartes de gris calibrées qui ont toutes les mêmes valeurs de réflexion que celles citées ci-dessus. Pour information, il s'agit des chartes de gris Agfa-Gevaert, la charte de la C.S.T (Commission Supérieure Technique du cinéma français) et la charte "Color Checker" de la firme Macbeth (qui fabrique également des densitomètres). Cette dernière étant la plus précise, la plus complète et bien sûr... la plus chère!

On constate que le gris 18%, ne se trouvant pas sur cette charte, se trouve cependant être juste la moyenne entre 12 et 24% et représente donc bien le "gris moyen", la valeur moyenne entre le blanc et le noir. Sa densité lue (pour f11) est de 0.97; ce qui le situe bien entre le gris N°3 de la charte à f11 (0.91) et le gris N°4 au même diaphragme(1.02).

Il est possible de se procurer ces cartons gris neutre à 18% de réflexion (2 grands et 1 au format 4x5") chez Kodak.(Référence: Publication R27-Cat 152 7795)



#### Remarque:

Pour certaines "facilités" graphiques, certaines valeurs de densités ont été "aménagées".

En effet, les calculs sont toujours très corrects sur nos beaux graphiques mais de petites imperfections peuvent intervenir lors des manipulations.

Supposons en effet que dans l'exemple des trois gris 18% exposés à trois diaphragmes différents (8, 11 et 16) de la page précédente, les graphiques ne soient pas corrects; que nous ne trouvions pas la même différence de 0.30 sur l'axe Log L que sur la bague de diaphragmes (alors que sur le graphique tout semble OK). Cela signifie tout simplement que le crantage (s'il existe!) de la bague des diaphragmes de l'objectif utilisé n'est pas d'une grande précision

(ce qui nous amènera plus tard aux tests photométriques, voir page 81).

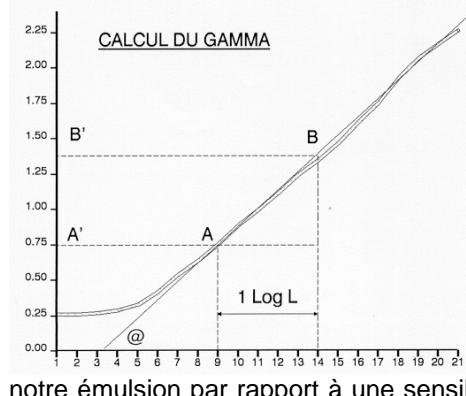
Il en va de même ci-dessus pour les différents gris de la charte utilisée. La différence d'une plage à l'autre peut ne pas être exactement d'un diaphragme si la charte utilisée n'est pas très précise, sale ou usagée... Nous ne saurons pas trouver les valeurs correctes (un diaph entre chaque gris) sur l'axe des log L. Cette différence n'est jamais énorme mais la remarque a son importance.

Pour ces différentes raisons, nous "arrondissons" (et nous arrondirons encore!) quelque peu les différents graphiques de cet exposé.

Nous pouvons également calculer le gamma  $\gamma$  de notre émulsion développée.

La formule est maintenant connue:  $\gamma = \Delta D / \Delta \log L$

La constante étant de 0.20, nous choisirons un écart de 5 plages pour avoir un dénominateur égal à l'unité.



Il ne nous restera plus qu'à effectuer une soustraction entre deux densités situées aux points B' et A'.

Soit  $\gamma = 0.63$  (1.38-0.75), valeur tout à fait dans la norme pour ce type d'émulsion.

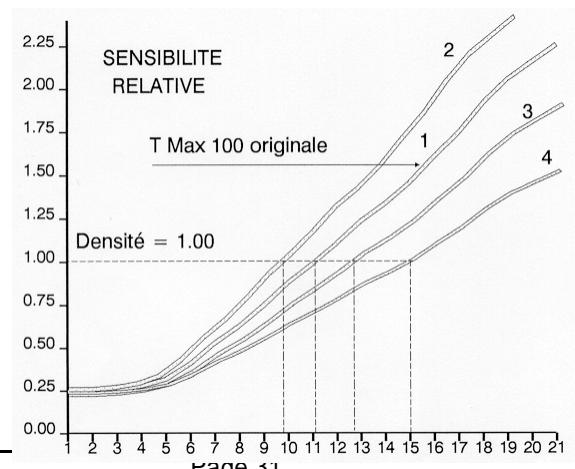
Si le système ci-dessus était ortho-normé, le  $\gamma$  pourrait nous être donné par la tangente de l'angle  $\alpha$ .

Pour réaliser ce sensitogramme, nous avons utilisé 1.30 de filtres neutres dans le sensitomètre; valeur en fonction de la sensibilité approximative de l'émulsion analysée.

Le calcul précis de la sensibilité ISO n'étant pas encore notre propos, nous pouvons cependant calculer la sensibilité relative de notre émulsion par rapport à une sensibilité connue.

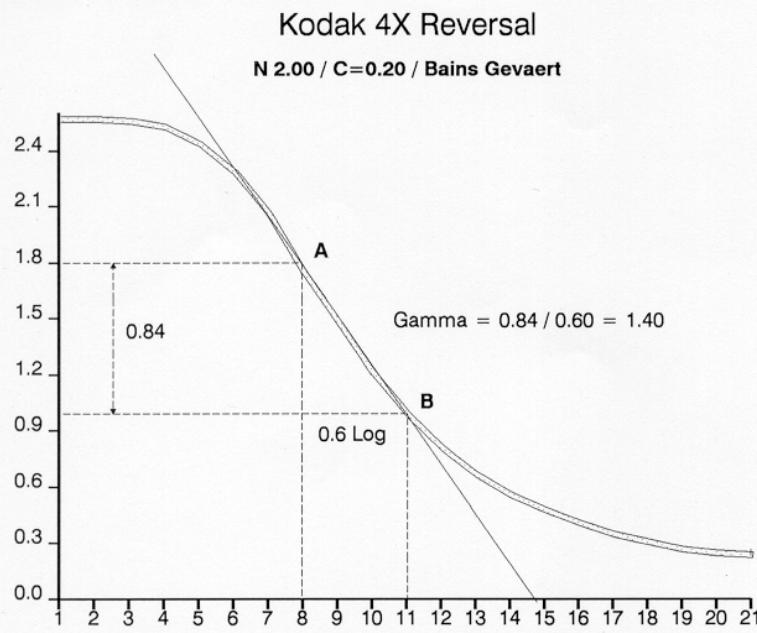
La densité 1.00 nous sert de référence. Nous calculons quelle illumination est nécessaire pour obtenir celle-ci pour chacun des films. Il faut, par exemple, moins de lumière au film 2 qu'au film 1 pour atteindre 1.00. La différence en plages nous donnera facilement la différence en sensibilité.

Dans ce cas, le film 2 a besoin de +/- une plage et demie (0.30) de lumière en moins que le film 1, on dira qu'il est plus sensible que le film 1 de cette valeur ; soit plus sensible d'un diaphragme. Si on connaît sa sensibilité, on pourra dire que le film 1 "fait" 100 ISO si le film 2 en fait 200 (par ex.).



La pratique des émulsions inversibles noir et blanc n'est pratiquement plus du tout répandue dans nos contrées sauf pour certaines applications très particulières. Ce fut cependant une émulsion très utilisée pour ce qu'on appelle aujourd'hui les "news".

L'apparition des émulsions inversibles couleurs spécialement conçues pour ces "news" (Gevachrome, Kodak Vidéo News Film , etc...) en a bien sûr précipité la "déchéance". Leurs noms ( Gevapan 30 Rév.; Gevapan 36 Rév., Kodak Double X, Kodak 4X Reversal....) sont désormais liés à l'histoire ...



Il s'agissait d'émulsions très malléables et relativement aisées à développer. Tous les laboratoires les traitaient et offraient plusieurs types de développement. Les contrôles chimiques étaient réduits puisque la plupart de ces émulsions étaient destinées au passage par télécinéma. L'électronique commençait déjà à permettre bien des "rattrapages".... Il en a été tourné des centaines de millions de mètres dans le monde entier. L'apparition de la télévision n'a pas été étrangère à ce succès alors que le phénomène inverse se produit actuellement: la disparition progressive des émulsions inversibles couleurs au profit des techniques vidéo sophistiquées et surtout beaucoup plus rapides (Betacam, etc...) pour ces fameuses "news", source de tant de calculs d'audimat....

Le procédé de développement de ces émulsions était différents des négatives bien sûr, mais toutefois relativement simple. Après un premier développement négatif à une température et un temps précis, l'image argentique obtenue était blanchie puis voilée en lumière blanche. Le contenu argentique non encore "noirci" (l'image positive) était alors développé dans un second révélateur puis fixé.

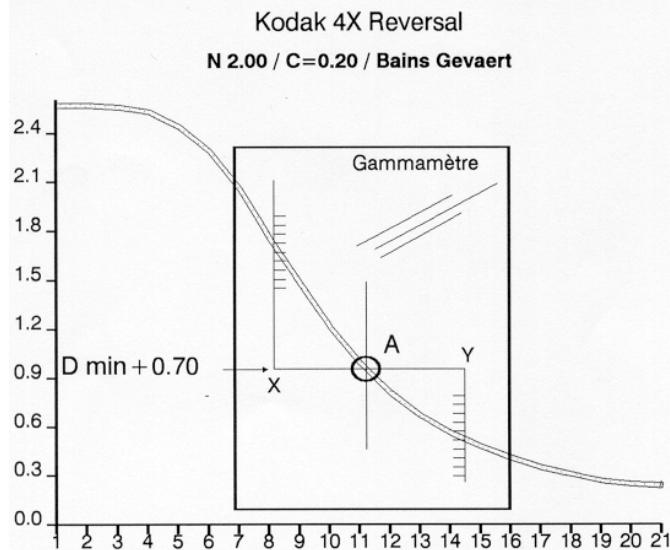
Certaines marques commercialisent encore aujourd'hui des "kits" permettant l'obtention d'images positives noir et blanc, de diapositives noir et blanc! Il existait encore il y a peu un film "Dia-Direct" fabriqué par Agfa-Gevaert qui permettait l'obtention de bonnes diapos noir et blanc. Ce film était un film négatif qui bénéficiait du traitement inversible noir et blanc. On peut trouver une foule de recettes permettant de réaliser ces différents produits dans le "Glafkidès" (Chimie et Physique Photographiques), "bible" indispensable de tout apprenti (et même confirmé!) photographe... (à la bibliothèque de l'INSAS.)

N'importe quelle émulsion négative convient pour autant que le gamma atteint au premier développement soit suffisamment élevé pour permettre l'obtention d'une image finale bien contrastée. Celui-ci va déterminer celui de l'image finale. Les films seront donc choisis en fonction de leurs caractéristiques sensitométriques de base (gamma élevé) et seront en plus sous-exposés et développés dans ce premier révélateur relativement contrasté, comportant plus d'hydroquinone et de potasse caustique que la normale. Les films les plus intéressants étaient des films à basse sensibilité tels que le Panatomic X aujourd'hui disparu. Les images obtenues pouvaient même être de teinte chaude (tendance sépia) ou froide (à tendance bleue) suivant la qualité des chimies utilisées. Les travaux sensitométriques s'effectuent de la même façon que pour les émulsions négatives.

La forme de la courbe est normalement inversée; en effet, le voile nous donne la densité minimale tandis que l'absence de lumination représente la + haute densité.

Ces émulsions avaient toutefois certaines caractéristiques légèrement différentes. Lors du calcul classique du gamma ci-dessus, l'épaule du film n'est pas prise en compte. Nous sommes un peu dans le cas des émulsions pour lesquelles il fallait calculer le Contrast Index.

Agfa-Gevaert a mis au point un système de calcul d'un double gamma: celui de la partie rectiligne et celui de l'épaule. On additionne les deux gammes obtenus et on en fait la moyenne :  $(\gamma_1 + \gamma_2) / 2$



Un "gammamètre" spécial facilite grandement ce travail.

On trouve un point sur la courbe situé à une valeur égale à la densité minimale augmentée de 0.70 (A). On détermine ensuite deux points X et Y situé à trois plages à gauche et à droite de ce premier point A. De ces deux points, nous pouvons alors rejoindre la courbe et nous pouvons facilement lire les valeurs de gamma sur l'abaque transparent.

Ces valeurs sont les valeurs des angles des tangentes des deux triangles rectangles formés. Il suffit de faire la somme des gammes trouvés pour en déduire le gamma moyen.

A notre connaissance, plus aucun laboratoire professionnel ne développe encore aujourd'hui

(février 1992) de l'inversible, ni même de la négative, Noir/Blanc en Belgique

Pour des développements de ce type, la production devra vous offrir un voyage, entre autres, à Paris ou à La Haye!

#### Attention:

Certains de ces laboratoires attendent même d'avoir un quota (métrage) qu'ils estiment suffisant avant de développer! N'apportez donc pas vos petits bouts habituels, vous n'aurez guère de chance!

Pour votre information:

HAGHEFILM Lab Services BB

Rietschans, 72

2352 BB LEIDERDORP - NL

Phone: 071/899220 Fax: 071/410934

LABORATOIRES NEYRAC FILMS

Siège social: Rue du Théâtre, 127 75015 PARIS - F

Phone: 45.75.62.24 Fax: 45.79.63.01

Laboratoire: Ardillières - 91740 LIMOURS - F

Phone: 64.90.75.45 Fax: 64.90.75.37

# INVERSIBLES COULEURS

Ce type d'émulsion est extrêmement répandu dans le monde: ce sont les fameuses "dias" de nos vacances, toutes les images destinées à l'imprimerie, les reportages proches et lointains, ...

Tout comme les inversibles noir et blanc en film, les films 16mm inversibles couleurs sont touchés par les progrès de la vidéo et leur utilisation devient de moins en moins fréquente. Le fameux sigle VNF (Vidéo News Film) n'aura bientôt plus guère d'écho auprès de nos reporters... Les "Gevachromes" sont déjà un lointain souvenir!

L'utilisation des diapositives couleurs est toujours en progrès constant (quoique les images numériques...). Elles sont de toutes les conférences, de toutes les soirées familiales (les dias d'Espagne :l'angoisse...!), de toutes les imprimeries...

L'émulsion inversible couleurs est constituée de trois couches sensibles chacune à une tranche du spectre (bleu, vert et rouge). Pour mémoire, le procédé de développement est relativement simple.

Après un premier développement noir et blanc, le développement est stoppé et l'émulsion lavée. Celle-ci est ensuite développée dans un révélateur chromogène contenant des agents d'inversion. Ces produits "voilent" la partie de l'émulsion n'ayant pas été exposée (l'image positive) et la développent dans un révélateur chromogène. Après rinçage et bain d'arrêt, l'émulsion est ensuite "blanchie" et fixée. Les procédés varient légèrement en temps et températures s'il s'agit d'émulsions photographiques ou cinématographiques mais les grandes lignes en restent semblables.

Le procédé E6 (Ektachrome Kodak) est le plus connu pour les émulsions photographiques et sert d'ailleurs à développer d'autres marques d'émulsions inversibles telles que Fujichrome, Agfachrome...

Le procédé Kodachrome est lui tout à fait différent.

L'émulsion est constituée de trois couches noir et blanc sensibles chacune à une tranche du spectre. Elles sont développées chacune après "voilage" dans la couleur complémentaire à leur sensibilité dans trois révélateur chromogènes différents contenant chacun les pigments colorés adéquats.

Dans ce procédé, les couleurs sont, en quelque sorte, amenées pendant le développement. Le procédé est long, fastidieux et coûteux mais les images obtenues sont inégalables en qualité.

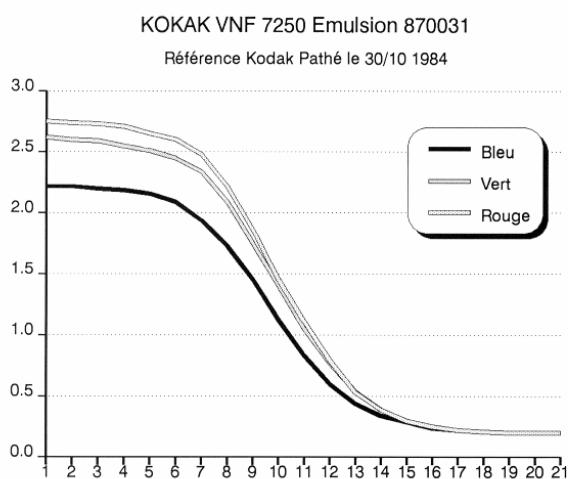
En 16mm, il existait deux seuls procédés: le VNF et le Gevachrome. Le procédé VNF permettait de développer également les émulsions film fabriquées par Fuji (RT500, RT125,...).

Le procédé Gevachrome a aujourd'hui tout à fait disparu.

Le procédé VNF est appelé lui aussi à suivre le même chemin, il ne lui reste plus que quelques années de répit. Fuji a aussi arrêté la production de film 16 mm inversible.

La réalisation de la courbe sensitométrique d'une émulsion inversible couleurs est des plus simples.

Les trois courbes sont analysées sous les trois différents filtres du status A (puisque il s'agit d'émulsions inversibles couleurs). Après avoir noté les valeurs des 21 plages dans les différentes couleurs, il suffit de les reporter sur notre graphique habituel. Comme c'est une émulsion inversible, les valeurs les plus denses seront vers la gauche du graphique, les hautes lumières se situeront à l'extrême droite de celui-ci.



La courbe représentée ci-contre a été réalisée avec le sensitomètre Joyce de l'INSAS, développée dans le laboratoire de Kodak/Pathé (à l'époque à Vincennes - aujourd'hui à Châlons-sur-Saône) et lue sur le densitomètre Macbeth TR 524.

Ayant été développée dans des conditions idéales, elle peut être considérée comme référence pour toutes les émulsions KODAK VNX 7250.

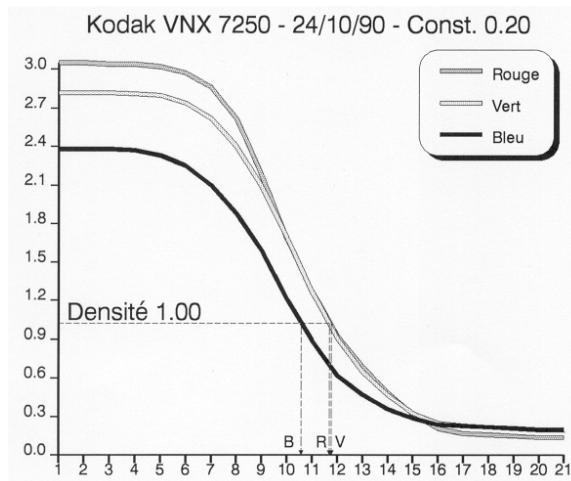
L'opérateur film demandera au laboratoire d'effectuer un coin sensitométrique d'une émulsion inversible pour plusieurs raisons.

En couleurs, tout d'abord pour vérifier s'il n'existe aucun croisement entre les courbes. Celles-ci se croisent, il deviendrait malaisé d'obtenir un étalonnage correct même avec les moyens les plus perfectionnés. Ces croisements apparaissent très rarement avec de l'émulsion fraîche.

Ils apparaissent surtout lorsque l'émulsion n'a pas été utilisée correctement par rapport à la température de couleurs pour laquelle elle a été "balancée". Par exemple, un film balancé à 5.500 Kelvins utilisé en lumière artificielle donne des images orangées pratiquement irrattrapables.

Remarque: une émulsion périmée n'aura que très rarement ces croisements, elle perdra simplement de la sensibilité et ses densités maximales chuteront de telle sorte que les noirs n'atteindront plus les valeurs minimales requises.

En effet, une émulsion utilisée d'une telle façon aura, non pas des courbes simplement décalées l'une par rapport aux autres, mais bien des courbes dont les gammes seront tellement différents qu'il ne sera possible d'étalonner qu'une seule des trois parties principales de la courbe à la fois (pied, partie rectiligne et épaule).



Ci-contre, une émulsion relativement normale. On pourrait peut-être critiquer la faiblesse de la courbe bleue mais les normes sont atteintes et pratiquement rien de ce petit défaut ne sera visible à l'œil humain. Pour rappel, il nous est pratiquement impossible de discerner des densités différentes au delà de 2.00 (soit 1% de transparence!).

Les noirs très profonds (au-delà de 2,5) seront légèrement bleutés mais même le plus perfectionné des télécinémas ne pourra discerner ce défaut.

Les voiles des trois courbes (densités minimales en zone de surexposition) sont normaux et tournent aux alentours de 0,20; ce qui est tout à fait normal. Les trois gammes semblent de valeurs égales; cette émulsion peut donc être comparée sans problèmes à l'émulsion étalon développée dans les conditions idéales.

### Sensibilité relative:

L'émulsion analysée peut être plus ou moins sensible que l'émulsion étalon. Le calcul de cette sensibilité relative est semblable au calcul d'une émulsion noir et blanc. Le calcul se fait exactement de la même façon mais sur les trois courbes cette fois.

