



## PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES D'EPREUVE NUMERIQUE

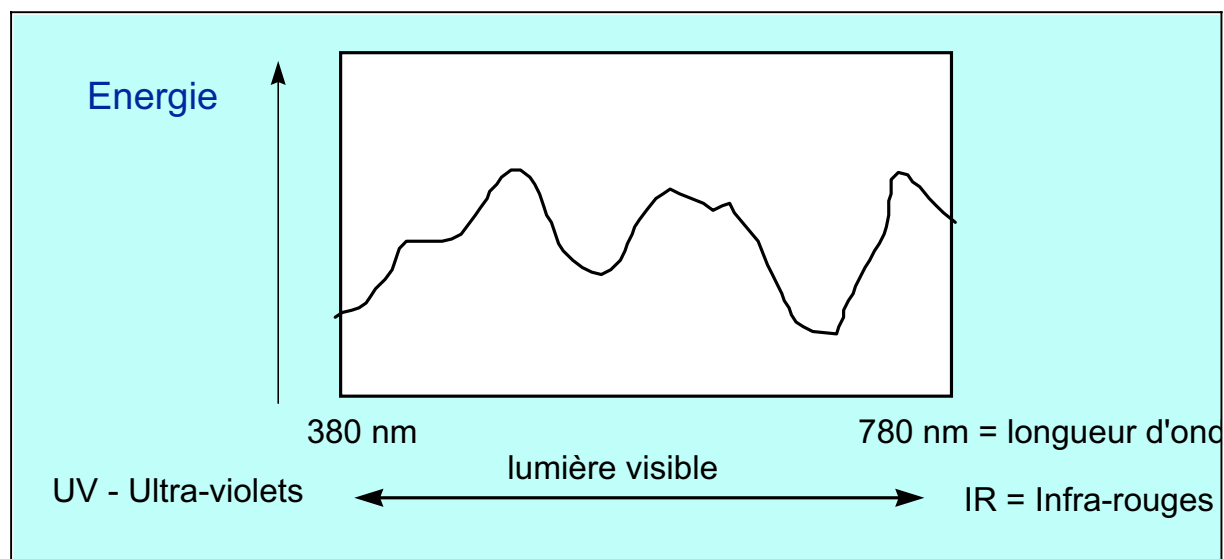
Résumé d'une intervention sur l'épreuve numérique dans le cadre de la réunion FEDEC organisée par Michel Babsky sur l'épreuve numérique en juin 98.

### 1) Principes de la colorimétrie :

Dans toute Industrie, on ne sait reproduire que ce qu'on sait mesurer. C'est pourquoi tout système d'épreuve numérique fait appel à la colorimétrie.

L'œil est sensible à toutes les longueurs d'ondes électromagnétiques dites « visibles », dont chacune correspond à une couleur élémentaire de l'arc en ciel.

La couleur perçue par l'œil (le cerveau ?) humain dépend exclusivement des énergies respectives de chaque longueur d'onde visible parvenant à l'œil humain.



Dans le cas de couleurs sur papier, le spectre parvenant à l'œil humain dépend à la fois du spectre d'énergie de la source lumineuse (illuminant), et des caractéristiques de réflexion de cette lumière sur chaque longueur d'onde par le pigment éclairé sur le papier.

La couleur perçue dépend donc à la fois du pigment éclairé et de l'éclairage. C'est pourquoi les normes américaines ANSI et européennes ISO recommandent l'utilisation d'un éclairage normalisé pour l'observation des couleurs dans les Arts Graphiques.

L'illuminant recommandé est le « D50 », qui correspond à la lumière blanche produite par un corps totalement émissif porté à une température de 5000 K, soit environ 4727°C.

