

## ANNEXES



## **Annexe 1 :**

### **L'impression textile traditionnelle aux cadres**

#### **1 : Les outils**

##### **1.1 : Les cadres plats**

Fondamentalement, l'impression aux cadres est un procédé de reproduction selon le principe du pochoir. Les pochoirs ont été utilisés en divers temps et endroits comme outils pour décorer les étoffes. Les premières tentatives pour remplacer les vides du pochoir par de la toile de soie eurent semble t'il lieu à Lyon, à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, d'où l'appellation encore usitée de « cadres à la lyonnaise » pour les cadres plats. C'est cependant en Angleterre, à Manchester en 1907, que fut déposé le premier brevet pour le procédé d'impression aux cadres plats. La technique fut alors utilisée pour imprimer les drapeaux pendant la première guerre mondiale. Ce n'est qu'à la fin des années 20, qu'elle commença à se développer de façon industrielle en Europe. Elle connaîtra dès lors une croissance inéluctable dont J.Storey<sup>176</sup> propose l'analyse suivante :

*« Le développement de l'impression manuelle au cadre doit beaucoup au besoin qui se fit sentir dans les années 20 et 30 d'une méthode pour imprimer les nouveaux motifs sur les soies artificielles et les autres rayonnées .....Il fallait une technique qui rendrait possible l'impression de ces nouvelles étoffes facilement, à de moindre coûts et en quantités plus grandes que ne le permettait la technique plutôt lente d'impression à la planche, sans toutefois que ces quantités atteignent les métrages énormes nécessaires pour que l'impression au rouleau [de cuivre gravé] soit économique. »*

##### **• L'impression manuelle**

A l'origine, les cadres plats étaient constitués de montants en bois, qui formaient un cadre rectangulaire, sur lequel était tendue une fine pièce de soie. Le motif à imprimer était reporté sur la soie à l'aide de vernis opaques ; les parties qui ne devaient pas être imprimées étant bouchées par le vernis. Chaque couleur du dessin nécessitait la fabrication d'un cadre. L'impression avait lieu sur de lourdes tables en bois recouvertes d'un feutre épais, doublé d'une étoffe de coton lavable. Sur les côtés de la table, des cavaliers et des supports permettaient de positionner exactement les cadres. L'étoffe à imprimer était fixée sur toute la longueur de la table, puis les ouvriers plaçaient le premier cadre du dessin sur l'étoffe. La pâte d'impression était déversée au bord du cadre, puis les ouvriers la faisaient passer d'un côté à l'autre du cadre, à l'aide d'une racle en caoutchouc. Ce mouvement de va et vient forçait la pâte à traverser les perforations de la soie, la déposant ainsi sur l'étoffe. Le cadre était ensuite relevé, puis placé à l'emplacement suivant, déterminé par le rapport de dessin. Cette opération était répétée jusqu'à l'extrémité de la table. Les ouvriers prenaient alors le deuxième cadre

---

<sup>176</sup> Joyce **STOREY**, *Impression Textile*, Montréal, Editions St Martin, 1993, p.100

du dessin, recommençaient les opérations depuis le début et ainsi de suite avec le nombre de cadres que nécessitait le dessin.

Les rares entreprises européennes qui impriment encore manuellement aujourd'hui, procèdent de la même manière. La mise en œuvre a néanmoins bénéficié d'améliorations substantielles. Ainsi les cadres ont des montants métalliques, plus légers, sur lesquels est tendue et collée une toile de filaments polyester monobrins très solide. La densité de la toile dépend de l'étoffe à imprimer, de la consistance de la pâte d'impression et de la nature du dessin. Le dessin est reporté sur la toile à raison d'une couleur par cadre au moyen de procédés de gravure. (voir Annexe 1/ 1.2) Les tables d'impression, le plus souvent métalliques, sont très longues et s'étendent couramment sur une distance de 50 à 100 m. (Fig.137) Elles sont recouvertes d'un molleton et d'un revêtement caoutchouté pour offrir une surface élastique à la dépose des cadres. L'étoffe à imprimer est maintenue sur le revêtement à l'aide d'adhésifs faciles à enlever tels des colles solubles ou thermoplastiques. Les ouvriers déposent la première couleur sur le premier cadre du dessin, la font traverser à l'aide de leur racle (Fig.138) puis répètent l'opération sur toute la longueur de la table. Lorsqu'ils appliquent la couleur suivante avec le cadre suivant, la couleur précédente a déjà eu le temps de sécher. D'où la dénomination du procédé comme étant de l'impression « mouillé sur sec ». Cette façon de faire permet d'obtenir des dessins de grande finesse sans interpénétration des couleurs. En règle générale, on imprime d'abord les couleurs des sertis puis les couleurs claires et ensuite les couleurs moyennes. Les couleurs foncées sont habituellement déposées en dernier avec un léger recouvrement des autres couleurs. Cela permet de remédier à l'illusion d'optique qui fait surgir un liséré blanc lors de la juxtaposition des couleurs. Après impression de toutes les couleurs, les étoffes sont souvent suspendues au dessus des tables pour achever de sécher avant d'être soumises aux opérations de finissage.





Fig.138 : Impression manuelle<sup>177</sup> aux cadres plats à la Manufacture d'Impression sur Etoffes<sup>178</sup> de Ribeauvillé, 2000

Fig.139 : Impression manuelle aux cadres plats à la Manufacture d'Impression sur Etoffes de Ribeauvillé, 2000

#### • L'impression semi automatique

Rapidement les constructeurs ont cherché à automatiser les opérations d'impression avec les cadres plats. En premier lieu, ils ont automatisé les mouvements des cadres afin que ceux-ci se déplacent plus rapidement. Les cadres sont fixés sur des chariots automoteurs qui permettent un abaissement et une levée rapides et précis. (Fig.140) Ces chariots se déplacent sur toute la longueur de la table pour imprimer une couleur puis reviennent en début de table où le cadre est remplacé par le cadre suivant. (Fig. 141) Les autres fonctions ont successivement été automatisées. De nos jours, tous les paramètres peuvent être programmés, soit de façon centralisée soit individuellement pour chaque cadre. Les ouvriers n'ont plus besoin de manipuler les cadres ; leur rôle est maintenant de surveiller le bon déroulement des opérations.

Le raclage de la couleur est effectué de façon automatique par des racles dont toutes les données : vitesse de raclage, pression de raclage, nombre de passage, angle de la racle, etc. sont préréglées. Les racles sont toujours en caoutchouc, avec parfois une âme métallique. Il existe différentes duretés de racle et différents profils : rond, diagonal, rectangulaire, en V, etc. Leur choix est fonction du support à imprimer et de la nature du dessin, selon qu'il présente des finesses ou des aplats. Les machines peuvent effectuer un raclage « simple » où la racle se relève en bout de cadre pour se repositionner au départ pour un second mouvement, ou bien un raclage « double » où la racle bascule en fin de course pour renvoyer la pâte dans un mouvement inverse vers le bord de départ.



Fig.140 Vue de détail d'un chariot automateur du constructeur MS<sup>179</sup>, 2008



Fig.141 : impression semi automatique aux cadres plats, Entreprise RATTI<sup>180</sup>, 2008.  
Trois longues tables d'impression se côtoient : sur la première, au fond, on distingue le chariot automateur

<sup>177</sup> Liliane **BORIN**, *Beauvillé. L'histoire industrielle d'une marque de luxe*, Strasbourg, La Nuée Bleue, 2000, p. 24

<sup>178</sup> **MIE** : Manufacture d'Impression sur Etoffes est une entreprise fondée en 1756 et qui produit jusqu'à aujourd'hui des étoffes haut de gamme pour l'ameublement .....[www.beauville.com](http://www.beauville.com)

<sup>179</sup> **MS** est un constructeur italien de machines d'impression aux cadres.....[www.macchine-servizi.com](http://www.macchine-servizi.com)

<sup>180</sup> **RATTI** est une entreprise italienne, de la région de Côme, spécialisée dans l'impression de soieries haut de gamme.  
[www.ratti.it](http://www.ratti.it)

## • L'impression automatique

Sont dénommées « automatiques » les machines dont les cadres sont fixes et dont c'est le tapis d'impression portant l'étoffe qui se déplace. Les cadres sont fixés au dessous de la table d'impression à intervalles réguliers d'un rapport. (Fig.142) Le tapis transporteur sans fin se déplace de façon discontinue en se positionnant successivement sous chaque cadre, puis passe sous la table où il est lavé. A l'entrée de la table, le tissu amené par un dévidoir est plaqué sur le tapis préalablement enduit d'une colle activée par la chaleur. Lors de l'arrêt du tapis, tous les cadres s'abaissent simultanément, les couleurs sont raclées puis les cadres se relèvent. Le tapis se déplace alors jusqu'au cadre suivant et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les couleurs aient été imprimées sur un même rapport. A la fin de la table, le tissu se décolle du tapis et passe directement dans une unité de séchage. Il n'y a pas de séchage intermédiaire entre deux cadres, ce qui vaut à ce procédé l'appellation de « mouillé sur mouillé ». Cette façon de faire peut amener des interpénétrations de couleurs et un léger fusage. Elle n'est donc pas adaptée aux dessins fins et nets et est privilégiée pour l'impression d'aplats de couleurs. De nos jours, tous les paramètres sont gérés numériquement, pour chaque cadre individuellement, qu'il s'agisse de levée, de nombre de raclage, de la vitesse ou de la pression de raclage, etc. (Fig.143)



Fig.142 : machine automatique à cadres plats PRIMA de l'entreprise REGGIANI<sup>181</sup>, 2006

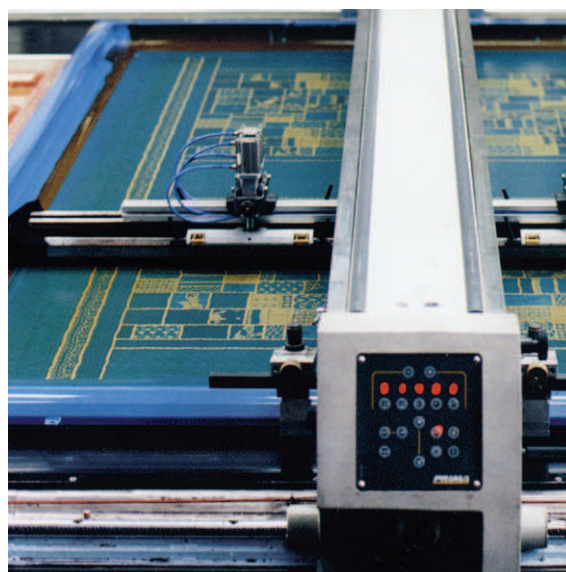


Fig.143 : vue en détail d'un cadre avec ses commandes individualisées, 2006

Le maximum en terme de nombre de cadres, de dimensions de cadres et de vitesse est proposé par la machine F8 de l'entreprise BUSER<sup>182</sup> : Celle-ci qui peut comporter jusqu'à un maximum de 32 cadres, d'une largeur de plus de trois mètres et atteindrait des vitesses d'environ 30m/mn.

<sup>181</sup> **REGGIANI** est une entreprise italienne qui propose des machines pour toute la ligne d'impression [www.reggianimacchine.it](http://www.reggianimacchine.it)

Ces machines ont atteint actuellement un degré de maturation technologique qui ne permet plus de grandes possibilités d'optimisation en ce qui concerne la qualité ou la rentabilité de l'impression. Les dernières améliorations possibles sont ponctuelles et concernent des détails dans les processus d'entraînement des tapis, de raclage des pâtes ou de gestion des temps d'arrêt.

#### • Les carrousels: l'impression d'articles confectionnés

Dopée par la demande actuelle d'impression sur articles confectionnés, plus particulièrement sur Tee-shirts, l'utilisation de cadres plats sous forme de carrousels se développe rapidement. Industriellement, l'impression d'articles confectionnés se fait sur des machines circulaires, sur lesquelles on peut imprimer successivement de quatre à vingt couleurs. Les chariots portant les cadres sont disposés en cercle autour d'un axe central. Les articles à imprimer sont enfilés sur des formes, appelées « jeannettes », qui s'articulent autour de ce même axe et se déplacent d'un cadre à l'autre. (Fig.144) Chaque cadre possède ses propres réglages de vitesse, de pression de raclage, etc. (Fig.145) La taille des cadres est plus ou moins importante selon la grandeur des motifs à imprimer. La limite maximum actuelle est illustrée par la machine AlfaPlus de TEK-IND<sup>183</sup> et elle est de l'ordre de 80 x 100 cm. En terme de productivité, l'entreprise MHM<sup>184</sup> annonce sur sa machine SYNCHROPRINT 4000 AC, un débit qui peut aller jusqu'à 1400 pièces imprimées par heures.

Les toiles des cadres ont des faibles densités car les pâtes d'impression utilisées ont des viscosités importantes. Dans ce secteur de marché les colorants les plus utilisés sont les colorants pigmentaires ou plastisols avec, souvent, des effets additionnels, métalliques, gonflants, etc.

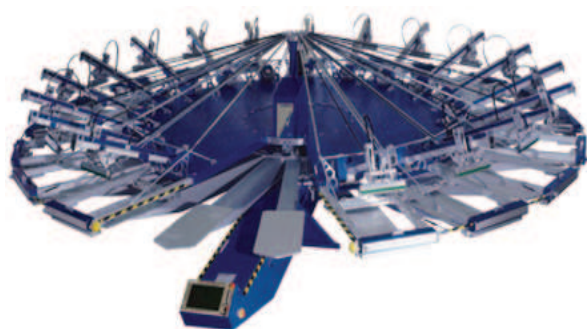


Fig.144 : Carrousel à cadres plats SYNCHROPRINT 4000 AC, de l'entreprise MHM, 2008



Fig.145 : vue en détail de l'impression sur cette machine

<sup>182</sup> **BUSER** est une entreprise helvétique, renommée pour la précision de ses machines d'impression à cadres plats et rotatifs. [www.buser.ch](http://www.buser.ch)

<sup>183</sup> **Tek-Ind** est un constructeur italien de machines d'impression à cadres plats.....[www.tekind.it](http://www.tekind.it)

<sup>184</sup> **MHM** est une entreprise autrichienne spécialisée dans les machines d'impression carrousels à cadres plats .....[www.mhm.at](http://www.mhm.at)

## 1.2 : la fabrication des cadres plats

De nos jours les cadres plats sont composés de robustes montants métalliques qui sont fixés ensemble à angles droits de façon à constituer une forme rectangulaire. Ces cadres peuvent avoir diverses dimensions, allant des tailles standard d'environ un mètre pour les machines automatiques aux grandeurs de trois à quatre mètres destinées à des impressions particulières. Sur le cadre est tendue une toile, généralement, en fibre polyester monobrin, qui est très résistante à l'abrasion. L'armure de la toile se caractérise par sa densité, qui peut être calculée, soit en nombre de fils par centimètre ou par pouce, soit en espace entre deux fils. Le choix d'un type de densité se fait en fonction de l'étoffe à imprimer, du dessin à traiter selon qu'il est constitué d'aplats de couleur ou de finesses, de la consistance des pâtes d'impression et des paramètres de raclage de la pâte.

### • La gravure des cadres plats

Le dessin est transféré sur le cadre, après la séparation des couleurs (voir Annexe 1/ 2.3), selon des procédés appelés « gravure ». Ce terme « gravure » fait référence aux techniques du 19<sup>ème</sup> siècle, où les dessins étaient gravés en creux dans des rouleaux de cuivre. Si de nos jours, le transfert des dessins n'a plus rien à voir avec la gravure en creux, la dénomination reste usitée. La gravure est donc effectuée au sein d'entreprises de gravure par des opérateurs appelés « les graveurs ». Le report du dessin sur les cadres plats se faisait à l'origine manuellement à l'aide de vernis opaques qui obstruaient localement la toile. Les parties non vernies, constituant le dessin à imprimer, restaient poreuses et permettaient ainsi le passage de la pâte colorante à travers les interstices de la toile.

A partir des années 50, la photogravure s'est peu à peu imposée sous des formes plus ou moins sophistiquées. Le principe est schématiquement le suivant :

Le cadre est enduit d'une pellicule de résine photosensible qui se réticule sous une source lumineuse à base d'UV. De nos jours, ces résines sont des émulsions à base de polyvinyle ou de polyacrylate, avec divers agents mouillants, antimousse, sensibilisateurs, etc. Le produit est déposé, manuellement ou mécaniquement, des deux côtés du cadre puis séché. Un film transparent, appelé « cliché », comportant le dessin à traiter est étroitement plaqué contre la couche photosensible du cadre. Le tout est exposé aux rayons lumineux actiniques selon une durée déterminée par la composition de la résine photosensible. Les parties opaques du cliché arrêtent les rayons lumineux alors que ceux-ci, traversant les parties transparentes, atteignent la couche photosensible et la réticulent. Le cadre est ensuite « dépouillé » c'est-à-dire lavé à grandes eaux. (Fig.146) Les parties de résine non durcies se désintègrent sous le jet d'eau et laissent apparaître les parties poreuses.

Après séchage, le cadre est vérifié sur une table lumineuse et les éventuels défauts rectifiés manuellement. (Fig.147) Le cadre est ensuite enduit d'un vernis protecteur destiné à le renforcer, au vu des nombreuses agressions qui vont ponctuer son cycle de vie. Les interstices de la toile sont débouchés par succion et le vernis restant est polymérisé en étuve.



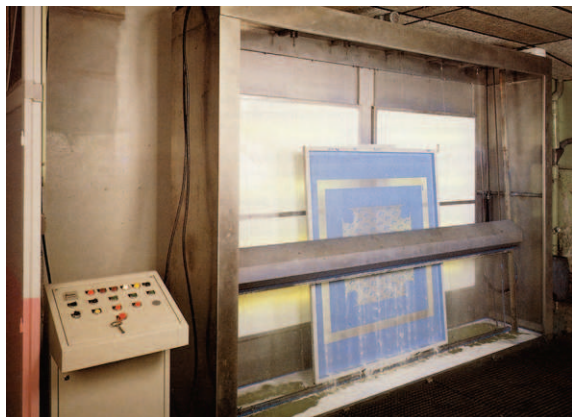


Fig. 146 : Dépouillage à l'eau du cadre, Etc. G.PIOLLAT<sup>185</sup>, Villeurbanne, 1990

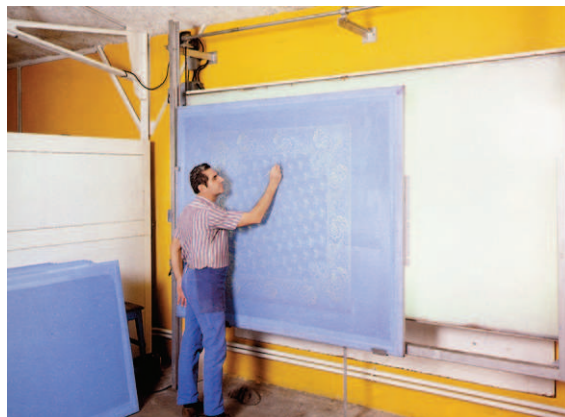


Fig. 147 : Vérification du cadre sur la table lumineuse, Etc. G.PIOLLAT Villeurbanne, 1990

De nombreuses tentatives ont été menées pour tenter de supprimer l'étape intermédiaire que représente le cliché. En effet, son positionnement et son déplacement sur le cadre sont souvent source d'erreurs. Le procédé de la gravure par jet de cire, présenté la première fois en 1995 à l'ITMA<sup>186</sup>, connut un certain succès. De fines gouttelettes de cire noire opaque sont projetées sur l'émulsion photosensible couvrant le cadre. La cire est chauffée dans les circuits de la machine de gravure et projetée à l'état liquide sur le cadre au contact duquel elle se solidifie instantanément. Elle couvre ainsi les parties qui ne doivent pas être insolées et qui forment le dessin à imprimer. Cette cire est soluble dans l'eau et s'enlève facilement lors du dépouillage du cadre. Les données issues de la séparation des couleurs sont ainsi, pour chaque cadre, traitées directement et numériquement. Ce procédé par jet de cire est particulièrement bien adapté à la gravure des cadres plats de grands formats, comme l'illustre l'installation JetScreen WAX de l'entreprise LUESCHER<sup>187</sup>. (Fig.148)

Une étape supplémentaire a été franchie avec le développement de la gravure directe par faisceaux de lumière, procédé désigné par le terme DLE (Digital Light Engraver). Il n'y a, avec ce système, plus de matière additionnelle, comme la cire, qu'il fallait évacuer par la suite. C'est la lumière qui polymérise directement l'émulsion déposée sur le cadre. L'entreprise LUESCHER a présenté sa machine de gravure, la JetScreen DX en 2007 lors de foire FESPA<sup>188</sup>. (Fig.149) Celle-ci peut utiliser jusqu'à 128 diodes laser, ce qui permet d'atteindre des vitesses de gravure élevées de l'ordre de 30 m<sup>2</sup>/h.

<sup>185</sup> A.Piollat, D.Martin, « Le cadre plat à la lyonnaise » p. 187-200, in *Du burin au laser*, Mulhouse, Musée de l'Impression Sur Etoffes, 1990

<sup>186</sup> ITMA pour Internationale TextilMaschinen Ausstellung, est la foire la plus importante dédiée aux machines textiles. Elle se tient tous les quatre ans et avait lieu à Milan en 1995.