La densité 1.00 est repérée sur les trois courbes et "rabattue" sur l'axe des logarithmes de l'éclairage. Il suffit de multiplier les numéros de plages trouvés par la constante utilisée pour trouver 3 valeurs que nous pourrons comparer aux 3 mêmes valeurs calculées pour l'émulsion standard.

### ECLAIREMENT RÉEL

La formule générale de l'éclairage est  $E = (I \times t)/d^2$  dans laquelle "I" représente l'intensité de la lampe (en candélas), "t" le temps d'exposition (en secondes) et "d" la distance du filament de la lampe au film (en mètres).

Pour calculer l'éclairage réel d'un sensitomètre, il faut donc connaître les trois facteurs ci-dessus.

Pour les sensitomètres Kodak, il n'y a pas de problème puisque la lampe équipant les sensitomètres est livrée avec une fiche d'étalonnage permettant de connaître l'intensité exacte en fonction du voltage appliqué au culot de l'ampoule. La distance séparant la lampe du film est réglable entre 11 et 26 centimètres, le temps d'exposition est lui aussi réglable.

Sur le sensitomètre Joyce/Löbl 2L (comme à l'INSAS), nous ne connaissons que le temps de pose choisi lors de l'achat: 1/20ème de seconde. Pour connaître l'éclairage réel de ce sensitomètre, il faut calculer de façon précise la distance entre les filaments des lampes et le plan du film ainsi que l'intensité exacte de celles-ci. Ces mesures sont d'une grande précision, donc très difficiles à effectuer. Il est plus simple d'établir l'éclairage réel en le comparant à un autre appareil dont l'éclairage est connu.

Nous connaissons l'éclairage réel du sensitomètre du Centre de Technologie Pathé établi à Vincennes (aujourd'hui à Châlons-sur-Saône). Nous avons donc comparé un coin exposé sur le Joyce de l'INSAS avec un autre exposé sur le sensitomètre Kodak du C.T.P. de Vincennes. Ces coins ont été réalisés sur une même émulsion invisible, développés ensemble et analysés ensuite avec le même densitomètre. Le seul paramètre variable de cette comparaison restait donc l'éclairage (E).

Notre formule devient:

$$E = (I \times t) / d^2$$

$$\log E = \log I + \log t - 2 \log d$$

Notre système de comparaison nous a dispensé d'utiliser cette formule.

**Pour rappel:**

$$\log A \times B = \log A + \log B$$

$$\log A/B = \log A - \log B$$

$$\log A^2 = 2 \log A$$

Il ne faut pas oublier de soustraire au résultat trouvé la somme des densités additionnelles se trouvant dans le densitomètre. Ces densités sont celles des filtres neutres placés dans le sensitomètre ainsi que celle de l'éventuel filtre correcteur de couleur (en général un Wratten 80A pour l'analyse des films "jour" au moyen des lampes artificielles du sensitomètre). A ces densités, il faut encore et enfin soustraire la densité de la plage 11 du coin de Goldberg utilisé pour la comparaison.

En ce qui nous concerne nos résultats, cette comparaison donne au sensitomètre de l'INSAS un éclairement réel de  $-1,66 \log E$  pour la plage 11.

## FACTEURS DE CONTRASTE

Les trois courbes d'une émulsion inversible couleurs sont analysées avec les filtres du status A.

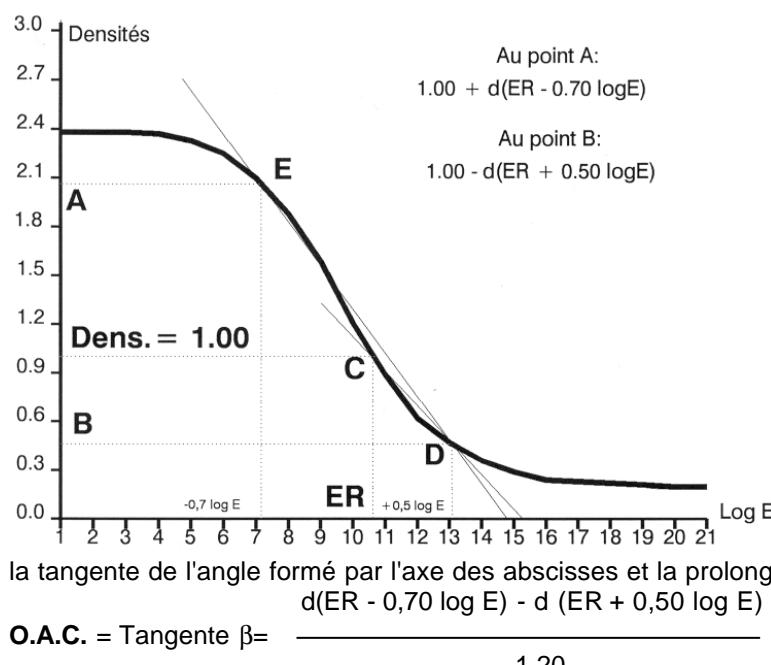
Comme il est difficile de positionner correctement une tangente car leur forme n'est pas très rectiligne, il est donc délicat de calculer un gamma correct avec cette seule valeur de tangente.

Tout comme pour le calcul du "Contrast Index" en noir et blanc, Kodak préconise le calcul de deux facteurs de contraste.

L'O.A.C. , (Over All Contrast), qui sera le contraste général de la courbe analysée et le T.C., (Toe Contrast) qui sera calculé plus particulièrement dans la région critique des émulsions inversibles couleurs: l'épaule.

Pour effectuer les calculs, il faut choisir trois points sur la courbe à analyser.

Il faut repérer tout d'abord la densité 1.00 , tracer une ligne rejoignant la courbe et redescendre ce point trouvé (C) sur l'axe des logarithmes de lamination. Le croisement avec cet axe horizontal prendra la dénomination E.R. (ER = Exposure Rating).



De ce croisement (ER), il faut ensuite se déplacer de 0,50 log E vers la droite et relever ce point sur la courbe (D). Celui-ci déterminera une certaine valeur de densité (B). Ce 0,50 log E est calculé en fonction de la valeur de la constante du coin utilisé pour réaliser l'échantillon à analyser (par exemple, il représentera 2 plages 1/2 si la constante utilisée est de 0,20).

De ce même croisement (ER), il faut ensuite se déplacer de 0,70 log E (3 plages 1/3 pour une constante de 0,20) vers la gauche cette fois et remonter vers la courbe pour croiser celle-ci au point E.

L'O.A.C. (Over All Contrast) sera égal à la tangente de l'angle formé par l'axe des abscisses et la prolongation de la droite reliant les points D et E :

$$d(ER - 0.70 \log E) - d(ER + 0.50 \log E)$$

$$O.A.C. = \frac{1 - d(E.R + 0.50 \log E)}{1.20}$$

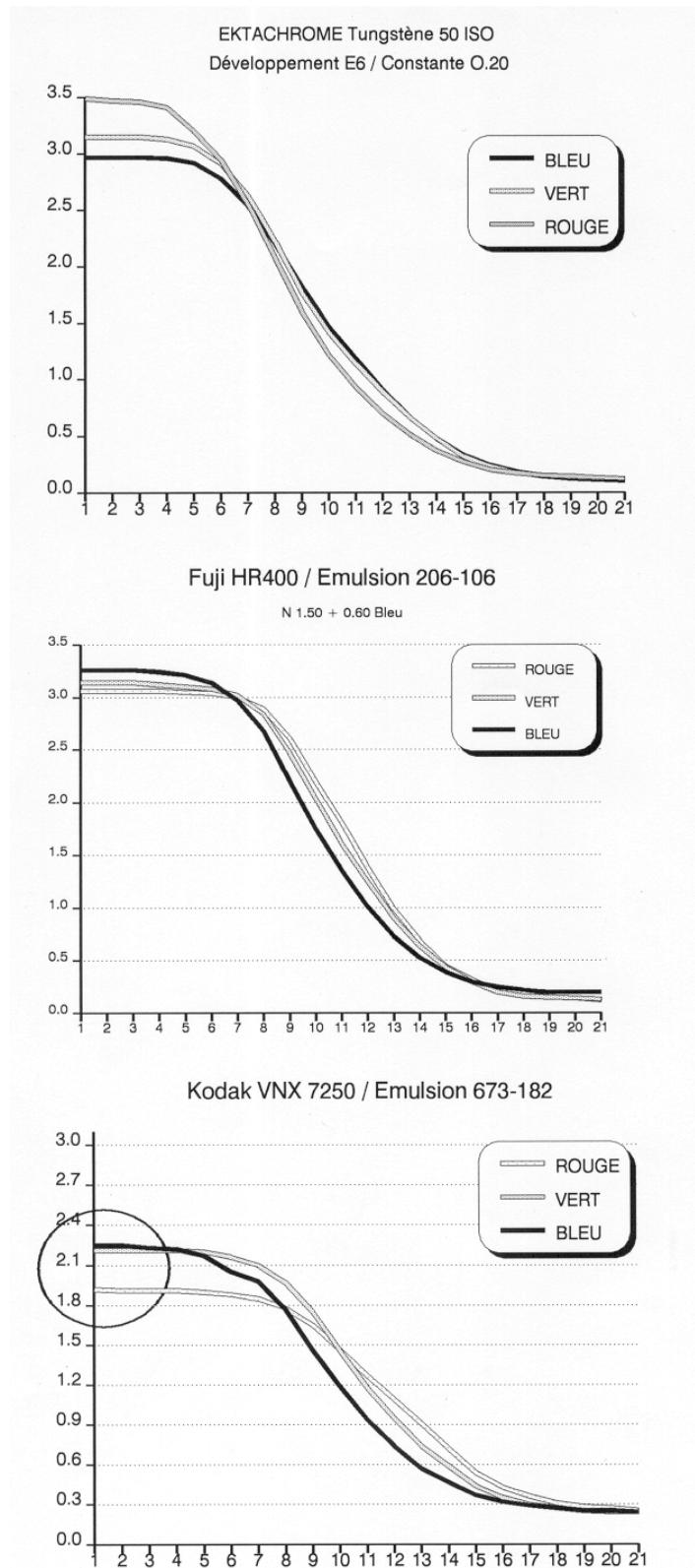
le T.C. (Toe Contrast) sera égal à la tangente de l'angle formé par l'axe des abscisses et la droite reliant les points D et C :

$$T.C. = \frac{1 - d(E.R + 0.50 \log E)}{0.50}$$

Il est possible de calculer également le contraste général en additionnant les deux valeurs trouvées et en en faisant la moyenne.

## EXEMPLES

Ci-dessous, deux émulsions photographiques normales et une émulsion cinématographique périmee depuis plusieurs mois (673.182). Cette dernière ne présente plus de densités assez élevées que pour être exploitée normalement (noirs transparents...).

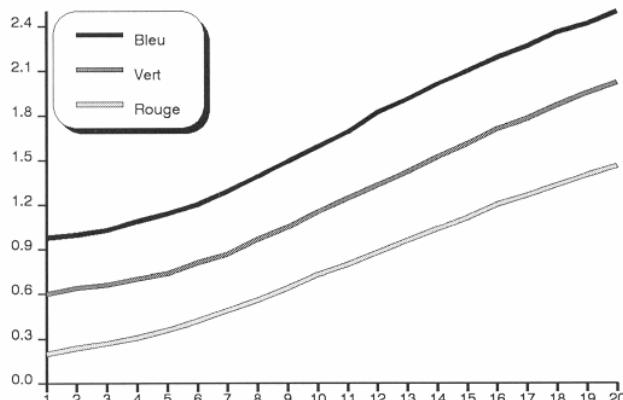


# Caractéristiques des émulsions couleurs négatives et positives

Tout le monde sait que la sensitométrie établit, sous forme de courbe, la relation entre la cause (la lumination) et l'effet (la densité).

## EASTMAN COLOR NEGATIVE 5248 / Fév. 91

Emuls.229 / Dév. Kodak Pathé (Châlons)



La toute première chose qu'il faut remarquer est l'écart entre les différentes couches photosensibles. Cet écart est du au masque orangé couché sur l'émulsion afin de pallier aux imperfections des colorants utilisés pour la fabrication de celle-ci. Comme cet écart est semblable pour toutes les émulsions, on ne le calcule pas.

Par contre, il faut tenir compte:

### 1) du Voile

Celui-ci est déterminé par l'absorption du support et la couche photosensible en elle-même. Il doit être le plus bas possible car toute augmentation entraînerait une perte de détail dans les basses valeurs.

### 2) de la Sensibilité

La formule générale de la sensibilité est:

$$S=K/E$$

K se trouvant être une constante de valeur (1 dans le cas des émulsions négatives) et E la valeur de la Lumination.

Mesurée au point E.R (Exposure Rating) cela donne:

$$S=1/H \text{ ou } S \text{ asa} = 1/H \text{ moyen}$$

Log H moyen =

$$(\log H \text{ Bleu} + \log H \text{ vert} + \log H \text{ rouge})/3$$

Voici quelques exemples:

Sasa	Hmoyen	E.R
100	0.01	500
125	0.008	530
250	0.004	540
400	0.0025	560
500	0.0002	570

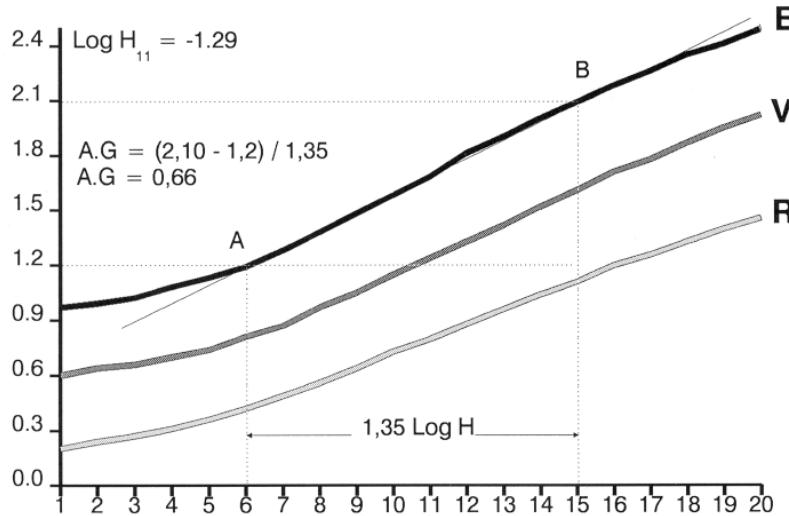
### 3) du Contraste.

Il a déjà été vu que le contraste représente la manière dont l'émulsion traduit un écart de lumières. Après un tirage couleurs, on essaye d'avoir un contraste de 1.70 sur l'écran. C'est à ce gamma que l'œil trouve l'image agréable.

Ces caractéristiques peuvent cependant être plus précises.

Il faut alors calculer la Dmin, le Contraste et l'Average Gradient (A.G)

Cet A.G représente la pente de la droite reliant deux points. Le premier est situé à 0.20 au dessus de la Dmin et l'autre à une lamination supérieure de 1,35 Log (soit 9 plages dans le cas d'un constante de 0.15)



La rapidité ER (exposure rating) est déterminée par la formule:

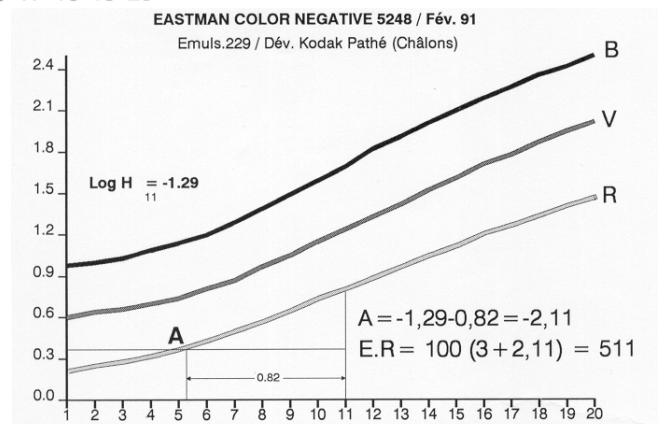
$$100 (3-\log H)$$

$H$  étant la lamination au point de densité située à 0.20 au-dessus de la densité minimale (Dmin). Dans ce graphique,  $H$  est égal à la lamination de la plage 6.

Dans le cas ci-contre, on trouve le point A en ajoutant 0,20 au voile. L'écart entre ce point et la plage 11 est de 0,82 Log H (le nombre de plages d'écart est multiplié par la valeur de la constante utilisée pour faire le coin). Le Log H en A est égal à -2,11.

Il suffit, dès lors, d'appliquer la formule pour obtenir un E.R = 511 (dans ce cas pour la courbe rouge)

On calcule ainsi de la même façon pour les deux autres courbes. Les chiffres ainsi obtenus sont comparés à d'autres afin de déterminer les éventuelles différences entre deux émulsions analysées.



### Comment trouve - t - on la valeur de LAD (Laboratory Aim Density).

Il faut partir de la formule traditionnelle  $(I \times T)/D^2$

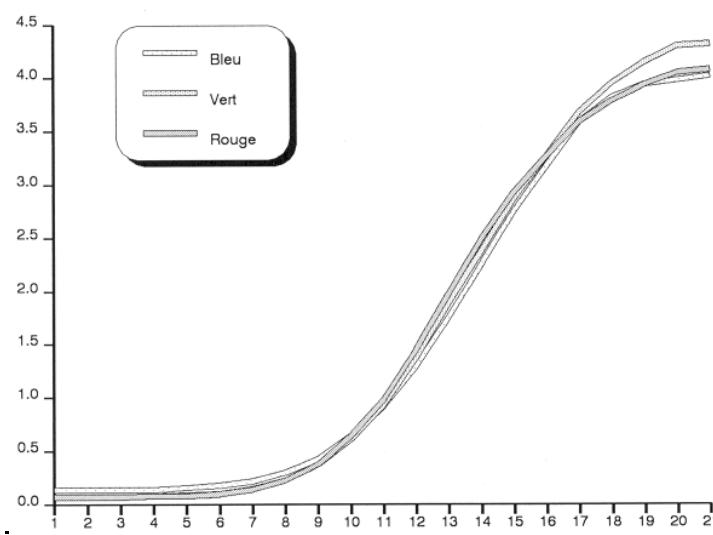
soit  $\log I + \log T - 2 \log D$

I se mesurant en candélas, T en secondes et D en mètres.

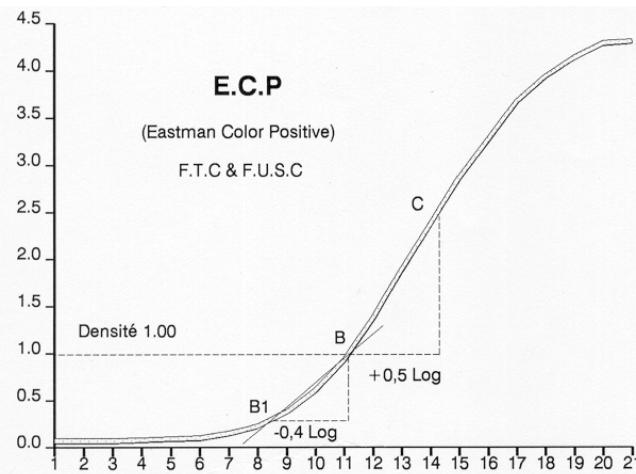
Il faut ensuite enlever du résultat la somme de densités additionnelles (filtres dans le sensitomètre) et la densité de la plage pour laquelle on souhaite trouver ce LAD (bien souvent la plage N°11 mais les autres sont toutes aussi valables)

Dans le cas d'une émulsion positive couleurs, les calculs sont légèrement différents.

EASTMAN COLOR POSITIVE



Pour la D min, cela ne présente pas de problèmes.



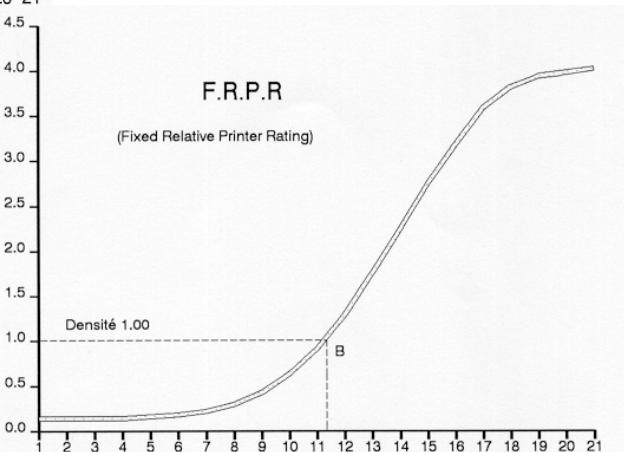
Le Contraste (**FTC**= Fix Toe Contrast) est la pente de la droite reliant le point de densité 1.00 et celui correspondant à une illumination inférieure de 0,40 LogH Soit B1 par rapport à B. On pourrait appeler ce contraste le gamma du pied de la courbe.

Il faut ensuite calculer le **FUSC** (!) (Fixed Upper Scale Contrast)  
Celui ci est représenté par la pente de la droite unissant le point de densité 1.00 à un autre point situé à une illumination supérieure de 0.50 logH.  
Soit C par rapport à B.