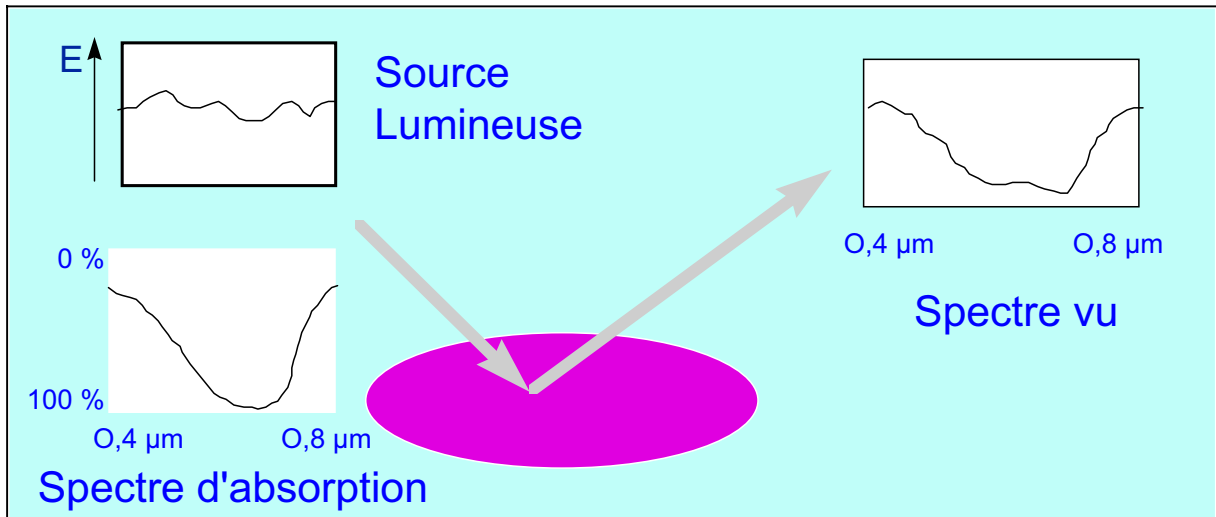
En réalité on utilise des tubes fluorescents simulant ce spectre d'éclairage normalisé, car on ne peut construire d'ampoules à incandescence fonctionnant à une aussi haute température.

Un spectrophotomètre par réflexion est un appareil qui éclaire le pigment dont on veut mesurer la couleur, et mesure le pourcentage de la lumière réfléchiée pour chaque longueur d'onde visible.

La couleur est donc une courbe qu'on mesure en général sur 16 ou 32 points.

Il existe beaucoup plus de spectres différents (courbes), qu'il n'y a d'atomes sur terre. Or on sait que l'œil ne distingue que quelques millions de couleurs différentes, tout au plus.

Ceci démontre que pour chaque couleur perçue, il existe une quasi infinité de spectres différents produisant cette même couleur.



**La colorimétrie permet de prévoir la couleur qui sera perçue par l'œil humain en fonction de la source lumineuse et du spectre mesuré sur le pigment.**

Les études de la sensibilité de l'œil humain à chaque longueur d'onde élémentaire du spectre perçu et à la différence intuitive de couleurs perçues en fonction du spectre, ont conduit à mesurer la couleur avec 3 composantes : L, a, b. Il existe bien d'autres espaces de mesure (pourquoi pas L / 4, 3 x a et 2 + b), mais le Lab est universellement utilisé pour la mesure des couleurs formées par des pigments (encres, textiles, peintures, plastiques etc.).

Comme tout procédé industriel, les Industries graphiques doivent faire appel à des mesures, faute de quoi il est impossible de communiquer, ou même de définir des tolérances d'erreurs contractuelles, et donc des critères d'acceptation de qualité.

## 2) Reproduction de la couleur :

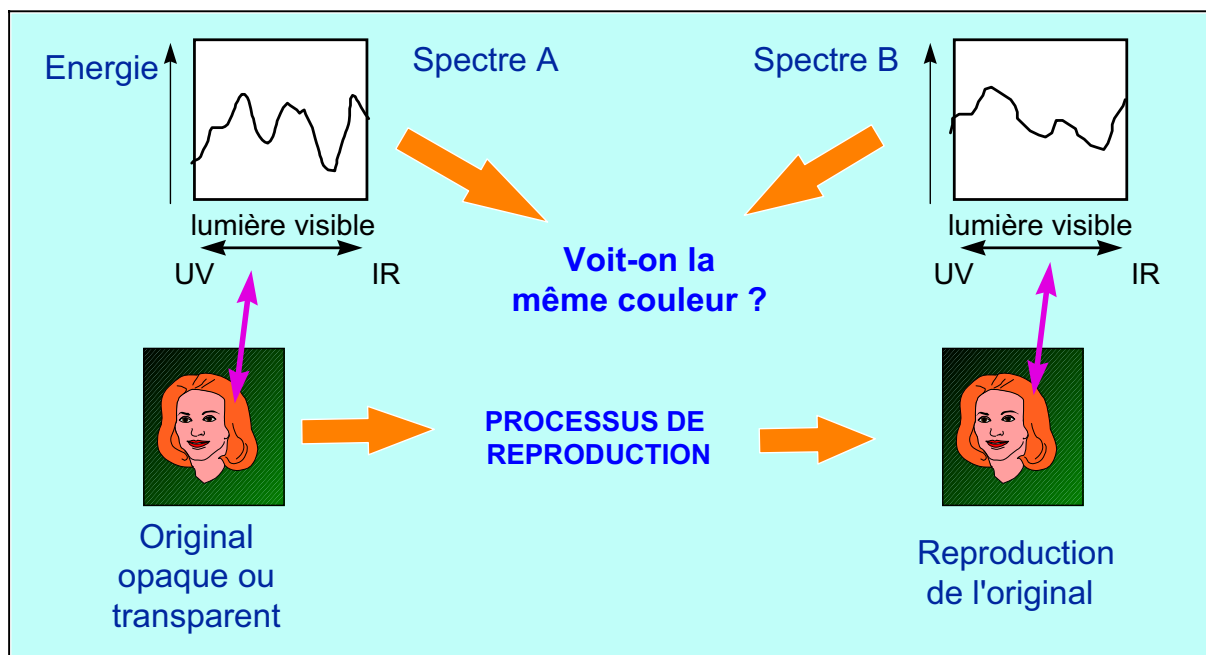
Toute reproduction de couleur est une simulation car on veut que les spectres différents d'un original de référence et de sa reproduction provoquent bien la même couleur pour l'œil, sous un éclairage donné.