<sup>187</sup> LUESCHER est une entreprise helvétique, spécialisée dans les installations de préparation et de gravure de cadres sérigraphiques et textiles.....[www.luescher.com](http://www.luescher.com)

<sup>188</sup> La FESPA, pour Federation of European ScreenPrinters Associations, organise chaque année une foire dédiée aux technologies numériques de l'impression.....[www.fespadigital.com](http://www.fespadigital.com)



Fig.148 : L'installation JetScreen WAX de l'entreprise LUESCHER, 2009



Fig.149 : L'installation JetScreen DX de l'entreprise LUESCHER, 2009

### 1.3 : Les cadres rotatifs

Après la seconde guerre mondiale, alors que l'impression aux cadres plats s'est largement propagée dans l'industrie textile européenne, de nombreux constructeurs cherchent à adapter ce système de pochoirs à une impression en continu. Dans son ouvrage sur l'impression textile, Joyce Storey<sup>189</sup> analyse la problématique de la façon suivante :

« Les premières recherches pour développer des machines rotatives avaient pour but de combiner les avantages de deux techniques : d'une part la vitesse, la circulation du tissu en continu et la concordance des rapports s'effectuant automatiquement et rapidement qui caractérisent l'impression aux rouleaux gravés ; d'autre part l'avantage incomparable que constitue l'absence de pression (donnant des couleurs propres et lumineuses), la possibilité de travailler avec des rapports très grands et les économies réalisées à l'impression de courts métrages qui sont l'apanage de l'impression au cadre plat. »

Si le principe d'un cadre cylindrique, semble évident, il y a néanmoins deux difficultés majeures :

- comment fabriquer un cadre sans soudure ?
- comment déposer la pâte d'impression sur le cadre ?

Après différentes propositions, c'est celle de l'entreprise néerlandaise STORK<sup>190</sup>, qui va s'imposer comme étant la plus efficace. A l'ITMA<sup>191</sup> de Hanovre en 1963, ils présentent leur première machine à cadres rotatifs sans couture, élaborés par électrolyse. Les cadres se présentent sous la forme d'un cylindre de nickel finement perforé, alimenté en colorant depuis l'intérieur. D'autres entreprises, tels

<sup>189</sup> Joyce STOREY, *Impression textile*, Montréal, Editions St Martin, 1993, p.136

<sup>190</sup> STORK est une entreprise néerlandaise qui fabrique des machines pour l'industrie graphique et textile  
www.storkprints.com

<sup>191</sup> ITMA pour Internationale TextilMaschinen Ausstellung est le salon de référence pour l'équipement des industries du textile.

ZIMMER<sup>192</sup> et BUSER<sup>193</sup> proposèrent par la suite des concepts semblables comportant de subtiles variantes. Si jusqu'à nos jours les machines à cadres rotatifs ont connu d'incessantes améliorations, le principe de base est resté le même.

Les cadres rotatifs sont placés les uns derrière les autres tout au long d'une table horizontale. (Fig.152) Le tissu est amené par un gros dévidoir et déposé sur le tapis enduit d'un adhésif, le plus souvent thermoplastique. Le déplacement continu du tapis achemine successivement l'étoffe sous chacun des cadres où elle reçoit chacune des couleurs du dessin. Les cadres sont alimentés automatiquement, par des pompes pneumatiques ou électriques, en pâte d'impression. Celle-ci se dépose à l'intérieur du cadre et elle est pressée à travers les perforations du cylindre à l'aide de racles. Il existe différents systèmes de racles : des racles métalliques, des racles airflow, des racles magnétiques. Chaque type de racles a des caractéristiques particulières en terme d'élasticité, de force de pression, etc. et peut être réglé précisément quant à sa vitesse ou son angle d'attaque. En fonction du support à imprimer, de la définition du cadre et des effets du dessin, les racles, en écrasant plus ou moins de pâte, font pénétrer la couleur plus ou moins profondément dans le tissu. En fin d'opération, les excès de pâte sont récupérés.

Les cadres sont insérés dans des unités fixées en bordure de la table où un système d'entraînement détermine leur rotation. (Fig.150 et 151) Pour les cadres de grandes dimensions, l'entraînement se fait des deux côtés de la table afin d'éviter les déformations du cylindre. Sur la plupart des machines actuelles, chaque unité comprend un tableau de commande individuel où tous les paramètres d'exploitation du cadre peuvent être définis. Il est impératif qu'il y ait une parfaite synchronisation entre la rotation du cadre, la dépose des colorants et le déplacement du tapis pour que les différentes couleurs du dessin se positionnent à leur emplacement précis du rapport.

Après l'impression, le tissu se sépare du tapis et est entraîné vers le séchoir alors que le tapis retourne sous la table en passant dans une unité de lavage.



Fig.150 : Vue des cadres rotatifs sur la machine Pegasus OR de STORK, 2008



Fig.151 : Cadres rotatifs prêts à l'emploi

<sup>192</sup> **ZIMMER** est une entreprise autrichienne produisant des machines pour l'ennoblissement textile  
www.zimmer-austria.com

<sup>193</sup> **BUSER** est une entreprise suisse, spécialiste des machines à cadres pour l'industrie textile.....www.buser.ch

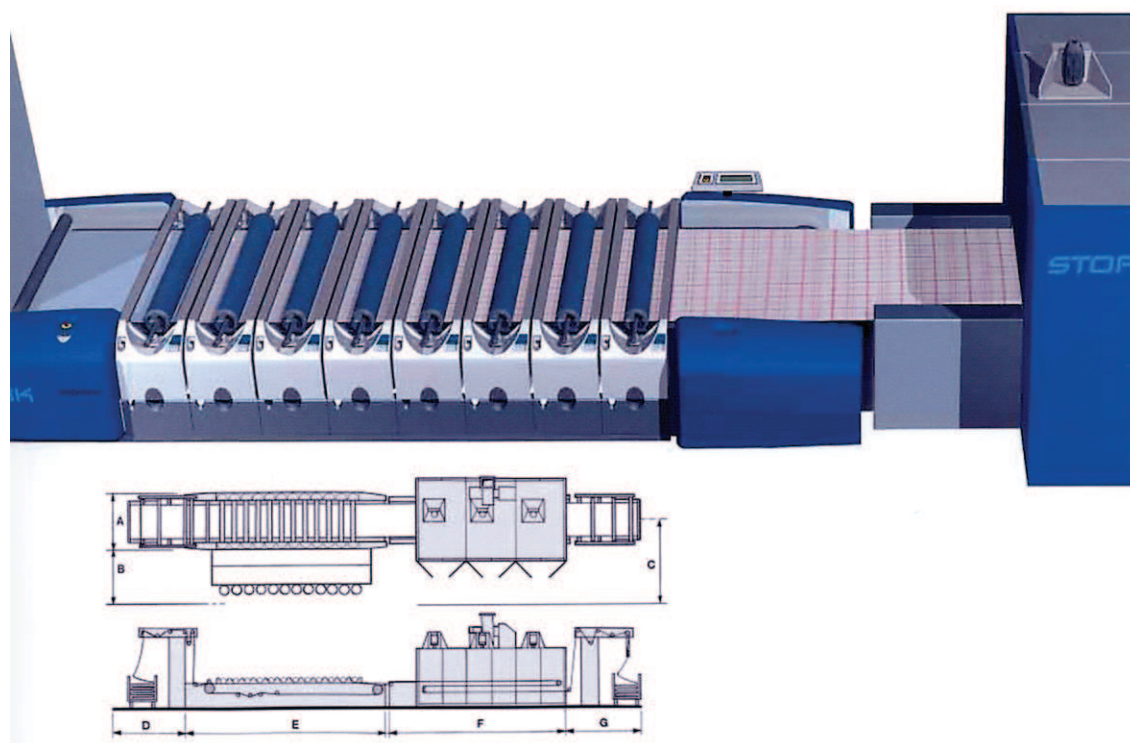


Fig.152 : Schéma de la machine à cadres rotatifs Pegasus OR du fabricant STORK<sup>194</sup>, avec le dévidoir de tissu et l'unité de séchage.

Comme pour les machines à cadres plats, la technologie des machines à cadres rotatifs est arrivée à une maturité technologique qui ne permet plus que des améliorations ou optimisations de l'ordre du détail. La taille maximale des cadres semble atteinte avec des dimensions de 325 à 420 cm sur la machine Pegasus OR de STORK. Les vitesses d'impression peuvent atteindre 120 m/mn sur les machines Rotascreen de ZIMMER. Pratiquement tous les constructeurs proposent leurs machines avec un nombre variable de cadres, la limite maximum étant actuellement de 24 cadres.

Les innovations se concentrent sur des processus parallèles à l'impression. Sous la pression du marché qui demande des métrages de plus en plus petits, les constructeurs proposent des solutions qui permettent de diminuer les temps morts que sont les changements de cadres. A l'ITMA de 1999, l'entreprise STORK a présenté le système PRINT@CHANGE qui permet de remplacer les cadres et racles en cours d'impression. Schématiquement, le principe est le suivant : lorsque le premier dessin est terminé, les cadres se lèvent et un tapis amovible est inséré entre les cadres et le tissu, protégeant ainsi le support et permettant aux nouveaux cadres d'être installés. Le constructeur REGGIANI<sup>195</sup> propose lui le système WOL (Washing On Line) qui permet le lavage des cadres, des racles et de toute l'alimentation en couleurs, sur la machine en environ dix minutes. Ce principe est destiné à un changement rapide de couleurs lors de l'impression de différentes variantes colorées.

<sup>194</sup> STORK.....[en ligne, 2009][www.storkprints/textile+printing/rotary+printing/print+system+pegasus](http://www.storkprints/textile+printing/rotary+printing/print+system+pegasus)

<sup>195</sup> REGGIANI est une entreprise italienne qui produit des machines pour l'ennoblissement textile  
[www.reggianimacchine.it](http://www.reggianimacchine.it)



## 1.4 : la fabrication des cadres rotatifs

Le cadre rotatif est constitué d'un cylindre sans couture en nickel pur dont les très fines parois sont perforées régulièrement sur toute la surface. Ce cylindre est rigidifié à ses extrémités par des embouts crantés en acier qui servent à son entraînement sur la machine.

La fabrication d'un tel cadre se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, on se sert d'une matrice pleine qui est gravée régulièrement et en profondeur de cellules hexagonales. La forme hexagonale est celle qui permet d'obtenir, dans un maillage, la plus grande superficie de surface ouverte. Ces parties creuses sont ensuite remplies d'un isolant électrique. La matrice est alors immergée dans un bain de nickel et par électrolyse, le nickel se dépose sur les parties qui n'ont pas été isolées. La couche de nickel déposée varie habituellement entre 0,08 et 0,12 mm. Selon l'épaisseur de cette couche, les orifices hexagonaux s'évasent plus ou moins. Le fabricant STORK<sup>196</sup> a mis au point des perforations plus sophistiquées, de profondeur biconique, qui favorisent l'écoulement de pâte d'impression. (Fig.153) La qualité du cadre est déterminée par les caractéristiques et la répartition de ces perforations. Elle est mesurée en « mesh » c'est-à-dire en nombre de perforations par pouce.

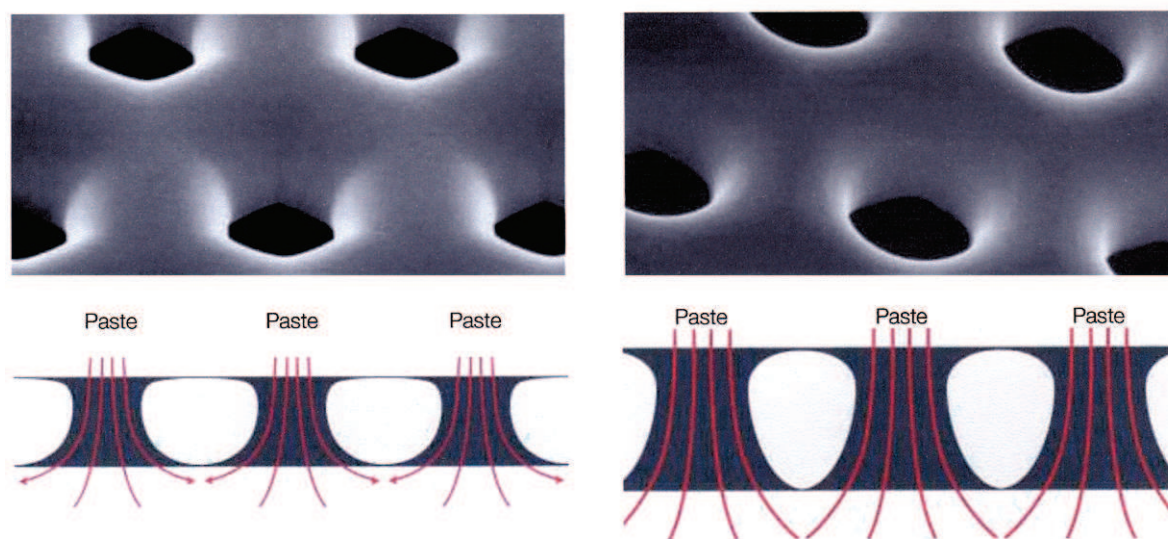


Fig.153 : Photographies macroscopiques des perforations des cadres et schémas du passage de la pâte d'impression à travers ces perforations, pour le cadre PentaScreen à 125 mesh (à gauche) et le cadre NovaScreen à 165 mesh (à droite) de l'entreprise STORK<sup>197</sup>, 2008

Les qualités usuelles de cadres rotatifs varient de 40 mesh, pour des enductions épaisses, à 195 mesh pour des dessins très fins. Pour chaque type de cadre sont également pris en compte les paramètres suivants : le diamètres des orifices, leur épaisseur, le pourcentage de surface ouverte, le nombre de perforations par centimètre carré ainsi que la valeur théorique de pâte d'impression

<sup>196</sup> STORK est une entreprise néerlandaise qui fabrique des machines pour l'industrie graphique et textile  
www.storkprints.com

<sup>197</sup> STORK.....[en ligne,2009]www.storkprints.com/textile+printing/rotary+screens/novascreen

absorbable et la valeur théorique de la finesse de trait imprimable. Tous ces paramètres sont illustrés dans le tableau suivant (Fig.154)





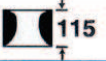































	StandardScreen	PentaScreen®		NovaScreen®		
	80 ED	125 mesh	155 mesh	135 ED	165 ED	195 ED
Thickness in $\mu\text{m}$	 95	 100	 100	 120	 115	 115
Hole diameter in $\mu\text{m}$	 101	 79	 60	 88	 67	 52
Open area in %	 10	 15	 13	 22	 19	 16
Theoretical finest line in mm	 0,31	 0,21	 0,16	 0,19	 0,15	 0,13
Number of holes per $\text{cm}^2$	 1128	 2775	 4141	 3267	 4869	 6833
Theoretical paste volume in $\text{ml/m}^2$	 9,5	 15	 13	 26,4	 21,9	 18,4

Fig.154 : Les différents paramètres des cadres StandardScreen (80 mesh), PentaScreen (125 et 155 mesh) et Novascreen (135,165 et 195 mesh) de l'entreprise STORK, 2006

Les dimensions des cadres varient selon les machines d'impression auxquelles ils sont destinés et l'usage qui leur est imparti. Usuellement les diamètres des cadres se situent entre 57,4 cm et 120 cm. Des diamètres plus importants sont difficilement réalisables car les cylindres se déformeraient sous la pression exercée à haute vitesse. Des diamètres supérieurs sont donc exceptionnels et destinés à des usages particuliers, à de moindres vitesses. Les hauteurs des cadres habituellement utilisés varient entre 140 cm et 350 cm. Certains fabricants proposent des cadres d'une hauteur exceptionnelle de 420 cm destinés à certaines machines, comme la Pegassus OR de STORK. (Fig.150)

Les cadres ainsi fabriqués sont très robustes à l'usage mais fragiles à la manipulation à cause de leurs très fines parois. Ils doivent par conséquent être manipulés, entreposés et emballés avec maintes précautions. Après fabrication, ils sont envoyés aux entreprises de gravure pour le transfert des dessins d'impression.

## • La gravure des cadres rotatifs

Dans l'entreprise de gravure, les cadres réceptionnés sont soigneusement déballés puis remis en forme à l'aide d'un traitement thermique. Pour transférer le dessin à imprimer sur les cadres on peut utiliser, comme pour les cadres plats, des techniques de photogravure. Néanmoins il existe, de nos jours, des procédés plus sophistiqués de gravure par rayons laser.

La plupart de ces techniques de gravure laser ont été mises au point par l'entreprise STORK et sont commercialisées jusqu'à nos jours par cette même entreprise. Deux procédés cohabitent : soit le rayon laser détruit l'émulsion polymérisée dont est recouvert le cadre (ce sont les procédés LEN) soit il polymérise l'émulsion qui recouvre le cadre (ce sont les procédés LEX).

Le procédé de gravure LEN a été présenté la première fois par STORK en 1986 et depuis différentes améliorations ont été apportées. Il se vend aujourd'hui des machines avec le procédé BestLEN et d'autres avec le procédé EcoLEN, présenté à l'ITMA de 2003.

Les étapes du procédé BestLEN sont schématiquement les suivantes :

Avant d'être placé dans la machine à graver, le cadre est enduit mécaniquement d'une résine particulière qui a la propriété de se désagréger sous le rayon laser. Cette enduction se fait à l'aide d'une racle circulaire qui se déplace de bas en haut, et réciproquement, et dépose successivement plusieurs couches d'émulsion. Celle-ci est ensuite polymérisée à 185°C dans un four ventilé. Le cadre est alors placé, dans la machine à graver BestLEN, (Fig.155) sur un manchon actionné par un arbre rotatif. Un rayon laser à gaz carbonique de puissance moyenne et d'une précision de 90 µm se déplace selon les besoins du dessin à imprimer, détruisant l'émulsion du cadre, aux endroits où le dessin devra laisser passer la pâte d'impression : Il exécute cette tâche à une vitesse qui peut aller jusqu'à 14m/s. Avec ce procédé il n'y plus d'opération de dépouillage<sup>198</sup>, donc plus d'emploi d'eau, et par conséquent toutes les opérations se déroulent en milieu sec. Selon les modèles, les machines peuvent traiter des cadres d'une longueur de 30 cm à 350 cm. Toutes ces opérations sont automatisées et contrôlées numériquement. Les fichiers de gravure ont été préparés en amont, à l'aide de logiciels spécialisés, et transférés directement aux commandes de la machine. Après la gravure, chaque cadre est minutieusement vérifié sur un arbre lumineux et les éventuels défauts corrigés manuellement. Le cylindre est ensuite rigidifié avec des embouts d'entraînement en acier qui sont fixés à ses deux extrémités. Le cadre désormais complet est sensible aux chocs qui pourraient le déformer et doit dès lors être manipulé avec précaution.

La machine EcoLEN (Figure) est une version plus économique dont les spécifications diffèrent essentiellement de celles du BestLEN en terme de vitesse (7 m/s) et de précision du rayon (140 µm).

<sup>198</sup> Le **dépouillage** est un terme de gravure, signifiant le lavage du cadre pour ôter l'émulsion non polymérisée.



Fig.155 : Machine pour la gravure des cadres rotatifs EcoLEN, STORK<sup>199</sup>, 2008



Fig.156 : Détail du rayon laser de la machine EcoLEX, STORK, 2008

D'après le fabricant STORK, le procédé de gravure LEX combine les avantages d'une polymérisation à la lumière avec ceux de la technologie laser.

Pour ce procédé, les cadres sont d'abord enduits d'une émulsion photosensible standard puis d'une couche à base polyvinylique. Le cadre est ensuite placé dans la machine LEX (BestLEX ou EcoLEX) et lors de la rotation du cylindre, un rayon laser à rayonnement UV se déplace selon les besoins du dessin à imprimer et polymérise tous les endroits qu'il touche. (Fig.156) L'extrême précision du rayon permet de polymériser, et par conséquent de déboucher plus tard, non seulement des perforations entières du cadre mais des moitiés voire des quarts de perforations. De ce fait, il est possible d'obtenir des finesses de dessins qui ne sont pas réalisables avec les autres procédés de gravure. Le cadre est ensuite immergé dans un bain chimique à 30°C qui dissout toutes les parties non insolées. Comme dans les procédés précédents, toutes les opérations sont gérées numériquement de façon automatique et les finitions sont les mêmes.

<sup>199</sup> STORK.....[en ligne,2009]www.storkprints.com/textile+printing/digital+engraving/bestlen

## 2 : Le dessin textile

### 2.1 : La nature du dessin textile

Un dessin destiné à l'impression aux cadres doit répondre à des critères précis :

- il doit pouvoir être répété dans le sens de la longueur et de la largeur du cadre
- il doit pouvoir être décomposé en autant de couleurs que de cadres

Or, rares sont les dessins qui intègrent ces caractéristiques dès leur conception. La transposition d'un dessin quelconque, généralement appelé « maquette », en un dessin textile est le plus souvent l'œuvre de dessinateurs employés par les ateliers de gravure. L'origine des maquettes ou images utilisées pour être transformées en dessins textiles est variée. Il peut s'agir d'œuvre d'artistes qu'il faudra retranscrire en essayant d'en garder le style et l'esprit. Il peut s'agir de créations de dessinateurs indépendants ou de studios de dessin, qui sont vendues lors des salons annuels textiles, comme INDIGO<sup>200</sup>, HEIMTEX<sup>201</sup>, etc. Dans ces cas là, les mises en répétitions sont souvent déjà amorcées. Il peut également s'agir de maquettes créées par les dessinateurs d'une entreprise particulière, dans lequel cas, elles sont le plus souvent déjà adaptées à la mise en répétition souhaitée et au nombre de cadres envisagés. Par contre, quelle que soit l'origine des maquettes, il n'y a aucune restriction d'ordre stylistique d'aucune sorte. Les maquettes peuvent aller de très grands aplats de couleurs, comme les tissus scandinaves de années 60, jusqu'à d'extrêmes finesses de trait, comme les étoffes d'ameublement du style « Toile de Jouy<sup>202</sup> ».