On calcule ensuite la rapidité **FRPR** (brrr!!!)  
(Fixed Relative Printer Rating) avec la même formule que ci-dessus soit:  $100 (3-\log H)$   
H étant toujours la illumination au point D=1.00

Le point B rabattu sur l'axe horizontal est à la plage 11 1/3. Comme le log H 11 pour cette émulsion vaut 0,41, on lui ajoute la différence entre le point rabattu et la valeur de la plage 11 soit +/- 1/3 de plage de la constante utilisée 0,15 soit 0,05. On peut donc dire que le point B se trouve à une illumination de 0,46.

On remplace dans la formule:  $100 (3-0,46) = 254$ . Cette valeur sera alors comparée à d'autres étalons pour en déterminer les caractéristiques.



#### Remarque:

Pour être plus précis il faut mesurer la contraste par des modules mathématiques.

Pour les négatifs, on calculera le **BFC** (Best Fit Contrast)

BFC est la pente de la droite des moindres carrés entre  $D_{min} + 0,20$  et un point situé à  $1,35 \log H$  plus loin.

Il faudra aussi calculer le **USBFC** (!!!) (Upper Scale Best Fit Contrast)

Cet USBFC représente la pente de la droite des moindres carrés entre le point  $D_{min} + 0,60$  et celui correspondant à une lumière supérieure de  $0,8 \log E$ .

La courbe n'est pas tout à fait droite, on partage en 5 parties égales la portions située entre les 2 points et on calcule pour chacune d'entre elles. On fait ensuite la racine carrée de la somme des différents carrés.

pour les films intermédiaires (intermediate), on calcule aussi:

- **DNBFC** (Duplicate Negative Best Fit Contrast)

C'est la pente de la droite des moindres carrés entre  $0,40+D_{min}$  et un autre point situé à une illumination supérieure de  $0,90 \log H$ .

- **MPBFC** (Master Positive Best Fit Contrast)

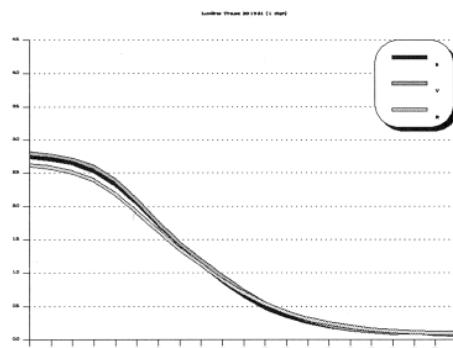
C'est la pente de la droite des moindres carrés entre  $0,60+D_{min}$  et un autre point situé à une illumination supérieure de  $0,90 \log H$ .

- **OBFC** (Overall Best Fit Contrast)

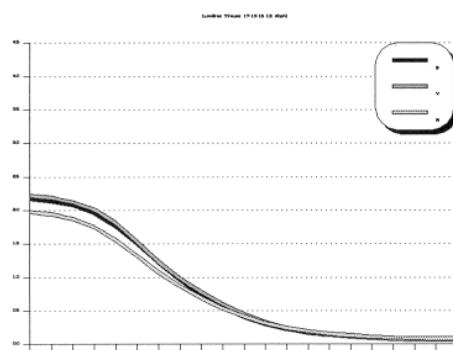
C'est la pente de la droite des moindres carrés entre  $0,30+D_{min}$  et un autre point situé à une illumination supérieure de  $1,50 \log H$ .

Ci-dessous, 4 courbes caractéristiques de 5248 (Eastmancolor) sur de la positive Eastman 5384 effectuées par Kodak Pathé. Seules les lumières de tirage sont différentes. Il faut 6 lumières de tireuse pour avoir un diaphragme de différence dans un sens ou dans l'autre.  
Le tirage normal est effectué aux lumières 29-25-27.

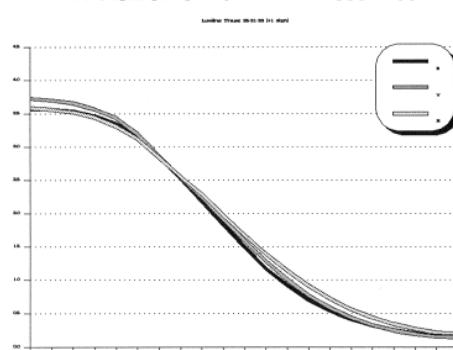
TIRAGE 5248-229 sur Positif 5384-203



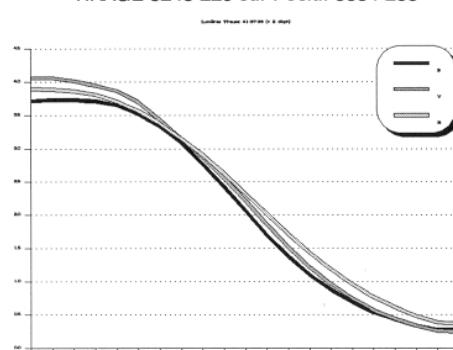
TIRAGE 5248-229 sur Positif 5384-203



TIRAGE 5248-229 sur Positif 5384-203



TIRAGE 5248-229 sur Positif 5384-203



## SENSIBILITE I.S.O. DES FILMS NOIR ET BLANC

Si, sous sa forme primitive, la normalisation date de l'antiquité, il fallu attendre le système métrique de la Révolution Française et l'essor industriel du 19<sup>ème</sup> siècle pour que la normalisation moderne des produits industriels prenne forme.

Contrairement à une idée couramment répandue, Ferdinand HURTER et Vero Charles DRIFFIELD ne limitèrent pas leur études à l'élaboration de la courbe caractéristique et à la détermination de la sensibilité des films photographiques. Pour s'en convaincre, il suffit de lire leurs travaux publiés entre 1889 et 1903 et, particulièrement, une étude publiée dans "The Photo Miniature" de novembre 1903 intitulée: "The Hurter and Driffield System: Being a brief account of their photo-chemical investigations and methods of speed determination."

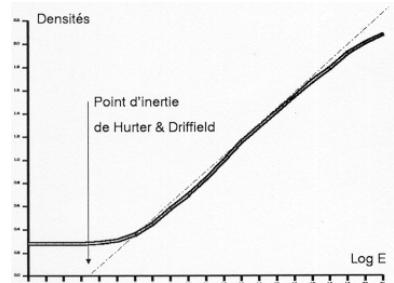
On y découvre que tous les éléments essentiels des méthodes normalisées de la sensitométrie sont présents: appareillage d'exposition et de mesure, conditions opératoires, tracé des courbes, calcul des sensibilités. La Sensitométrie était née; elle fut la bienvenue.

En effet, les fabricants d'émulsions continuaient alors à apposer sur les boîtes de films des indices de sensibilité plutôt fantaisistes, n'hésitant pas, lorsqu'un concurrent annonçait un chiffre supérieur à changer leurs propres étiquettes sans changer les produits!

### 1: RECHERCHE DES CRITERES DE SENSIBILITE

#### 1.1 BALBUTIEMENTS

HURTER et DRIFFIELD n'étaient pas les seuls à étudier ce problème. Ainsi SCHEINER avait-il proposé, dès 1894, d'utiliser une méthode dans laquelle on mesurait la sensibilité des films à partir de "la Densité de Seuil". Cette méthode un peu vague consistait à repérer l'exposition nécessaire pour obtenir la plus petite densité discernable visuellement sur le film lorsqu'on observait celui-ci dans certaines conditions. Par exemple: le film était posé émulsion vers le bas sur une feuille de papier blanc servant de réflecteur.



Plusieurs méthodes de sensibilité basées sur le seuil furent proposées par SCHEINER, EDER-HECHT, WARNEKE, CHAPMAN et JONES. HURTER et DRIFFIELD avaient choisi un critère différent: celui du "point d'inertie". Ce point est à l'intersection du prolongement de la partie rectiligne de la courbe caractéristique avec l'axe des log E (voir la figure page 65).

Si HURTER et DRIFFIELD avaient sélectionné ce critère, c'est parce que - avec les films de l'époque et les produits de développement employés alors - cette caractéristique ne se modifiait pas en fonction des conditions de traitement;

Mais, avec l'évolution des films et des produits et des produits conduisant tous deux à des taux de bromure plus importants, cette caractéristique devenait trop dépendante du traitement.

Par ailleurs, cette méthode présentait deux inconvénients: la partie rectiligne n'est pas toujours facile à déterminer avec précision et le système ignore complètement la curviligne inférieure de la courbe de réponse (le "pied" de courbe). Or, on utilisait de plus en plus cette partie, qui, précédemment, était considérée comme "interdite". Dans ces conditions, le critère d'inertie ne représentait plus fidèlement la sensibilité des films.

Aussi, dans les années 30, revint-on à des critères de densité fixe; Cette fois-ci, on ne parlait plus de seuil, mais d'un niveau de densité au dessus du support + voile. De nombreux systèmes furent élaborés dans lesquels le niveau de densité était déterminé en fonction des applications prévues pour le film testé. Il existe encore de tels systèmes pour les films spéciaux (scientifiques, aériens, etc...).

De cette famille, deux méthodes prirent une certaine importance internationale, le système D.I.N. et le système WESTON.

Le premier système DIN (Deutsche Industrie Normen) fut adopté en Allemagne en 1931. Le niveau de densité était de  $0,10 + S + V$ . Très rapidement, ce système fut critiqué car les conditions de traitement préconisées étaient plutôt "musclées" et ne correspondaient donc pas à un développement optimum en pratique.

Dans le système WESTON, on avait cherché, au contraire, à être plus réaliste. Ainsi les échantillons étaient-ils développés au gamma préconisé par le fabricant, le niveau de densité de référence étant égal au gamma.  $D = \gamma + S + V$

## 1.2 METHODES MODERNES

Toutes les méthodes précédentes avaient le même défaut: elles ne correspondaient pas à la pratique photographique mais uniquement à un abord uniquement scientifique du problème. En effet, les scientifiques ne pensaient à exprimer la sensibilité qu'en termes d'énergie lumineuse nécessaire pour produire une certaine réponse sur le film. Par contre, les photographes évaluent la sensibilité d'un film noir et blanc en fonction de sa capacité à produire d'excellents tirages. Pratiquement la bonne exposition est celle qui permet d'obtenir des modulations négatives suffisantes pour avoir des images positives dont le rendu est correct par rapport au sujet photographié. D'où l'idée de ne pas utiliser un critère de densité mais bien un critère de contraste minimum.

C'est vers 1925 que les premiers travaux en ce sens furent publiés, mais il fallut attendre 1939 pour que JONES (EASTMAN KODAK) propose une méthode achevée. C'est la méthode du "gradient limite" dans laquelle la sensibilité est exprimée en inverse de l'exposition nécessaire pour obtenir, sur la courbe caractéristique, un point tel que son "gradient" (sa pente locale) est égal à 0,3 fois celle du "gradient moyen" du film pour un écart de  $\log E$  de 1,5.

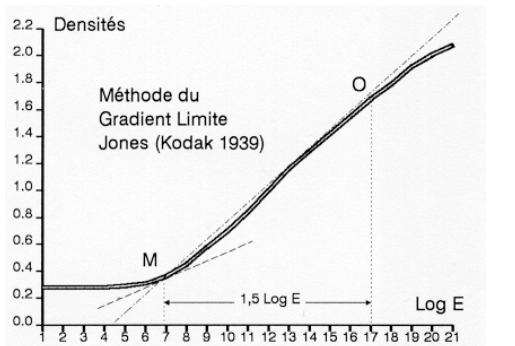
En M la pente locale est égale à 30% de la pente de MO.

A partir de 1939, l'EASTMAN KODAK calculera la sensibilité de tous ses films noir et blanc à l'aide de ce critère.

La méthode avait été élaborée par voie statistique. Plus de 200 opérateurs avaient classé et sélectionné de nombreuses épreuves photographiques et une corrélation avait été établie pour aboutir aux critères chiffrés.

La méthode du gradient limite appelée également "méthode du gradient fractionnel" fut adoptée en 19412 par le Comité spécialisé de l'A.S.A. (American Standard Association) qui préconisera comme gradient moyen (sur 1,5 log E): 0,70 pour les plan-films et les rollfilms et 0,60 pour les films 35mm (24x36).

Dans les années 40, de nombreuses expériences de corrélation validèrent la méthode et montrèrent sa supériorité sur les autres systèmes (JONES et NELSON). Cependant il subsistait une difficulté pratique: la détermination exacte sur les courbes du point "M".



## 1.3 METHODE ACTUELLE

Les difficultés pratiques précitées empêchèrent l'adhésion internationale à la méthode du gradient limite; En effet, la variabilité des résultats des repérages sur courbes effaçait l'avantage théorique de la méthode. Aussi les systèmes à densité fixe gardaient-ils de chauds partisans grâce à la simplicité et à la fiabilité du mode de repérage.

On chercha donc un compromis. Dans une étude publiée en 1956, NELSON et SIMONDS démontrèrent que, si la méthode du gradient limite fractionnel présentait une meilleure corrélation avec les sensibilités pratiques, c'est parce que les investigations de JONES (et NELSON) avaient porté alors sur des négatifs dont l'éventail de contraste était important. Ils avaient de bonnes raisons de le faire, car, à l'époque, on utilisait peu de méthode standardisée de traitement et chacun développait ses films avec ses propres "recettes", en ajustant souvent le contraste du film aux besoins de chaque prise de vue. On en était au plan-film. Les premiers écrits de Ansel Adams sur le "ZONE SYSTEM" en sont un bel exemple.

Mais les temps avaient changé. Tout d'abord avec la généralisation des films en bobine qui impose la recherche d'un même traitement pour toutes les images d'une bobine mais aussi par l'évolution des films et des produits qui permettaient d'obtenir une courbe de réponse quasi universelle quel que soit le sujet.

Dans ces nouvelles conditions, il était possible de restreindre le calcul de sensibilité au cas où le film est développé avec un contraste fixé, contraste correspondant à la valeur adoptée en pratique commerciale courante. Avec cette restriction incorporée aux conditions de traitement, les travaux de NELSON et

SIMONDS firent apparaître qu'un critère fixe de densité (comme  $0,10 + S + V$ ) présente une bonne corrélation avec le critère de gradient fractionnel, et peut donc être utilisé comme critère de sensibilité. En 1957, le comité de l'A.S.A. entreprit l'étude d'une nouvelle norme utilisant la méthode des densités fixes assortie de spécifications de développement. Cette norme sortit en 1960 (A.S.PH2-5-1960). Plus rien ne s'opposait à l'élargissement international de la norme. Petit à petit, la plupart des autres systèmes s'alignèrent sur le système américain avec quelques modifications réciproques:

- AFNOR S 20-001 (France)
- DIN 4512 (Allemagne)
- ANSI PH2-5-1972 (USA)

et la norme internationale ISO n°6 fut publiée en février 1974. Cette norme a été approuvée par l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, l'Egypte, la France, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, la Roumanie, le Royaume-Uni, la Suisse, la Tchécoslovaquie, la Thaïlande, l'URSS (CEI) et les USA.

C'est cette norme que nous allons étudier maintenant. Comme vous allez pouvoir le constater, celle-ci fixe avec précision toutes les conditions opératoires afin de pouvoir établir une échelle dans laquelle la seule variable est le film lui-même.

## 2. NORME ISO 6

### DETERMINATION DE LA SENSIBILITE DES EMULSIONS PHOTOGRAPHIQUES ACHROMES (NOIR ET BLANC) MODELE CONTINU POUR PHOTOGRAPHIE PICTURALE.

Il faut préciser que cette méthode n'est applicable ni aux films infrarouges, ni aux négatifs obtenus par diffusion-transfert, ni aux films photomécaniques, radiographiques ou aériens.

#### 2.1 CONDITIONS OPERATOIRES

##### 2.1.1 Conditionnement des échantillons

Les échantillons doivent être en équilibre avec le milieu ambiant maintenu à  $20^\circ +/-5^\circ\text{C}$  et  $60 +/-10\%$  d'humidité relative.

##### 2.1.2 Exposition

Type de sensitographe - Le sensitomètre doit être du type à éclairement variable non intermittent, ce qui veut dire que l'on expose en une seule fois avec un temps de pose donné.

Durée d'exposition  $\bar{y}$  - Cette durée doit être comprise entre 1/20ème et 1/80ème de seconde, ceci pour éviter les variations dues à la réciprocité (effet SCHWARZSCHILD).

Modulation - La variation de lamination sur l'échantillon, quelle soit continue ou non, doit être telle que le rapport des lumières ne soit pas supérieur à 2,5% par centimètre (pour faciliter la mesure de l'échantillon obtenu). Si l'on fait varier la lamination de façon discontinue, le rapport des lumières de deux plages consécutives ne doit pas être supérieur à racine cubique de 4. (Ceci pour avoir suffisamment de points pour tracer une courbe précise).

On utilise toujours sur les sensitomètres modernes, des gammes de densités comme modulateur. La norme précise la neutralité que doivent présenter ces gammes (coin de Goldberg): les densités spectrales effectives dans le plan d'exposition ne doivent pas varier de plus de 10% entre 360 et 400 nanomètres et de plus de 5% entre 400 et 700 nanomètres;

Source de lumière - On doit utiliser une source dont la distribution spectrale correspond à la lumière du jour moyenne, soit 5500 K (soleil non voilé à la latitude de  $40^\circ$ ), modifiée par la courbe de transmission spectrale de l'objectif moyen. La norme renvoie pour plus de détails à la norme ISO 2239 "Source de lumière destinées à l'exposition sensitométrique - Reproduction de la distribution spectrale de la lumière du jour »

##### 2.1.3. Traitement

Conditionnement des échantillons - Le traitement doit être effectué entre 1 et 2 heures après l'exposition. Les échantillons sont conservés à  $20 +/-5^\circ\text{C}$  et  $60 +/-10\%$  RH (pour éviter les variations en conservation d'image latente).

Développement - Pour chaque essai, il faut utiliser du révélateur neuf.

Après préparation, le révélateur est conservé au moins 6 heures avant son utilisation.

En voici la formule précise:

Eau distillée, sans air, à 55°C 500cc

Sulfate de monométhyl para-aminophenol	0,5gr
Sulfite de sodium anhydre	40,0gr
Hydroquinone	1,0gr
Carbonate de sodium anhydre	1,5gr
Bicarbonate de sodium	0,2 gr
Bromure de potassium	0,2gr
Eau distillée, sans air, pour faire	1000 cc

pH à 20°C: 9,4 +/- 0,2

- La durée de développement doit être telle que la différence de densité  $\Delta D$  soit égale à 0,80 +/- 0,05. Il est recommandé de développer plusieurs échantillons.
- La température du révélateur doit être de 20 +/- à 0,3°C.
- L'échantillon peut être développé dans n'importe quelle cuve à condition que l'agitation de la solution ait une efficacité équivalente à celle produite par le procédé qui suit.

On utilise une fiole isotherme dont les dimensions internes sont de 22 cm de profondeur et 4 cm de diamètre. Le film est fixé par deux élastiques sur une plaque de verre rectangulaire (20 x 3,5 cm). Cette plaque est fixée au bouchon de la fiole qui doit être remplie aux 3/4.

Pendant le développement, on fait basculer la fiole dans un plan vertical entre +45° et -45°, la période d'oscillation étant de 1 seconde. En même temps, on fait tourner la fiole autour de son axe, durée de chaque révolution 5 secondes.

Fixage - On arrête le développement en plongeant les échantillons directement dans le fixateur maintenu à 20 +/- 0,5°C.

En voici la formule précise:

Eau distillée à 55° 600 cc

Thiosulfate de sodium cristallisé	240gr
Sulfite de sodium anhydre	15gr
Acide acétique cristallisé	20cc
Tetraborate de sodium pentahydraté ( $Na_4HBO_3 \cdot 5H_2O$ )	15gr
Sulfate d'aluminium et de potassium	15 gr
Eau distillée pour faire	1000cc

pH à 20°C : environ 4,4

La durée du fixage est égale à deux fois celle de la clarification des films, mais ne doit pas être supérieure à 15 minutes. On agite vigoureusement durant les 30 premières secondes.

Lavage - Les films sont lavés à l'eau courante à 20 +/- 5°C pendant 15 à 25 minutes.

Séchage - On essore les films et on les sèche dans un courant d'air uniforme en réglant le conditionnement pour que l'opération dure au moins 15 minutes.

#### 2.1.4. Mesure des échantillons

On mesure les échantillons en densité standard diffuse de type

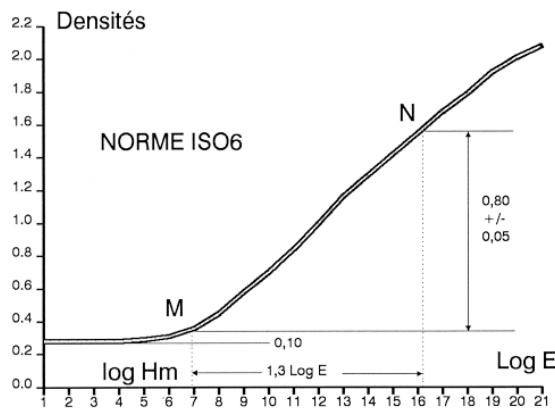
DT(90°; 3000K:<10°; P2-b) .Voir à ce sujet Photologie n°2 et la norme ISO n°5 "Détermination de la densité optique en lumière diffuse".