## 3) Application à l'épreuve numérique :

- **Couleurs de référence :**

L'épreuve numérique est le plus simple des problèmes lorsqu'on se contente de simuler les épreuves analogiques traditionnelles.

En effet, le succès de l'épreuve analogique est dû beaucoup plus à la fidélité de reproduction des couleurs dans le temps qu'à la précision de simulation de l'imprimé réel. Par conséquent une épreuve analogique réalisée dans les règles de l'art fournit toujours la même couleur perçue (Lab), pour chaque tramé CMJN possible. En fait il y a des dispersions mesurables et visibles, mais elles sont acceptables.



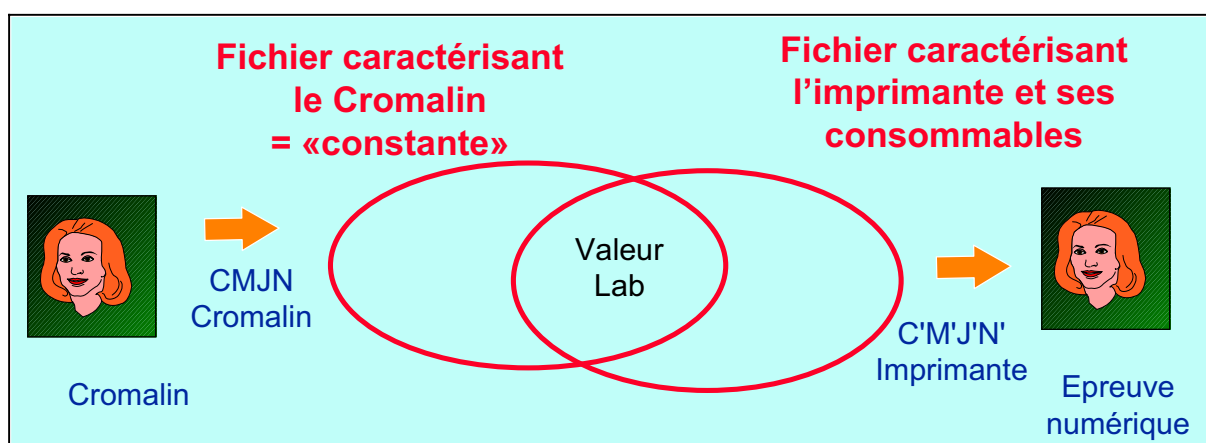
Il est donc possible de construire un fichier contenant pour tout tramé CMJN la couleur Lab qui sera perçue sur un cromalin.

Ce fichier est établi par les constructeurs de systèmes d'épreuves numériques par mesures sur des cromalins réalisés dans les règles de l'art, ou sur une moyenne de cromalins, pour tenir compte des dispersions faibles mais réelles du procédé.

Dans toute Industrie, tout système se proclamant « standard » doit être documenté et publié par son promoteur, et il est souhaitable qu'à l'avenir les différents fabricants d'épreuves analogiques publient eux-mêmes ces fichiers. D'autant plus que les rendus de couleurs des différents systèmes analogiques utilisés sur le marché diffèrent très fortement entre eux, au moins sur certains tramés.

- **Reproduction des couleurs de référence sur le système d'épreuve numérique :**

Un autre fichier, propre au système d'épreuve numérique considéré, à sa technologie d'impression et à ses consommables, contient, pour chaque teinte Lab à reproduire, les valeurs d'encre C'M'J' ou C'MJ'N' à utiliser sur ce système d'épreuve. (On peut parfois reproduire toutes les teintes Lab de tous les tramés CMJN d'un cromalin sans même utiliser d'encre noire...).