« Pour être réussi, un dessin d'impression et son coloris devraient se tenir dans le cadre de l'ambiance du moment, dite mode. » citait déjà en 1946, le mulhousien Daniel Lauth<sup>203</sup>.

Les dessinateurs des ateliers de gravure vont devoir retranscrire ces maquettes en des dessins textiles, adaptés au type de cadres qui vont reporter ces motifs sur les supports textiles. La complexité de cette retranscription réside dans le fait que le dessin doit non seulement s'adapter aux contraintes techniques des outils d'impression, mais également respecter, le plus fidèlement possible, le style de la maquette originale. Ce sont donc les compétences artistiques et techniques du dessinateur-graveur qui détermineront la qualité du dessin à imprimer. Ce savoir-faire ne s'acquiert qu'au terme de longues années de pratique au sein des ateliers de gravure. Leur nombre est, en France, de plus en plus restreint et c'est malheureusement tout un corps de métier et un patrimoine du dessin textile qui est en train de disparaître.

<sup>200</sup> INDIGO est un salon international dédié aux métiers du dessin et de la création textile, qui se tient deux fois par an à Paris.  
[www.indigo-salon.com](http://www.indigo-salon.com)

<sup>201</sup> HEIMTEX est un salon international dédié aux textiles d'ameublement qui se tient une fois par année à Franfort (D)  
[www.heimtex.messefrankfurt.com](http://www.heimtex.messefrankfurt.com)

<sup>202</sup> Toile de Jouy est un style de dessin généralement en camaïeux monochromes sur fond blanc, dénommé d'après le nom de la Manufacture de Jouy-en-Josas qui les réalisa à partir du 18<sup>ème</sup> siècle

<sup>203</sup> Daniel LAUTH, « le dessin d'impression et l'évolution du dessin pour robe » In *Bicentenaire de l'impression sur étoffes en Alsace*, SIM, Mulhouse, 1946, p.96



## 2.2 : La mise en répétition du dessin

Le fait de répéter un dessin est désigné, dans le langage professionnel, par différents termes : on parle de mise en répétition, de mise en rapport ou de mise au raccord. Selon la géométrie de la répétition, les expressions sont encore plus variées : on parle par exemple de rapport droit ou de raccord droit, de rapport carré, etc. pour une simple translation du motif. Il n'y a pas de terminologie précise et les définitions varient dans les rares ouvrages consacrés au sujet. J'ai choisi d'employer le terme de « mise en répétition » pour signifier le fait de répéter un motif (Fig. 158) et le terme de « rapport » pour désigner l'unité de base de cette répétition. (Fig.157)



Fig.157 : Le rapport du dessin  
« Arabesque »,  
logiciel Pointcarré<sup>204</sup>, 2008



Fig.158 : La mise en répétition du dessin « Arabesque »,  
logiciel Pointcarré, 2008

Lorsque une maquette arrive dans l'atelier de gravure, elle n'a le plus souvent que des prémisses de mise en répétition ou quelques indications formelles quant à la répétition envisagée. Le dessinateur-graveur effectue la mise en répétition en accord avec le type de cadre - plat ou rotatif - auquel le dessin est destiné. Ce type de cadre est déterminé par l'imprimeur en fonction du type de support à imprimer et de l'usage envisagé. Par exemple : pour imprimer un tissu d'habillement de moyenne gamme, on utilisera des cadres rotatifs de petit diamètre qui permettent une impression rapide mais n'autorisent que de petits rapports de dessin ; pour un tissu de décoration comme une nappe de table, on emploiera des cadres plats de grandes dimensions où le dessin se répète sur tout le pourtour du cadre. La mise en répétition d'un dessin est ainsi dépendante des dimensions en largeur et en longueur du cadre choisi.

Le dessin doit donc être répété dans le sens de la largeur, ce qui correspond à la laize du tissu. De nos jours, les dimensions de laize de tissu varient relativement peu. Elles sont usuellement de 120 cm, 150 cm, 180 cm, 240 cm, 320 cm. Cette largeur est équivalente soit à la hauteur du cadre pour un cadre rotatif, soit à un côté pour un cadre plat. Le dessin doit également être répété dans le sens de la

<sup>204</sup> **POINTCARRE** est un éditeur de logiciels professionnels textiles.....[www.pointcarre.com](http://www.pointcarre.com)

longueur, ce qui correspond au déroulement du tissu et donc à la circonférence pour le cadre rotatif et à l'autre côté pour la cadre plat. Cette mesure est beaucoup plus variable puisque chaque type de cadre rotatif peut se décliner dans plus d'une dizaine de circonférences (généralement entre 57,4 cm et 120 cm) et que les cadres plats peuvent aller de 100 cm à 450 cm. Le dessin textile doit être mis en répétition de façon à s'insérer harmonieusement et sans interruption dans les deux dimensions des cadres.

A l'origine, les dessinateurs reproduisaient les dessins manuellement à l'aide de calques. Les techniques de photogravure puis différentes machines à raccorder, plus ou moins complexes, ont permis de rationaliser le processus. De nos jours, les logiciels de conception textile ou de pilotage des machines de gravure proposent tous des possibilités de mise en répétition automatique plus ou moins sophistiquées. Le logiciel textile professionnel POINTCARRE propose, par exemple, des mises en répétitions correspondant aux différentes configurations géométriques que sont les translations, les symétries, les rotations. Chaque type comprend, en outre, des options complémentaires permettant de varier les décalages ou les chevauchements de rapport. (Fig.159)

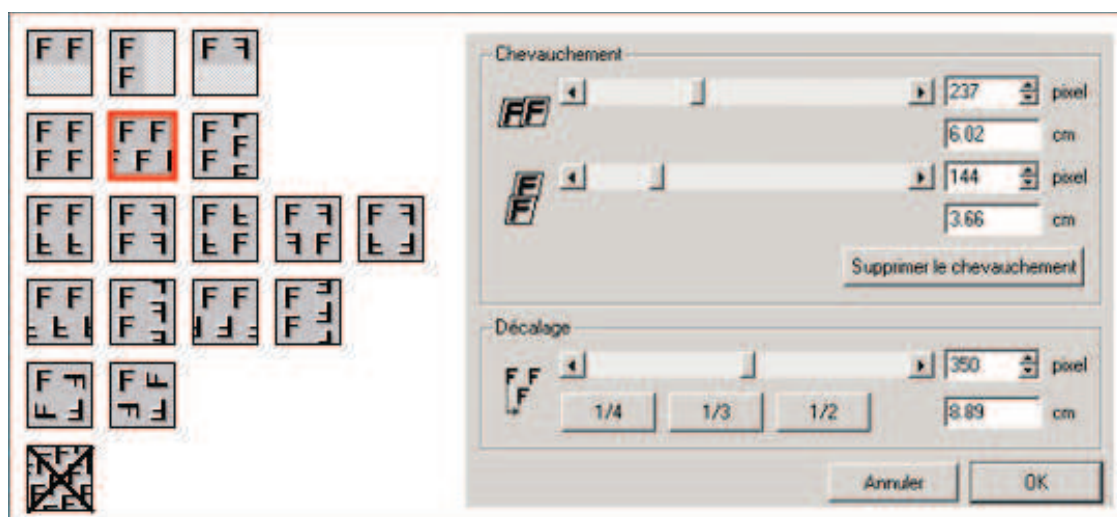


Fig.159 : Les différents modes de répétition du logiciel POINTCARRE et leurs options de réglages, 2008

La mise en répétition est également choisie en fonction de ses qualités formelles. Des éléments perturbateurs, tels les effets de rayures horizontales ou verticales, résultent parfois de la combinaison d'une répétition et de la forme d'un motif. Pour éviter ce phénomène, les répétitions avec un décalage de motif d'un demi, d'un tiers ou d'un quart de dessin sont très usitées. La répartition des motifs crée ainsi une surface plus équilibrée.

Une fois le type de répétition défini, il s'agit de faire en sorte que le passage d'une unité de dessin à l'autre soit le plus fluide possible. Il faut redessiner les bords du motif de façon à ce qu'ils se raccordent sans rupture. Cette unité de base est appelée « le rapport » du dessin. La technique manuelle consiste à découper le rapport en son milieu en quatre parties égales, qui sont recollées

ensemble dans une position diagonalement inverse à celle qu'elles occupaient auparavant. Les parties découpées coïncident parfaitement et les bords se retrouvent au centre de la feuille, où il est relativement facile d'effectuer les corrections. (Fig.160)

Cette façon de procéder se retrouve sous forme informatisée dans la plupart des logiciels de dessin textile. D'autres tablent sur l'interactivité du numérique pour proposer des mises en répétition infinies du dessin. Dès lors, chaque intervention sur le rapport est répétée en temps réel, de sorte que les corrections sont aisément réalisables.

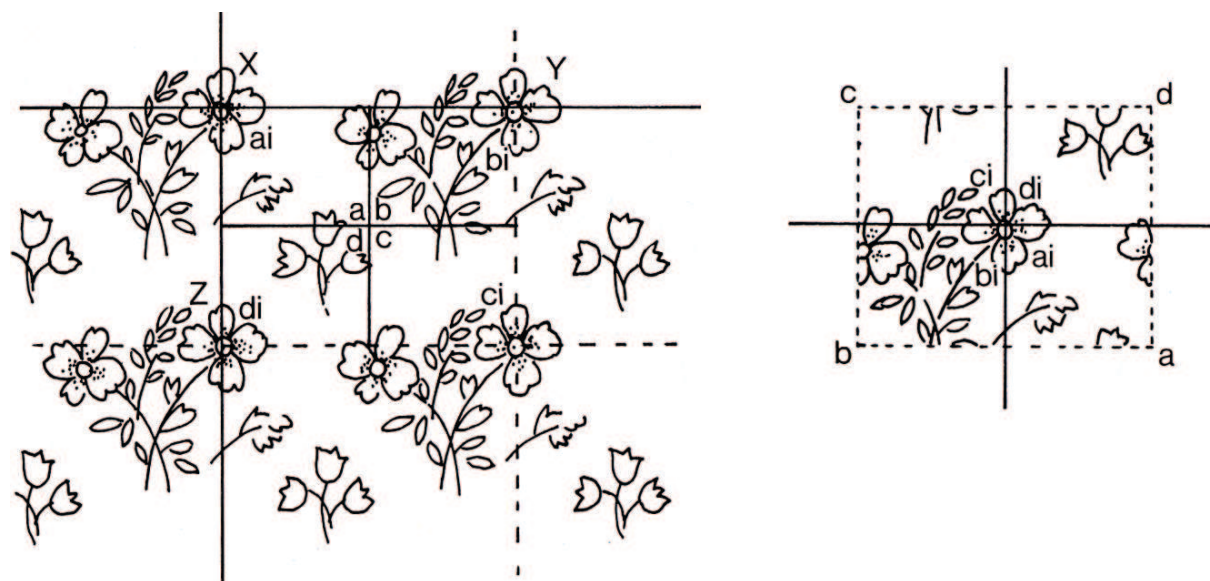


Fig.160 : Construction d'un rapport de dessin d'après Storey<sup>205</sup>

Le rapport est constitué par le rectangle **ai,bi,ci,di**. Il est découpé en quatre parties égales, en son milieu à l'intersection **a,b,c,d**. Il est ensuite reconstitué diagonalement avec en son centre l'intersection **ai,bi,ci,di**. Les sommets extérieurs deviennent ainsi **a,b,c,d**.

### 2.3 : La séparation des couleurs

L'impression aux cadres est héritière des procédés ancestraux d'impression à la planche où chaque couleur du dessin était obtenue par un bain de teinture différent. Dès lors s'est transmis, en tant qu'axiome, le fait que chaque couleur doive être traitée séparément. De nos jours, chaque couleur du dessin est apposée sur le support textile à l'aide d'un cadre différent. Le nombre définitif de cadres pour l'impression finale est décidé par le donneur d'ordre et le graveur. Celui-ci prépare alors les cadres en conséquence. Le dessinateur-graveur interprète la maquette en effectuant une séparation des couleurs, c'est-à-dire que pour chaque teinte du dessin, il se demande avec quel cadre elle va être imprimée. Il va essayer de retranscrire le plus fidèlement possible la maquette d'origine en reproduisant chaque couleur séparément sur un film transparent, appelé « cliché ». Chaque cliché porte donc une des couleurs du dessin et leur superposition permet d'obtenir l'image finale qui va être imprimée. Ce travail nécessite une grande exactitude technique et des compétences artistiques. Il faut en effet que la superposition des clichés soit parfaite, afin qu'il n'y ait pas de décalage entre les

<sup>205</sup> Joyce STOREY, *Impression textile*, Editions St Martin, Montréal, 1993, p.110.



couleurs. Le dessinateur s'aide de repères placés sur le pourtour du dessin. Certaines couleurs nécessitent un « remattage » c'est-à-dire un léger débordement sur la couleur précédente, afin d'éviter l'illusion d'optique qui fait voir un liséré blanc à la frontière entre deux couleurs. L'épaisseur du remattage dépend de divers facteurs, tels le type de support à imprimer, la définition du cadre et la viscosité de la pâte d'impression.

Tant qu'il s'agit de dupliquer des aplats de couleur, la tâche est relativement aisée puisqu'il suffit de détourner les formes et de les remplir soigneusement. Par contre lorsqu'il faut restituer des dégradés de couleur ou des effets picturaux, la retranscription est plus complexe. C'est dans la manière de traiter ces problématiques qu'entrent en ligne de compte la sensibilité artistique du dessinateur, sa capacité à saisir la quintessence de la maquette et à la reproduire. Différents outils sont à sa disposition pour l'aider dans sa tâche. Un dégradé de couleur peut être reproduit par une variation de densité de points. Ceux-ci peuvent être « picotés » c'est-à-dire dessinés à la main ou bien tracés avec un aérographe. Depuis l'apparition de la photogravure, on se sert également de trames, c'est-à-dire de fins quadrillages de points. Le motif est photographié à travers un film portant ces trames, de façon à ce que les zones dégradées ou texturées soient représentées par des successions de points. Néanmoins, l'application de ces trames doit se faire en accord avec la définition du cadre utilisé pour éviter les effets de moiré, dus à la superposition des différentes trames du cadre et du dessin. Cependant, quelles que soient les techniques employées, la séparation manuelle des couleurs est une activité chronophage. Avec les outils numériques, le processus s'est accéléré, les logiciels professionnels permettant d'effectuer extrêmement rapidement tous types de manipulations. Il est ainsi possible, soit de simuler les procédés décrits ci-dessus, soit d'opérer des séparations de couleurs entièrement automatiques. (Fig.161) Mais c'est encore toujours la dextérité de l'opérateur et la pertinence de ses choix qui font la qualité d'une séparation de couleur et donc au final d'un dessin textile.



Fig.161 : Séparation automatique des couleurs du dessin « Arabesque ». Sur chaque cliché les surfaces noires représentent les aplats qui seront imprimés avec la couleur correspondante, logiciel Pointcarré, 2008

## 2.4 : Les variantes de couleurs

La production de cadres – plats ou rotatifs – est une opération longue et coûteuse. Dès leur fabrication terminée, le dessin est définitivement figé dans ce nombre de cadres successifs qui seront montés sur la machine d'impression. Par contre, sur les machines, les pâtes d'impression colorantes peuvent, elles, varier. Il a donc été imaginé, pour rentabiliser la production de ces cadres, de vendre une plus grande quantité d'étoffe en variant les couleurs du dessin. Le dessin est ainsi proposé dans plusieurs jeux de couleurs différentes, appelés « variantes de couleurs » ou « coloris » qui constituent une « collection ». (Fig.162) Le choix des coloris et du nombre de coloris de cette collection est un processus complexe, faisant appel aussi bien à une inspiration coloristique qu'à des connaissances précises des marchés ciblés.

« [Ce choix est un] travail d'importance essentielle, car si un dessin médiocre peut parfois être sauvé par un bon coloriage, un mauvais peut parfaitement rendre un bon dessin invendable.<sup>206</sup> »



Fig.162 : Exemples de coloris pour le tissu d'ameublement « Arabesque », C.Schweizer, 2009

Un dessin imprimé traditionnellement est très rarement présenté en un seul coloris. Mais il n'y a aucune norme instituant le nombre de coloris par dessin. Ce choix est laissé à l'appréciation du producteur ou selon les cas, de l'éditeur, du styliste ou de l'imprimeur. Quant à leur mise en œuvre, elle est largement dépendante de l'inspiration du dessinateur ou du coloriste qui les réalise. Celui-ci s'appuie néanmoins sur les tendances édictées par les bureaux de style et son expérience du marché ciblé. Ces bureaux éditent, plusieurs saisons à l'avance, des directives quant aux des couleurs qui se devront d'être à la mode lors des collections suivantes. Ces recommandations anticipées sont suivies par la plupart des industriels du textile. L'usage auquel le tissu imprimé est destiné, c'est à dire telle

<sup>206</sup> Daniel LAUTH, « le dessin d'impression et l'évolution du dessin pour robe » In *Bicentenaire de l'impression sur étoffes en Alsace*, SIM, Mulhouse, 1946, p.98

partie de l'habillement ou tel domaine de l'ameublement, détermine également son spectre coloristique. On ne met effectivement pas en couleur, de la même manière, une pièce de lingerie ou une étoffe pour siège de bureau. La connaissance des codes de couleur du public ciblé est également importante et permet de s'assurer un bon accueil du produit. Par exemple : les adolescents citadins privilégient les couleurs sombres alors que les petites filles affichent une prédilection incontournable pour les teintes roses. En dernier lieu, l'ancrage géographique du consommateur influence des préférences de couleurs. De nombreuses études<sup>207</sup> démontrent l'influence culturelle sur la perception et l'appréciation des couleurs par divers groupes de population. Ainsi est il reconnu que les populations scandinaves ont, pour leur tissus de décoration, une préférences pour les couleurs claires alors que les régions méditerranéennes privilégient les couleurs vives. En définitive, le coloriste se doit de jongler avec toutes ces notions afin de proposer une collection de coloris cohérente, susceptible d'intéresser le plus grand nombre de clients potentiels.

---

<sup>207</sup> Michel PASTOUREAU, *Dictionnaire des couleurs de notre temps*, Bonneton, Paris, 1999



## Annexe 2 :

### L'impression numérique textile à jet d'encre

#### 1 : Les imprimantes à jet d'encre

##### 1.1 : Historique

La technologie de l'impression à jet d'encre s'est développée à partir des années 70. Destinée en premier lieu à des supports lisses, tels le papier, elle s'est ensuite diversifiée pour permettre d'imprimer une plus grande variété de supports. Les premières tentatives d'impression numérique textile ont été menées dès le début des années 70 par l'industrie du tapis. L'entreprise américaine MILLIKEN<sup>208</sup> présente en 1975 son imprimante numérique à jet d'encre, la MILLITRON. Celle-ci utilisait une technique proche de l'aérographe où les colorants étaient propulsés par déflexion de jet d'air à travers les têtes d'impression. Les jets de colorants ainsi obtenus ne permettaient qu'une précision sommaire de l'image imprimée (de 10 dpi aux débuts jusqu'à 70 dpi dans les versions les plus développées) Ces résolutions étaient néanmoins largement suffisantes pour l'impression de tapis.

En 1977, CANON<sup>209</sup>, suivi de près par HEWLETT PACKARD<sup>210</sup>, découvre le principe du jet d'encre thermique. (voir Annexe 2/ 1.3) Ce principe est alors utilisé pour développer des têtes d'impression jet d'encre à activation thermique qui vont équiper les futures imprimantes. HEWLETT PACKARD commercialise sa première imprimante de bureau, la « HP Thinkjet » en 1984. CANON présente sa « Bubble Jet BJ-80 » en 1985. De nombreuses autres entreprises se lancent alors dans le créneau et produisent, jusqu'à nos jours, des imprimantes de bureau à jet d'encre thermique. Au début des années 90, CANON développe une imprimante à jet d'encre thermique, la « Bubble Jet », spécifiquement dédiée au textile qui ne rencontre aucun succès sur le marché mais démontre la possibilité de transférer cette technologie sur un support textile. La brèche est ouverte : durant toute la décennie de nombreux fabricants vont concevoir, réaliser et produire, avec plus ou moins de succès, diverses imprimantes textile à jet d'encre. Ces premières expérimentations recèlent déjà tous les axes des développements futurs. Ainsi l'impression par transfert thermique et sublimation (voir Annexe 2/ 1.5) est expérimentée dès 1990 puis brevetée par SAWGRASS<sup>211</sup>. Les premières propositions

<sup>208</sup> **MILLIKEN** est une entreprise américaine qui développe des produits textiles techniques plus particulièrement pour les revêtements de sols.....[www.milliken.com](http://www.milliken.com)

<sup>209</sup> **CANON** est une entreprise fondée dans les années 30 à Tokyo dédiée aux technologies photographiques, devenue aujourd'hui une société multinationale.....[www.canon.com](http://www.canon.com)

<sup>210</sup> **HEWLETT PACKARD** est une entreprise d'origine californienne présente aujourd'hui dans le monde entier et proposant tout type de solutions numériques, connue plus particulièrement pour ses produits d'usage domestique.....[www.hp.com](http://www.hp.com)

<sup>211</sup> **SAWGRASS TECHNOLOGIES** est une entreprise d'origine américaine dédiée aux technologies d'impression à jet d'encre sur tous supports. Elle développe entre autres des encres pour l'impression textile.....[www.sawgrassink.com](http://www.sawgrassink.com)



d'impression sur articles confectionnés sont faites par les ingénieurs de l'entreprise EMBLEME<sup>212</sup>. Diverses tentatives se mettent en place pour imprimer en grand format dont par exemple, en 1987, l'imprimante grand format à tambour de MMT<sup>213</sup> destinée au marché de l'événementiel et apte à imprimer aussi bien le papier, le plastique que le textile.