#### 2.1.5. Précision

Les conditions opératoires doivent être telles que l'erreur absolue en log illumination "Hm" ne soit pas supérieure à 13% (0,05 sur l'échelle des log E).

## 2.2 CALCUL DE LA SENSIBILITE ISO

D'après les mesures, on trace la courbe caractéristique H&D du film. (voir figure ci-dessous). On marque les points M et N tels que M corresponde à une densité égale à  $0,10 + S + V$  et N à un log E supérieur de + 1,30 à celui de M. On vérifie que  $\Delta D_{est}$  égal à  $0,80 \pm 0,05$ . Si cette condition est remplie, on utilise log Hm comme paramètre de calcul.



correspond à la sensibilité ISO logarithmique. Ainsi un film de ISO 100/21° est un film de 100 ASA et de 21 DIN. En principe, on n'emploie plus que les indices iso.

## 2.3 DETERMINATION DE LA SENSIBILITE ISO D'UN PRODUIT.

La sensibilité d'un produit doit être définie à partir de la moyenne des lumières "Hm" déterminées sur au moins douze échantillons différents. La sensibilité est calculée, comme indiquée précédemment, la valeur obtenue étant arrondie au nombre le plus proche de l'échelle normalisée.

Echantillonnage : Au moins douze échantillons différents sont utilisés. Ces échantillons sont constitués d'un minimum de 4 groupes de 3 échantillons, chaque groupe étant prélevé à, au moins, un mois d'intervalle. L'idéal est que chaque échantillon soit d'un numéro d'émulsions différentes. Les traitements ne doivent pas être regroupés.

Avant essai, les échantillons sont conservés dans leur emballage d'origine à  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  et  $60 \pm 10 \text{ RH}$  pendant 3 mois après leurs prélèvements chez le fabricant (ou chez un revendeur).

## 3. DISCUSSION

### 3.1 Particulière nécessité de la normalisation en N/BL

Comme pour tous les produits industriels, la normalisation des caractéristiques de base est indispensable pour les films photographiques. Sinon les utilisateurs seraient contraints de réaliser des tests compliqués à chaque nouveau lot d'émission. Par rapport à d'autres produits industriels, le film photographique présente une particularité : ce n'est pas un produit fini. En effet, le produit fini, c'est l'image qui est la somme de trois composantes : le film, le savoir-faire du photographe et le traitement chimique du film. Or, en noir et blanc, la variabilité des traitements possibles est très grande, contrairement à la couleur où l'on est contraint de suivre d'assez près les indications du fabricant.

C'est pour cela que dans la norme ISO n°6 que nous venons d'étudier, les conditions de traitement sont si précises ; ceci, afin de pouvoir établir une échelle utilisable par tous, y compris ceux qui ne maîtrisent pas le traitement et c'est aussi pour cela que le traitement préconisé est très proche des traitements standards que la plupart d'entre nous utilisent.

### 3.2. Note sur la chasse aux "zizos"

En inversibles couleurs, tout le monde s'accorde à dire qu'en général, on obtient des images satisfaisantes en "poussant" de 1 à 2 diaphragmes mais, qu'au-delà, la qualité se dégrade plus ou moins vite.

Il n'en est pas de même en noir et blanc où le délire est de rigueur chez certains. Qui n'a pas entendu parler d'une "Tri X" ou d'une "HP5" "poussée" jusqu'à 5 ou même 10.000 ISO/ASA. Sans parler des révélateurs miracles qui sont surtout miraculeux pour ceux qui les commercialisent.

En fait, lorsqu'on prolonge le temps de développement d'un film noir et blanc, on obtient, pour des temps doubles ou triples du temps normal, un gain de sensibilité apparente qui s'accompagne généralement d'une

On a :  $S = 0,8/H_m$   
et  $S^o = 1 + 10 \log 0,8/H_m$   
avec  $S$  = Sensibilité ISO arithmétique.  
 $S^o$  = Sensibilité ISO logarithmique.

$H_m$  est exprimé en lux seconde et les log utilisés sont les log décimaux.

Si l'on trouve  $\log H_m = -2,10$  ou encore, anciennement 3,90, on aura  $S = 0,8/0,008 = 100$  et  $S^o = 21^\circ$ .

On codifie la sensibilité par une désignation abrégée, par exemple "ISO 100" ou "ISO 21°" ou encore "ISO 100/21°".

N.B. : il faut préciser qu'avec l'alignement des principales normes de sensibilité, la sensibilité ISO arithmétique est égale à la sensibilité ASA, alors que la sensibilité DIN

correspond à la sensibilité ISO logarithmique. Ainsi un film de ISO 100/21° est un film de 100 ASA et de 21 DIN. En principe, on n'emploie plus que les indices iso.

montée du contraste. On arrive à gagner ainsi de 1 à 2 diaphragmes pour certains couples "Film + Révélateur".

Mais le contraste excessif empêche souvent d'obtenir des tirages corrects et l'image est souvent dégradée. Déjà, on ne peut plus parler de sensibilité ISO, puisque les contrastes obtenus ne correspondent plus aux valeurs imposées par les normes. On parle alors d'indice de pose (EV : Exposure Value).

Si l'on prolonge encore le développement, le contraste se stabilise puis décroît ensuite à cause de la montée en densité du voile. Il suffit de développer suffisamment longtemps pour faire disparaître l'image et obtenir une Dmax uniforme.

Par ailleurs, la granulation ne s'améliore pas et provoque un bruit de fond de plus en plus important qui peut même masquer les modulations en valeurs des images.

En résumé, on peut dire que le traitement normal permet d'obtenir les meilleures images et qu'ensuite, au fur et à mesure que l'on pousse le traitement, les images se dégradent d'abord à cause d'un contraste excessif, puis par un voile et une granulation qui transforment, petit à petit, les images en traces photographiques. Il est évident que certains couples "Film + Révélateur" sont plus performants que d'autres, mais il ne faut pas s'attendre à des miracles. Ainsi un film de ISO400 ne donnera pas d'images satisfaisantes à des indices de pose supérieurs à 1600.

NDLR: Il faudrait revoir ces valeurs avec les nouveaux films (T Max, etc...) sortis sur le marché depuis la rédaction de cet article en 1982. L'apparition des techniques utilisant les grains "T" et les nouvelles formules de révélateurs permettent aujourd'hui certaines "prouesses" sensitométriques impensables autrefois.

ECHELLE NORMALISEE  
SENSIBILITE ISO DES FILMS NOIR ET BLANC  
Valeurs de log Hm      SENSIBILITE  
de.....à S/S°

ISO

-0,95 à -0,86	6/9°
-1,05 à -0,96	8/10°
-1,15 à -1,06	10/11°
-1,25 à -1,16	12/12°
-1,35 à -1,26	16/13°
-1,45 à -1,36	20/14°
-1,55 à -1,46	25/15°
-1,65 à -1,56	32/16°
-1,75 à -1,66	40/17°
-1,85 à -1,76	50/18°
-1,95 à -1,86	63/19°
-2,05 à -1,96	80/20°
-2,15 à -2,06	100/21°
-2,25 à -2,16	125/22°
-2,35 à -2,26	160/23°
-2,45 à -2,36	200/24°
-2,55 à -2,46	250/25°
-2,65 à -2,56	320/26°
-2,75 à -2,66	400/27°
-2,85 à -2,76	500/28°
-2,95 à -2,86	630/29°
-3,05 à -2,96	800/30°
-3,15 à -3,06	1000/31°
-3,25 à -3,16	1250/32°
-3,35 à -3,26	1600/33°
-3,45 à -3,36	2000/34°
-3,55 à -3,46	2500/35°
-3,65 à -3,56	3200/36°

## **SENSIBILITE I.S.O. DES FILMS NEGATIFS COULEURS**

### **1. RECHERCHE DES CRITERES DE SENSIBILITE**

#### **1.1 HISTORIQUE**

Il est évident que les films négatifs couleurs, mis au point plus récemment que les films noir et blanc, bénéficièrent des recherches effectuées sur ces derniers, notamment celles basées sur des critères de contraste minimum. Pourtant, lorsqu'en 1965 l'American Standard Association proposa la première méthode de portée internationale (ASA PH2/27-1965), le système utilisé était plutôt hybride.

Dans cette méthode on mesurait la différence de densité que présentait la couche sensible au vert entre un point situé à 0,10 au-dessus du Support + Voile (S + V) et un deuxième point correspondant à + 1,30 log lumination (log E). Puis, une fois cette différence de densité repérée " $\Delta D_V$ ", on repérait sur les trois courbes, les points dont la densité était égale au Support + Voile + 20% de cette différence de densité " $\Delta D_V$ ". Comme on le voit, cette méthode tenait à la fois du critère de densité fixe et du critère de contraste puisque le niveau de densité de référence était en relation directe avec le contraste du film.

Une fois les trois points repérés, on déterminait graphiquement les 3 log illuminations correspondants; on calculait ensuite leur moyenne arithmétique (log H<sub>m</sub>) et l'on obtenait la sensibilité avec la formule:

$$S(ASA) = 1/H_m$$

La référence indirecte au contraste du film était alors justifiée par la diversité des contrastes utilisés par les différents fabricants de surfaces sensibles couleurs négatives.

Une autre particularité de cette norme était que la lecture des échantillons se réalisait en DENSITE DIFFUSE INTEGRALE SPECTRALE (Photologie n°3), les longueurs d'onde utilisées étant 436, 546 et 644 nanomètres, soit respectivement les bandes d'émission bleue et verte du mercure et la bande d'émission rouge du cadmium. Si ce système spectral avait le mérite d'être simple à définir, il ne correspondait à aucune pratique de tirage couleur et semblait donc difficile à justifier.

#### **1.2 ELABORATION DES METHODES ACTUELLES**

Bien que la norme précédemment décrite fut "réaffirmée" en 1971 et en 1976, les choses évoluaient parallèlement.

- Tout d'abord le système négatif couleur prenait une dimension importante, ce qui nécessitait l'utilisation de systèmes plus réalistes.
- Ensuite le contraste des films des différents fabricants se standardisait peu à peu et il devint possible de tirer des films d'une marque sur un papier d'une autre marque.
- Enfin la technologie des densitomètres évoluait considérablement et l'on peut envisager de produire à des coûts raisonnables des appareils simulant des réponses spectrales plus évoluées et surtout plus réalistes.

#### **1.3 METHODE ACTUELLE**

Dans la méthode actuelle, on lit donc les échantillons dans les conditions spectrales se rapprochant de la moyenne des conditions spectrales réelles de tirage, ce qui est un point essentiel dans la signification des mesures.

Par ailleurs, on utilise un critère de sensibilité à densité fixe, en l'occurrence: 0,15 + S + V.

Le critère de contraste a apparemment disparu. En fait il reste à l'origine de la méthode car on a pris la précaution de vérifier statistiquement que ce niveau de densité correspondait bien à un contraste local suffisant.

A la fin des années 70, plus rien ne s'opposait à la standardisation internationale. En fait tout le monde s'était aligné sur la position américaine, c'est à dire celle de Kodak, qui, là comme ailleurs, a joué un rôle déterminant.

La norme ISO 5800 que nous allons étudier a été publiée en 1979. A quelques détails près, elle est identique à celles préconisées par les principales normes internationales correspondantes, à savoir:

- ANSI PH2-27-1979 (USA)
- DIN 4512 Blatt 5 (Allemagne)
- AFNOR S 20-014 (France)

Cette norme ISO 5800 a été soumise aux comités internationaux en août 1977, et a été approuvée par les pays suivants: Afrique du Sud, Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Egypte, Espagne, France, Italie, Japon, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni, Suisse, Tchécoslovaquie, Turquie, USA, URSS (CEI) et Yougoslavie.

### **2. NORME ISO 5800**

## DETERMINATION DE LA SENSIBILITE ISO DES FILMS PHOTOGRAPHIQUES NEGATIFS COULEURS..

Cette méthode normalisée est applicable aux films négatifs couleurs destinés à la photographie picturale. Les négatifs obtenus sur ces films sont principalement destinés à être tirés sur papier, mais peuvent l'être sur support transparent. Les sensibilités obtenues sont celles à utiliser sur les posemètres, les calculateurs et les tables de pose.

Enfin on peut utiliser la présente méthode pour réaliser des comparaisons relatives entre films aériens.

### 2.1 CONDITIONS OPERATOIRES

#### 2.1.1 Conditionnement des échantillons

Après acquisition des échantillons, ceux-ci doivent être conservés dans leur emballage d'origine et dans les conditions recommandées par le fabricant. En l'absence de recommandation précise, cette conservation se fera à 20 +/-5°C et à 60 %/- 10% d'humidité relative.

On utilisera ces mêmes conditions (20°C; 60% RH) lors de l'exposition des films à étudier.

#### 2.1.2 Exposition

Type de sensitographe - Le sensitographe (ou sensitomètre), c'est à dire la machine d'exposition des échantillons, doit être du type à éclairement variable non intermittent, ce qui veut dire que l'on expose en une seule fois avec un temps de pose fixe et uniforme pour toute la surface de l'échantillon.

Durée de l'exposition - On doit utiliser une durée d'exposition correspondant à celle de l'utilisation habituelle du film. Toutefois cette durée devra être comprise entre 5 secondes et 1/1000ème de seconde. Comme la sensibilité des films varie à cause de la non réciprocité (effet **SCHWARZSCHILD**), la durée d'exposition utilisée pour l'essai, doit être spécifiée avec la sensibilité ISO sur les notices d'emploi.

Modulation - La variation de lamination sur l'échantillon ne doit pas être supérieure à x2,5 par centimètre si le modulateur est continu. Si l'on fait varier la lamination de façon discontinue, le rapport de lamination de deux plages consécutives ne doit pas être supérieur à racine cubique de quatre soit 1,6, ce qui correspond à des écarts de 0,20 en log lamination. La longueur et la largeur de chacune des plages doivent être égales ou supérieures à 4mm.

Les trois recommandations précédentes permettent d'obtenir des mesures densitométriques fiables et des tracés de courbes précis.

Les sensitographes modernes utilisent toujours des gammes de densité neutre comme modulateur d'éclairement. Aussi la norme spécifie-t-elle la neutralité que doivent présenter ces gammes. Les densités spectrales effectives dans le plan d'exposition ne doivent pas varier de plus de 10% entre 360 et 400 nanomètres et de plus de 5% entre 400 et 700 nanomètres.

Sources de lumière - Selon la nature du film à essayer, on sera amener à exposer l'échantillon en lumière du jour ou en lumière artificielle; il faudra alors utiliser des distributions spectrales énergétiques relatives précisées dans les normes ISO correspondantes, à savoir:

ISO 2239 - Sources de lumière destinées à l'exposition sensitométrique. Reproduction de la distribution spectrale de la lumière du jour.

ISO 2240 - Sources de lumière destinées à l'exposition sensitométrique. Reproduction de la distribution spectrale de l'éclairage au tungstène

ISO 2242 - Sources de lumière destinées à l'exposition sensitométrique. Reproduction de la distribution spectrale des lampes survoltées.

Filtres - Pour l'exposition sensitométrique, on peut utiliser les filtres correcteurs utilisés normalement lors de l'emploi des films essayés. On n'obtient pas alors la sensibilité ISO, mais un indice de pose équivalent qui permettra de déterminer l'exposition en pratique courante.

#### 2.1.3 Traitement

Conditionnement des échantillons - Pour les films professionnels, le traitement doit être effectué au plus tôt 4 heures et au plus tard 7 jours après l'exposition.

Pour les films amateurs, le traitement doit être effectué entre 5 et &10 jours après l'exposition.

Dans tous les cas les films doivent être conservés à 20 +/-5°C et à 60 +/-10% d'humidité relative.

Toutes ces recommandations permettent de limiter les variations dues à l'évolution de l'image latente.

Traitement - Contrairement au cas des films noir et blanc, il n'est pas possible ici d'imposer " un révélateur standard ni un contraste standard. Aussi la norme ISO 5800 précise-t-elle simplement que les échantillons doivent être traités conformément aux instructions du fabricant. Un échantillon de film non-exposé sera traité en même temps que les films afin de pouvoir déterminer la densité minimale.

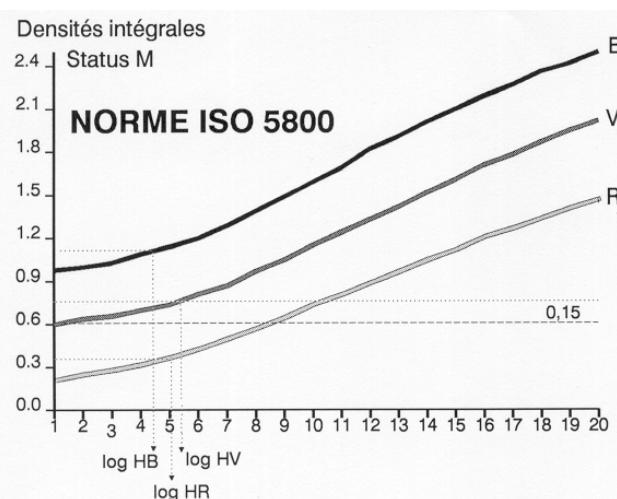
## 2.1.4 Mesure des échantillons

Les échantillons sont mesurés en DENSITES INTEGRALES sous filtres Bleu, Vert et Rouge.

- Les conditions optiques géométriques sont celles de la densitométrie standard diffuse (Norme ISO5).
- Les conditions spectrales sont celles correspondant à la simulation du tirage, c'est-à-dire le "STATUS M".

## 2.2 CALCUL DE LA SENSIBILITE ISO

D'après les mesures densitométriques, on trace les courbes caractéristiques du film négatif, les lumières sont en lux par seconde.



ensuite par la formule:  $S = \text{Racine carrée de } 2 / H_m$   
 Alors que la sensibilité logarithmique est calculée par:  
 $S^o = 1 + 10 \log (\text{Racine carrée de } 2 / H_m)$  ou encore  
 $S^o = 1 + 10 \log S$

Echelle normalisée de sensibilité.

Une fois la sensibilité calculée comme précédemment, elle doit être arrondie à sa valeur normalisée la plus proche. La sensibilité ISO peut être obtenue à partir de "log Hm" en utilisant le tableau ci-dessous:

### ECHELLE NORMALISEE DE SENSIBILITE ISO DES FILMS NEGATIFS COULEURS.

Valeurs de Log Hm de... à S/S°	Sensibilité ISO
-----------------------------------	-----------------

-0,50 à -0,41	4/7°
-0,60 à -0,51	5/8°
-0,70 à -0,61	6/9°
-0,80 à -0,71	8/10°
-0,90 à -0,81	10/11°
-1,00 à -0,91	12/12°
-1,10 à -1,01	16/13°
-1,20 à -1,11	20/14°
-1,30 à -1,21	25/15°
-1,40 à -1,31	32/16°
-1,50 à -1,41	40/17°
-1,60 à -1,51	50/18°
-1,70 à -1,61	64/19°
-1,80 à -1,71	80/20°
-1,90 à -1,81	100/21°
-2,00 à -1,91	125/22°
-2,10 à -2,01	160/23°
-2,20 à -2,11	200/24°
-2,30 à -2,21	250/25°
-2,40 à -2,31	320/26°
-2,50 à -2,41	400/27°

On détermine ensuite sur chacune des trois courbes les points dont la densité est égale à  $0,15 + S + V$  et on repère les log lumières correspondants (log HB, log HV et log HR).

La lumière "Hm" qui servira de paramètre est calculée à partir de la lumière de repérage sur la couche verte (HV) et celle de la couche la moins sensible (la rouge dans la figure ci-dessus).

Selon les formules:

$H_m = \text{Racine carrée de } (HV \times H \text{ couche la moins sensible})$  ou encore:

$\log H_m = (\log HV + \log H \text{ couche la moins sensible}) / 2$

La sensibilité ISO arithmétique doit être calculée

-2,60 à -2,51	500/28°
-2,70 à -2,61	640/29°
-2,80 à -2,71	800/30°
-2,90 à -2,81	1000/31°
-3,00 à -2,91	1250/32°
-3,10 à -3,01	1600/33°
-3,20 à -3,11	2000/34°
-3,30 à -3,21	2500/35°
-3,40 à -3,3	3200/36°

On codifie la sensibilité ISO sous la forme ISO S/S°.

Par exemple "ISO 100/21°"

Sous forme abrégée, on pourra écrire sous la forme "ISO 100" ou encore sous la forme "ISO 21°"

N.B. Rappelons ici qu'avec l'alignement des différentes normes, la sensibilité ISO arithmétique est égale à la sensibilité ASA, alors que la sensibilité ISO logarithmique correspond à la sensibilité DIN.