- **Formats des fichiers de données utilisés :**

Chaque constructeur utilise ses propres formats de fichiers. Aucun problème sur les systèmes d'épreuve spécialisés, si la transformation « CMJN épreuve analogique vers C'M'J'N' épreuve numérique » est réalisée dans l'imprimante ou sur son RIP, car ce processus est transparent pour l'utilisateur, qui envoie au système d'épreuve le fichier PostScript CMJN normal « prêt à flasher ».

L'architecture I.C.C. prévoit un format de fichier normalisé pour ces tableaux de données, et permet de calculer cette transformation « CMJN vers C'M'J'N' » à l'extérieur de l'imprimante, si aucune intelligence n'est prévue dans celle-ci. Un profil I.C.C. « cromalin » contient les couleurs Lab perçues pour tout tramé CMJN, mais aussi le tramé CMJN à utiliser pour reproduire au mieux toute couleur Lab mesurée. Un profil I.C.C. est donc aussi une excellente table de séparation de couleur bien adaptée à la reproduction d'une couleur par un procédé d'impression donné.

#### 4) Sources de dérive de l'imprimante d'épreuve :

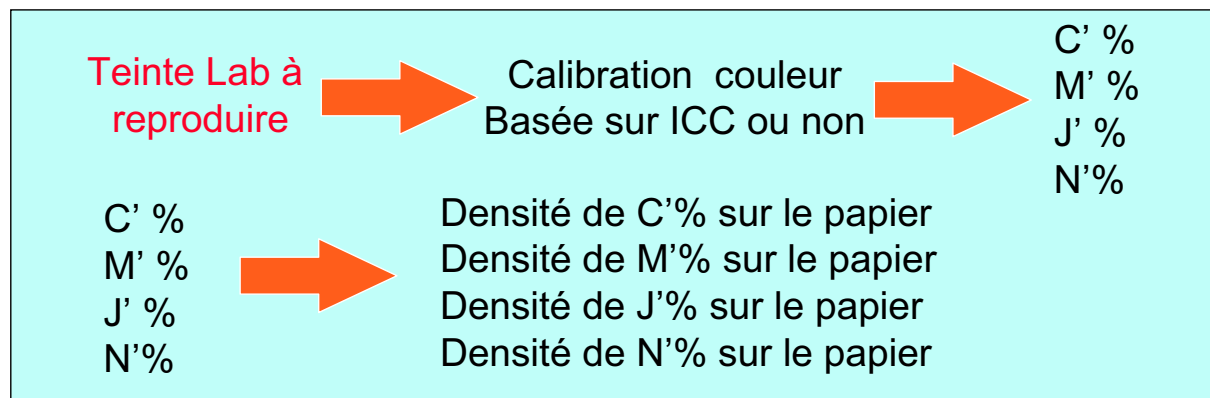
Sur une imprimante d'épreuve, la seule source de dérive possible est que les quantités d'encre C'M'J'N' prévues pour reproduire une certaine couleur Lab, ne produisent pas la couleur Lab prévue, au moment de l'impression.

**Ceci a seulement deux causes possibles :**

- a) Soit un changement des caractéristiques des consommables de l'imprimante : changement des teintes des encres primaires C'M'J' ou N', ou changement du couchage du papier.
- b) Soit une variation des quantités d'encre primaires C', M', J' ou N', effectivement déposées sur le papier pour une certaine consigne d'écriture.

Le premier problème peut être maîtrisé par la fourniture de consommables de qualité constante. A défaut, un client équipé d'un spectrophotomètre et d'un logiciel générateur de profil I.C.C. peut rattraper toutes dispersions éventuelles. Mais le prix pour un matériel et un logiciel de qualité suffisante, et le temps passé, entraînent des coûts élevés qui ne sont pas à la portée des petites Entreprises, qui constituent pourtant la majorité de la Clientèle de systèmes d'épreuves, ce qui s'accroîtra avec le Computer To Plate.

Le deuxième problème existe sur toutes les machines, aussi sophistiquées et coûteuses soient elles, en raison d'inévitables dérives mécaniques (usure etc.), et de dispersions de consommables n'affectant pas la teinte des encres primaires, mais les quantités d'encres primaires effectivement transférées sur le papier pour une même consigne d'écriture.



Par exemple, même sur une presse offset avec des encres parfaitement standardisées, il faut contrôler la quantité d'encre Cyan déposée effectivement sur le papier pour chaque valeur de trame de la plaque

Cyan : c'est ce que tente de normaliser Brunner, car les courbes Brunner spécifient pour chaque encre les quantités d'encre déposées sur l'aplat 100% et les quantités pour 25, 50 et 75%.

Une quantité d'encre se mesure avec un simple densitomètre.  
Densité ⇔ quantité d'encre moyenne par unité de surface.