L'entreprise néerlandaise STORK<sup>214</sup>, spécialisée dans la construction de machines pour l'impression textile traditionnelle aux cadres, est l'une des premières à proposer, en 1992, une imprimante textile à jet d'encre, conçue pour s'intégrer dans un cycle de production traditionnel. Celle-ci est clairement définie comme étant destinée à l'impression d'échantillons. Elle permet ainsi de s'affranchir de l'étape de gravure de cadres d'échantillonnage et de ce fait, de gagner en réactivité. Cette imprimante, la TRUCOLOR JET PRINTER, (Fig.163) a une forme très compacte, organisée autour d'un cylindre d'une circonférence d'environ un mètre (Fig.164) sur lequel est fixé le tissu. La tête d'impression qui comprend quatre buses, dédiée chacune à l'une des couleurs du système CMJN (voir Annexe), se déplace dans un mouvement de va-et-vient d'un côté à l'autre de la machine. Elle fonctionne selon le principe du jet d'encre continu binaire avec des encres réactives et permet d'obtenir une résolution de 254 dpi. L'inconvénient majeur de cette imprimante est que l'impression est discontinue, limitée à la circonférence du cylindre. Néanmoins, en tant que partie intégrante d'un système STORK, elle a l'avantage de pouvoir transmettre directement ses données aux outils de production.

Une fois la fiabilité des différents procédés démontrée, les recherches vont se concentrer sur le développement des technologies des têtes d'impression avec comme objectif l'obtention de gouttes toujours plus fines et de processus d'impression en continu.



Fig.163 : L'imprimante TruColor TCP-2500 du constructeur STORK, 1992



Fig.164 : Détail de l'imprimante, capot ouvert où l'on aperçoit le cylindre, 1992

<sup>212</sup> **EMBLEME** était une société française créée en 1993 par Patrice Giraud qui développa la première imprimante pour Tee-shirts. Le projet a été abandonné en 1997. Un résumé est visible sous : <http://screenprinters.net/articles.php?art=231....>

<sup>213</sup> **MMT** est une société américaine fondée en 1987, spécialisée dans l'impression numérique publicitaire grand format [www.mmt.com](http://www.mmt.com)

<sup>214</sup> **STORK** est une entreprise néerlandaise qui développe des solutions pour tous les procédés d'impression textile, leader dans la construction de machines pour la gravure de cadres rotatifs.....[www.storkprints.com](http://www.storkprints.com)

Lors de l'exposition internationale de machines textiles, l'ITMA<sup>215</sup> de 1999 à Paris, la première génération d'imprimantes à jet d'encre dédiées spécifiquement au marché de l'impression textile est présentée aux professionnels. Les principaux constructeurs, ceux qui vont déterminer jusqu'à nos jours l'avenir de cette technologie, sont présents : STORK, MIMAKI<sup>216</sup>, ENCAD<sup>217</sup>, ICHINOSE<sup>218</sup>, DUPOND<sup>219</sup>, KONICA<sup>220</sup>, COLORSPAN<sup>221</sup>, etc. Même si les caractéristiques des imprimantes diffèrent d'un constructeur à l'autre, elles offrent désormais toute une gamme de possibilités techniques. (voir Annexe 2/ 1.2) La technologie des têtes d'impression s'est diversifiée et propose des jets d'encre en continu (CIJ) ou à la demande (DOD) par activation thermique ou piézoélectrique, (voir Annexe 2/ 1.3) permettant d'obtenir des résolutions de plus en plus fines (de 180 à 720 dpi). (Fig.165 et 166) La gamme de couleurs imprimables s'est élargie avec l'adjonction de couleurs supplémentaires. Les imprimantes présentent désormais de quatre à douze couleurs. Les fabricants d'encres ont adapté leurs produits et des encres réactives, acides et dispersées sont dorénavant compatibles avec la technologie du jet d'encre, permettant ainsi d'imprimer un plus large panel de support textiles. Les machines sont conçues pour utiliser soit un seul type d'encre, ce qui est le plus souvent le cas pour les encres dispersées, soit plusieurs types d'encres. Néanmoins malgré toutes ces avancées et quelles que soient leurs caractéristiques techniques, les imprimantes ont toutes en commun des vitesses d'impression relativement lentes. Celles ci sont de l'ordre de quelques mètres carrés par heure.



Fig.165 : Imprimante de type « plotter », à têtes d'impression piézoélectriques, Textile Jet TX2-1600 du fabricant MIMAKI, ~ 2000



Fig.166 : Imprimante de type « plotter », à têtes d'impression thermiques, DisplayMaker FabricJet XII du fabricant COLORSPAN, ~2000

<sup>215</sup> **ITMA** pour **I**nternationale **T**extil**M**aschinen**A**usstellung est une foire internationale de machines textiles qui se tient une fois tous les quatre ans.....[www. itma.com](http://www.itma.com)

<sup>216</sup> **MIMAKI** est une entreprise japonaise spécialisée dans l'impression à jet d'encre sur tous supports. Elle développe entre autres toute une gamme d'imprimantes dédiées au textile.....[www.mimaki.co.jp](http://www.mimaki.co.jp)

<sup>217</sup> **ENCAD** est la marque des imprimantes professionnelles à jet d'encre développée par KODAK.....[www.kodak.com](http://www.kodak.com)

<sup>218</sup> **ICHINOSE** est un constructeur japonais de machines pour l'impression textile aux cadres et à jet d'encre  
[www..toshin-kogyo.jp](http://www.toshin-kogyo.jp)

<sup>219</sup> **DUPOND** est une multinationale active dans de nombreux domaines, avec un département dédié à l'impression textile à jet d'encre.....[www2.dupont.com/Artistri/en\\_us/index/html](http://www2.dupont.com/Artistri/en_us/index/html)

<sup>220</sup> **KONICA** est une entreprise d'origine japonaise dédiée aux technologies photographiques, s'étant aujourd'hui diversifiée avec un département développant des technologies d'impression à jet d'encre.....[www.konicaminolta.com](http://www.konicaminolta.com)

<sup>221</sup> **COLORSPAN** est une société américaine, filiale du groupe Mac Dermid, qui a été rachetée par HP en 2007.

L'accueil que leurs réservent les professionnels du textile est mitigé. Certains y reconnaissent des opportunités en terme de gain de temps dans le circuit de l'échantillonnage ou des productions de petites séries mais la plupart dénigrent ces machines sous prétexte « quelle ne peuvent pas faire de la vraie impression ». Etonnement ce sont les professionnels de l'impression textile qui seront les plus virulents à reprocher à ces imprimantes leur manque de vitesse, la pixellisation<sup>222</sup>, le « banding »<sup>223</sup> ou toutes sortes d'autres « maladies de jeunesse ». Par contre les professionnels de domaines limitrophes au textile vont voir dans ces machines légères, somme toute bon marché et proches de technologies qui leur sont connues, l'occasion de s'approprier les supports textiles.

Avec la présentation des premières machines dites de « production », l'ITMA 2003, qui s'est tenue à Birmingham, marque un tournant décisif dans le devenir de l'impression textile numérique. D'une part les techniques ont évolué, profitant des progrès de l'informatique et de l'électronique, et d'autre part les matériels en amont et en aval de l'impression se sont adaptés aux besoins spécifiques des imprimantes à jet d'encre. Il sera désormais possible de penser en terme de « chaîne numérique d'impression » et non plus seulement en terme d'imprimante. Cette deuxième génération d'imprimantes conserve la structure des précédentes en présentant des améliorations notamment en terme de vitesse, de guidage de la matière et de séchage. Les têtes thermiques d'impression sont abandonnées au profit des têtes piézo-électriques qui avec un nombre de buses plus important et des fréquences plus élevées permettent d'imprimer à des vitesses supérieures. L'augmentation de la vitesse nécessite un guidage plus efficace de l'étoffe d'où l'apparition, sur de nombreuses machines, de tapis d'impression encollés permettant la tenue parfaite du tissu, même élastique, pendant l'impression. Certaines imprimantes vont tenter d'intégrer une partie des traitements de finissage sur leur châssis avec notamment des systèmes de séchage avant enroulement du tissu.

La machine la plus innovante du salon est l'imprimante « Dream » de REGGIANI<sup>224</sup>. (Fig.167)

*« Cette machine est réellement la première machine de production d'impression numérique sur textile »*<sup>225</sup>

Elle est issue de la collaboration du constructeur de machines italien REGGIANI, de la société israélienne APRION SCITEX VISION<sup>226</sup> pour le développement des têtes d'impression et du chimiste suisse CIBA<sup>227</sup> pour les encres. (voir Annexe 2/ 1.2) Ses performances sont uniques sur le marché à savoir :

- une vitesse d'impression de 150 m<sup>2</sup>/heure grâce à 42 têtes piézo-électriques
- une résolution de 600 dpi avec 6 couleurs sur une largeur de laize de 160 cm.

<sup>222</sup> On dénomme **pixelisation** (ou **pixellisation**) l'apparition de pixels dans une image, le plus souvent suite à une transformation géométrique, notamment l'agrandissement. Ce phénomène est généralement perçu comme un effet secondaire du caractère numérique d'une image.

<sup>223</sup> Le **banding** est une erreur d'impression due à un mauvais alignement ou un bouchage des buses. Elle consiste en de fines lignes sur toute la largeur d'impression

<sup>224</sup> **REGGIANI** est un constructeur italien de machines dédiées à l'impression textile traditionnelle que ce soit à cadres plats ou cadres rotatifs.....www.reggianimacchine.it.

<sup>225</sup> Bruno Sueur, « Jet d'encre », *L'industrie textile* 1356/57, 2003, p.76

<sup>226</sup> **APRION SCITEX VISION** est une entreprise israélienne leader dans les arts graphiques numériques.

<sup>227</sup> **CIBA** est une des plus anciennes entreprises chimiques suisses. Elle développe différents produits dont des colorants et des encres textiles. Ce département a été revendu en 2006 à HUNTSMAN.....www.cibasc.com.....www.huntsman.com



- une architecture comparable à une machine traditionnelle d'impression aux cadres avec un tapis encollé
- un séchoir en sortie et la possibilité d'ajout de modules.

Ces capacités lui permettent de se positionner désormais de façon concurrentielle face à l'impression traditionnelle aux cadres sur le marché textile.



Fig.167 : La machine dite « de production », la DREAM du constructeur REGGIANI, 2003

Il convient également de mentionner l'existence d'une machine qui n'est jamais présentée dans les salons, l'ISIS de l'entreprise néerlandaise OSIRIS<sup>228</sup>. (Fig.168) L'objectif de cette entreprise est la réalisation d'une machine utilisant la technologie d'impression à jet d'encre pour remplacer les machines d'impression traditionnelle aux cadres rotatifs tout en gardant les mêmes volumes de production avec le même niveau de qualité.

*« C'est donc une solution prioritairement destinée aux professionnels (industriels) de l'impression familiers de volumes importants, et qui possèdent des outils traditionnels (impression aux cadres plats ou rotatifs) »*<sup>229</sup>

Le prototype se présente donc comme une machine d'impression traditionnelle aux cadres rotatifs, utilisant le même principe de la séparation des couleurs mais avec des éléments numériques en place et lieu des cadres rotatifs. (voir Annexe2/ 1.2) Le pari a été fait d'employer des têtes d'impression fixes avec un jeu continu d'encre multi-déviée, (voir Annexe 2/ 1.3) dont le principe a été mis au point par l'entreprise IMAJE<sup>230</sup>. La machine devrait pouvoir atteindre des vitesses d'impression très importantes, de l'ordre de 18 mètres par minute, s'alignant ainsi sur les vitesses des machines traditionnelles. La solution semble prometteuse. Néanmoins la complexité des procédés fait que, lors de sa présentation en 2003, la machine était loin d'être opérationnelle.

<sup>228</sup> **OSIRIS DIGITAL PRINTS BV** est une entreprise néerlandaise qui a été constituée en 1999 par des professionnels de l'impression textile avec pour seul objectif la mise au point de solutions d'impression jet d'encre pour le textile [www.osiris-digital-prints.com](http://www.osiris-digital-prints.com)

<sup>229</sup> P.P. **Derreumaux** « Osiris lance l'Isis », *L'industrie textile* 1354/55, 2003, p.104

<sup>230</sup> **IMAJE** est une société fondée en 1982 en France, qui développe et fabrique divers produits de marquage, d'identification et d'impression.....[www.imaje.com](http://www.imaje.com)

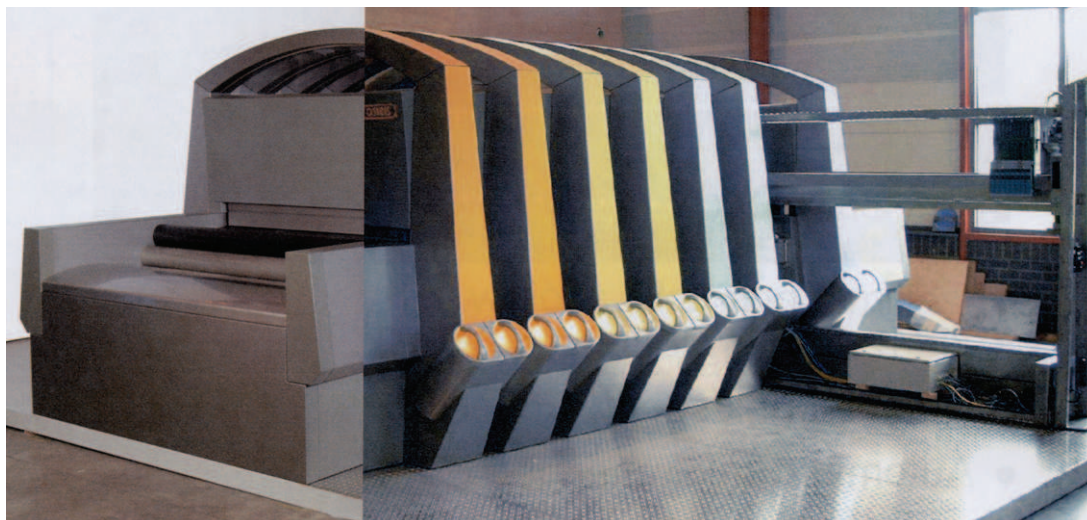


Fig.168 : Simulation du prototype de la machine ISIS du fabricant OSIRIS, 2004

Sur toutes les machines des améliorations plus ou moins substantielles se succèdent au rythme des expositions (FESPA<sup>231</sup>, DRUPA<sup>232</sup> .....). Néanmoins le matériel présenté lors de l'ITMA 2007 à Munich ne propose pas d'innovations notables. L'augmentation de la vitesse d'impression reste une préoccupation constante quel que soit le type de machine. Celle-ci étant dépendante de la technologie des têtes d'impression, seules les quelques machines équipées de têtes « nouvelle génération » peuvent prétendre à des vitesses supérieures à la moyenne. C'est le cas par exemple, de l'imprimante MONNA LISA du constructeur italien ROBUSTELLI<sup>233</sup> (Fig.169) qui annonce une vitesse théorique de 300 mètres carrés par heure en basse résolution et de 85 mètres carrés par heure en haute définition. L'augmentation de la largeur d'impression est également un facteur important. De nombreuses machines se déclinent maintenant en différentes largeurs, suivant en cela une évolution déjà observée dans les arts graphiques. Le constructeur japonais MIMAKI par exemple propose toute une gamme d'imprimantes avec des largeurs de 130, 160, 180, 260 ou 320 cm. Pour l'instant la largeur maximum recherchée semble s'être stabilisée aux alentours de 320 cm ce qui correspond aux largeurs maximales utilisées usuellement dans les étoffes de décoration, plus particulièrement pour les voilages. La majorité des imprimantes exposées présente encore toujours des architectures de type « plotter » (voir Annexe 2/ 1.2) même si elles comportent des améliorations substantielles. Néanmoins une catégorie de machines « intermédiaires », à mi chemin entre les plotters et les machines dites de « production », est en train d'apparaître. Il s'agit de machines au châssis plus trapu, intégrant dans leur propre structure différentes fonctions complémentaires, traitées de façon plus complexe et mieux adaptées aux spécificités des matières textiles. Ces systèmes de guidage de la matière, d'enroulement et de déroulement de l'étoffe ou de séchage permettent d'optimiser le processus d'impression à même l'imprimante. C'est le cas, par exemple, d'un certain nombre de

<sup>231</sup> **FESPA** (Federation of European ScreenPrinters Associations) est l'association faîtière des imprimeurs, organisant annuellement une foire exposition du même nom.....[www.fespa.com](http://www.fespa.com)

<sup>232</sup> **DRUPA** est le plus grand salon international concernant les industries graphiques et papetières. Il se tient tous les quatre ans à Düsseldorf en Allemagne.....[www.drupa.de](http://www.drupa.de)

<sup>233</sup> **ROBUSTELLI** est un constructeur italien de machines pour la gravure et l'impression textile.....[www.monnalisatdp.com](http://www.monnalisatdp.com)

machines présentées par de nouveaux constructeurs issus de pays émergents, comme la PRONTOJET de l'entreprise indienne SGL GRAPHICS<sup>234</sup>. (Fig.170)



Fig.169 : L'imprimante MONNA LISA du constructeur ROBUSTELLI, 2007



Fig.170 : L'imprimante PRONTOJET de l'entreprise SGLGRAPHICS, 2007

En ce qui concerne l'impression sur articles confectionnés il n'y a pas là non plus d'avancées technologiques notables. La personnalisation de vêtements à travers l'impression d'images sur tee-shirt connaît ces dernières années un franc succès. De ce fait ce sont surtout les imprimantes pour tee-shirts et autres objets textiles de petite taille qui connaissent un véritable essor. De la machine à imprimer un seul tee-shirt par passage, (Fig.171) on est passé à des machines de plus grandes dimensions, tels la XPRESS de DTGdigital<sup>235</sup>, (Fig.172) qui permet de traiter jusqu'à 20 Tee-shirts à la fois. (voir Annexe 2/ 1.2)

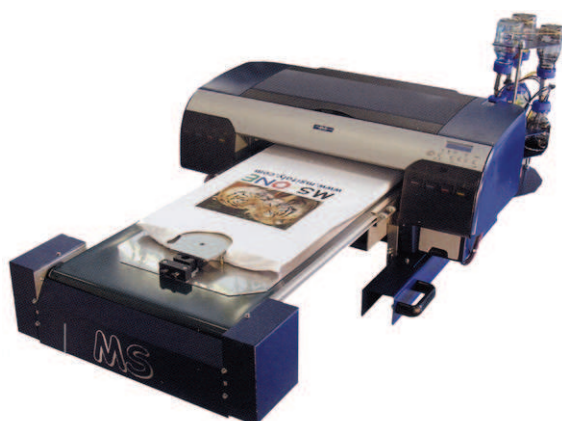


Fig.171 : L'imprimante pour Tee-shirts MS-ONE du constructeur MS<sup>236</sup>, 2007



Fig.172 : L'imprimante XPRESS du constructeur DTGdigital, 2007

<sup>234</sup> **SGL GRAPHICS** est une société indienne fondée en 1991 qui fabrique des machines pour la gravure et l'impression textile [www.sglgraphics.com](http://www.sglgraphics.com)

<sup>235</sup> **DTGdigital** est le nom qu'une société australienne Impression Technology International donne à son département dédié aux produits d'impression numérique.....[www.dtgdigital.com](http://www.dtgdigital.com) .....

<sup>236</sup> **MS** est un constructeur italien de machines d'impression aux cadres et à jet d'encre.....[www.machin-servizi.com](http://www.machin-servizi.com)

## 1.2 : L'architecture des machines

Il est difficile de faire une description précise et actualisée de la technologie d'impression textile à jet d'encre vu qu'il s'agit d'un domaine en pleine effervescence. J'ai donc pris le parti de détailler l'état de cette technologie telle qu'elle se présentait à la dernière foire internationale consacrée aux machines textiles, l'ITMA<sup>237</sup>, qui s'est tenue à Munich en septembre 2007.