Ainsi, un film de 100 ASA et de 21 DIN est un film dont la sensibilité ISO est: ISO 100/21°.

## 2.3 DETERMINATION DE LA SENSIBILITE ISO D'UN PRODUIT.

La sensibilité ISO d'un produit doit être définie à partir de la moyenne des logarithmes décimaux des illuminations "Hm" déterminées sur au moins douze échantillons différents. La sensibilité est calculée comme indiqué précédemment en utilisant l'échelle normalisée de la page précédente.

**Echantillonage** - Les 12 échantillons nécessaires à l'essai doivent être groupés en au moins 4 ensembles comprenant au minimum 3 échantillons chacun, les ensembles étant prélevés à des intervalles d'au moins un mois. Chaque échantillon doit correspondre à un lot de fabrication différent. On doit procéder à au moins quatre opérations de traitement indépendantes, avec au moins trois échantillons de films pour chacune.

## 2.4 PRECISION

La précision absolue globale de l'essai technique doit être telle qu'elle n'affecte pas la valeur du log sensibilité non arrondi de plus de 0,05.

## 3.DISCUSSION

### 3.1 Latitude de pose des négatifs couleurs

On sait que l'on peut obtenir des épreuves satisfaisantes à partir de négatifs couleurs qui n'ont pas été exposés à leur indice de sensibilité nominale. Il faudra bien sûr effectuer les corrections nécessaires lors du tirage.

Ceci est rappelé dans le texte d'introduction de la norme ISO 5800 où il est fait état d'une latitude notable en surexposition des films négatifs couleurs, latitude pouvant atteindre +3EV. Ainsi l'exemple donné est, qu'un film de ISO 100, peut donner des résultats satisfaisants entre 12 et 200 ISO.

Utilisation systématique de la latitude de pose. - Les photographes amateurs utilisant des appareils simples ont souvent tendance à sous-exposer leur négatif en voulant faire des images par temps très nuageux ou dans des zones d'ombre. Ceci n'est pas sans poser de problèmes sérieux de tirage et entraîne une baisse du niveau moyen de qualité. Aussi, depuis quelques années, on utilise systématiquement la latitude de pose des films négatifs couleurs amateurs en surexposant les prises de vues au soleil en extérieur. Cela est réalisé en affichant tout simplement un indice de pose pessimiste.

Ainsi un film de ISO 100 peut-il être indiqué comme étant un film de ISO 64 ou encore on utilise du film ISO 400 sur des appareils de format "110" calibrés en ISO 100.

Un exemple encore plus astucieux de l'utilisation de cette latitude nous est fourni par le système DISC (ndlr: aujourd'hui disparu) de KODAK. Dans ces appareils, l'automatisme d'exposition ne règle ceux-ci que sur deux positions:

- 1/200e à f:16 sans flash lorsque la luminance moyenne du sujet est supérieure à 430 Cd/m<sup>2</sup>
- 1/100e à f:2,8 avec flash fixe (Puissance "BCPS = 60 Cd.seconde), si la luminance est inférieure à 430 Cd/m<sup>2</sup>

Dans ces conditions, compte tenu de la sensibilité ISO du film Kodacolor HR, le film est exposé normalement lorsque la luminance moyenne du sujet est de 500 Cd/m<sup>2</sup> et au flash pour des distances de l'ordre de 5 mètres. En dehors de ces deux conditions, c'est la latitude de pose du film Kodacolor qui permet l'enregistrement correct des images. En effet, ce film présente une latitude de l'ordre de -1EV à +3,5EV, ce qui lui permet d'enregistrer des sujets allant de la photo en intérieur à 1,2 mètres jusqu'aux extérieurs en plein soleil où la luminance moyenne des sujets est de l'ordre de 6500 Cd/m<sup>2</sup>.

N.B. Il est intéressant de noter ici que les appareils DISC ne pouvaient donc qu'utiliser des films couleurs négatifs à grande latitude de pose, l'emploi de film inversible étant exclu.

NDLR: Depuis la disparition du système DISC de Kodak sont apparus dans le même genre d'esprit les appareils "à jeter" (STRETCH, FUN, FUN Flash, FLYING, QUICK SNAP...). Signe des temps, utilisant eux aussi la latitude de pose très étendue du Kodacolor 400. Une seule combinaison vitesse/diaphragme pour toutes les expositions (1/100ème / f:11). Le labo se charge du reste!

Remarque: seul l'appareil à jeter STRETCH (panoramique) utilise du 200 ISO pour la finesse des grains lors de l agrandissement.

### 3.2 La chasse aux "ZIZOS" en négatif couleurs.

Indépendamment des possibilités offertes par la latitude de pose, on peut être aussi tenté d'obtenir un indice de pose maximum en "poussant" le traitement des négatifs.

Malheureusement il n'y a pas grand chose à attendre de cette technique. En effet, contrairement à ce qui se passe en inversible couleurs, les résultats sont ici peu spectaculaires.

Ainsi, en analysant les principaux films du marché et les effets des traitements poussés, on note dans les meilleurs cas, des gains de l'ordre de 2/3 à 1 EV, gains qui s'accompagnent souvent d'une dégradation des images due au trop fort contraste des négatifs, à une granulation qui se fait peu discrète et enfin à des effets de "bascules" (contrastes différents dans les trois couches) qui sont dues aux cinétiques différentes de chaque couche dans leur évolution en contraste, fonction des conditions de traitement.

En analysant plus précisément ce type de film, on s'aperçoit aussi que le traitement C41 standard est particulièrement actif et utilise l'essentiel des possibilités en sensibilité des films. Ainsi les images se dégradent-elles alors que les sensibilités plafonnent lorsqu'on continue à augmenter le temps de développement au-delà de 4 minutes. Donc, la qualité essentielle des films négatifs couleurs est leur souplesse d'utilisation due à une grande latitude de pose.

NDLR: Depuis la sortie des Kodacolor VR 1000, Ektar 1000 et des Fujicolor 1600 ISO, la "chasse aux zizos" en négatifs couleurs peut désormais entrer dans l'histoire.

# TEST PHOTOMETRIQUE

Une utilisation intéressante du densitomètre est la réalisation d'un test photométrique entre plusieurs objectifs.

En effet, bien qu'il soit normal que toutes les ouvertures affichant un même diaphragme laissent passer exactement la même quantité de lumière, il apparaît bien souvent que des valeurs semblables (un gris neutre à 18% de réflexion par exemple) ne donnent pas la même valeur en densité lors d'une lecture au densitomètre. Les diamètres des ouvertures n'étant pas rigoureusement semblables, des quantités de lumière différentes impressionnent donc l'émulsion et provoquent ainsi des noircissements différents. Il est bien sûr important qu'une ouverture de 5,6 (par exemple) donne exactement la même densité lorsque ce même 5,6 est affiché sur un grand angle ou sur un téléobjectif.

## PROCEDE:

On prépare côté à côté les différents objectifs à tester.

On éclaire de façon rigoureusement uniforme un carton gris neutre Kodak à 18% de réflexion.

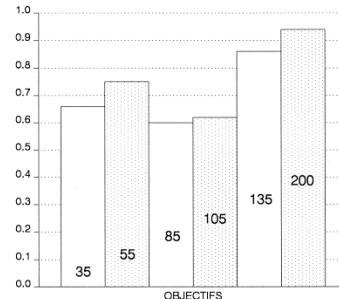
On charge l'appareil photo ou la caméra d'une émulsion quelconque et on expose le carton gris plein cadre en mettant l'objectif sur l'infini. Ces expositions se font à un même diaphragme (celui que l'on souhaite vérifier) au travers des différents objectifs à tester.

Remarque: Il est important de mettre tous les objectifs sur l'infini car de cette façon que le tirage est minimal. On ne doit donc pas tenir compte de la formule de l'allongement de ce tirage afin d'apporter certaines corrections. On peut en effet avoir des différences allant jusqu'à 1/2 diaphragme du tirage maximal au tirage à l'infini.

Après développement, on est en présence d'une série d'expositions représentant chacune une valeur de diaphragme de chacun des objectifs testés. On analyse ces différentes densités à l'aide d'un densitomètre par réflexion dont la tête est munie d'un filtre Wratten 106 (filtre "visuel" utilisé pour la lecture de densités noir et blanc). Le résultat idéal serait une ligne parallèle à l'axe des abscisses.

Prenons par exemple ces résultats:

Obj.35mm : 0,66  
Obj.55mm : 0,75  
Obj.85mm : 0,60  
Obj.105mm : 0,62  
Obj.135mm : 0,86  
Obj.200mm : 0,94



On prends l'objectif normal comme référence (0,75).

On constate que le 85mm donne, pour un même diaphragme et un même gris neutre, une valeur en densité de 0,60.

On note donc une différence de 0,15 en densité entre les deux objectifs (0,75 - 0,60).

Cela signifie que, si le noircissement donné par le 85mm est inférieur au noircissement donné par le 55mm, le diaphragme de ce 85mm "ferme" plus que le diaphragme du 55mm.

Pour équilibrer les deux diaphragmes de ces deux objectifs, il faudra donc intervenir au niveau de l'ouverture. On placera devant le 55mm un filtre dont la valeur n'est pas 0,15 mais bien le résultat du calcul provenant de la formule utilisée pour calculer le gamma soit (pour rappel):

$$\text{Gamma} = \Delta \text{Densités} / \Delta \text{LogE}$$

Ce qui nous intéresse est la différence en LogE.

Puisque nous connaissons la différence de densités (dans ce cas 0,15) et le gamma du développement des essais sur cette pellicule (0,75 par exemple), il suffit de replacer dans la formule ci-dessus et on obtient:  $\Delta \text{LogE} = 0,15 / 0,75$  soit  $0,20 \text{ LogE}$  ou encore  $2/3$  de diaphragme ( $\text{Log2} = 0,30 = 1 \text{ diaph}$ ).

On devra donc placer un filtre gris neutre de 0,20 de densité devant l'objectif 55mm afin qu'il donne un noircissement moindre.

Inversement, il faudrait donc "ouvrir" de  $2/3$  de diaphragme l'objectif 85mm afin d'obtenir un noircissement égal à celui donné par l'objectif 55mm.

# TEST COLORIMETRIQUE

Il est tout aussi important que les objectifs soient calibrés colorimétriquement avant une série de photos ou un tournage.

En effet, il est évident qu'un "jaune citron" photographié ou filmé avec un objectif d'une certaine focale et d'une certaine marque doit se retrouver exactement semblable lorsqu'il est filmé ou photographié avec une autre optique ou avec une autre focale de la même marque ou de marque différente.

C'est pour cela qu'on préfère travailler, lorsqu'on en a la possibilité, avec une série connue d'objectifs de la même marque. Les déconvenues sont alors réduites.

Il est évident que les différences ne sont jamais énormes mais qu'un filtre léger, quelquefois, peut être utile pour "remettre les compteurs à zéro". Ces petites corrections peuvent également être corrigées à l'étalonnage (dans le cas de film 16 ou 35) ou au tirage en laboratoire couleurs (dans le cas de prises de vues photographiques).

## PROCEDE:

La technique utilisée est semblable à celle du test photométrique.

Pour visualiser les éventuelles déviations colorées, il est intéressant d'effectuer les tests sur de l'émulsion inversible (film ou photo). Les différences apparaissent ainsi directement à l'œil.

Pour des calculs plus précis, on analyse les gris neutres filmés ou photographiés dans les mêmes conditions à l'aide du densitomètre et des filtres status adéquats. Les valeurs trouvées dans les trois couleurs analysées sous les trois filtres sont alors reportées dans un graphique.

Prenons l'exemple suivant:

Filtres	BLEU	VERT	ROUGE
Objectif 35mm	0,66	0,73	0,77
Objectif 55mm	0,75	0,82	0,92
Objectif 85mm	0,60	0,66	0,73
Objectif 105mm	0,62	0,64	0,74
Objectif 135mm	0,65	0,68	0,74
Objectif 200mm	0,59	0,64	0,70

Supposons que nous avons effectué le test photométrique et que toutes les optiques ont été alignées sur, par exemple, la densité en bleu de l'objectif de 85mm de focale.

Nous obtenons ainsi le tableau suivant:

Filtres	BLEU	VERT	ROUGE
Objectif 35mm	0,60	0,67	0,71 (-6)
Objectif 55mm	0,60	0,65	0,77 (-15)
Objectif 85mm	0,60	0,66	0,73 (Base)
Objectif 105mm	0,60	0,62	0,72 (-2)
Objectif 135mm	0,60	0,63	0,69 (-5)
Objectif 200mm	0,60	0,65	0,71 (+1)

On doit maintenant choisir un de ces objectifs comme "référence normale".

## COMMENT CONSIDERER UN OBJECTIF COMME NORMAL?

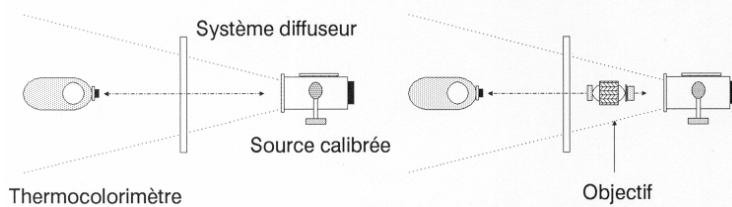
Du point de vue colorimétrique, un objectif peut être considéré comme "normal" ou, mieux encore, comme "neutre" si, après le passage de rayons colorés au travers de celui-ci, ces mêmes rayons ne se sont pas transformés du point de vue colorimétrique. En d'autres termes, cela revient à dire que la coloration éventuelle des lentilles de l'objectif utilisé n'a eu aucune influence sur le rendu.

On choisit donc un objectif "neutre" par goût personnel et on adapte ensuite les autres optiques sur la première choisie. On peut se trouver alors en présence de séries "chaudes" ou "froides"...

On peut également procéder de manière quelque peu plus scientifique pour déterminer la "neutralité" d'un objectif.

En premier lieu, il faut calibrer une source lumineuse de façon fixe; peu importe la température de couleurs de celle-ci du moment qu'elle reste fixe. Pour se simplifier la tâche, on prend une lampe ou un quartz "frais" à 3200 K. Il est bien sûr déconseillé d'utiliser la lumière solaire, beaucoup trop instable, pour ce test.

On place ensuite un verre dépoli (opalin ou tout autre système diffuseur) devant cette source afin d'en étaler parfaitement les rayons.



On analyse la température de couleurs à l'aide d'un thermocolorimètre. Si la source utilisée est bien équilibrée pour la température de couleurs donnée comme référence à l'appareil de mesure, celui-ci n'indiquera rien, ou plutôt ne donnera aucun filtre à placer puisque les balances sont semblables.

Remarque: une légère différence pourra apparaître suite à une très probable "non neutralité" du ou des systèmes diffusants.

Il suffit alors de placer l'objectif à tester dans l'axe du projecteur entre celui-ci et le ou les systèmes diffuseurs.

On place ensuite le thermocolorimètre au même endroit, c'est à dire: vers la projection sur le diffuseur des rayons passés au travers de l'objectif à tester.

L'appareil de mesures donne alors, en principe, d'autres valeurs qu'il suffit d'interpréter très simplement. L'appareil donnera la température de couleur à la sortie de l'objectif et par conséquent, après calcul, le filtrage à placer devant cet objectif pour en retrouver sa "neutralité".

En utilisant la sensitométrie, on pourrait également procéder comme suit:

On réalise un sensitogramme d'une émulsion couleurs (négative ou inversible) à l'aide d'un sensitomètre. On en trace ensuite la courbe caractéristique .

On filme ou on photographie un gris neutre à 18% de réflexion éclairé par une source dont on est parfaitement sûr de la température de couleurs. Elle doit être rigoureusement semblable à celle de la, ou des lampes du sensitomètre.

Comme la courbe caractéristique a été réalisée sans passage par l'optique à tester mais uniquement à l'aide d'un coin de Goldberg (donc, en principe, parfaitement neutre), on est en présence d'une courbe représentant 21 plages neutres.

En analysant le gris filmé ou photographié, on constatera sans doute des différences car, en principe, les trois valeurs lues sur le gris neutre devraient être parfaitement l'une au-dessus de l'autre sur la courbe. Cela n'arrive pratiquement jamais et les écarts constatés constituent la valeur du filtrage à placer pour rétablir la "neutralité" de l'objectif testé.

Dans l'exemple ci avant, par rapport au 55mm que nous considérons comme normal (voir ci-dessus), on peut constater une différence de:

- +0,02 en vert et -0,06 en rouge pour le 35mm
- +0,01 en vert et -0,04 en rouge pour le 85mm
- 0,03 en vert et -0,05 en rouge pour le 105mm
- 0,02 en vert et -0,08 en rouge pour le 135mm
- 0,00 en vert et -0,06 en rouge pour le 200mm

En étalonnage couleurs, on sait que la plus petite lumière d'une tireuse film "Bell and Howell" est égale à 0,025 en densité (1/12ème de diaphragme). C'est la plus petite variation que l'on puisse donner à un étalonnage. On considère donc celle-ci comme étant la limite de tolérance. Cette valeur dépassée, les variations colorées deviennent beaucoup plus perceptibles.

Par exemple, on analyse le 135mm par rapport au 55mm.

Une différence en vert de -0,02 est considérée comme nulle puisqu'elle est inférieure à la tolérance de 0,025. En rouge, on constate une différence de -0,08.

Comme elle dépasse largement la tolérance, on peut dire, et constater "de visu", que la densité est moins forte en rouge de près d'un tiers de diaphragme (0,10).

Cette différence est une différence de densités et ne constitue pas la valeur du filtre à placer. En effet, tout comme dans le test photométrique, nous devons passer par la formule de calcul du gamma  $\Delta D / \Delta \log E$ .

Il suffit de remplacer la différence de densité trouvée et la valeur du gamma de l'émulsion pour retrouver aisément la différence en log E qui nous intéresse plus précisément.

En supposant que le gamma soit = 0,60, nous trouverons un log E de:  $0,08 / 0,60 = 0,13 \log E$ .

Cela signifie que, comme l'émulsion est impressionnée plus dans la couche cyan, il faudra mettre un filtre compensateur rouge (si on a utilisé de l'émulsion négative pour le test) ou cyan (si on a utilisé de l'émulsion inversible) de la valeur exprimée en densité ci-dessus. De cette façon, on rétablit très facilement l'équilibre chromatique entre les deux optiques analysées. Si le filtre à placer est très fort ( $>>1/3$  diaph.), il faudra aussi en tenir compte en ce qui concerne l'ouverture de diaphragme.

# CONTROL STRIPS

Absolument tout ce qui a été vu précédemment tient compte du fait que les développements se font toujours de manière optimale. Tout ce qui est développé est donc considéré comme ayant subi un traitement idéal.

Pour arriver à ce traitement idéal, dans n'importe quel procédé que ce soit (noir/blanc, inversible ou négatif/positif), les laboratoires ont plusieurs moyens mis à leur disposition.

Les vérifications physiques des machines sont relativement simples à effectuer. Il nous apparaît peut-être évident de vérifier tout ce qui suit avant de démarrer un développement mais on se rend vite compte de l'importance de chacun de ces postes:

- vérifier les niveaux dans les cuves de la machine
- vérifier les niveaux dans les cuves de régénération
- vérifier les pompes de circulation des bains
- vérifier la température de la sécheuse
- vérifier la température du bain-marie
- vérifier le temps de passage dans le(s) révélateur(s)
- vérifier la température du (des) révélateur(s)
- nettoyer les filtres de la sécheuse
- nettoyer les "essoreurs" (squeegee)
- ouvrir les alimentations en eau chaude et froide
- ouvrir la régénération, en vérifier les quantités

Après tous ces contrôles "bénins pour certains", on pourrait mettre en marche les machines et ne plus se soucier de rien. Ce n'est malheureusement pas aussi simple que cela.

Les taux de régénération donnés par les fabricants sont, en général, calculés pour une densité moyenne (1.00 en inversible par exemple).

Si on tourne quelques centaines de mètres dans la neige par temps ensoleillé, il est évident que le révélateur négatif sera beaucoup plus sollicité par les halogénures d'argent ainsi insolés que par ceux de quelques centaines de mètres tournés dans la pénombre. Ce révélateur "travaillera" donc beaucoup plus et s'épuisera, par conséquent, plus vite que le taux de régénération ne pourrait le "régénérer".

De même, les fixateurs et bains de blanchiment (bleach) travailleront plus ou moins suivant les densités moyennes des images.

A la longue, les pH des bains se modifieront et il faudra calculer ceux-ci de manière précise afin de ne pas avoir de déviations colorées lors des développements.

Les "essoreurs" (squeegee) s'usant à la longue (à cause des agrafes servant à réunir les films entre eux) laissent passer de plus en plus de bain dans les cuves suivantes. Cela implique aussi certains problèmes (voiles colorés) qui doivent être résolus.

Tous ces problèmes peuvent être résolus par l'utilisation de strips de contrôle que l'on envoie régulièrement dans la machine et qui permettent un contrôle extrêmement précis des bains et même des paramètres physiques (temps, température, agitation).