Sur un système d'épreuve numérique, on peut étalonner aussi souvent que nécessaire les quantités d'encres primaires C', M', J' et K' déposées sur le papier pour chaque consigne d'écriture. La courbe « densité d'encre primaire en fonction de chaque pourcentage spécifié » est choisie par le constructeur en fonction de la technologie d'impression utilisée.

Un bon système d'épreuve numérique ne nécessite donc qu'un simple densitomètre pour être étalonné, tant qu'il s'agit de simuler les couleurs des systèmes d'épreuve analogiques standard, dont le rendu de couleur est par définition constant.

Tout système d'épreuve « préréglé en usine » est à exclure formellement car l'utilisateur n'a aucun moyen économique, rapide et sûr de rattraper les inévitables dérives. Simplicité d'emploi ne veut pas dire approche simpliste des problèmes.

Certaines technologies d'impression sont impropres à l'épreuve numérique, soit parce que la gamme des couleurs possibles est plus petite que la gamme des couleurs d'un imprimé offset de haute qualité, soit parce que la technologie d'impression est très sensible à l'environnement (température, hygrométrie), et entraîne une forte instabilité de reproduction des couleurs qui périclète très rapidement tout étalonnage.

Notons que les sources de dérive potentielles d'une épreuve analogique sont beaucoup plus nombreuses que sur un système d'épreuve numérique :

Outre les problèmes de dérive des consommables et de transfert des quantités d'encre qui dépendent de la température, de l'hygrométrie, de la pression de report, du contact film, de l'exposition, voire même de la chimie sur certains systèmes analogiques, s'ajoutent les problèmes de calage géométrique des couches et tous les problèmes de flacheuse, films et chimie de développement. Chez THETA Scan, nous constatons quotidiennement que plus de la moitié des épreuves analogiques produites ne sont pas conformes aux spécifications de leurs fabricants respectifs. Avec un bon équipement, il est beaucoup plus facile d'obtenir une bonne épreuve numérique. L'épreuve numérique impose un meilleur contrôle des films ou plaques qui sont réalisés ultérieurement à l'épreuve.

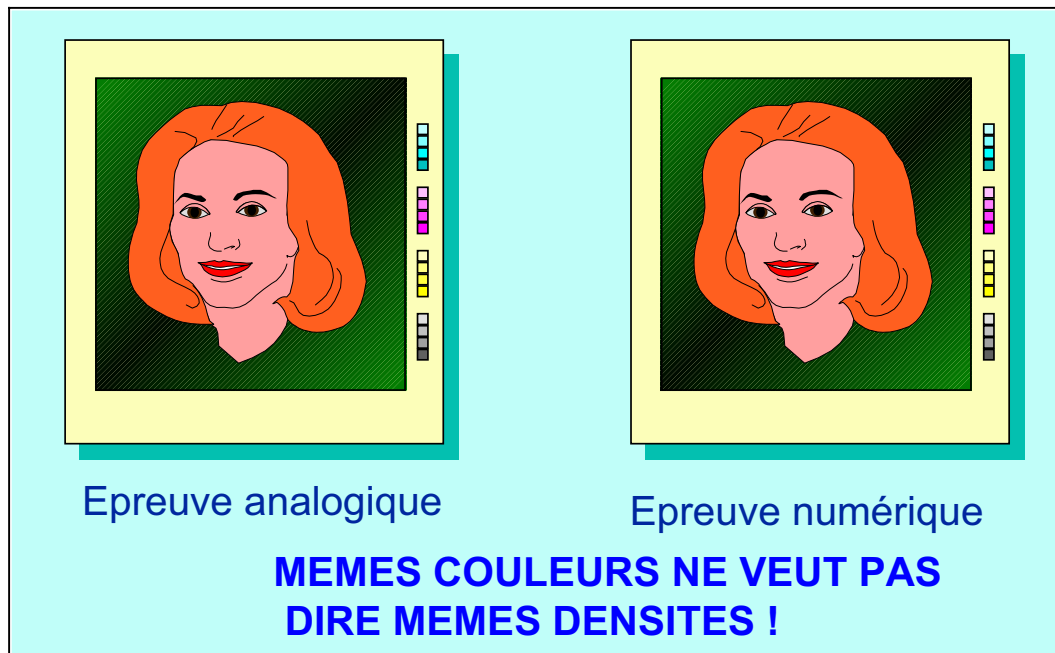
## 5) Contrôle d'une épreuve numérique :

Un bon système doit produire sur chaque épreuve des barres de contrôle reprenant les valeurs classiques qu'on trouve sur toute gamme de type Brunner, Gretag ou Fogra, et mieux il peut cumuler les informations de ces gammes bien connues. Qu'importe le flacon... chacun comprend que ces barres de contrôle, libres de droits et taxes, sont destinées à vérifier que le système ayant produit l'épreuve est réglé conformément aux spécifications de son constructeur.