Si l'on compare les imprimantes selon l'architecture de leur bâti, on peut reconnaître six catégories de machines que j'ai choisi de nommer comme suit :

- les machines de type « plotter »
- les machines dites « de production »
- les machines de type « intermédiaire »
- les machines pour articles confectionnés
- les machines pour tapis et autres supports épais
- les machines planes de grands formats

### • Les machines de type « plotter »

Les machines de type « plotter » sont directement issues des technologies d'impression sur papier, desquelles elles ne diffèrent majoritairement que par les encres utilisées. Certaines machines, comme la dernière JV5 du constructeur japonais MIMAKI<sup>238</sup>, peuvent même servir à imprimer indifféremment du papier ou du textile. Dans le premier cas, elles utilisent des encres dispersées sublimables sur du papier transfert, dans le second cas, les encres dispersées sont appliquées en direct sur un support textile en polyester. Ces imprimantes sont bâties comme des traceurs avec un châssis relativement léger. Par exemple, cette même JV5 pèse 300 kg dans sa version en 160 cm de large et 1200 kg pour sa version en 320 cm de largeur. (Fig.173) Leur encombrement n'est pas très important essentiellement parce que la profondeur des imprimantes est moindre. La JV5-160A a les dimensions suivantes : une largeur totale de 312 cm, une hauteur de 154 cm et une profondeur de 85 cm. Ces caractéristiques font que ces imprimantes sont facilement manipulables et transportables et ne nécessitent pas d'environnement industriel particulier. Elles peuvent de ce fait trouver place dans un simple bureau ou un petit atelier ou encore être utilisées en séries dans des salles dédiées. Leur accessibilité est encore accrue par leur prix de vente relativement faible (de l'ordre du millier d'euros) en comparaison avec les prix des machines d'impression traditionnelle aux cadres (de l'ordre du million d'euros). Quel qu'en soit le constructeur ces machines ont des architectures très similaires décrites de façon schématique ci-après : sur une machine vue de face le banc d'impression se trouve au centre de l'armature, et est encadré de part et d'autre par deux boîtiers qui renferment tout le système de gestion des têtes d'impression et de l'alimentation en encres. Le chariot qui porte les têtes

<sup>237</sup> **ITMA** pour Internationale TextilMaschinenAusstellung est une foire internationale de machines textiles qui se tient une fois tous les quatre ans.....[www.itma.com](http://www.itma.com)

<sup>238</sup> **MIMAKI** est une entreprise japonaise spécialisée dans l'impression à jet d'encre sur tous supports. Elle développe entre autres toute une gamme d'imprimantes dédiées au textile.....[www.mimaki.co.jp](http://www.mimaki.co.jp)



d'impression se déplace sur un rail à glissière d'un boîtier à l'autre dans un mouvement de va-et-vient, protégé dans toute sa longueur par un capot. L'étoffe vierge est placée sur un rouleau de petite taille fixé à l'arrière de l'imprimante d'où un système d'entraînement la déroule et l'amène jusque sous le bras d'impression. Elle est ensuite guidée à l'aide de barres transversales vers l'avant puis le bas de la machine pour y être enroulée sur un nouveau rouleau. Ce sont ces systèmes de déroulement et d'enroulement de l'étoffe qui sont le point faible de ces imprimantes. D'une part ils ne supportent pas de poids importants et limitent donc la longueur de l'étoffe à imprimer ; d'autre part les systèmes d'entraînement n'arrivent pas à garantir un déroulement fluide de l'étoffe avec une tension régulière pour certaines matières textiles souples et déformables.



Fig.173 : L'imprimante JV5 – 260S / JV5 – 320S (pour des largeurs de 260 cm et 320 cm) du constructeur MIMAKI, 2007

#### • Les machines dites « de production »

Les machines dites « de production » nécessitent un environnement industriel notamment de par la taille de leur bâti. Il existe actuellement sur le marché deux machines de ce type :

- la machine DREAM du constructeur italien REGGIANI<sup>239</sup>
- la machine ISIS du constructeur néerlandais OSIRIS<sup>240</sup>

Même si leurs architectures et leurs méthodes d'impression sont très différentes elles sont toutes les deux d'un encombrement plus proche de celui des machines d'impression traditionnelle aux cadres rotatifs que d'un plotter. REGGIANI est d'ailleurs un constructeur de machines dédiées à l'impression traditionnelle. Cette expérience du processus de l'impression textile dans sa totalité se retrouve dans l'architecture de la machine DREAM. (Fig.167) Celle-ci est constituée d'une succession linéaire d'éléments consacrés au déploiement de l'étoffe puis à son impression proprement dite et ensuite au

<sup>239</sup> REGGIANI est un constructeur italien de machines dédiées à l'impression textile traditionnelle que ce soit à cadres plats ou cadres rotatifs.....[www.reggianimacchine.it](http://www.reggianimacchine.it)

<sup>240</sup> OSIRIS DIGITAL PRINTS BV est une entreprise néerlandaise qui s'est constituée en 1999 avec comme objectif la réalisation d'une machine d'impression à grande vitesse destinée à la production de grands métrages d'étoffe imprimée. [www.osiris-digital-prints.com](http://www.osiris-digital-prints.com)

séchage et à la visite<sup>241</sup>. Tout cet alignement occupe une dizaine de mètres de longueur sur environ trois mètres de large. Différents modules pour, par exemple la polymérisation ou une impression aux cadres additionnelle, peuvent être ajoutés au modèle standard. Bien que compacte l'armature est lourde et ne peut être déplacée facilement. De ce fait son emplacement nécessite un espace conséquent qui ne peut être variable.

Les rouleaux d'étoffe vierge sont fixés à l'avant de la machine puis l'étoffe est déroulée sous tension et appliquée sur un tapis d'impression recouvert d'une colle permanente, permettant sa parfaite tenue pendant tout le processus d'impression. L'étoffe est entraînée jusqu'à l'unité d'impression, (Fig.174) qui abrite sous ses capots transparents, un bras articulé comportant 42 têtes d'impression DOD<sup>242</sup> (7 pour chaque couleur). Celui-ci se déplace perpendiculairement à la machine avec une vitesse contrôlable. La distance entre les têtes et le support d'impression peut être ajustées de 0 à 40 millimètres de façon à pouvoir imprimer des étoffes de toute épaisseur. Les encres des six couleurs utilisées sont délivrées aux têtes, en continu depuis un circuit fermé, des deux côtés de la machine. Elles sont contenues dans des réservoirs d'une dizaine de litres, ce qui permet une alimentation de longue durée. Le grand nombre de têtes et leur conception particulière permet à la machine DREAM d'afficher des vitesses d'impression de plus de 150 m<sup>2</sup>/h. Après impression l'étoffe se détache du tapis, lequel retourne vers l'avant en passant sous la machine dans une unité de lavage automatisée. L'étoffe est ensuite entraînée en hauteur dans l'unité de séchage à air chaud puis redescend à l'arrière de la machine en présentant une surface plane d'environ deux mètres ce qui permet d'effectuer un contrôle de qualité. (Fig.175) Après cette opération l'étoffe est, selon les besoins, enroulée sur un rouleau ou pliée en nappes régulières.



Fig.174 : Unité d'impression de la machine DREAM du constructeur REGGIANI, 2007



Fig.175 : Unité de visite à l'arrière de la machine DREAM du constructeur REGGIANI, 2007

<sup>241</sup> On appelle « **visite** » l'opération qui consiste à vérifier que l'étoffe soit exempte de tout défaut.

<sup>242</sup> **DOD** pour Drop On Demand (voir Annexe 2/1.3)

La machine ISIS du constructeur OSIRIS se présente grosso modo comme une machine d'impression traditionnelle aux cadres rotatifs dont on aurait remplacé les cylindres par des unités numériques. A ce jour la machine n'existe que sous forme de prototype. (Fig.168) Aucun exemplaire n'a encore été placé en entreprise même si aux dires du constructeur cela devrait incessamment être le cas. La machine ne traite que le processus d'impression proprement dit. L'étoffe est délivrée en début de chaîne par une machine de préparation externe puis récupérée après impression par une installation de séchage semblable à celle utilisée en impression traditionnelle. Sur la machine ISIS l'étoffe est entraînée à grande vitesse par un tapis encollé sous les unités d'impression. (Fig.176) Celles-ci consistent en un bâti en forme de U, placé sur le chant, qui s'encastre autour du tapis d'entraînement. La partie supérieure porte toute une rangée de têtes d'impression fixes surmontées de leur système de gestion électronique. La partie sur le côté de la machine traite toute l'alimentation en encres et ses réserves. La partie basse, montée sur rails, permet le déplacement aisé de l'unité lors de la maintenance. (Fig.177) La machine fonctionnant selon le principe des couleurs « mères »<sup>243</sup> chacune des couleurs utilisées est traitée par une unité indépendante. Ces couleurs (et donc unités) sont au nombre de huit et se succèdent avec un écart d'environ 50 cm sur toute la longueur de la machine. Elles sont fixes pendant le processus d'impression et c'est l'étoffe qui, passant sous les têtes, reçoit les jets continus d'encre. La nature des têtes, leur grand nombre et le fait qu'elles ne subissent aucun mouvement mécanique permet d'imprimer à une vitesse importante de l'ordre de 18 m/mn. L'encre qui ne s'est pas déposée sur le tissu est récupérée dans des gouttières et réintègre le circuit d'alimentation.



Fig.176 : Vue de côté des huit unités d'impression de la machine ISIS du constructeur OSIRIS, film publicitaire 2008



Fig.177 : Retrait d'une unité d'impression pour la maintenance, ISIS, 2008

#### • Les machines de type « intermédiaire »

Le développement des machines de type « intermédiaire » résulte essentiellement des constatations suivantes :

<sup>243</sup> Sont appelées « **couleurs mères** » des couleurs qui ont été préparées selon une recette précise pour obtenir une teinte prédéfinie

- les machines de type « plotter » ont des manques indéniables en terme de contrôle mécanique (guidage, entraînement, etc.) de la matière textile
- les constructeurs de machines industrielles de prétraitement et de post-traitement textiles n'ont pas su apporter de solutions satisfaisantes aux besoins spécifiques de l'impression à jet d'encre.

Forts de ces constats, différents constructeurs d'imprimantes se sont mis à transformer des machines usuelles de type « plotter » en des machines plus complexes intégrant différentes fonctions supplémentaires. Ces fonctions ont pour objectif d'assurer toute la chaîne d'impression en continu tout en faisant preuve de flexibilité. On rencontre deux démarches différentes: soit les fonctions supplémentaires sont des modules entièrement indépendants qui peuvent être combinés à l'imprimante, soit elles sont intégrées dans l'armature même de l'imprimante. Les constructeurs rivalisent d'ingéniosité pour adapter ou combiner ces démarches autour du châssis de leur élément d'impression. De ce fait, chaque solution est unique mais aucune ne s'est imposée jusqu'à ce jour comme étant plus efficace que les autres.

Lorsque les modules sont indépendants, ils sont ajoutés à l'entrée et à la sortie de l'élément d'impression proprement dit. Ils sont alors amovibles et peuvent être mis en œuvre selon les besoins. Il s'agit de modules de préparation de la matière, de séchage, de fixation, de finition voire de découpe. Pour exemple la machine du constructeur coréen DGEN<sup>244</sup> propose un module de prétraitement du polyester (PM 180) placé en entrée de ligne avant le module d'impression et de fixation de l'encre dispersée (TELEIOS) et suivi d'un module de découpage à chaud du polyester (HC 200). Chacun de ces modules peut également être utilisé de façon autonome. (Fig.178)



Fig. 178 : Les modules de prétraitement, d'impression et de découpe mis en ligne, par l'entreprise D.GEN, 2007

<sup>244</sup> **DGEN** est une société coréenne qui commercialise divers produits numériques dont des imprimantes textiles.....[www.dgen.com](http://www.dgen.com)



Lorsque les fonctions supplémentaires sont intégrés dans l'armature de l'imprimante, celle-ci devient beaucoup plus encombrante. L'entreprise italienne MS<sup>245</sup>, par exemple, a conçu un modèle compact, la MS-JP5 COAT & PRINT, mais pour une largeur d'impression de 160 cm, la machine a une largeur totale de 315 cm, une profondeur de 225 cm et une hauteur de 140 cm. (Fig.179) Ce sont les systèmes de prétraitement de la matière et de déroulement de l'étoffe qui constituent la partie arrière de l'imprimante. L'étoffe est dirigée jusque sous le bras d'impression par un tapis encollé permettant un positionnement plane et un guidage parfait de la matière. Le châssis devient souvent plus encombrant en profondeur à cause des dimensions de ce tapis d'impression qui présente une surface plane plus ou moins longue. Les dispositifs d'impression ont la forme usuelle, étant souvent empruntés aux constructeurs habituels de machine de type « plotter ».

Dans le cas de la JP5 du constructeur MS, c'est l'unité d'impression de la JV5 du constructeur MIMAKI qui a été utilisée. Après impression, l'étoffe est entraînée vers un système de chauffage plus ou moins sophistiqué. Il peut s'agir d'une simple barre montée transversalement sur le châssis avant enroulement du tissu et portant des éléments de chauffage à air chaud. Ou alors l'élément de chauffage et le dispositif d'enroulement constituent un module amovible qui peut être placé à différentes distances du bâti de l'imprimante. De cette façon les temps et les distances de séchage peuvent être variées selon les qualités d'étoffes imprimées. C'est le cas par exemple pour l'imprimante MONNA LISA de ROBUSTELLI<sup>246</sup> où différentes configurations du module de séchage peuvent être envisagées. (Fig.180)



Fig. 179 : L'imprimante MS-JP5 COAT & PRINT, avec le module de prétraitement intégré, 2007



Fig.180 : Le module de séchage amovible de la MONNA LISA de ROBUSTELLI, 2007

<sup>245</sup> MS est un constructeur italien de machines d'impression aux cadres et à jet d'encre.....[www.machinesevizi.com](http://www.machinesevizi.com)

<sup>246</sup> ROBUSTELLI est un constructeur italien de machines pour la gravure et l'impression textile. ....[www.monnalisatdp.com](http://www.monnalisatdp.com)

### •Les machines pour articles confectionnés

Même si le souhait d'imprimer sur des articles confectionnés, vêtements ou autres, existe depuis longtemps, les seules tentatives qui aient abouti à des machines commercialisables sont celles consacrées à l'impression sur tee-shirts. Ici également le principe de fonctionnement est directement issu des technologies des machines de type « plotter ». Le module qui porte les têtes d'impression est monté sur un rail à glissière et se déplace d'un côté à l'autre de la machine. Les systèmes de gestion des données et de l'alimentation en encre sont situés dans les boîtiers encadrant le bras d'impression. Ce qui diffère fondamentalement c'est le système de présentation des objets à imprimer. Les tee-shirts vierges ou autres objets de configuration analogue sont amenés sous le bras d'impression par un chariot placé à l'avant de l'imprimante. Ce chariot porte des plaques rectangulaires ou en forme de buste sur lesquelles les objets sont enfilés de façon à présenter une surface plane lors du passage sous le bras d'impression. Il existe des modèles de petite taille pour imprimer un seul tee-shirt, (Fig.171) des modèles intermédiaires pour 2,3, ou 4 tee-shirts standard ou alors des modèles de grandes dimensions. Ces derniers permettent d'imprimer de 12 à 20 tee-shirts à la fois en les alignant par 3 en largeur sur un chariot plus ou moins long. C'est le cas, par exemple, de la machine XPRESS du constructeur DTGdigital<sup>247</sup>. (Fig.172) L'impression proprement dite n'est, sur ces grandes machines, pas plus rapide que sur les petites c'est la manipulation des objets qui, concentrée en un seul processus, optimise le temps de travail.

L'objectif de certains constructeurs est de proposer, à côté des modèles industriels, des imprimantes pour tee-shirts destinées à tout un chacun. Aussi simplement que l'on imprime aujourd'hui une feuille de papier, il devrait être possible dans un futur proche d'imprimer son proche tee-shirt avec une imprimante de bureau. Le premier modèle de ce type a été proposé par BROTHER<sup>248</sup> à l'ITMA 2007 avec le slogan « Print On Demand ». Cette imprimante, la BROTHER GT 541, (Fig. 181) se présente sous une forme compacte, avec des têtes d'impression piézoélectriques permettant d'obtenir une résolution d'image de l'ordre de 600 dpi. Des encres pigmentaires ont été spécialement développées et sont contenues dans quatre cartouches (CMJN). Elles sont destinées à l'impression de tissus en coton ou en mélange de coton et leur fixation se fait par un simple passage sous une presse chauffante. L'utilisation de l'imprimante est présentée comme étant d'une simplicité élémentaire. (Fig.182)

<sup>247</sup> DTGdigital est le nom qu'une société australienne Impression Technology International donne à son département dédié aux produits d'impression numérique.....www.dtgdigital.com

<sup>248</sup> BROTHER est une société d'origine japonaise à divers secteurs d'activité qui produit, entre autres, des imprimantes de bureau.....www.brother.com



Fig.181 : imprimante pour tee-shirts BROTHER GT 541, 2007



Fig.182: Impression facile en 3 temps :  
1 - afficher l'image,  
2 - placer le tee-shirt,  
3 - appuyer sur « imprimer »,  
Impression terminée sur la BROTHER GT 541, 2007

#### • Les machines pour tapis et autres supports épais

L'industrie du tapis a été la première à expérimenter l'impression à jet d'encre (voir Annexe 2/ 1.1). Une des problématiques spécifiques à cette industrie est la pénétration de la couleur jusqu'au cœur des supports épais. Leurs chercheurs avaient ainsi constaté qu'un jet d'encre propulsé sous pression était parfaitement à même de résoudre ce type de difficulté. Par conséquent, ils ont développé des technologies de jets d'encres actionnés par micro-valves et adaptés à leurs différents supports. Dès les débuts de développements, leurs imprimantes à jet d'encre ont été conçues comme des modules intégrés à une chaîne de production. Toute cette chaîne, depuis les unités de prétraitement et la cuisine de couleur jusqu'aux différentes unités de séchage, de fixation, d'imprégnation ou de lavage ont été définies dans leur ensemble. L'exemple ci-dessous (Fig.183) schématise la production numérique de couvertures imprimées telle que la propose le constructeur autrichien ZIMMER<sup>249</sup>, leader dans le domaine de l'impression de tapis et autres supports épais. Il s'agit, à mon avis, du domaine où les procédés de l'impression à jet d'encre sont les plus aboutis et les mieux intégrés dans un contexte de production.

La particularité de ce type de module d'impression est un large bras d'impression qui porte de très nombreuses buses. (Fig.184) Sur les modules CHROMOJET, le constructeur ZIMMER propose de 128 à 1024 buses par couleur. (Fig.185) Les couleurs sont utilisées selon le principe des couleurs « mères », et adressées à un certain nombre de buses. La gamme des machines CHROMOJET pouvant employer de 8 à 48 couleurs, le nombre de buses sur un bras d'impression est donc conséquent. Celles-ci sont alignées par rangées sur le bras qui se déplace parallèlement aux lisières

<sup>249</sup> ZIMMER est une entreprise autrichienne produisant des machines pour l'ennoblissement textile  
www.zimmer-austria.com



du support dans un mouvement de va-et-vient. Les dimensions des machines sont très variables, selon les produits auxquels elles sont destinées et peuvent aller jusqu'à cinq mètres de large.

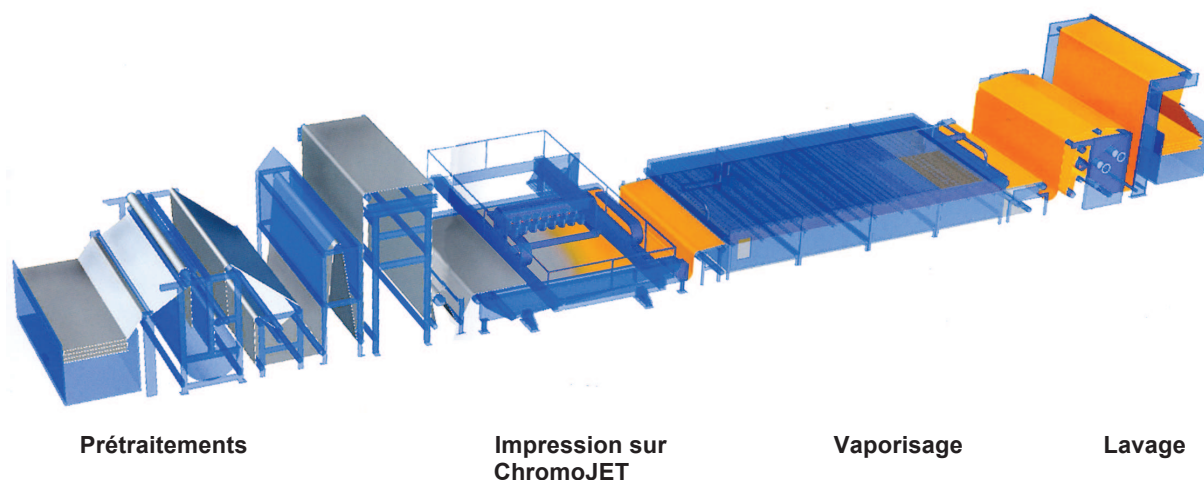
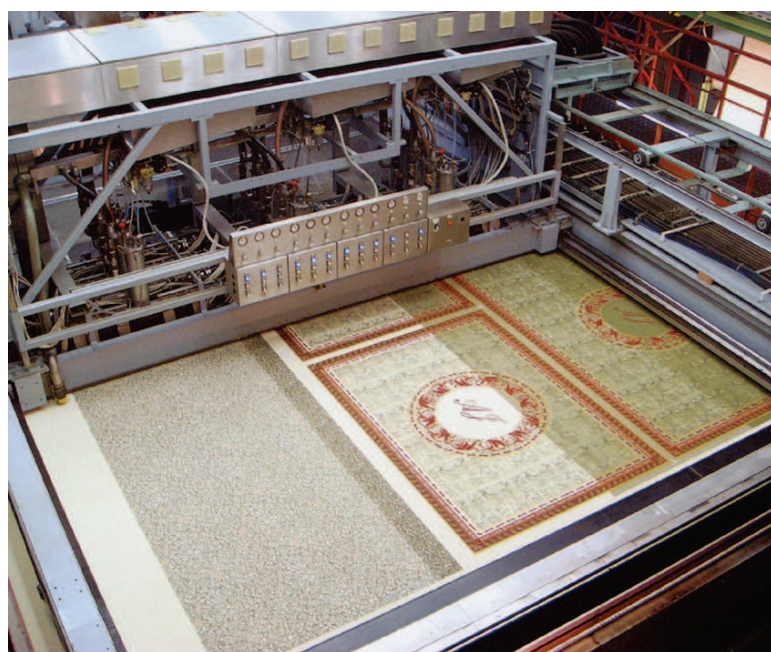


Fig.183 : Schéma de la ligne de production de couvertures imprimées par jet d'encre selon ZIMMER, 2007



Fi.g.184 : Vue de l'unité d'impression de la ChromoJET pour tapis du constructeur ZIMMER, 2007

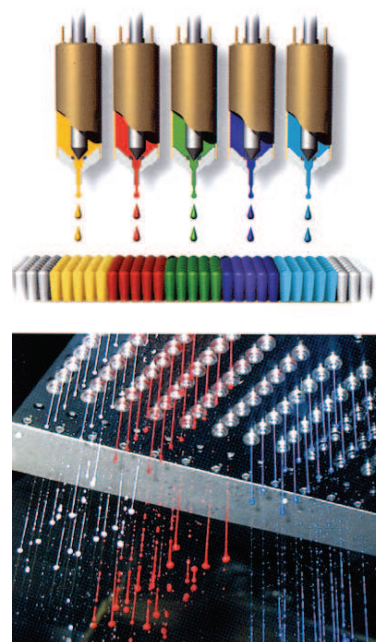


Fig.185 : Schéma des jets d'encre et vue de dessous des jets en action, ChromoJET, ZIMMER, 2007

Forts de leur expérience sur les supports « tapis », les constructeurs ont cherché à se diversifier pour atteindre les marchés de produits épais tels les couvertures, les éponges, les fourrures, les feutres, etc. Ils ont ainsi conçu des modèles de plus petites tailles, plus flexibles. De leur côté, les constructeurs de machines de type « plotter » cherchent également à investir ces domaines en adaptant leurs imprimantes aux supports épais. C'est le cas, par exemple, de STUDIO FX<sup>250</sup> qui a

<sup>250</sup> Studio FX est une société qui vend et développe du matériel pour l'impression numérique.....[www.studiofx.fr](http://www.studiofx.fr)

présenté à l'ITMA 2007 un prototype, le PFX TOWEL PRINTER, s'inspirant des technologies du jet d'encre de l'industrie du tapis mais transposé à une échelle plus compacte.