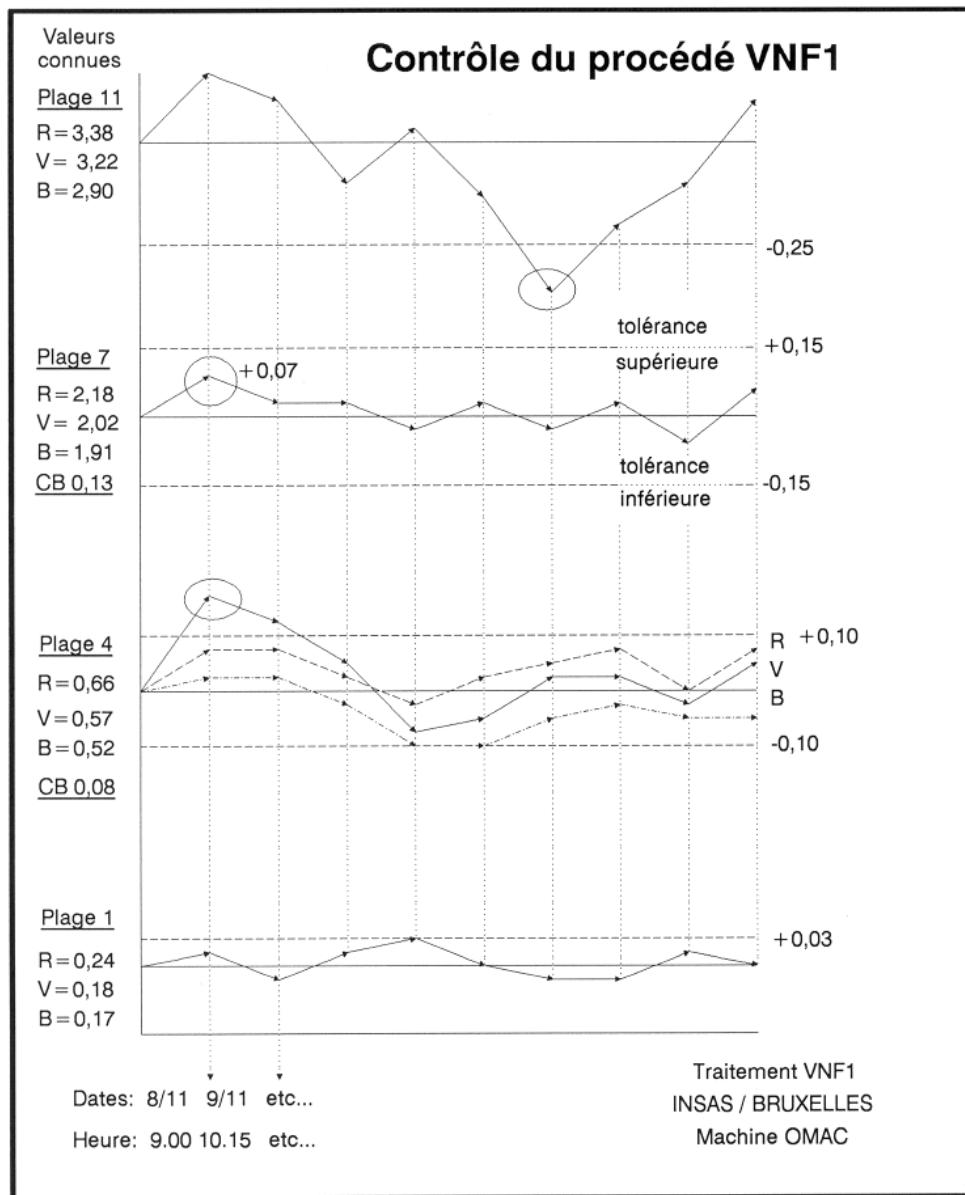
Ces "control-strips" se présentent sous plusieurs formes puisqu'ils existent pour tous les procédés: papiers et films (négatifs ou inversibles), noir/blanc et couleurs. Les fabricants mettent sur le marché des "morceaux" d'émulsion (papier ou film) pré-imprimés par leurs soins. On retrouve sur ces strips les indispensables chartes de gris et, quelquefois même, une "miss" de service.

Ils sont livrés et conservés à très basse température (-18°C) afin de préserver les images latentes. Dans l'emballage, on trouve un d'entre eux qui a été développé par les soins du fabricant et qui est donc considéré comme référence absolue.

Ce strip de contrôle doit être lu par le densitomètre qui sera utilisé pour les contrôles futurs. Il faut quelquefois tenir compte de légères variations indiquées dans l'emballage. Ils comportent en général 11 plages noir/blanc en progression arithmétique de  $0,30 \log E$ , soit un diaphragme de différence entre chacune d'entre elles. On y trouve également une plage des trois couleurs complémentaires: jaune, magenta et cyan. Les plages "gris neutre" vont du noir au blanc. On lit les densités de certaines d'entre elles pour les comparer avec celles du strip développé en usine.

Par exemple, pour les utilisateurs des procédés inversibles couleurs, on lira (en VNF1) les plages 1(voile), 4, 7 et 11(noir) du strip de contrôle. Les valeurs lues sous les trois filtres du status A seront notées sur une feuille de contrôle adéquate.

Numéro	Rouge	Vert	Bleu
1	0,21	0,18	0,17
4	0,66	0,57	0,52
7	2,18	2,02	1,91
11	3,38	3,22	2,90



Cette feuille de contrôle est barrée de 4 lignes horizontales qui correspondent aux 4 plages lues du "control strip".

En face de chacune d'entre elles, on inscrit les valeurs lues (bleu, vert et rouge) du strip développé par l'usine, valeurs modifiées si cela a été demandé.

Par exemple, on inscrira en face de la ligne horizontale la plus basse, les valeurs représentant le voile de l'émulsion inversible soit, dans l'exemple, 0,21/0,18/0,17.

On trace alors une ligne pointillée à 0,03 de densité au-dessus de cette première ligne. Cette ligne représente la tolérance à ne pas dépasser dans le voile de l'émulsion.

Toutdépassemement devient immédiatement perceptible.

Il suffit de procéder de la même façon avec les trois autres plages analysées.

Les tolérances ne sont cependant pas identiques.

Pour la plage n°4, on tracera deux lignes de tolérance à 0,10, au-dessus et en dessous de la ligne de référence. Ces lignes se situeront à 0,15 pour la plage n°7 et uniquement à - 0,25 en ce qui concerne la D max. (il n'y a pas de tolérance supérieure pour cette D max tout comme il n'y a pas de tolérance inférieure pour la D min.).

#### La "Balance Coloree"

On doit ajouter, en face de la ligne représentant la plage 4 et celle représentant la plage 11, une indication concernant la "C.B." (Color Balance). Celle-ci représente la différence entre la densité de la couche bleue par rapport à la densité de la couche verte.

Les tolérances pour la balance colorée sont (en VNF1) de 0,08 pour la plage 4 et de 0,13 pour la plage 7. Les densités des plages bleues et vertes ne doivent donc pas s'écartez de plus de ces valeurs de tolérance tout en restant dans les tolérances générales.

Après l'avoir fait dégeler (deux heures au moins), on développe un control-strip dans les conditions normales de développement.

Après séchage complet, on peut analyser les quatre plages étudiées ci-avant. On notera les différences qui ne manqueront pas d'exister entre ces différentes valeurs.

Par exemple à la plage n°7:

on lit en bleu, une valeur de 2,25 en densité.

On fait la différence entre la référence (2,18) et la valeur trouvée et on indique, sur une ligne verticale représentant l'essai, un point bleu à 0,07 au dessus de la ligne de référence (au-dessus puisque le reste de la soustraction est positif).

Toutes les déviations des courbes ont ainsi été analysées en usine et sont reprises dans une brochure appelée "monitoring" du procédé. Il "suffit" de comparer les déviations que l'on obtient avec celles reprises dans le "monitoring", d'en tirer les conclusions et d'entamer les modifications demandées. Il existe un "monitoring" par procédé.

N.B. Certains laboratoires photo amateurs sont reliés à un système informatisé relié à un terminal. Celui-ci reçoit par téléphone (modem) ou par courrier, les informations du labo concernant ses "control-strips", les analyse et renvoie par le même chemin les modifications à effectuer pour remettre le traitement en position normale

# SENSITOMETRIE & TELECINEMA

Aujourd'hui, la plupart des films tournés dans le monde passent, ou passeront en télévision. Pour réaliser ce passage "chimique/magnétique", on se sert d'un télécinéma.

Cet appareil ressemble à un simple projecteur film qui projette sur une cellule électronique qui transforme les rayons lumineux reçus en informations électriques. Le principe serait celui d'une caméra vidéo filmant un écran où est projeté le film.

Ces appareils, même les plus modernes d'entre eux, ne savent malheureusement pas lire toutes les informations qui se trouvent sur les images argentiques. En effet, les systèmes de lecture (voir plus loin) étaient incapables de "lire" des images dont la densité était inférieure à 0,30 (les blancs) et supérieure à 2,35 (les ombres et les noirs). Cet écart ne représente pas la totalité de l'étendue de contraste d'une émulsion normale. Les résultats ne se font pas faire attendre: tout ce qui passe sur un télécinéma et donc reproduit en vidéo est, en général, une vraie catastrophe (le dernier 1/4 d'heure d'"APOCALYPSE NOW" vu à la télévision est, malheureusement pour lui, un morceau d'anthologie).

Pour pallier à ces problèmes, les télécinémas sont munis de systèmes de correction afin de pouvoir modifier le pied, la partie rectiligne ou l'épaule des courbes.

Avant l'apparition de l'informatique dans cette technique, les appareils étaient dotés d'un système appelé "T.A.R.I.F." (Technical Apparatus Rectifying for Inferior Films"). Ce système comportait trois "sticks" qui permettaient de modifier une des trois parties de la courbe caractéristique. On pouvait ainsi "bleuter" les ombres ou éclaircir celles-ci. D'autres réglages permettaient d'influencer le gamma général de l'image analysée et de l'adapter ainsi au matériel vendu pour le public.

Les anciens opérateurs de télécinéma rectifiaient, en direct quelquefois, l'image au fur et à mesure du transfert du film. Si l'opérateur film était rentré un peu tard pour passer sur antenne le "scoop" du jour, on modifiait les images au fur et à mesure de leur passage. Le résultat était quelquefois surprenant: l'image se modifiait en densité et en couleurs, en direct, sous les yeux des téléspectateurs.

Il existait aussi des problèmes d'oubli de bobines, ou pire encore, d'interversion de celles-ci. On passait ainsi d'une partie à l'autre d'un film...en oubliant une des bobines dans un coin...! Les premiers systèmes d'étalonnage avant le passage au télécinéma sont nés.

Soit on passait le film une première fois et on repérait les positions à donner aux "sticks" en fonction de tel ou tel plan, de telle ou telle séquence, soit une bande perforée recevait les informations et les restituait au moment du passage sur antenne.

Actuellement, toute une gamme d'ordinateurs sont à la disposition des techniciens et accroissent donc les performances des machines. Ces ordinateurs d'étalonnage permettent bien sûr de mémoriser les corrections données en cours de vision et de les restituer lors du transfert dans le format désiré ("Amigo" de Rank Cintel ou "Da Vinci" d'Utha Scientific entre autres).

Ces machines permettent, presque, toutes les manipulations possibles: contraste, couleur, dominantes, niveau de blanc et niveau de noir. Elles permettent également certains truquages impossibles en tirage optique film. Par exemple la compensation des variations éventuelles dans le chromatisme d'un fondu enchaîné, la variation entre deux plans, entre deux bobines successives peut être annulée, etc...

Ces machines permettent donc aujourd'hui "un équilibre électronique" de l'œuvre.

Pour information, il existe deux systèmes d'analyse de l'image ciné:

- le "Flying Spot" (choisi par Meuter et l'Equipe). Ce type de T.C. donnerait une image "plus film" à la copie vidéo.
- le "CCD" (Charge Couple Device) a été préféré par la RTBF ( Il donne par contre des mouvements saccadés lors de brusques mouvements de la caméra film).

## L'ETALONNAGE

Grâce à l'électronique, on peut aujourd'hui modifier l'image (presque) comme on le souhaite.

Les commandes d'un télécinéma sont multiples.

On retrouve les trois sticks sur les machines modernes. Lorsqu'une image présente une dominante non désirée rouge, par exemple, la commande du rouge peut être ajustée de manière à faire disparaître cet excès de signal rouge.

On peut également agir sur la saturation, la teinte et la luminance de la couleur; dans les trois primaires et dans les trois secondaires et ce, de manière séparée.

#### "MASTER CHROMA"

Ce réglage permet d'ajuster la saturation totale de l'image dans toutes les couleurs. Il est possible d'éliminer toutes les couleurs avec cette commande qui permet également d'obtenir du noir et du blanc. On peut également obtenir une monochromie dans chacune des primaires.

#### "VECTOR CENTERING"

Contrôle de la totalité des 16 commandes séparées de correction des couleurs.

#### "LUMINANCE THRESHOLD"

Contrôle la luminance de la totalité de l'image. En agissant sur ce réglage, l'image en sera + ou - brillante.

#### "SOFT CLIP"

Compresse les hautes lumières de l'image. Il est utilisé pour éliminer les parties "brûlées" d'une image, parfois très violentes en vidéo. Cette commande n'affecte en rien les autres parties de l'image.

#### "CHROMA LIGHT"

Commande utilisées pour éliminer les couleurs des parties claires de l'image. Ce contrôle agit d'abord sur les parties les plus claires, et l'effet progresse, en fonction du niveau de la commande, vers les parties foncées.

#### "CHROMA DARK"

Commande inverse de la précédente. Agit d'abord sur les noirs et atteint les blancs en fonction du niveau.

#### "CONTOUR"

Permet d'augmenter ou de diminuer les détails de l'image. Trop de détails fait apparaître le grain, avec moins de "contour", l'image semblera plus douce.

Le contraste de l'image est, et reste, le problème principal des télé-cinémas.

Un long métrage est, toujours initialement, destiné à être projeté en salle. Pour obtenir une projection de qualité maximale, les tests ont prouvé que l'image finale devait avoir un gamma final de + ou - 1,6. Si le négatif film possède un gamma normal de 0,60, nous aurons des positifs ayant un gamma de 2,7 pour pouvoir obtenir un gamma de projection plausible.

A la lecture d'un tel gamma au télécinéma, ceux-ci seraient incapables de rendre correctement l'image initiale. Les écrans de télévision acceptent un contraste maximum de 2,5: il leur est donc impossible de "voir" plus. Les diverses séquences d'un même film ont également des contrastes différents.

Des recherches ont montré que les téléspectateurs préfèrent les images vidéo dont le contraste est aux alentours de 1,5. En connaissant le gamma vidéo et le gamma des films positifs et négatifs, il est simple de trouver les gammes idéaux de lecture pour les télécinémas.

Gamma TC avec film négatif:

$$1,5 \text{ (Gamma final)} / 0,6 \text{ (négatif)} \times 2,5 \text{ (téléviseur)} = 1$$

Gamma TC avec film positif:

$$1,5 \text{ (Gamma final)} / 1,6 \text{ (positif)} \times 2,5 \text{ (téléviseur)} = 0,4$$

Si on lit du film négatif avec un T.C., il faut donc en régler le gamma aux alentours de 1.

Seulement les résultats avec un positif à 1,6 (T.C. réglé à 0,4) sont de moins bonne qualité: la saturation des couleurs est terne et les noirs peu denses. Il existe des films positifs à contraste bas ("low contrast") qui ont un gamma aux alentours de 0,6. Ce type de films permet de garder toutes les qualités des images du film lu au T.C.

Certains fabricants ont même des formules spéciales "low contrast" qui modifient les formules originales pour développer l'inversible couleurs. Il est évident que le projection en salle de tels films donne de bien piétres images (teintes délavées).

L'œil humain est capable de discerner des écarts de contraste de 1 à 1000. Les meilleures émulsions négatives sont capables aujourd'hui de 1 à 500 ( $\log 500 = 2,7$ ). L'œil est donc capable de voir la partie d'une image qui est 1000 fois plus brillante qu'une autre partie de la même image.

Cela représente un écart de densité de 3 (=  $\log 1000$ ).

Lorsqu'on projette dans les conditions habituelles (c'est à dire catastrophiques: lumières diffuses, flare du projecteur, écran sale, revêtements muraux non conformes, etc...), les écarts dans l'image descendant à 100:1. L'image projetée est plate.

De même, le TC n'est capable de lire qu'une différence de l'ordre de 160:1 soit un contraste de 2,2.

En réglant un TC pour faire un transfert film/vidéo, on peut donc placer l'image à un endroit bien précis. On peut placer, par exemple, les hautes lumières à 0,20: dans ce cas 2,2 en densité "plus haut" (2,4) les basses lumières seront complètement noires et les détails des ombres ne seront plus perceptibles. Inversement, si on place les basses lumières à 2,2, les hautes lumières seront brûlées et absolument sans détails. La solution consiste donc à tirer une copie "spéciale TC" ou à utiliser un révélateur "low contrast" qui auront des images d'un contraste acceptable par le TC. Pour les copies destinées au télécinéma, les étaillonneurs préfèrent travailler avec un positif "low contrast" car celui-ci a déjà reçu un premier étaillonnage normal. Cela permet un gain de temps appréciable par tous.

En 1983, Kodak a conçu un film à bas contraste (Eastmancolor LC Positive Film) afin de pouvoir reproduire toutes les subtilités d'images initialement prévues pour le grand écran.

Remarque:

Les laboratoires belges ont arrêté de développer l'inversible couleurs.  
Seul, le labo film de IINSAS développe encore, en Belgique, cette émulsion (janvier 2002).

# TIRAGE SUR PAPIER COULEURS

Afin de se familiariser avec l'étalonnage couleurs, un rappel des éléments essentiels de la synthèse soustractive.

Les filtres utilisés pour le tirage couleurs à l'aide d'un agrandisseur photographique sont jaune, magenta et cyan. Ce sont les trois couleurs "complémentaires".

Ces couleurs sont issues du spectre décomposé de la lumière blanche. Ce spectre comprend, outre l'ultraviolet et l'infrarouge, les trois couleurs "primaires": le bleu, le vert et le rouge. L'addition de trois rayons colorés par chacune de ces trois couleurs donne du blanc. C'est la synthèse dite "additive".

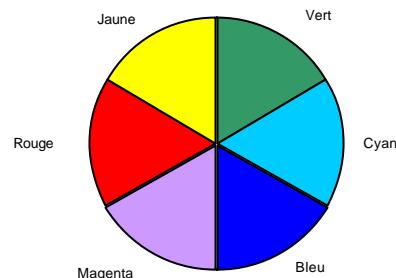
Le contraire se produit lorsqu'on additionne un filtre jaune, un filtre magenta et un filtre cyan, on obtient un gris d'une densité proportionnelle aux densités des trois filtres. Dans le travail en synthèse soustractive, on soustrait à la lumière blanche (la lampe de l'agrandisseur) une partie de ses composantes (le bleu, le vert et le rouge).

Dans le dessin ci-contre, on peut aisément se rendre compte de quoi sont composées les trois couleurs complémentaires. Les primaires sont diamétralement opposées à leurs complémentaires tandis que les complémentaires sont voisines des deux primaires qui les composent. On remarque ainsi que le cyan est composé de vert et de bleu, le magenta de bleu et de rouge et le jaune de vert et de rouge. De même, le cyan est la complémentaire du rouge, le jaune la complémentaire du bleu et le magenta, celle du vert.

On peut donc écrire:

$$\begin{aligned} \text{Bleu} &= \text{Magenta+Cyan} \\ \text{Vert} &= \text{Jaune+Cyan} \\ \text{Rouge} &= \text{Magenta + Jaune} \end{aligned}$$

Le tirage en synthèse soustractive comprend essentiellement un agrandisseur muni de ce que l'on appelle une "tête couleurs". Cette tête comporte un système permettant d'intercaler entre la source lumineuse et le négatif, un ou plusieurs filtres colorés d'une ou de deux couleurs complémentaires. Ce système fonctionne soit par filtres dichroïques (présentant une double coloration) soit par un jeu de filtres calibrés dans les trois couleurs complémentaires que l'on place dans un tiroir adéquat. On "soustrait" donc à la lumière blanche une partie de sa composition.



Le système est constamment perturbé par l'apparition, après développement de déviations colorées: les "dominantes". Celles-ci proviennent des divers composants de la chaîne. La température de couleur de la lampe de l'agrandisseur, l'émulsion négative utilisée, la qualité du développement, la correction "de base" du papier (variant avec l'émulsion), la faîcheur des bains... Toutes ces déviations colorées sont éliminées de la même façon.

**REGLE GENERALE:** lorsqu'on est en présence d'une dominante colorée sur un tirage positif, on monte le filtrage dans la couleur de la dominante trouvée ou on descend ce filtrage dans la couleur complémentaire.