Les barres de contrôle des systèmes d'épreuve numériques simulent en général les teintes des barres des épreuves analogiques. L'ajout d'éléments en gris trichrome équilibré permet de plus une alerte visuelle de toute dérive modifiant la balance des couleurs CMJ.

Mais mêmes couleurs Lab sous éclairage D50 ne signifie pas mêmes densités !

Si bien que les valeurs de densité à mesurer sur les 25, 50, 75 et 100 % dépendent de chaque modèle de système d'épreuve numérique. Ces valeurs sont publiées par la FETEC, pour les systèmes agréés.



## 6) Qualités principales d'un système d'épreuve :

Les technologies modernes et en particulier l'architecture I.C.C. permettent d'utiliser un grand nombre d'imprimantes en tant que système d'épreuve numérique. Mais les qualités principales à rechercher sont :

- Stabilité de reproduction des couleurs dans le temps (fidélité)
- Qualité sur les dégradés (sensibilité) et sur les hautes et basses densités.
- Prix d'achat de l'équipement et coûts consommables globaux en exploitation : le prix de l'imprimante d'épreuve est la plupart du temps négligeable devant le prix de revient annuel des consommables. Bien évaluer les coûts d'exploitation réels.
- Prix d'achat des outils matériels et logiciels de calibration : sans outils de mesure et logiciels appropriés, rien ne garantit que deux imprimantes de même modèle donneront les mêmes couleurs !
- Qualité sur les caractères en petits corps et en défoncé.
- productivité : très variable selon les modèles
- Souplesse dans le choix des couleurs cibles à simuler : (précision). Cromalin, Match Print, imprimé offset réel, héliographe, flexo etc. L'épreuve numérique peut être beaucoup plus fidèle à l'imprimé final que l'épreuve analogique.

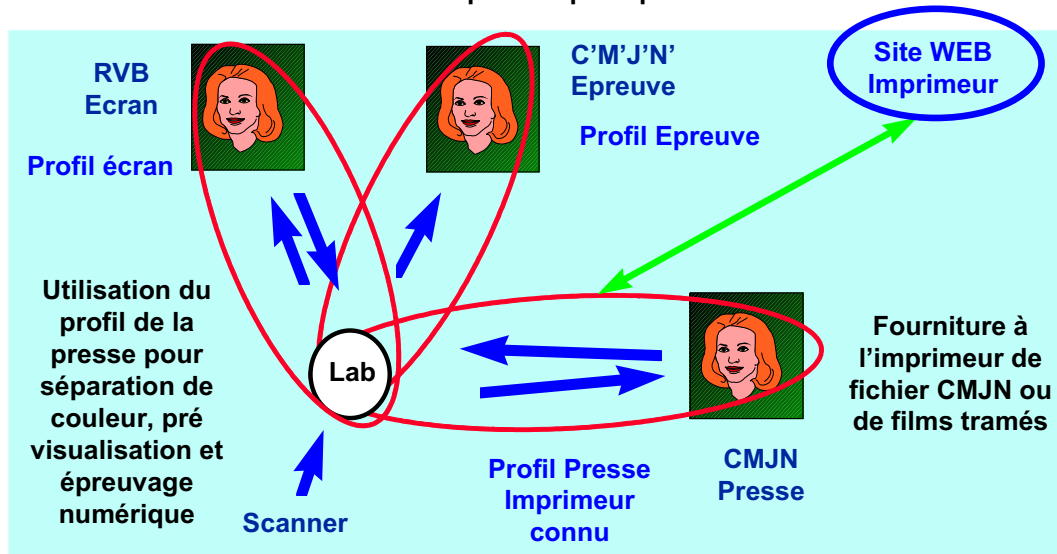
## 7) La redéfinition des relations contractuelles dans les Industries Graphiques :

La photogravure est réalisée aujourd'hui non pas pour réaliser un bel imprimé, mais une belle épreuve analogique.

Si on ne sait pas où va être imprimé le document, l'épreuve analogique a le mérite d'imposer des « couleurs de référence ». Mais ces couleurs de référence dépendent du type d'épreuve analogique utilisé et l'imprimeur doit compenser par ses réglages d'encre.