#### • Les machines planes de grands formats

Les machines planes ont été, à l'origine, conçues pour pouvoir imprimer des supports rigides, tels les plaques métalliques ou certains plastiques. Leur emploi s'est diversifié ces dernières années sous l'impulsion du développement des encres UV<sup>251</sup>. En effet, les performances de ces encres (voir Annexe 2/ 2) et la facilité de leur mise en œuvre sur tout type de matériaux font que le procédé, appelé communément « impression UV » gagne de plus en plus de terrain dans diverses industries. Son champ d'application est très large, que ce soit sur papier, carton, divers plastiques, divers métaux, verre, céramique, textiles enduits, etc.

Les imprimantes planes sont composées d'une table fixe, qui peut être de taille variable, et d'une unité d'impression portée par un élément qui se déplace d'un côté à l'autre de la table. (Fig.186) L'augmentation des dimensions de la table est sans cesse l'objet de nouveaux développements. Actuellement la taille maximum se situe aux environs de 500 cm. L'utilisation de ces grandes imprimantes planes ne concerne – pour l'instant – que les textiles enduits à même d'offrir une surface plane et non poreuse. Cependant plusieurs facteurs laissent envisager une utilisation future différente. D'une part, l'entreprise SPUHL<sup>252</sup> a présenté diverses imprimantes de grand format qui combinent une table fixe pour l'impression et des systèmes d'enroulement et de déroulement de la matière en bordure de table. (Fig.187) Cela signifie que les supports peuvent désormais être imprimés en continu et que cela conviendrait bien à la nature du textile. D'autre part, l'évolution de la composition des encres UV laisse présager une adaptation future aux matériaux textiles.



Fig.186 : Machine plane de grand format (350 cm x 305 cm) JETPRINT 3530UV, du constructeur LUESCHER<sup>253</sup>



Fig.187 : Machine plane pour l'impression UV avec un système d'enroulement et déroulement de la matière, VIRTU RS25 du constructeur SPUHL, 2008

<sup>251</sup> les encres **UV** sont des encres qui polymérisent sous l'action d'un rayonnement ultraviolet.

<sup>252</sup> **SPUHL** est une entreprise suisse qui produit entre autres, des imprimantes de grands formats.....[www.spuhl.com](http://www.spuhl.com)

<sup>253</sup> **LUESCHER** est une entreprise helvétique, spécialisée dans les installations de préparation et de gravure de cadres sérigraphiques et textiles.....[www.luescher.com](http://www.luescher.com)



### 1.3 : Les têtes d'impression

La tête d'impression est le cœur même de la technologie d'impression à jet d'encre : de structure complexe, elle nécessite de nombreux et coûteux investissements en recherche et développement. Les fabricants de têtes sont, par conséquent, relativement peu nombreux. Les constructeurs d'imprimantes utilisent tous les mêmes têtes qu'ils adaptent ou intègrent à leur technologie de machines. Ce domaine est également en constante évolution tant au niveau de l'amélioration des procédés que dans la recherche de nouvelles solutions. Il est très vraisemblable que les prochaines transformations majeures de l'impression textile à jet d'encre soient initiées par les nouveaux développements des technologies des têtes d'impression.

Une tête d'impression est constituée par un ensemble de buses à travers lesquelles circule l'encre. Celle-ci est projetée, par divers mécanismes, sur le support à travers les orifices des buses. Cette tête et ces buses ont des géométries variées, propres à chaque fabricant, mais le facteur déterminant est le principe de fonctionnement de leur jet d'encre. Le principe de base du jet d'encre repose sur les travaux effectués fin du 19<sup>ème</sup> siècle par Lord Rayleigh (1878)<sup>254</sup> qui avait observé qu'un jet de liquide est instable et tend à se briser en gouttelettes. La technologie de l'impression à jet d'encre n'a commencé à se développer qu'à partir des années 50 avec l'évolution de la bureautique et des arts graphiques. Aujourd'hui en ce qui concerne l'impression textile, deux grandes catégories de têtes d'impression sont commercialisées :

- celles qui utilisent un jet d'encre continu (Continuous Ink Jet)<sup>255</sup>
- celles qui utilisent les gouttes à la demande (Drop On Demand)<sup>256</sup>

#### • La technologie du jet d'encre continu

Dans une tête d'impression utilisant le principe de jet d'encre continu, l'encre traverse des buses qui sont soumises à une excitation piézoélectrique. De ce fait le jet se brise en fines gouttelettes dès la sortie de la buse. Celles-ci passent alors entre des électrodes auxquelles est appliquée une tension élevée et qui chargent ainsi électriquement chaque goutte. Elles tombent ensuite entre des plaques métalliques, formant un champ électrique, qui leur attribue une certaine déflexion. En variant la tension électrique on peut moduler la trajectoire des gouttes.

Il y a plusieurs types de déflexion (Fig.188) dont les deux principaux sont:

- la déflexion binaire ou déviation simple
- la déflexion multi-déviée ou déviation multiple

Lors d'une déflexion binaire, les gouttes sont soit dirigées vers le support d'impression soit retournent dans le circuit d'alimentation d'encre. Avec une déflexion multi-déviée les gouttes peuvent atteindre le

<sup>254</sup> E.Mariano **Freire**, « Inkjet printing technology (CIJ/DOD) » in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, p.29

<sup>255</sup> L'essentiel de la littérature consacrée à ce sujet est en anglais et le procédé nommé « **Continuous Ink Jet** » est souvent représenté par les initiales **CIJ**

<sup>256</sup> de même le procédé nommé « **Drop On Demand** » est représenté par les initiales **DOD**

support avec différentes trajectoires tandis que celles qui sont inemployées réintègrent le circuit d'alimentation en encre.

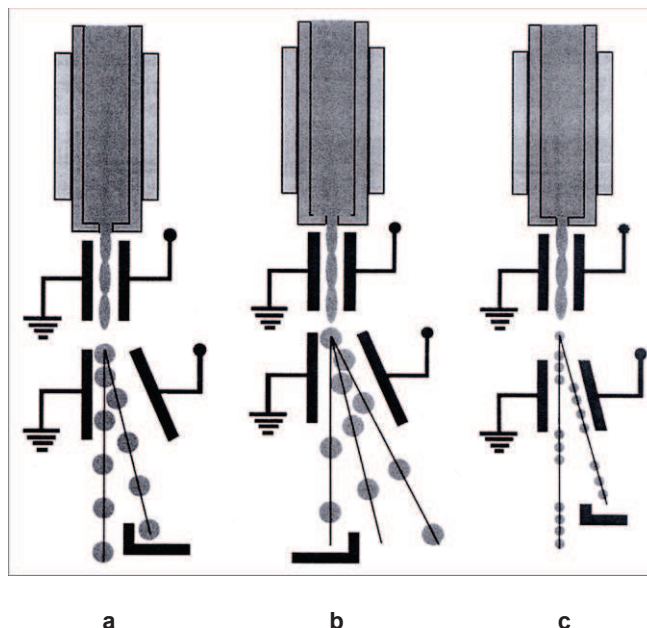


Fig.188: schémas de jets d'encre continus, d'après E.M.Freire<sup>257</sup>, 2006

a : jet d'encre continu binaire

b : jet d'encre continu multi-dévié

c : jet d'encre continu par méthode hertzienne

La complexité des mécanismes mis en œuvre fait que les têtes d'impression utilisant un jet d'encre continu sont chères et rares sur le marché. A ma connaissance, de nos jours, seules deux compagnies, SCITEX VISION<sup>258</sup> et IMAJE<sup>259</sup>, commercialisent ce type de technologie. En impression textile, les têtes d'IMAJE sont uniquement employées dans la machine ISIS du constructeur OSIRIS<sup>260</sup>. (voir Annexe 2/ 1.2) Le bras d'impression de cette machine peut comporter, selon la largeur d'impression désirée, de 16 à 96 têtes d'impression fixes. Chaque tête produit 8 jets d'encre continu avec un volume de goutte de 450 picolitres et une vitesse d'éjection de 62 500 gouttes à la seconde. C'est ce qui permet à la machine ISIS d'afficher des vitesses très rapides, de l'ordre de 18 mètres à la minute. Par contre la taille des gouttes est relativement grande comparée à d'autres procédés et c'est ce qui fait, pour l'instant, le point faible de ce type de têtes. La résolution de l'ISIS ne dépasse pas 144 dpi, ce qui est certes suffisant pour l'impression de motifs textiles usuels mais pas pour des images plus complexes.

<sup>257</sup> E.Mariano Freire, « Inkjet printing technology (CIJ/DOD) » in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, p.31

<sup>258</sup> SCITEX VISION est une société d'origine israélienne qui a été rachetée en 2005 par HP.....www.hp.com/go/scitex

<sup>259</sup> IMAJE est une société fondée en 1982 en France, qui développe et fabrique divers produits de marquage, d'identification et d'impression.....www.imaje.com

<sup>260</sup> OSIRIS DIGITAL PRINTS BV est une entreprise néerlandaise qui a été constituée en 1999 par des professionnels de l'impression textile avec pour seul objectif la mise au point de solutions d'impression jet d'encre pour le textile  
www.osiris-digital-prints.com

## • La technologie du jet d'encre avec gouttes à la demande

Comme précédemment, l'encre circule dans des buses puis en est éjectée sous la forme de fines gouttelettes. Chacune de ces gouttelettes atteindra le support selon des instructions précises édictées par le logiciel de pilotage de l'imprimante. Ainsi pour chaque pixel de l'image à imprimer, le logiciel donne l'ordre d'éjecter ou non des gouttes d'où la désignation de « gouttes à la demande ». Actuellement la taille de ces gouttes varie énormément selon les procédés, mais on peut admettre qu'elle se situe généralement entre 1 et 30 picolitres. Il est aisé de comprendre que, chaque goutte correspondant à un point<sup>261</sup> imprimé sur le support, plus les gouttes seront petites plus l'image sera précise.

La formation de gouttes d'encre peut être obtenue par activation thermique ou piézoélectrique. Ces deux procédés se rencontrent actuellement majoritairement en impression textile à jet d'encre, même si d'autres procédés existent.

### •• La formation de gouttes par activation thermique<sup>262</sup>

La formation de gouttes résulte d'une élévation ponctuelle et brusque de la température de l'encre, obtenue grâce à des résistances situées dans les têtes d'impression au niveau des buses. Une impulsion électrique produit une élévation très rapide, à plus de 300°C de la température de l'encre. Il se forme alors une bulle de vapeur qui se dilate, augmente la pression dans la buse et provoque l'expulsion d'une goutte d'encre à travers son orifice. Sans impulsion, il y a refroidissement de l'encre et la pression chute rapidement entraînant par capillarité la réalimentation en encre du conduit de la buse. (Fig.189)

Le corps de chauffe peut se présenter sous différentes formes. Dans la plupart des cas, il s'agit d'une résistance unique placée au-dessus, à côté ou à l'arrière de la buse. Ce sont ces systèmes qui équipent les têtes d'impression des nos imprimantes de bureau usuelles (CANON<sup>263</sup>, HP<sup>264</sup>, LEXMARK<sup>265</sup>). L'entreprise SONY<sup>266</sup> a conçu un modèle avec plusieurs corps de chauffe indépendants, placés côte à côte, afin de pouvoir contrôler plus précisément l'éjection des gouttes. L'entreprise CANON a déposé plusieurs brevets pour des résistances multiples et des résistances avec des membranes mobiles permettant de moduler les gouttes.

<sup>261</sup> Le mot « point » se traduit en anglais par le mot « dot ». De ce fait on trouve parfois l'expression « Dot On Demand » au lieu de « Drop On Demand » pour désigner ce procédé.

<sup>262</sup> Dans la littérature anglophone, ce procédé est désigné par le terme « Thermal Ink Jet » et les têtes d'impression par « Thermal Ink Jet Heads »

<sup>263</sup> CANON est une entreprise fondée dans les années 30 à Tokyo dédiée aux technologies photographiques, devenue aujourd'hui une société multinationale.....www.canon.com

<sup>264</sup> HEWLETT PACKARD est une entreprise d'origine californienne présente aujourd'hui dans le monde entier et proposant tout type de solutions numériques, connue plus particulièrement pour ses produits d'usage domestique.....www.hp.com

<sup>265</sup> LEXMARK International Inc. est une société qui développe, fabrique et fournit des solutions d'impression numérique, notamment des imprimantes.....www.lexmark.fr

<sup>266</sup> SONY Corporation est une société japonaise mondialement représentée dans les domaines de l'électronique, l'informatique, la téléphonie, la musique, etc.....www.sony.fr

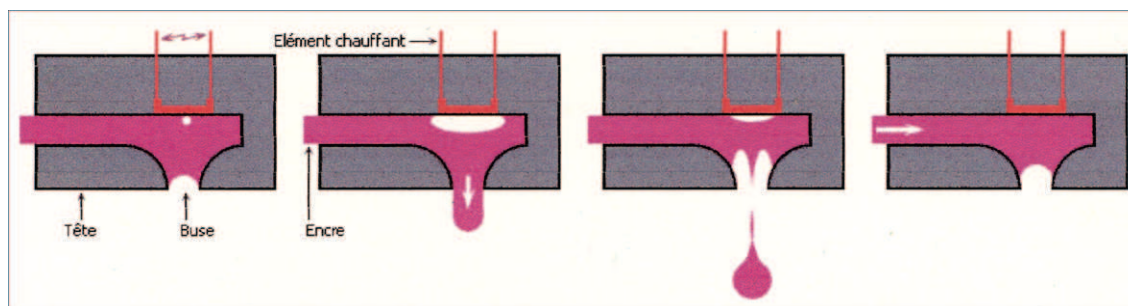


Fig.189 : Schéma de la formation d'une goutte par activation thermique, d'après CERIG<sup>267</sup>, 2004

Néanmoins les têtes d'impression thermiques, très sollicitées par les échauffements brusques et intenses ont une durée de vie limitée. Si cette courte durée ne joue qu'un rôle secondaire dans la bureautique domestique où le changement aisé de cartouche est devenu la norme, elle est difficilement compatible avec une production industrielle. D'autre part le fort échauffement n'est pas supporté par toutes les catégories d'encre textiles, ce qui en limite les applications. A cause de la nature abrupte du mécanisme, il est également difficile de contrôler de façon très précise l'expulsion de la goutte et d'éviter des phénomènes d'éclaboussement. Les variations de température peuvent aussi altérer la qualité de l'encre et modifier sensiblement sa couleur. Toutes ces raisons font que pour l'impression textile, les têtes à activation thermique ont progressivement été délaissées, malgré leur faible coût de production, en faveur des têtes à activation piézoélectrique.

#### •• La formation de gouttes par activation piézoélectrique.

Le mécanisme utilisé pour générer les gouttes est la déformation réversible d'éléments piézoélectriques. Ces éléments peuvent constituer le conduit de la buse ou être fixés sur la membrane constituant le conduit d'encre. Lorsqu'un champ électrique est appliqué à l'élément celui ci se déforme, réduit le volume du conduit et force une goutte à s'éjecter par l'orifice de la buse. Sans impulsion, le conduit retrouve sa forme initiale et la dépression qui s'en suit permet la réalimentation en encre de la buse. Les constructeurs de têtes d'impression proposent chacun des géométries de buses et des modes de déformations différents. Dans l'ouvrage du Pr. Uije, E.M.Freire<sup>268</sup> propose une classification en six catégories ordonnancées selon les modes de déformation de l'élément piézoélectrique. Il s'agit des déformations :

- par cisaillement (shear mode) (Fig.190)
- par courbure (bend mode) (Fig.190)
- par impulsion (push mode) (Fig.191)
- par compression (squeeze mode) (Fig.191)
- par excitation des buses (nozzle excitation mode) (Fig.191)
- par parois poreuses (porous layer mode) (Fig.191)

<sup>267</sup> Weill (M.), Delauné (T.), « Impression textile et jet d'encre », 32 p. Mémoire CERIG.EFPG.INPG, Grenoble, 2004

<sup>268</sup> E.Mariano Freire, « Inkjet printing technology (CIJ/DOD) » in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, p.33

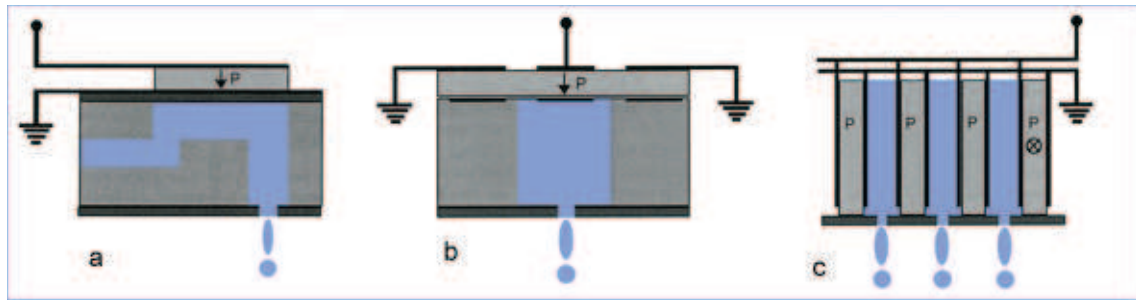


Fig.190 : Schémas de la formation des gouttes par activation piézoélectrique, redessinés d'après E :M :Freire<sup>269</sup>, 2006  
a : activation par courbure  
b et c : activation par cisaillement

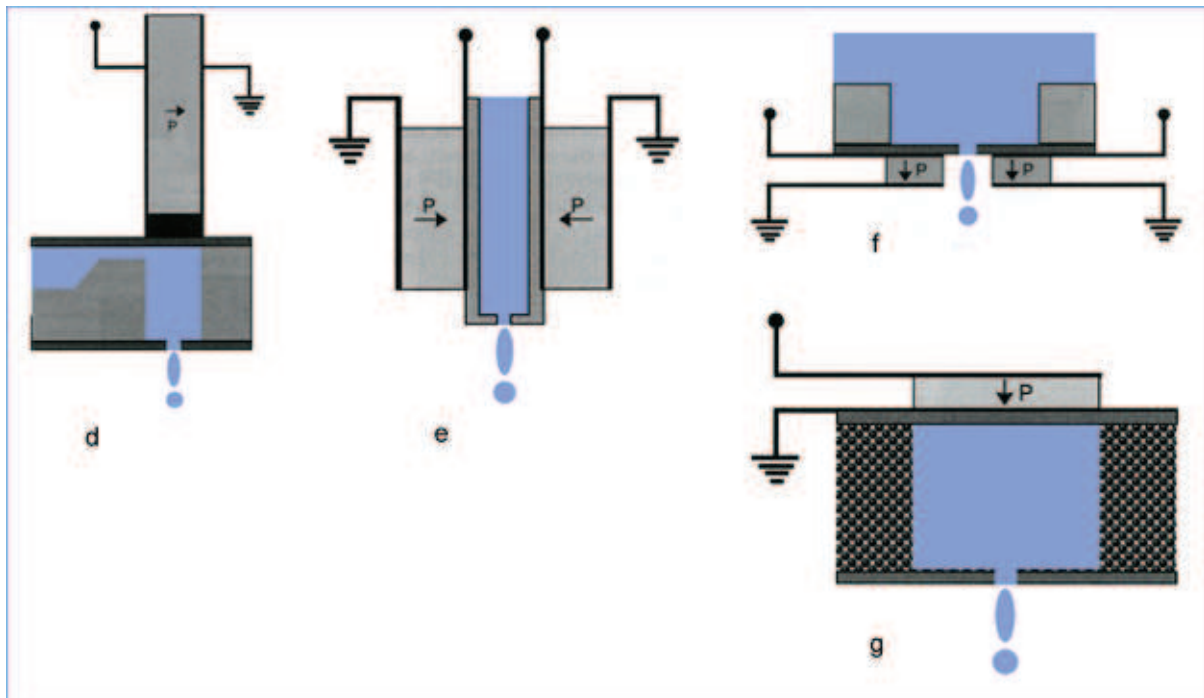


Fig.191 : Schémas de la formation des gouttes par activation piézoélectrique, redessinés d'après E :M :Freire<sup>270</sup>, 2006  
d : activation par impulsion  
e : activation par compression  
f : activation par excitation des buses  
g : activation par parois poreuses