Exemples:

On se trouve en présence d'une dominante jaune sur un tirage. Cela signifie que trop de lumière bleue a impressionné le papier. Il faut donc "freiner" celle-ci et pour ce, il suffit d'ajouter du filtrage jaune dans la tête de l'agrandisseur jusqu'à ce que cette dominante bleue soit éliminée.

On constate une dominante verte.

Il n'y a pas de filtrage vert dans l'agrandisseur mais le vert est composé de jaune et de cyan.

On monte alors le filtrage jaune et cyan dans la tête de l'agrandisseur jusqu'à ce que la dominante soit éliminée. On peut aussi descendre celui-ci dans la complémentaire du vert (le magenta) jusqu'à ce que la neutralité des tons soit revenue.

On procède de la même façon pour les diverses dominantes qui pourraient apparaître.

## PROCEDE

Avant le premier essai, on place dans la tête de l'agrandisseur une première combinaison de filtres destinées à corriger le masque coloré des émulsion négatives. Cette combinaison peut être variable mais ne comporte jamais que du jaune et du magenta (le masque coloré des négatives est orangé).

On procède ensuite aux essais normaux de temps de pose comme pour un tirage noir et blanc. Si ces essais ont déjà été faits, on se base sur les valeurs "lux/seconde" trouvées auparavant.

Après avoir pratiqué un développement normal du papier et après son séchage complet (on ne peut juger du résultat sur un papier humide), on peut juger visuellement des résultats obtenus.

Afin de déterminer "manuellement" le filtrage à placer dans l'agrandisseur pour éliminer la dominante trouvée (il existe des analyseurs de couleurs électroniques qui font ce travail!), on se sert de filtres de la couleur complémentaire à la dominante trouvée. On place ce(s) filtre(s) entre l'œil et l'essai jusqu'à ce que la dominante soit éliminée. On lit ensuite sur ce filtre la correction à placer dans l'agrandisseur ainsi que les éventuelles modifications du temps de pose.

N.B. : Si on se sert d'un luxmètre pour calculer le rapport lux/seconde, après avoir placé, ou retiré des filtres de l'agrandisseur, on rétablit le nombre de lux en ouvrant ou fermant le diaphragme. Cette méthode est plus précise que d'éventuelles modifications des temps de pose à l'aide de facteur de correction; la plupart des minuteries de laboratoire ne pouvant répondre exactement aux modifications demandées.

Calculs à effectuer:

Après avoir tiré un premier essai, on remarque, par exemple, une dominante magenta de 20. A ce moment, le filtrage dans la tête l'agrandisseur est à 50 Jaune et 25 Magenta.

Pour mieux se comprendre, on parlera toujours du filtrage dans le même sens Jaune, Magenta, Cyan. Il suffit de dire 50,25 pour savoir directement qu'il s'agit de 50 Jaune et 25 Magenta (lorsque le filtrage cyan est à 00, on ne l'indique pas). Si la correction de base est de 40 de Jaune et 20 de Cyan, on dit simplement que la correction est 40, 00, 20.

La dominante ci-dessus étant estimée à 20, on place ce filtrage dans la tête de l'agrandisseur. Il s'ajoute donc à la correction en place.

Il y a alors dans la tête de l'agrandisseur:

50-25-00  
+ 00-20-00  
50-45-00

On replace ensuite le luxmètre sur le plateau et on ouvre le diaphragme de façon à rétablir le même éclairement.

Si la dominante est d'une couleur primaire (par exemple 30 de rouge), on doit monter de 30 en rouge. Cette valeur est égale à 30 de jaune et 30 de magenta (et non pas 15 et 15).

On place donc ce filtrage dans la tête et on obtient:

50-25-00  
+ 30-30-00  
80-55-00

Si la dominante est 10 cyan, on pratique de la même façon.

50-25-00  
+ 00-00-10  
50-25-10

On constate, dans ce cas que le filtrage utilise les trois sortes de filtres. On est donc en présence d'un filtre gris neutre de 10 (voir ci avant). On peut donc décompter 10 à chaque couleur afin de ne pas avoir de temps de pose trop longs:

50-25-10  
- 10-10-10  
40-15-00

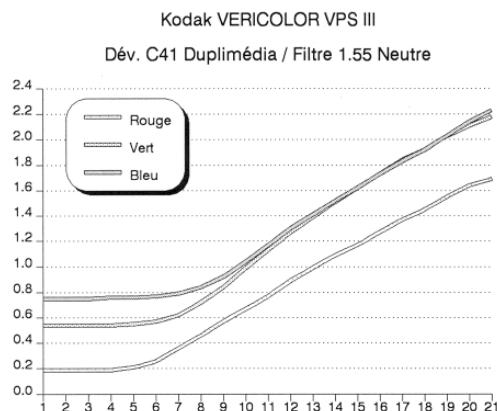
Cela revient à dire que si on doit monter le filtrage dans la couleur d'une dominante, on peut aussi le descendre dans les deux autres complémentaires.

Effectivement, le résultat 40-15-00 revient à dire que l'on a enlevé 10 de jaune et 10 de magenta au filtrage de base. On effectue, bien sûr, à chaque fois, le réglage avec le luxmètre de la même façon.

N.B.

Un agrandisseur à filtres dichroïques permet une très grande précision dans l'étalonnage (au point près). Les agrandisseurs à têtes couleurs sont moins précis et les filtres en gélatine ne permettent pas de réglage en-dessous de 5 points.

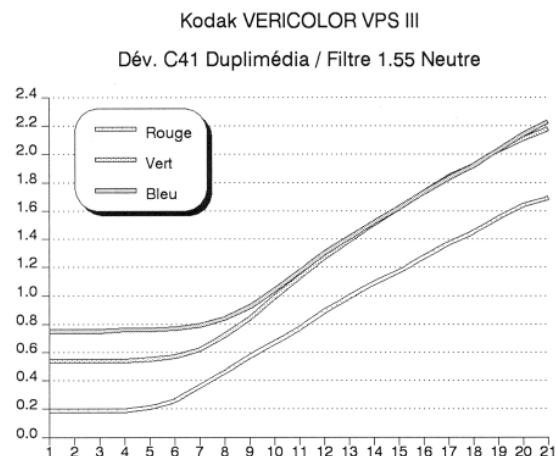
## ANALYSE D'UNE EMULSION NEGATIVE



On réalise dans les conditions requises un coin sensitométrique d'une émulsion photographique courante: le VPS III d'une sensibilité de 160 ISO équilibré pour la lumière du jour. Pour obtenir la totalité de la courbe, on place dans le sensitomètre 1.55 de filtrage dont du bleu (équivalent du 80A) pour équilibrer les lampes à 5500 kelvins.

Ci-dessous, les valeurs lues sous les filtres B, V, R étalonnés au status M

	R	V	B		R	V	B
Plage 1:	0.20	0.55	0.77	Plage 12:	0.76	1.30	1.60
Plage 2:	0.20	0.55	0.77	Plage 13:	0.86	1.43	1.71
Plage 3:	0.20	0.55	0.77	Plage 14:	0.95	1.55	1.82
Plage 4:	0.20	0.56	0.78	Plage 15:	1.04	1.66	1.93
Plage 5:	0.21	0.57	0.80	Plage 16:	1.13	1.77	2.04
Plage 6:	0.23	0.60	0.85	Plage 17:	1.22	1.88	2.15
Plage 7:	0.30	0.67	0.97	Plage 18:	1.32	1.97	2.25
Plage 8:	0.38	0.78	1.12	Plage 19:	1.42	2.06	2.36
Plage 9:	0.48	0.91	1.25	Plage 20:	1.51	2.14	2.46
Plage 10:	0.58	1.05	1.37	Plage 21:	1.61	2.23	2.55
Plage 11:	0.66	1.17	1.48				



Ci-contre, la même émulsion analysée en lumière artificielle. Les lampes du sensitomètre sont étalonnées à 3200 kelvins.

## ETALONNAGE DU CONTACT

Lors du test sensitométrique, on effectue quelques tests de prises de vues afin de déterminer sur la courbe l'emplacement de quelques valeurs courantes: le gris 18% et une charte comportant au moins un blanc et un noir. Ces valeurs sont photographiées à la bonne exposition (suivant les cellules ou les flashes) et avec un diaphragme de sur et de sous-exposition. On peut ainsi positionner la plupart des sujets habituels sur la courbe caractéristique.

Les essais sont effectués sur négatif couleurs Vericolor VPS III.

Trois prises de vues du gris 18% à l'aide de flashes électroniques Multiblitz Reprolite 200. Le nombre guide (nombre qui, divisé par la distance séparant les flashes du sujet, donne le numéro de diaphragme) de ces flashes donne f:11 comme key-light et le rapport d'agrandissement (1:8) n'intervient pas dans l'ouverture du diaphragme. Les trois prises de vues sont exposées à f:11, f:8 et f:16.

On a ensuite 5 prises de la charte Macbeth à, respectivement f: 5.6, 8, 11, 16 & 22.

Les 5 mêmes expositions sont ensuite effectuées avec la charte JOBO qui contient du noir et du blanc.

Ces prises de vues sont suffisantes pour positionner les différentes valeurs intéressantes sur nos courbes.

Le gris 18%, lu au densitomètre par réflexion (status D) donne:

	Neutre	Jaune	Magenta	Cyan
	0,88	0,86	0,89	0,89

Il faut obtenir les mêmes lectures sur le gris neutre qui apparaîtra sur le premier essai développé. On choisit donc le gris exposé au key-light déterminé par le nombre guide des flashes.

Les essais préliminaires de temps de pose ont donné 7 secondes d'exposition à 0,5 lux. On part avec une correction de base de 20-50 (20 de jaune et 50 de magenta). On garde la lamination à 0,5 lux.

	Filtrage	Temps	Neutre	Jaune	Magenta	Cyan
1	20-50-00	07 sec	0,41	0,52	0,34	0,52
2	20-30-00	14 sec	0,75	1,03	0,74	0,82
3	30-30-00	14 sec	0,78	0,99	0,74	0,82
4	50-30-00	15 sec	0,73	0,58	0,68	0,86
5	40-25-00	16 sec	0,73	0,75	0,74	0,79
6	40-23-00	18 sec	0,98	1,05	1,02	1,08
7	40-20-00	16 sec	0,92	0,96	0,96	1,00
8	40-18-00	15 sec	0,78	0,78	0,84	0,81
9	40-19-00	15 sec	0,78	0,76		0,81
10	40-19-00	16 sec	0,88	0,88		0,93

Les matériaux de tirage (filtres, luxmètre et minuterie) n'étant pas suffisamment précis, il est presque impossible (NDLR: quoique, quoique...) d'arriver plus près des valeurs de la référence 18%.

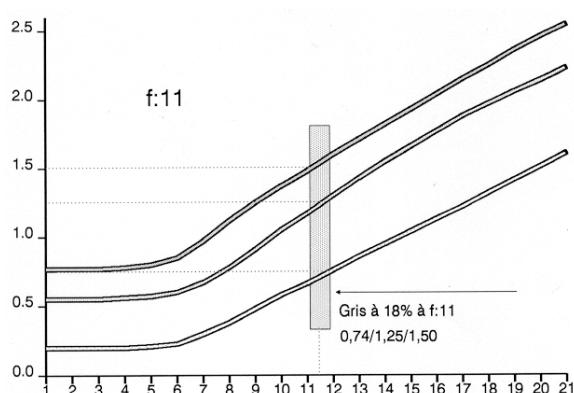
On peut donc considérer ces informations comme étant les références de tirage pour des prises de vues exécutées dans les mêmes conditions.

Pour information, la développeuse à rouleaux Metoform 7040 est remplie avec les bains EKTACOLOR RA, le papier utilisé est de l'EKTACOLOR Supra Brillant (F).

## VISUALISATION

Les 3 expositions du gris neutre donnent, en lecture au densitomètre (status M):

	R	V	B
RIM =	f:11	0,74	1,25
	f:8	0,91	1,44
	f:16	0,57	1,05



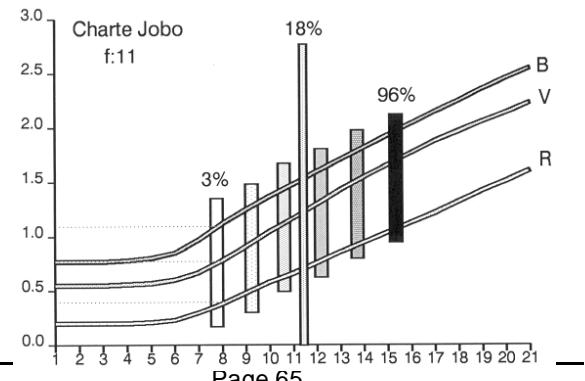
Le "noir" de la charte Jobo photographiée au key-light donne comme mesures au densitomètre:

f:11	0,38	0,80	1,06
f:8	0,52	1,00	1,25
f:16	0,26	0,63	0,87

Le "blanc" de la même charte (noir sur le négatif) donne:

f:11	1,11	1,69	1,92
f:8	1,24	1,85	2,10
f:16	0,97	1,51	1,74

On constate aisément qu'on peut légèrement sous-exposer de +/- un diaphragme avant d'arriver dans le pied de la courbe.



## RECHERCHE DU GAMMA D'UN PAPIER COULEUR

Matériel: un coin de Goldberg et un agrandisseur couleurs

On place le coin sur un échantillon de papier et on procède à une exposition dans les normes trouvées lors des essais (16 secondes avec 0,5 lux). On constate de suite, comme le coin n'est pas "masqué" comme les négatifs, qu'une forte dominante orangée apparaît.

On doit donc ajouter un important filtrage orangé (jaune et magenta) pour le second essai. On se rend compte qu'il faut encore et encore monter ce filtrage pour arriver enfin à une neutralité. On étalonne ensuite le temps de pose pour pouvoir distinguer le plus grand nombre de plages du coin reproduites en positif sur le papier.

	Filtrage Temps	Neutre	Jaune	Magenta	Cyan
1	40-19-00	16 sec	0,44	1,01	0,71
2	70-35-00	20 sec	0,48	0,69	0,73
3	80-55-00	25 sec	0,68	0,91	0,89
4	85-65-00	30 sec	0,79	1,00	0,96
5	95-80-00	30 sec	0,61	0,62	0,63
6	95-80-00	36 sec	0,76	0,76	0,78
7	95-80-00	42 sec	0,90	0,91	0,93
8	92-75-00	40 sec	0,93	1,03	1,02

Valeurs lues du coin sur le papier:

Jaune      Magenta      Cyan

1 à 5	0,11	0,15	0,14
6	0,11	0,17	0,13
7	0,11	0,18	0,15
8	0,19	0,23	0,22
9	0,34	0,38	0,34
10	0,65	0,66	0,60
11	1,03	1,02	0,98
12	1,54	1,48	1,49
13	1,94	1,92	2,02
14	2,19	2,24	2,39
15	2,27	2,38	2,52
16	2,28	2,40	2,54
17	2,34	2,50	2,63
18	2,35	2,52	2,63
19	2,35	2,52	2,63
20	2,35	2,52	2,63
21	2,35	2,52	2,63

Les trois courbes de cet essai sont parfaitement superposées. Il n'y a donc plus aucune dominante. La séparation des courbes dans les noirs (>> 2,2) est invisible à l'œil humain.

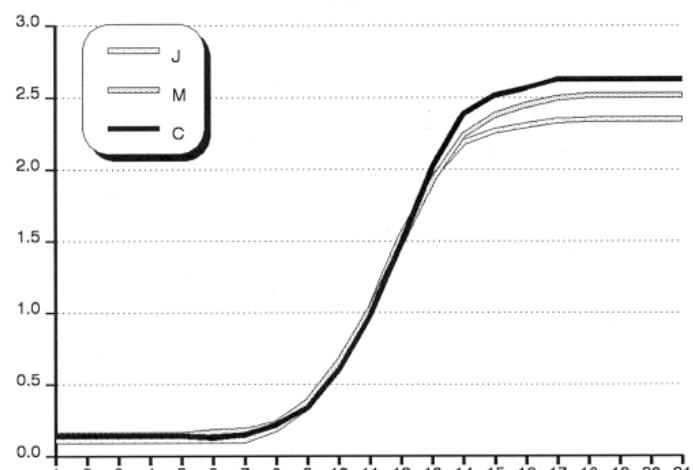
Le gamma de ce papier = +/- 2,7.(1,48-0,66)/0,30}

# FEUILLE DE TIRAGE

N°	Lux	Tps	J	M	C	Neutre	Valeurs Gris Neutre 18 % lues			CONCLUSIONS		
							J	M	C			
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												

Papier EKTACOLOR Supra Brillant

Constante de coin: 0,15



44

Voici la courbe caractéristique d'un test sensitométrique effectué sur du papier Kodak Ektacolor RA.

Ci-contre, le graphique représente l'impression d'un coin effectué sur de l'émulsion VPS III. Cette courbe n'est donc pas caractéristique ni de l'émulsion, ni du papier. Elle représente simplement les changements que l'émulsion "effectue" lors du passage négatif-positif. On peut constater que pour cet essai tiré à 40-19-00, on rencontre une légère faiblesse de la courbe jaune. Celle-ci est, en effet, un peu décalée par rapport aux deux autres. Elle a la même gamma mais pas la même sensibilité que les deux autres.

Cela signifie que, par exemple, pour une même lumination à la plage 12, le papier donne plus de densité en magenta et plus en cyan.

Suivant la synthèse soustractive, le magenta et le cyan donnent du bleu. On peut visualiser sans problème cette dominante bleue en regardant simplement l'essai. On peut aussi trouver la correction à apporter en éliminant cette dominante bleue à l'aide de filtres jaunes.

Ci-dessous, on peut voir la représentation graphique de trois essais d'un coin exposé sur de la VPS III et tiré avec les indications colorées indiquées. On a délibérément faussé la correction jaune afin de mieux voir le mouvement de sa courbe lors de l'introduction de filtres dans la tête couleurs de l'agrandisseur.

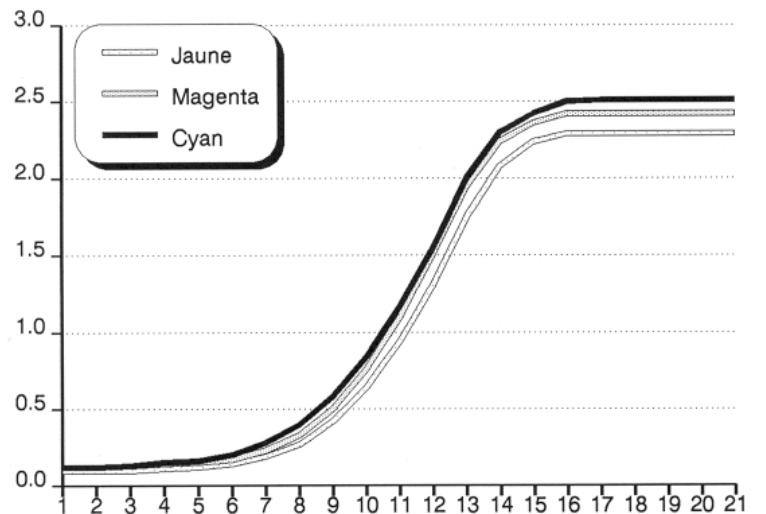
On pourrait ainsi contrôler de manière parfaitement scientifique l'évolution des courbes caractéristiques. Il suffit de calculer leurs déplacements et de transformer ceux-ci en logE.

De la même façon qu'à la page précédente, on peut constater les mouvements de la courbe du Magenta suivant le filtrage.

De ces graphiques, on peut aisément conclure que les filtres utilisés dans les agrandisseurs couleurs utilisés (Fujimoto G70) ne sont pas parfaits. En effet, ils laissent passer d'autres couleurs et les calculs ne peuvent pas être plus précis.

Coin VPSIII imprimé sur Ektacolor Paper

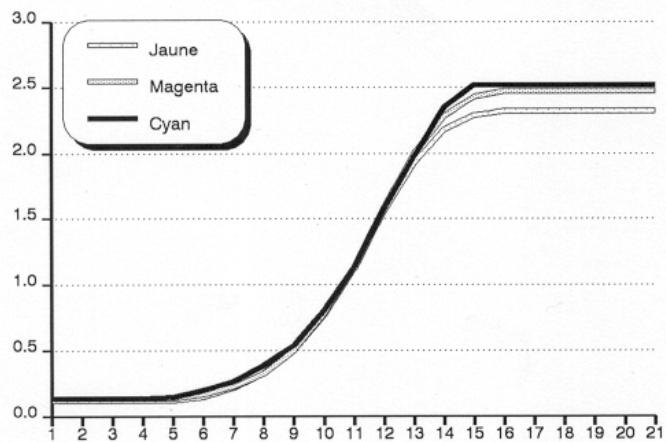
Correction: 40-19-00 à 0,5 lux / 16 sec



Voici la représentation graphique de trois essais d'un coin exposé sur de la VPS III et tiré avec les indications colorées indiquées. On a délibérément faussé la correction jaune afin de mieux voir le mouvement de sa courbe lors de l'introduction de filtres dans la tête de l'agrandisseur.