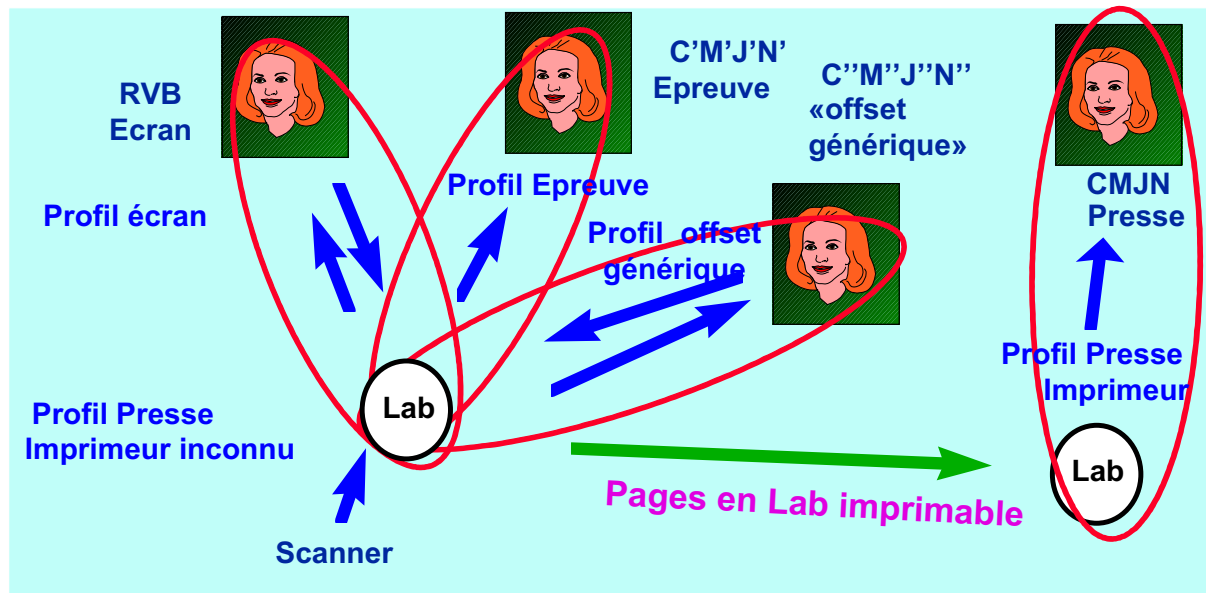
L'épreuve numérique et l'architecture I.C.C. proposent des modes de travail alternatifs, même dans le cas où on ne connaît pas l'imprimeur du document.

- Dans le cas où on connaît la presse qui imprimera le document :



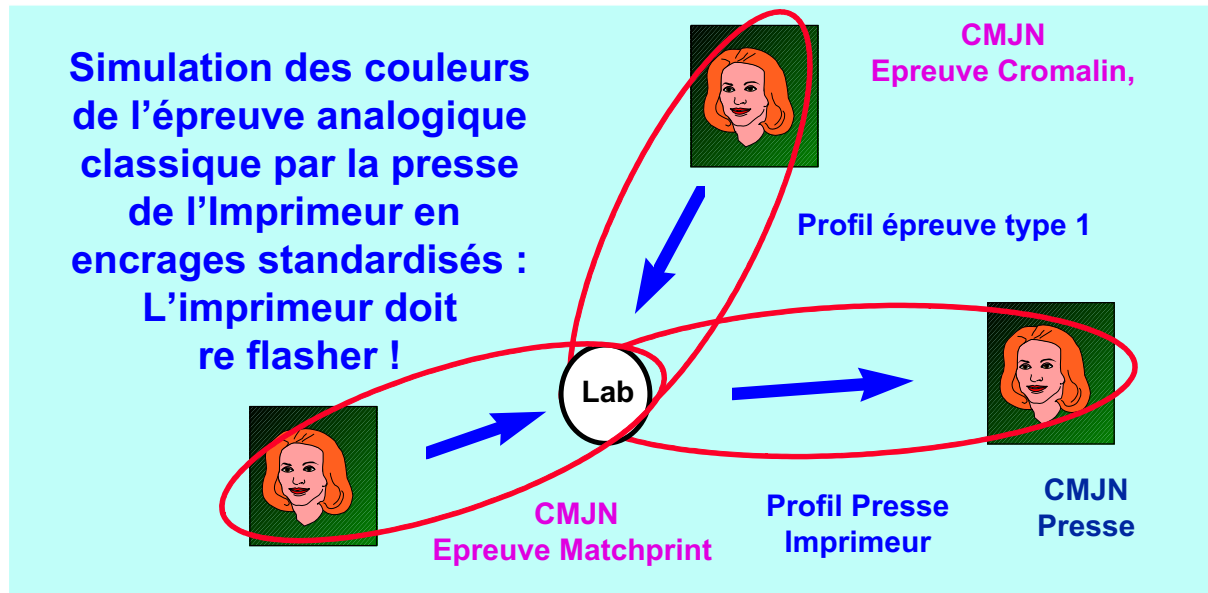
La séparation de couleur peut être réalisée en tenant compte dès le départ des caractéristiques de la presse utilisée, qui sont contenues dans le profil I.C.C. de la Presse. L'imprimeur moderne peut et doit garantir la stabilité de reproduction de sa Presse.