Tous ces modes opératoires ont pour objectif un contrôle toujours plus précis de la taille de la goutte avec des vitesses d'éjection de plus en plus importantes. Les modulations électriques permettent également de générer sur une même tête des gouttes de tailles différentes appelées « gouttes variables ». Celles-ci permettent notamment d'obtenir des dégradés de couleurs plus fluides et une plus grande qualité d'image. (Fig.192)

<sup>269</sup> ibid. p.33-34

<sup>270</sup> ibid. p.35-36



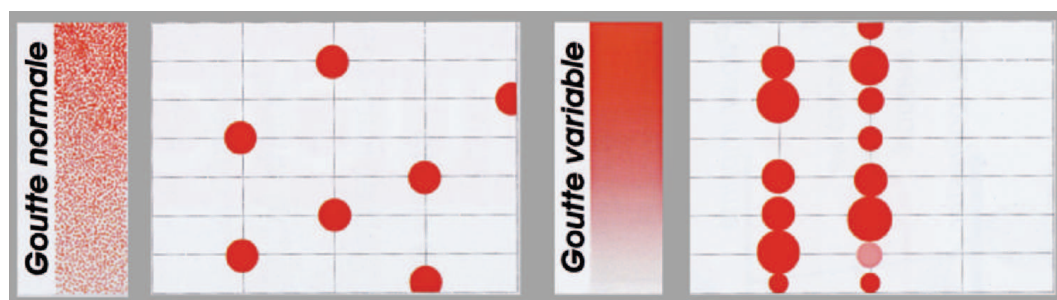


Fig.192 : Comparaison entre une impression avec des gouttes normales et des gouttes variables, selon STUDIO FX<sup>271</sup>

Tous ces éléments font que les têtes piézoélectriques sont beaucoup plus flexibles et plus adaptées que les têtes thermiques aux spécificités du domaine textile et qu'elles les y ont largement supplantées. Par conséquent, on ne trouve plus aujourd'hui sur les nouvelles générations d'imprimantes textiles à jet d'encre que des têtes piézoélectriques. Néanmoins, ce domaine étant actuellement en constante évolution, les prochains changements fondamentaux en impression textile à jet d'encre viendront vraisemblablement de nouvelles solutions en terme de technologies des têtes d'impression.

#### 1.4 : Les logiciels de pilotage

Les différents mécanismes inhérents à l'imprimante jet d'encre sont commandés par des systèmes informatiques. Ces systèmes ont pour objectifs :

- le fonctionnement mécanique de l'imprimante et des têtes d'impression
- la transmission et la gestion des données à imprimer

A chaque fonction est dédiée une part de logiciel, plus ou moins complexe, qui peut être intégrée dans la machine ou traitée en externe. Actuellement encore la plupart de ces logiciels sont conçus pour ne piloter qu'une seule imprimante. Ceci ne manque pas de poser problème dès qu'il s'agit d'exploiter ces imprimantes en milieu industriel. Cette problématique a déjà été soulevée lors de l'ITMA de 2003 : *« Si ceci [le fait de piloter une seule machine] est compréhensible pour les grosses machines, il est dommage que les fournisseurs ne proposent pas de systèmes capables de piloter en même temps plusieurs petites machines. En effet ceci est loin d'être impossible car l'informatique sait gérer depuis longtemps le multiplexage. »*<sup>272</sup>

Néanmoins jusqu'à aujourd'hui peu d'efforts ont été fournis dans le domaine de la gestion de production assistée par ordinateur (GPAO). Les unités d'impression textile à jet d'encre consistent majoritairement en un alignement d'imprimantes autonomes. Chaque imprimante possède son propre système de configuration et il n'est pas de mon propos de lister la multiplicité des procédures. Je souhaite néanmoins donner quelques indications concernant la complexité des mécanismes mis en œuvre et leur influence sur les procédés de production.

<sup>271</sup> STUDIO FX est un distributeur français de matériel numérique.....www.studiofx.fr

<sup>272</sup> Bruno Sueur, « Jet d'encre, Solutions numériques » *L'industrie textile*, N°1353, 2003, p.96

### • Le logiciel de gestion du fonctionnement mécanique de l'imprimante et des têtes d'impression

Cette partie de logiciel permet de commander les différentes opérations de mise en œuvre, de paramétrage et de contrôle de l'impression. Le plus souvent accessibles directement depuis le tableau de bord de l'imprimante, ces opérations déterminent :

- la mise sous tension, le démarrage et l'arrêt de l'impression
- la surface d'impression, ses marges ou la localisation partielle de l'image à imprimer
- la gestion du système d'enroulement et de déroulement de l'étoffe ainsi que son avance sous le bras d'impression
- des paramétrages ordinaires tels le choix de la direction d'impression (uni ou bidirectionnel) ou le nombre de passes<sup>273</sup> (2,4 ou 8)
- des tests de maintenance des têtes d'impression tel leur alignement ou le nettoyage des buses
- l'alimentation en encres

Les réglages de ces paramètres jouent un rôle dans de nombreux cas de dysfonctionnement de l'impression. Les erreurs les plus courantes sont imputables aux têtes d'impression. En effet, les orifices extrêmement ténus des buses peuvent, pour diverses raisons, se boucher. De fines lignes blanches strient alors l'image imprimée. Ce phénomène appelé « banding » fut l'une des erreurs de jeunesse la plus fréquemment reprochée à l'impression à jet d'encre. Il peut aussi résulter d'un mauvais alignement ou placement des têtes dans leur support. Ces têtes peuvent également, pour une raison ou une autre, ne plus être alimentées en encre. Jusqu'à ces dernières années, les logiciels de pilotage ne possédaient pas de fonction d'alerte en cas de tels problèmes. C'est-à-dire que de tels dysfonctionnements n'étaient pas repérés automatiquement et que l'impression continuait malgré les erreurs jusqu'à interruption manuelle par l'opérateur. La plupart des nouvelles générations d'imprimantes ont des logiciels qui pallient ce manque.

Le déroulement irrégulier de l'étoffe, particulièrement pour des matières déformables comme la maille, peut également causer des anomalies dans l'impression. Les différences de tension peuvent notamment créer des distorsions de l'image imprimée. De nombreuses améliorations ont été apportées au niveau de la structure des machines, comme par exemple l'utilisation de tapis encollés. Cette problématique reste cependant difficile à gérer.

### • Les logiciels de transmission et de gestion des données à imprimer

Au début de la chaîne de production, les images à imprimer sont affichées sur un écran d'ordinateur sous la forme de pixels multicolores. Chaque pixel et sa couleur sont le résultat d'une codification informatique du système additif de la lumière et sont représentés par des coordonnées en RVB<sup>274</sup> ou RGB. Ces données doivent être transmises à l'imprimante qui elle, dépose des gouttes d'encres sur

<sup>273</sup> Une **pass**e correspond à un passage du chariot portant les têtes d'impression d'un côté à l'autre de l'imprimante

<sup>274</sup> Le système additif de la couleur est représenté par des valeurs de Rouge, Vert, Bleu abrégé **RVB** en français et **RGB** en anglais pour Red, Green, Blue

un support en utilisant le système soustractif de la couleur, c'est-à-dire avec des coordonnées CMJ<sup>275</sup> ou CMY. Nous avons là les deux dilemmes des logiciels d'impression numérique à savoir : transformer des pixels en gouttes d'encres et transformer des couleurs RVB en couleurs CMJ. Tous les fabricants d'imprimantes ou de logiciels de pilotage d'imprimantes ont développé des méthodes pour effectuer ces transformations. Néanmoins, si les principes de base sont connus, les particularités et les améliorations de chaque méthode sont jalousement tenues secrètes.

## •• La transformation de pixels en points d'encre

Théoriquement, quel que soit le type de tête d'impression employé, dès la sortie de la buse, la minuscule goutte d'encre tombe vers le support sur lequel elle s'étale de façon sphérique et forme ainsi un point de couleur. La grandeur de cette goutte et donc du point dépend des possibilités des têtes d'impression en terme de résolution<sup>276</sup>. Or il faut que les points s'alignent en donnant l'illusion de tons continus afin d'obtenir une image la plus réaliste possible. Pour ce faire, les logiciels ont d'abord proposé de placer les points selon le système des trames de « demi-teintes » utilisé dans l'industrie graphique ou en impression aux cadres. Dans ce système, chaque pixel d'une image à imprimer est transposé en de multiples gouttes qui vont se déposer à un endroit précis du support en s'ordonnant selon une matrice carrée divisée en cellules. Ce système utilise un phénomène optique qui veut que notre cerveau fusionne les points proches pour donner l'illusion, à partir d'une certaine distance, de voir des tons continus. L'exemple suivant illustre ce principe sur une matrice carrée de quatre cellules qui donne cinq tonalités du blanc au noir. (Fig.193)

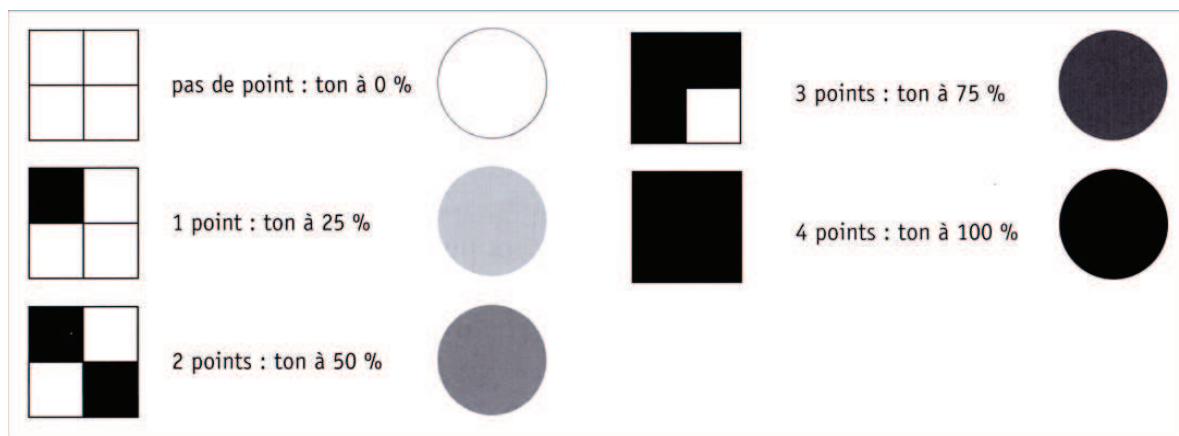


Fig.193 : Les trames de demi-teintes avec une matrice de 2 x 2 cellules, d'après H.Johnson<sup>277</sup>

Chaque goutte d'encre va être positionnée à l'intérieur de ces matrices par des algorithmes de placement de différentes natures, de façon à éviter des effets de rayures ou de moiré. Lorsqu'une seule goutte est déposée par unité de matrice, on parle de système binaire<sup>278</sup>. Lorsque plusieurs gouttes sont placées dans une unité pour former un point plus ou moins grand, on parle de système à

<sup>275</sup> Le système soustractif de la couleur est représenté par des valeurs de Cyan, Magenta, Jaune abrégé **CMJ** en français et **CMY** en anglais pour Cyan, Magenta, Yellow

<sup>276</sup> La résolution maximale actuelle des imprimantes textiles est usuellement de 720 dpi.

<sup>277</sup> Harald **JOHNSON**, *L'impression numérique*, Paris, Eyrolles, 2003, p.67.

<sup>278</sup> terme anglais original "binary halftoning"

plusieurs niveaux<sup>279</sup>. (Fig.194) Par ailleurs plus la matrice comporte de cellules, plus le nombre de tons pouvant être représenté est important.

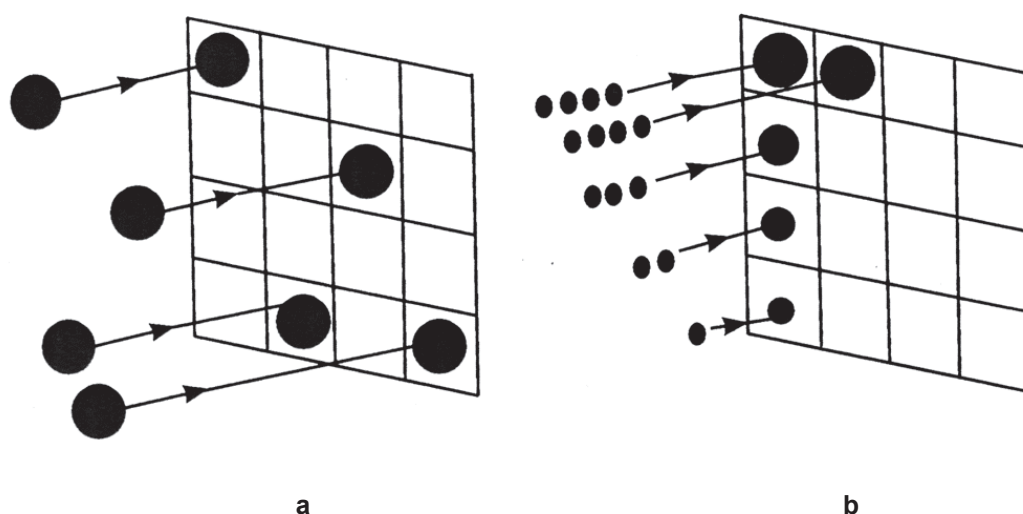


Fig.194 : Placement des gouttes dans une matrice, d'après T.L.Dawson<sup>280</sup>  
a : selon le système binaire  
b : selon le système à plusieurs niveaux

Ces dernières années, une technique de tramage plus sophistiquée est apparue, appelée généralement « tramage stochastique » ou « diffusion » par certains logiciels. Dans ce système, des points de formes irrégulières sont déterminés par des algorithmes complexes et placés de manière aléatoire. Les imprimantes Epson, par exemple, emploient des algorithmes propriétaires afin d'obtenir, ce qu'ils appellent une « diffusion d'erreur »<sup>281</sup>. H.Johnson définit ce procédé de la manière suivante :  
*« La diffusion d'erreur consiste à faire en sorte que l'erreur qui résulte de la création d'une couleur donnée (par exemple le vert qui doit être créé à partir des encres disponibles: cyan, magenta, jaune, noir) se diffuse auprès des points adjacents. Ainsi si un point est trop vert, le point suivant sera moins vert et ainsi de suite. A distance les différents tons s'équilibrent et on ne voit plus que du vert. »*

## •• La transformation de couleurs additives en couleurs soustractives

Sur les écrans d'ordinateurs actuels, il est possible de représenter jusqu'à 16,7 millions de couleurs. Notre œil est bien loin de percevoir toutes ces tonalités et une imprimante qui utilise le système CMJ a un spectre de couleurs encore plus réduit (voir Annexe 2/ 4.3). Pour élargir le spectre de couleur, il est usuel en impression sur papier d'adjoindre une encre noire et donc d'utiliser un système CMJN<sup>282</sup>. Le processus du mélange des couleurs en quadrichromie a souvent été étudié et des théories prédictives ont été formulées afin d'essayer de programmer les couleurs imprimables sur des papiers standard. De nombreux logiciels contiennent ainsi différents modèles mathématiques qui permettent de

<sup>279</sup> terme anglais original " multi-level halftoning"

<sup>280</sup> T.L.DAWSON, « Digital image design, data encoding and formation of printed images » in: Digital printing of textiles, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006. p.153

<sup>281</sup> Ce terme se rencontre plus couramment dans sa version anglaise « error diffusion »

<sup>282</sup> Système soustractif élargi représenté par des valeurs de Cyan, Magenta, Jaune, Noir, abrégé **CMJN** en français et **CMYK** en anglais pour Cyan, Magenta, Yellow, Black, aussi appelé « quadrichromie »



transformer des valeurs de couleurs RVB en valeurs CMJ (voir Annexe 2/ 4.3) et de prédire si ces couleurs sont imprimables ou non avec les encres disponibles sur l'imprimante.

En impression textile, la problématique est beaucoup plus complexe. En effet chaque catégorie d'encre correspondant un type de fibre textile, elle a des caractéristiques couleurs particulières dépendant autant de la composition chimique de l'encre que de la nature du support. (voir Annexe 2/2) Conséquemment la gamme de couleurs imprimables est aussi à chaque fois différente. Afin de pallier au spectre réduit de teintes, il est usuel d'ajouter deux à quatre couleurs de plus au système CMJN. En théorie, chaque utilisateur pourrait choisir les couleurs à ajouter dans l'assortiment proposé par les fabricants d'encres ; en pratique, on ajoute des teintes qui permettent de repousser les limites du système dans ses zones critiques. Ainsi un bleu outremer permet d'élargir la gamme des bleus imprimables, un orange vif ou un rouge profond d'agrandir le domaine du magenta, un vert ou un turquoise d'étendre les tonalités verdâtres et un gris d'obtenir des dégradés plus fluides. De nos jours la plupart des imprimantes sont conçues pour pouvoir utiliser 6 à 8 couleurs différentes.

Néanmoins même s'il est théoriquement possible de prévoir le comportement des couleurs dans le spectre élargi, il est quasiment impossible, en l'état de nos connaissances actuelles, d'anticiper leur comportement sur un support textile. D'une part, contrairement à l'industrie graphique, il n'existe pas dans l'industrie textile de supports standard. (voir Chapitre 3/1) D'autre part, de très nombreux paramètres interviennent dans la qualité d'un support et plus particulièrement sur ses capacités d'absorption de l'encre. Pour n'en citer que les principaux :

- le type et la qualité de la fibre,
- la qualité et la quantité de pré-traitement
- les différentes étapes de fixation des colorants, etc.

Chacun de ces paramètres comporte de nombreuses variables, souvent dépendantes de manipulations manuelles, et dont il est très difficile d'établir la traçabilité. Dès lors il devient impensable d'intégrer toutes ces variables dans un modèle mathématique afin d'établir des règles d'automatisme généralisables au comportement de toutes les couleurs.

Des solutions existent pourtant mais uniquement de façon partielle. Il s'agit d'établir, pour chaque support employé, un calibrage des couleurs (voir Annexe 4/ 4.3) afin de définir des concordances entre les couleurs de l'écran et les couleurs sur le support après fixation définitive. C'est la partie la plus complexe à gérer pour le logiciel de pilotage de l'imprimante. Comme souvent les logiciels internes des machines ne donnaient que des résultats moyens, des logiciels spécifiques ont été développés en externe pour gérer la conformité des couleurs.

#### • Les logiciels de pilotage externes

Développés à l'origine pour la gestion des couleurs, ces logiciels se sont rapidement élargis pour proposer, de nos jours, des prestations complètes de conception textile. Le logiciel TEXPRINT de

l'entreprise helvétique **ERGOSOFT**<sup>283</sup> qui équipe couramment de nombreuses imprimantes, propose en plus de la gestion des couleurs, des fonctions de mise en répétition, de changement d'échelle, ainsi que des fonctions destinées à simuler l'impression aux cadres tels la réduction, la séparation de couleurs et les colorations. Certaines entreprises, comme la firme italienne **DGS**<sup>284</sup>, ont développé toute la chaîne en différents modules intégrant conception et pilotage, en couplant l'impression numérique aux cadres et l'impression numérique à jet d'encre. (Fig.195) En effet, il devient de plus en plus courant d'effectuer l'échantillonnage d'un dessin textile à l'aide d'une imprimante à jet d'encre et d'imprimer par la suite de grandes quantités d'étoffe sur des machines à cadres rotatifs. Ces logiciels proposent d'entrée de jeu la conversion de toutes les données d'échantillonnage en données de production, plus particulièrement en ce qui concerne le complexe domaine de la gestion des couleurs.