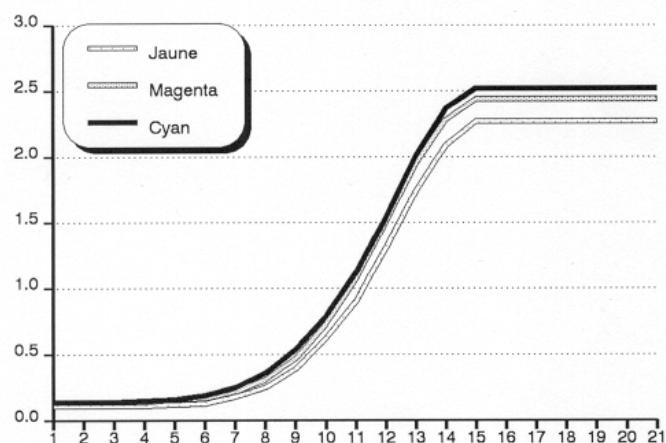
### Coin VPS III

Jaune: 35, Magenta: 20



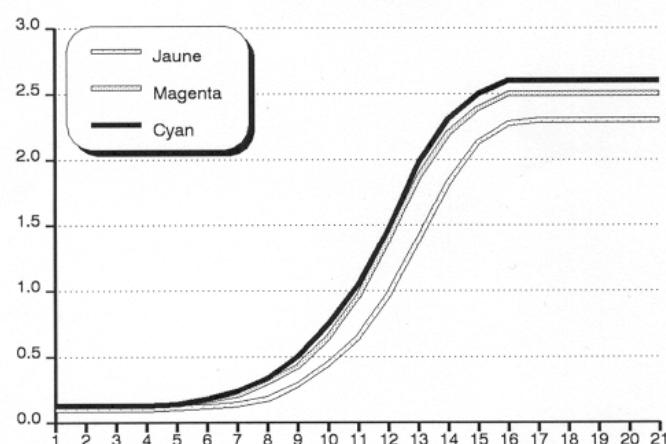
### Coin VPS III

Jaune: 40, Magenta: 20



### Coin VPS III

Jaune: 50, Magenta: 20



# LE FLASHAGE ET SES TECHNIQUES

*extraits du mémoire de Charles-Henri BOICCHAT - INSAS 1975*

Le flashage est un procédé photographique visant à modifier les caractéristiques d'une émulsion (contraste, sensibilité, rendu des couleurs) en exposant celle-ci, de manière uniforme, à une certaine quantité de lumière neutre ou colorée.

On utilise le flashage pour:

- abaisser le contraste d'une émulsion négative, positive ou inversible et, par-là, améliorer la reproduction des détails situés dans les ombres. Cette opération a une action prépondérante sur les petites densités du négatif qui formant, après tirage, les parties sombres de l'image.
- modifier le rendu d'une émulsion pour des raisons esthétiques.

"La pellicule 5254 est trop bonne, voilà le problème; elle est trop saturée, trop parfaite; elle corrige les défauts de la nature. Un vrai ciel bleu n'a jamais ce bleu, une fleur jaune n'a jamais ce jaune" (Vilmos Zsigmond in "American Cinematographer" Mars 73 p.280).

Le flashage, en modifiant le contraste de l'émulsion, modifie la saturation des couleurs. Si, au lieu d'utiliser pour flasher une lumière neutre, on utilise une lumière colorée, on peut donner une dominante à l'image.

Le flashage, comme on l'entend actuellement, est une invention relativement récente. En effet, tant que l'on a utilisé de la pellicule noir et blanc, le contraste ne posait pas de problèmes particulier puisqu'on pouvait le contrôler facilement soit à la prise de vues grâce à des filtres, soit au laboratoire en modifiant certains paramètres de développement.

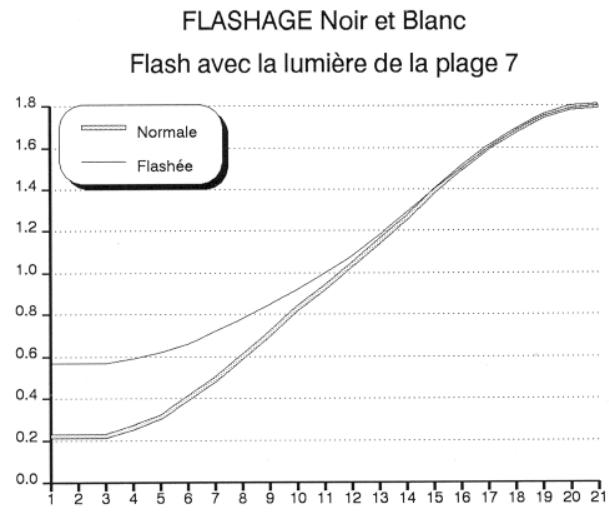
Ce procédé a été préconisé dès 1950 par G.B. Harrisson et J. Mitchell pur modifier le contraste d'un papier photographique en utilisant une brève illumination auxiliaire en plus de l'exposition de tirage. Un papier de haut contraste convient à la reproduction de négatifs très minces; ce type de papier a une courbe très raide avec un pied très court. En les flashant, on réduit le contraste en allongeant le pied. On peut donc tirer sur un papier flashé un négatif présentant des écarts de densités normaux et devant donner une image de contraste normal. La limite de cette méthode est le voile produit par l'exposition auxiliaire.

(NDLR: Certains agrandisseurs de l'époque possédaient même un "bouton de flashage"; cette technique est désormais oubliée suite à l'apparition des papiers type "Multigrade" ou "Polycontrast")

## Construction de la courbe d'une émulsion flashée en neutre.

Sur une courbe caractéristique théorique, on pourra visualiser les différents effets du flashage. Sur le graphique ci-dessous, on a placé en face de chaque graduation de l'axe des abscisses les illuminations théoriques correspondantes. Les illuminations croissent en progression géométrique de  $\sqrt{2}$ , de 1 à 1024. Lumières:

Plage 1 = 1  
Plage 2 = 1,4  
Plage 3 = 2  
Plage 4 = 2,8  
Plage 5 = 4  
Plage 6 = 5,6  
Plage 7 = 8  
Plage 8 = 11  
Plage 9 = 16  
etc  
  
Plage 21 = 1024



Supposons que l'on ajoute à l'émulsion un éclairement correspondant à celui de la plage 7, c'est à dire une illumination de 8. Nous pourrons dire qu'en flashant, nous ajoutons à la plage 1, la illumination de la plage 7 (8) donc à la plage 1 nous aurons 9 (8+1). La illumination 9 est légèrement supérieure à la valeur de la plage 7; en ramenant, par l'intermédiaire de la courbe, la valeur 9 sur l'axe des densités, nous obtenons la densité de la plage 1 de la courbe flashée.

On ajoute ensuite la illumination 8 à la valeur de la plage 3: on obtient 10 (8+2). La densité correspondant à la illumination 10 est reportée sur la plage 3 et on obtient ainsi un nouveau point de la courbe flashée. Il suffit de pratiquer ainsi pour les plages restantes et on obtient tout naturellement la courbe flashée avec la illumination de la plage 7. On remarque que, lorsqu'on ajoute la illumination 8 à la valeur 256, le total n'est que de très peu supérieur à 256. Le nouveau point sera donc pratiquement au même endroit que l'ancien et la nouvelle courbe épousera pratiquement l'ancienne. Le pied de la courbe flashée sera donc beaucoup plus haut que celui de la courbe normale et, plus on se déplacera vers l'épaule, plus la courbe flashée aura tendance à se confondre avec la courbe normale.

Course Normale	Flashée	Normale	Flashée
Plage 01: 0,20	0,55	Plage 02: 0,22	0,57
Plage 03: 0,22	0,57	Plage 04: 0,26	0,59
Plage 05: 0,31	0,62	Plage 06: 0,40	0,66
Plage 07: 0,49	0,72	Plage 08: 0,60	0,78
Plage 09: 0,71	0,85	Plage 10: 0,83	0,92
Plage 11: 0,93	1,00	Plage 12: 1,04	1,08
Plage 13: 1,15	1,18	Plage 14: 1,26	1,29
Plage 15: 1,39	1,40	Plage 16: 1,50	1,50
Plage 17: 1,60	1,60	Plage 18: 1,68	1,68
Plage 19: 1,75	1,75	Plage 20: 1,79	1,79
Plage 21: 1,80	1,80		

## LE FLASHAGE DU NEGATIF ET LE CONTRASTE

Le flashage diminue (les chiffres parlent d'eux-mêmes) le contraste d'une pellicule négative dans des proportions notables: c'est une des raisons qui a poussé les techniciens du cinéma à développer cette méthode.

Il faut noter que l'effet du flashage sur le contraste est encore plus important que ne le laissent présager les chiffres. Le gamma est en effet un facteur de contraste; il exprime le rapport d'un écart de densités et d'un écart de lumières.

Pour l'œil, le contraste est la relation qui existe entre les parties sombres, les parties moyennes et les parties claires d'une image. Ainsi, une image dite en "low-key", où les parties sombres dominent, apparaîtra contrastée même si elle a été prise sur une pellicule à gamma moyen. De même, une image en "high-key" donnera une impression de douceur même si elle a été prise sur une pellicule à gamma élevé.

Une chose est certaine: l'œil recherche des noirs dans une image; une image, même douce, doit avoir des noirs. Or, on a vu que le flashage voilait la pellicule; cela signifie que les parties claires du négatif (celles qui donnent les noirs de l'image finale) vont devenir plus denses. Lors du tirage de ce négatif, on risque de s'apercevoir qu'il n'est plus possible d'obtenir des noirs sans altérer l'image: on a des noirs "plus ou moins" gris: cela se produit lorsque le flashage a été trop important. On obtient une image "délavée" qui, dans la plupart des cas, est inutilisable.

Il est facile, par un petit calcul, de comprendre que le flashage modifie le contraste de l'image.

Admettons que le contraste d'une scène photographiée et développée normalement soit de 1 à 100. Si on ajoute une unité de lumière sur tout le négatif en le flashant, le nouveau rapport de contraste sera de 101 à 2 soit 50 à 1. On peut donc dire que le flashage diminue le contraste de l'image de 50%. Si on ajoute 2 unités de lumière, on aura un contraste de 33,33 à 1, etc... On peut comparer cet effet au contrôle du contraste par compensation de la lumière principale (fill-light). Cette compensation n'agit pas sur l'exposition mais elle éclaire les parties sombres et de ce fait diminue le contraste général de l'image.

Le flashage agit aussi sur le contraste des couleurs; les couleurs flashées sont désaturées, pâles et l'image présente alors une dominante "pastel". On ne remarque cet effet qu'à partir d'un certain taux de flashage.

## FLASHAGE et DIFFUSION

Lorsqu'on observe une image flashée, on peut avoir l'impression qu'un filtre diffuseur pourrait modifier aussi efficacement le contraste de l'image analysée. Les deux procédés ne sont pourtant pas du tout comparables.

Prenons un filtre "low contrast" par exemple. Il agit en "étalant" la lumière sur toute l'étendue de l'image: cela représente une espèce de flashage "mécanique". D'un point lumineux, le filtre donne une tache plus ou moins "baveuse". Un sujet quelconque est formé d'une infinité de points plus ou moins lumineux. Si ces points sont reproduits par des taches, la netteté de l'image en souffrira: la définition deviendra médiocre. De

plus, si la scène comporte des points particulièrement lumineux, les taches produites par ces points diffusés risquent de prendre une trop grande importance et de nuire à la qualité de l'image. Le flashage n'a pas tous ces désavantages puisqu'il agit sur la pellicule et non sur la lumière qui forme l'image. L'effet de diffusion que l'on croit pouvoir attribuer au flashage provient du fait que le flashage diminue le contraste et que, pour l'œil, une image contrastée apparaît plus définie qu'une image douce. Lorsqu'on prévoit de flasher l'émulsion, il convient de prendre certaines précautions concernant les diffusions de toutes sortes. Par exemple: il est bon de veiller à utiliser des objectifs donnant des images particulièrement piquées pour combattre cet effet de diffusion et de protéger les lentilles des réflexions parasites. D'autre part les diffusions atmosphériques doivent être soigneusement évaluées avant de déterminer le taux de flashage. Il ne faut pas éclairer trop "plat" sous peine de perdre des détails de l'image en les noyant dans l'effet de flashage.

## **FLASHAGE et SENSIBILITE**

Certains opérateurs prétendent que le flashage peut faire gagner jusqu'à 2 diaphragmes . En considérant le problème sous l'aspect sensitométrique, on voit que la sensibilité d'une pellicule flashée augmente dans le pied de la courbe. Le flashage renforce les petites densités: pour une même illumination on a une densité plus importante sur la pellicule flashée. Les parties sombres d'une scène ne donnant sur un négatif traité normalement que de très faibles densités, celles-ci provoqueront sur un négatif flashé des densités plus importantes (renforcées) qui pourront être copiées et donner une image sur le positif. Une pellicule flashée est donc plus sensible aux faibles illuminations qu'une pellicule non-flashée. Par contre, on constate que la partie rectiligne et l'épaule d'une pellicule flashée sont à peu près semblables à celles d'une pellicule non-flashée: dans ces régions les densités seront semblables sur les deux émulsions. Puisqu'un sujet moyen et exposé correctement s'inscrit sur la partie rectiligne, il sera rarement touché par les effets du flashage. Seules ses parties moyennes et claires seront reproduites normalement.

Pratiquement, lorsqu'on a l'image flashée sous les yeux, on peut être tenté de dire que la pellicule flashée est plus sensible sur toute son étendue. En fait, le contraste ayant diminué, l'image peut paraître plus claire; d'autre part, il se peut que l'image ait été fortement flashée. Dans ce cas, elle devient laiteuse si bien qu'on a l'impression que la pellicule est devenue plus sensible. Mais, si on sous-expose en conséquence, l'image se perdra encore plus dans le flash et tous les détails disparaîtront car le négatif sera trop mince et les densités formant l'image pas assez différenciées pour pouvoir être copiées correctement.

## **FLASHAGE et LATITUDE D'EXPOSITION CORRECTE**

Lorsqu'on analyse la courbe caractéristique d'une pellicule flashée, on remarque que la partie rectiligne (dont le début est déterminé par un point correspondant à 0,20 au-dessus du voile)est raccourcie par le flashage. La latitude d'exposition dépend de la longueur de la partie rectiligne donc on peut conclure qu'une pellicule flashée a une latitude d'exposition diminuée.

Pourtant lorsqu'on regarde une image flashée, on remarque en fait que cette image est plus détaillée que la même image non flashée; il semblerait donc que la latitude d'exposition soit augmentée.

Comment expliquer ce paradoxe?

Une solution serait de considérer la pellicule flashée comme ayant les caractéristiques d'une pellicule anorthophotique. Une telle émulsion a une courbe caractéristique sans partie rectiligne: un très long pied se soudant à une très longue épaule (tels les "duplicate films"). Une pellicule de ce type donne des images très détaillées mais ne reproduisent pas exactement le sujet. Comme on ne peut calculer le gamma selon la méthode traditionnelle, on pratique le calcul suivant le calcul du "contrast index" (procédé mis au point par Kodak pour les émulsions à modèle continu).

## LES METHODES DE FLASHAGE

1. "flasher" avant utilisation: le "pré-flashage".
2. "flasher" pendant: le "flashage à la prise de vue"
3. "flasher" après utilisation: le "post-flashage"

### LE PRE-FLASHAGE

Rarement utilisé car présentant deux défauts majeurs. L'image latente disparaît avec le temps. Le peu de lumière qu'a reçu l'émulsion lors de son pré-flashage disparaît donc après deux ou trois jours, tant que l'effet de flashage est inopérant.

On ne peut aussi prévoir le métrage que l'on souhaite, il est donc délicat de flasher trop, ou trop peu, d'émulsion.

### LE FLASHAGE A LA PRISE DE VUES

On utilise une boîte à lumière que l'on place devant l'objectif. Cette boîte est principalement composée d'une plaque de verre disposée à 45° de l'axe optique. On dirige de la lumière colorée ou non sur cette plaque et toutes les valeurs de l'image, inférieures à cette quantité de lumière sont touchées par l'effet.

Le premier avantage de ce procédé est que si l'opérateur commet une erreur d'exposition, l'erreur se trouve répercutee au niveau du flashage et celui-ci n'est pas perdu.

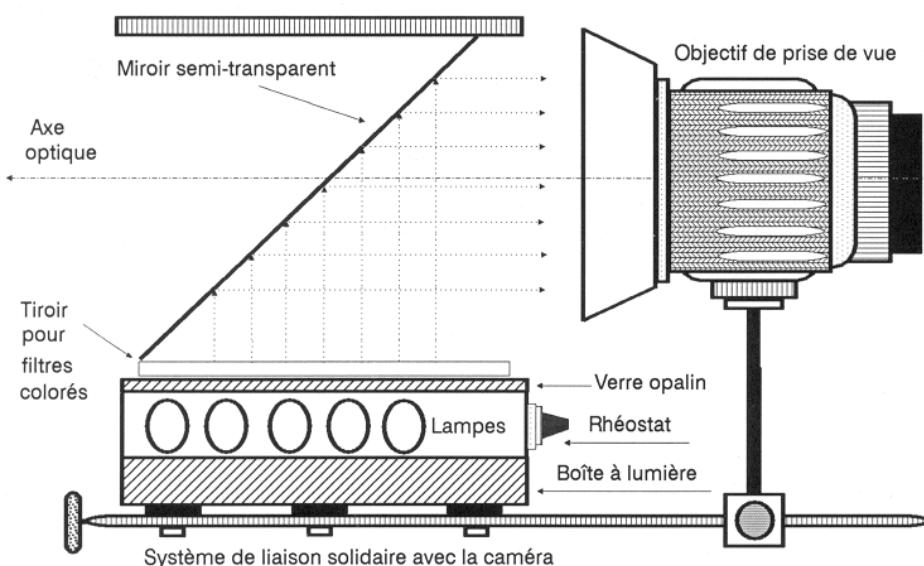
Second avantage: ce procédé élimine les petites variations colorées qui pourraient exister entre objectifs. Celles-ci sont tellement faibles qu'elles sont "noyées" dans l'effet de flashage.

Troisième avantage: visualisation à la prise de vue de l'effet souhaité.

Quatrième avantage: élimination d'une manipulation supplémentaire (en labo) de l'émulsion.

Inconvénient: poids de l'appareil (Lightflex, anciennement Colorflex) rendant les prises de vues moins aisées.

Voici le schéma type d'un tel appareillage.



NDLR: lire impérativement à ce sujet le mémoire de Philippe MAENDLY: "Le contraste et les paramètres qui le déterminent" INSAS 84/85. On peut consulter celui-ci à la bibliothèque de l'INSAS, rue de l'Athénée 17, 1050 Bruxelles.

### Exercices:

On peut aisément se rendre compte des effets d'un flashage à l'aide d'un appareil photographique quelconque. Celui-ci doit toutefois permettre de superposer correctement deux images. S'il ne le permet pas automatiquement, il suffit de retendre le film dans la bobine débitrice ("bobiner" en arrière), faire une première image pour flasher, débrayer comme pour rembobiner le film, réarmer et effectuer la prise de vue normale.

Pour "flasher" en lumière neutre une image sortant d'un appareil photographique, il suffit de photographier un carton gris 18% et de sous-exposer suffisamment la prise de vue (de l'ordre de 4 à 5 diaphragmes par rapport au key-light). On positionne l'objectif sur l'infini de telle sorte que la texture du carton lui-même n'apparaisse pas. Cette texture peut aussi donner quelques effets tramés "spéciaux".

On "dépose" ainsi sur l'émulsion un petit voile qui se superposera à l'image future. On peut ainsi, à peu de frais, visualiser à l'aise un effet de flashage.

Pour "flasher" en couleurs, la technique est identique. Il suffit de remplacer le carton gris par des cartons colorés.

# TABLE DES MATIERES

Liste des anciens "Image 2"	Page 01
Introduction	Page 04
Pour se rafraîchir la mémoire	Page 04
Essai de définition	Page 05
Sensitométrie pratique	Page 05
Les sensitomètres	Page 07
Les sources lumineuses	Page 08
A éclairement constant	Page 08
A exposition constante	Page 09
Coin de Goldberg	Page 10
Densitomètres visuels	Page 12
Densitomètres photoélectriques	Page 12
Les filtres "Status"	Page 14
La courbe sensitométrique	Page 15
Calcul du Gamma	Page 18
Contraste et Gamma	Page 19
Un peu de pratique	Page 22
Un peu de répit	Page 24
Essai d'un film noir et blanc	Page 29
Inversibles couleurs	Page 33
Négatives et positives couleurs	Page 37
Sensibilité ISO Noir et Blanc	Page 41
Sensibilité ISO Négatifs Couleurs	Page 47
Test photométrique	Page 52
Test colorimétrique	Page 53
Utilisation des Control Strips	Page 56
Sensitométrie et Télécinéma	Page 59
Tirage couleurs (sur papier)	Page 62
Le Flashage et ses techniques	Page 71
Table des matières	Page 75