- Dans le cas où on ne connaît pas la presse qui imprimera le document :



On peut réaliser la gravure avec un profil offset « générique » (par exemple équivalent à un cromalin engraisé à 14 ou 15 %), puis adresser à l'imprimeur non pas la séparation de couleurs, mais les vraies couleurs correspondant à cette séparation suivant un profil générique. L'imprimeur réalise alors la séparation de couleur par le profil I.C.C. de la presse choisie pour l'impression. Ce mode de travail est idéal en Computer To Plate.

- Dans le cas où l'imprimeur reçoit des épreuves analogiques de rendus différents :



L'imprimeur peut transformer le « CMJN cromalin » en « CMJN Presse » et le « CMJN Match Print » en « CMJN Presse » : il transforme les séparations de couleurs reçues en séparations de couleur adaptées à la Presse choisie. Des logiciels spécialisés réalisent automatiquement ces opérations (par exemple Gretag BatchMatcher PS)

Dans ce cas, c'est la Presse qui simule différents systèmes d'épreuve analogiques !

### 8) L'approche proposée par SEIKO Instruments :

Bien entendu les imprimantes SEIKO Instruments simulent de manière autonome les couleurs cromalin et Match Print. Leur RIP Adobe intégré reçoit directement les pages PostScript « prêtes à flasher » composites ou DCS (pré séparées CMJN).

Le calage se fait au moyen d'un simple densitomètre.

Certains modèles peuvent imprimer des BAT en sublimation, mais aussi des maquettes en transfert thermique. Une maquette couleur A3 pleine page coûte 9,33 Fht en consommables, et une épreuve 39,90 Fht.

Il est aussi possible de débrayer les transformations de couleur internes à partir des options d'impression, pour travailler à partir de profils I.C.C., si on désire simuler des procédés d'impression CMJN spéciaux (ex : impression trichrome héliographique avec encres non standardisées).

Pour la simulation de l'imprimé offset réel, l'utilisation d'I.C.C. est aussi possible, mais nous sommes partis du principe qu'à ce jour presque aucun imprimeur n'est capable de fournir le profil I.C.C. de ses presses.

Il paraît cependant évident qu'en impression offset, grâce à l'utilisation d'encres CMJN standardisées, les principaux paramètres agissant sur la couleur finale obtenue sont :

- La teinte du papier
- Les épaisseurs d'encres CMJN en aplat (densité des 100 %)
- Les engraissements de points sur chaque encre (densités de 25, 50, et 75 %)



Or tout imprimeur sait mesurer et garantir ces paramètres principaux, qui engendrent des différences sensibles entre une épreuve analogique et l'imprimé réel.

Sur les imprimantes SEIKO Instruments, il est possible de télécharger ces valeurs que sait mesurer l'imprimeur avec un simple densitomètre sur les barres de contrôle de toute feuille offset :

- Si on télécharge à l'imprimante SEIKO Instruments ces valeurs mesurées sur un cromalin, on simule les couleurs du cromalin.
- Si on télécharge ces valeurs mesurées sur une feuille offset, on simule les couleurs que donnera la Presse offset.

Ceci permet de prendre très facilement en compte, par exemple, l'influence sur les engraissements offset d'une impression en trames stochastiques.

## 9) Conclusion :

Les technologies modernes permettent aujourd'hui non seulement de caler les systèmes d'épreuves par une méthode entièrement basée sur des mesures objectives, mais aussi de travailler entièrement en couleurs prévisibles et d'optimiser tout les processus de prépresse amont en fonction des caractéristiques mesurées de la Presse finale.

Seules survivront les Entreprises passant des méthodes propriétaires, empiriques et obscures, à des méthodes ouvertes et documentées basées sur la mesure.

L'épreuve numérique peut simuler la Presse réelle beaucoup mieux que l'épreuve analogique, et se moque des bonnes ou mauvaises méthodes de travail utilisées en amont, puisqu'elle se contente de prévoir ce qui sera imprimé.

Même avec une maîtrise technique parfaite, l'épreuve restera un indispensable contrôle qualité, car une part des choix de reproduction de la couleur sera toujours de nature purement esthétique et subjective, ne serait ce qu'en raison de la gamme limitée des couleurs et des densités d'un imprimé.