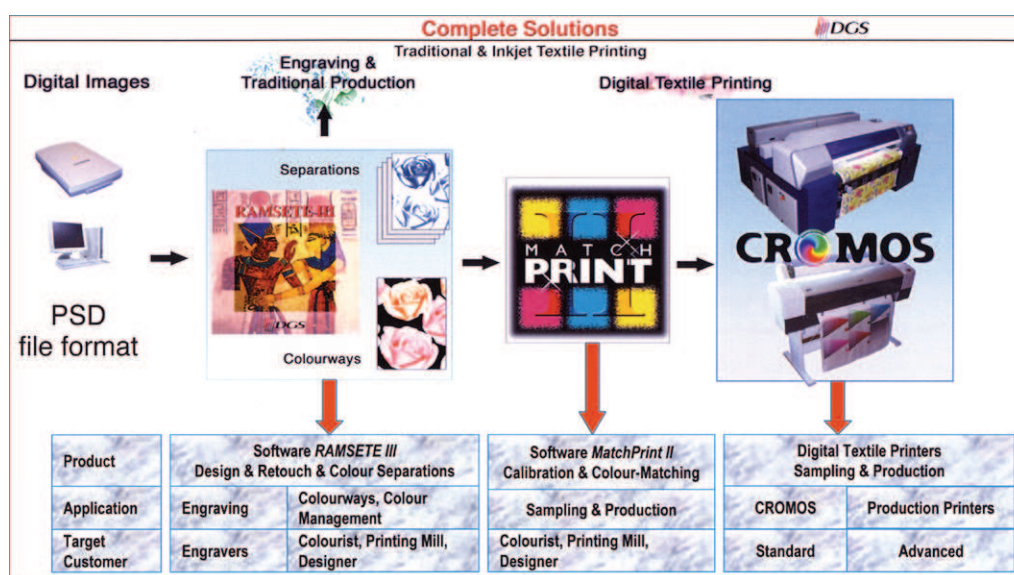


Fig.195 : Schéma des solutions logicielles offertes par l'entreprise DGS pour l'impression textile

D'un autre côté, la somme des données issues de l'image et du fonctionnement mécanique de l'imprimante donne de grandes quantités d'informations numériques à gérer. De ce fait, il est devenu courant d'utiliser un moteur de transfert intermédiaire, un RIP (Raster Image Processing). Il s'agit d'une interface qui extrait de l'ordinateur les données brutes des fichiers à traiter et effectue leur transcodage vers le format final exigé pour l'impression. Cette manière de procéder permet d'acheminer plus rapidement toutes ces données vers le microprocesseur de l'imprimante. La communication entre l'ordinateur et l'imprimante exigeant des procédures de plus en plus rapides, les ports parallèles, USB et Ethernet ont été abandonnés, ces dernières années, au profit des liaisons « Firewire » IEEE-1394<sup>285</sup> et USB2. Comme ordre de comparaison, les chiffres avancés par B.Sueur en 2003 donnent :

<sup>283</sup> **ERGOSOFT** est une entreprise suisse qui développe des solutions logicielles, notamment des pilotes pour imprimantes [www.ergosoft.ch](http://www.ergosoft.ch).....

<sup>284</sup> **DGS** pour Dua Graphic Systems est une entreprise italienne qui développe des solutions logicielles pour l'impression textile. [www.dgs-net.it](http://www.dgs-net.it)

<sup>285</sup> **IEEE-1394** est le nom officiel de l'interface de série Firewire, surtout utilisée sur les ordinateurs MAC.

« Une vitesse de transfert de 1 Mo/s pour le port parallèle, de 12,5 Mo/s pour la liaison Ethernet et de 50 Mo/s pour la liaison Firewire IEEE-1394 »<sup>286</sup>.

De nos jours, les liaisons Firewire et USB2 peuvent atteindre des débits de plusieurs centaines de mégaoctets par seconde.

## 1.5 : L'impression transfert

L'impression textile à jet d'encre nécessite une certaine connaissance de la matière textile et de ses comportements. De nombreux entrepreneurs, notamment de l'industrie graphique, attirés par la parenté évidente des imprimantes « textiles » avec les imprimantes « papier », se sont lancés dans l'impression de supports textiles. Confrontés aux exigences de ce type de support, ils ont rapidement déchanté. Le facteur le plus contraignant est évidemment le prétraitement des étoffes, opération supplémentaire, effectuée le plus souvent hors de murs de l'entreprise d'impression. De plus, les textiles sont des matières mouvantes dont le déroulement et le passage à travers les imprimantes ne s'effectuent pas aussi simplement que pour le papier. Par conséquent, les entrepreneurs ont cherché à contourner ces difficultés en jetant leur dévolu sur des procédés plus proches de leurs compétences. Dès lors, l'impression par transfert, qui consiste à imprimer en premier lieu l'image sur un papier spécial puis à la transférer, par différentes méthodes, sur le textile est une solution attractive.

Le terme générique « d'impression transfert » comprend plusieurs techniques de transfert différentes :

- le transfert par sublimation
- le transfert des plastisols

### • Le transfert par sublimation

Ce procédé est basé sur les propriétés de certains colorants dispersés, qui subliment c'est-à-dire qui passent de l'état solide à l'état gazeux, sous l'action de la chaleur. Ces caractéristiques avaient été observées dès le début du développement des colorants dispersés. Mais ce n'est qu'avec l'apparition des fibres polyester et les travaux, fin des années 50, du groupe Prouvost Masurel<sup>287</sup>, que ces propriétés vont trouver leur application en impression. Le procédé fut mis au point à l'aide de divers partenaires, dont le fabricant d'encre CIBA<sup>288</sup>, un imprimeur sur papier et le fabricant de presses chauffantes LEMAIRE<sup>289</sup> puis commercialisé par l'entreprise SUBLISTATIC<sup>290</sup>. Appelée alors « thermo-impression », la méthode consiste à imprimer sur un papier spécial, avec des colorants dispersés sublimables, des motifs qui seront transférés du papier au textile, sous l'effet de la chaleur lors du passage dans une presse chauffante. Afin de pouvoir transférer des métrages sans

<sup>286</sup> Bruno SUEUR, « Jet d'encre, Solutions numériques » *L'industrie textile*, N°1353, 2003, p.97

<sup>287</sup> Le groupe **Prouvost Masurel** de Roubaix possédait de nombreuses entreprises textiles en France et s'est éteint en 1993.

<sup>288</sup> **CIBA** est une firme chimique helvétique qui produisait des colorants textiles.....[www.cibasc.com](http://www.cibasc.com)

<sup>289</sup> **LEMAIRE** est une entreprise du nord de la France qui produit des calandres techniques.....[www.lemaire.fr](http://www.lemaire.fr)

<sup>290</sup> **SUBLISTATIC** était une entreprise leader pour les produits de transfert par sublimation.....[www.sublistatic.com](http://www.sublistatic.com)

interruption, le fabricant LEMAIRE conçut une calandre de thermo impression en continu, qui fut présentée à l'ITMA<sup>291</sup> de 1967.

Les avantages de ce procédé sont indéniables :

- pas de prétraitement de l'étoffe
- pas ou peu de perte de colorant
- la possibilité d'imprimer des articles confectionnés ou en cours de confection.

La seule restriction concerne le support textile employé. L'impression transfert par sublimation donne de très bons résultats sur les supports tout ou partiellement polyester, avec une proportion de polyester idéalement supérieure à 50 %. D'autres fibres synthétiques, comme l'acrylique ou des polyamides, ainsi que des fibres artificielles, comme les acétates et triacétates, peuvent théoriquement, sous certaines conditions, être imprimés de cette façon, mais leur emploi est très limité.

De nos jours, l'impression textile par transfert par sublimation utilisant la technique du jet d'encre connaît un essor considérable. La simplicité de la mise en œuvre du procédé explique en grande partie cet engouement. Elle diffère peu de la méthode des débuts.

Les encres dispersées sublimables sont appliquées par une imprimante à jet d'encre sur un papier spécial. Ce papier doit avoir une surface lisse, qui soit stable pendant l'impression et qui le reste lors des opérations de transfert. A cette fin, il est apprêté et calandré selon les techniques utilisées pour le papier « couché ». Le papier, face imprimée, est mis en étroit contact avec le support textile et ils passent ensemble dans une presse chauffante. (Fig.198) La température de la presse est déterminée par le matériau textile et les colorants utilisés. Elle est habituellement de 180 à 220°C pour une durée de contact de 20 à 40 secondes<sup>292</sup> sous une pression de 30 à 120 g/m<sup>2</sup>.

En général, les solidités aux lavages sont bonnes sur les polyesters, par contre les solidités à la lumière sont moyennes. Les nouvelles générations d'encres dispersées sublimables essaient de pallier à ce défaut. (voir Annexe 2/ 2.3)) Une des difficultés du procédé réside dans le fait que les couleurs imprimées sur papier n'ont pas les mêmes teintes que celles obtenues sur le tissu après transfert. Des opérations de calibrage sont donc nécessaires pour garantir la conformité coloristique.

Les imprimantes employées sont les mêmes que celles pour l'impression directe sur les étoffes, la plupart des fabricants d'imprimante à jet d'encre concevant les deux types de machines. (Fig.196 et 197)

<sup>291</sup> **ITMA** pour Internationale TextilMaschinenAusstellung est une foire internationale de machines textiles qui se tient une fois tout les quatre ans.....[www. itma.com](http://www.itma.com)

<sup>292</sup> Gaston Dupond, *L'impression textile*, Paris, L'Industrie Textile, 2008, p. 62





Fig.196 : Imprimante pour papier transfert JV4 du fabricant MIMAKI<sup>293</sup>, 2008



Fig.197 : Imprimante pour papier transfert VIPER de l'entreprise MUTOH<sup>294</sup>, 2008

Néanmoins, comme pour toute la chaîne d'impression textile à jet d'encre directe, un des obstacles majeur est la mise à l'échelle des machines de post-traitement, destinées habituellement au traitement de grands métrages. Il en est également ainsi pour les calandres de transfert. Il n'y a actuellement que peu de modèles adaptés aux petits métrages, comme par exemple la calandre DP 240 du fabricant LEMAIRE. (Fig.199)

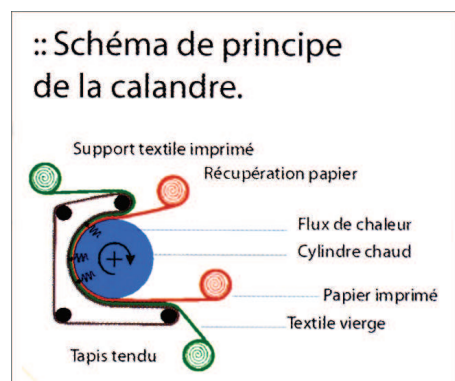


Fig.198 : Schéma du principe de fonctionnement d'une calandre d'après STUDIO FX



Fig.199 : La calandre digitale DP 240 du fabricant LEMAIRE, 2009

### • Le transfert des plastisols

Comme le transfert par sublimation ne convient pas aux fibres naturelles, les fabricants ont très tôt essayé de trouver d'autres solutions. Dès les années 50, la firme italienne STAR STAMPA TESSUTI

<sup>293</sup> MIMAKI est une entreprise japonaise spécialisée dans l'impression à jet d'encre sur tous supports. Elle développe entre autres toute une gamme d'imprimantes dédiées au textile.....[www.mimaki.co.jp](http://www.mimaki.co.jp)

<sup>294</sup> MUTOH Holdings est une société japonaise spécialisée dans la fabrication d'imprimantes à jet d'encre grand format. Sa filiale Europe est basée en Belgique.....[www.mutoh.be](http://www.mutoh.be)

ARTISTICI<sup>295</sup> propose une méthode d'impression sur un papier recouvert d'une résine. Le colorant est déposé sur la résine puis le papier appliqué contre le tissu. Ils passent ensemble dans une presse chauffante sous très haute pression. La résine et l'encre « fondent » et s'accrochent dans les fibres textiles. Il faut ensuite leur faire subir un traitement de fixation puis de lavage afin que l'impression soit définitive. Du fait de ces traitements supplémentaires, le procédé n'a pas connu le succès escompté.

De nos jours, le transfert sur les fibres naturelles, essentiellement sur le coton, est obtenu grâce aux colorants plastisols. Il s'agit de pigments associés à une résine de Chlorure de Polyvinyle, un plastifiant et d'autres produits. Ceux-ci sont imprimés sur le papier transfert. Le papier, face imprimée, est appliqué contre le tissu et introduit dans la presse. La chaleur et la pression forcent le colorant à s'accrocher dans la fibre. Il s'agit donc d'une liaison mécanique et non chimique. L'encre ne pénètre pas la fibre mais forme avec la résine un film coloré qui reste accroché à la surface de l'étoffe. Le motif imprimé présente ainsi un aspect « plastique » au toucher. Cependant, ce film résiste mal aux sollicitations de friction et de lavage. (Fig.200) C'est pourquoi actuellement ce procédé est essentiellement employé pour l'impression de produits à courte durée de vie, comme les objets publicitaires et les tee-shirts.



Fig.200 : Tee-shirt imprimé par transfert de plastisols.  
Etat neuf (sur la gauche) et état après utilisation et lavages (sur la droite)

Cependant, à ma connaissance, l'impression transfert des plastisols avec des imprimantes à jet d'encre n'a pas dépassé le stade de l'expérimentation.

<sup>295</sup> **STAR STAMPA TESSUTI ARTISTICI** est une entreprise d'impression textile de la région de Como, en Italie

## 2 : Les encres

En impression traditionnelle aux cadres, la couleur est amenée sur le tissu sous forme de « pâte d'impression » ou « pâte colorante », dénominations dues à la consistance pâteuse donnée aux colorants. En impression textile à jet d'encre, les couleurs se présentent sous une forme fluide d'où l'appellation « d'encre », dénomination également usitée pour l'impression sur papier. Les matières colorantes utilisées dans ces encres sont issues des colorants employés en impression traditionnelle. Elles ont été adaptées aux spécificités de la technologie jet d'encre et notamment aux contraintes des têtes d'impression. Certaines caractéristiques des encres sont d'ordre général et s'appliquent à tous types de têtes quel qu'en soit le constructeur. D'autres particularités ne s'adressent qu'à un type précis de tête, voire aux têtes d'un seul constructeur.

Habituellement les encres destinées à l'impression textile à jet d'encre sont composées d'un colorant, d'un solvant, d'additifs variés et parfois d'un liant. Leur formulation doit répondre à deux exigences fondamentales :

- convenir à la nature de la fibre textile à imprimer et pouvoir s'y déposer avec une pénétration optimale sans fuser
- être adaptée à la technologie des têtes d'impression de façon à permettre au flux continu d'encre de circuler sans encombre à travers les têtes et de se séparer, à la sortie des buses, en d'infimes gouttelettes.

Une des caractéristiques primordiales de l'encre est donc sa viscosité. En effet, celle-ci doit être d'une consistance telle que l'encre puisse circuler aisément à travers les têtes, sans être trop fluide pour ne pas s'écouler trop vite à travers les buses, ni trop compacte pour ne pas stagner dans les canaux. La viscosité influence également la forme, la taille de la goutte, sa tension de surface ainsi que son éventuel allongement à la sortie des buses. Elle affecte la vitesse de tombée de la goutte ; si celle-ci est trop dense, la vitesse sera réduite et le risque de déviation lié à l'air est plus important.

Les particules de colorants, qu'elles soient solubles ou dispersables, doivent être d'assez petite taille pour circuler à travers les têtes de façon fluide. Leur répartition dans le solvant doit être homogène et présenter une bonne stabilité tant à l'emploi qu'au stockage. En effet toute altération ou sédimentation entraîne inévitablement un bouchage des buses. Le solvant, souvent à base aqueuse, contient des agents hygroscopiques qui permettent au colorant de pénétrer plus facilement dans le support tout en évitant le séchage à l'intérieur des buses.

La tension de surface de l'encre doit être élevée afin de faciliter la formation d'un train de gouttes, de forme optimale, sans éclaboussures. Elle influence également la vitesse d'éjection qui, très élevée, doit rester régulière.

Des exigences particulières sont requises pour certains types de têtes d'impression. Par exemple, pour un emploi dans les têtes thermiques, les encres doivent présenter une bonne résistance aux hautes températures et supporter de brusques variations. Ceci étant problématique pour certaines

classes de colorants, et provoquant des phénomènes de cogation, les têtes thermiques ont rapidement été délaissées au profit des têtes piézoélectriques.

Indépendamment des caractéristiques liées à leur consistance, les encres comportent des matières colorantes en adéquation avec le support textile à imprimer. Les classes de colorants se définissent donc selon leur affinité avec les fibres auxquelles ils sont destinés.

- les colorants réactifs sont destinés aux fibres cellulosiques (coton, lin, viscose)
- les colorants acides sont destinés aux fibres protéiniques (soies, laines) et polyamides
- les colorants dispersés sont destinés aux fibres synthétiques, principalement le polyester
- les colorants pigmentaires sont destinés à tout type de fibres.

Chaque classe de colorants est décrite de façon plus précise dans les paragraphes suivants.

Dans la situation actuelle, où la technologie de l'impression à jet d'encre et notamment des têtes d'impression évolue très rapidement, les fabricants d'encres sont constamment obligés de s'adapter aux nouvelles données et d'innover. Ils justifient ainsi les prix relativement élevés des encres par les coûts importants de leur recherche et développement. La cherté des encres et l'inertie de certains fabricants ont souvent été décriées par les constructeurs. C'est pourquoi de nombreux constructeurs proposent leurs machines avec les encres d'un fabricant déterminé et n'offrent leur garantie qu'avec l'emploi de ces encres recommandées. Face à ce phénomène et fort du potentiel d'évolution de l'impression textile, de nouvelles stratégies sont en train de se mettre en place. D'une part, le marché des encres s'ouvre à de nouveaux fabricants, issus notamment des pays émergents. Il est difficile, à ce jour, de prédire l'impact qu'auront ces nouveaux producteurs mais ils bouleverseront assurément les suprématies actuelles. D'autre part, les constructeurs de têtes d'impression s'impliquent plus fortement dans le développement des encres, à l'instar d'EPSON<sup>296</sup> qui pour sa dernière génération de têtes destinée à l'imprimante MONNA LISA<sup>297</sup> a créé ses propres encres commercialisées sous la marque GENESTA<sup>298</sup>. Les prévisions de volume des tissus imprimés ces prochaines années en impression à jet d'encre étant plus qu'optimistes, la demande en encres va drastiquement augmenter. Il n'est nul doute que le prix des encres va suivre la courbe contraire.

Le colorant se présentant sous forme liquide, il a tendance à pénétrer dans le support en fusant. En impression aux cadres, ce phénomène est contré par la viscosité et la composition de la « pâte » d'impression qui contient les adjuvants nécessaires à une bonne dispersion des colorants. En impression à jet d'encre, ces produits doivent être déposés avant l'impression par des procédés de prétraitements. (voir Annexe 2/ 3.1)

<sup>296</sup> SEIKO **EPSON** Corp. est une multinationale diversifiée qui produit des imprimantes, ordinateurs, montres, appareils photographiques et divers autres produits ..... Filiale française : [www.epson.fr](http://www.epson.fr)

<sup>297</sup> L'imprimante **MONNA LISA** du constructeur ROBUSTELLI (voir annexe 2/ 1.2)

<sup>298</sup> Les encres **GENESTA** ont été présentées à l'ITMA 2007, développées par FORTEX et EPSON spécifiquement pour les têtes d'impression de l'imprimante MONNA LISA.



## 2.1: Les encres réactives

Les encres réactives sont ainsi nommées parce que leurs composants colorés se fixent par réaction chimique dans les fibres textiles. Ils conviennent plus particulièrement aux fibres cellulosiques, telles le coton, le lin, la viscose et dans certaines conditions à la soie. Les premiers colorants réactifs, les « Procions » ont été mis sur le marché en 1956 par la firme ICI<sup>299</sup>, suivis en 1957 par les « Cibacrones » de l'entreprise CIBA<sup>300</sup>. Depuis lors toutes les grandes entreprises chimiques ont présenté leurs versions de colorants réactifs et les ont, jusqu'à nos jours, constamment améliorés.

Les colorants réactifs appartiennent à différents groupes chimiques capables, en milieu alcalin, de se fixer sur la cellulose par liaison covalente. (Fig.201) Ils sont solubles dans l'eau et la petite taille de leurs molécules fait qu'ils peuvent pénétrer rapidement dans les pores de la fibre.

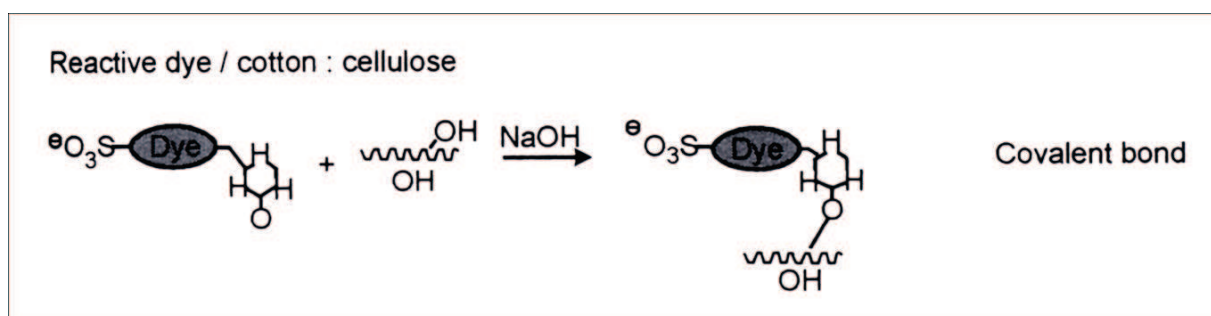


Fig.201 : Schéma des liaisons covalentes des colorants réactifs d'après H.Noguchi<sup>301</sup>

En impression traditionnelle aux cadres, le colorant est contenu dans la pâte d'impression qui comprend divers constituants :

- un épaississant de type alginate pour donner de la consistance à la pâte et éviter le fusage des couleurs
- des alcalis nécessaires à la fixation du colorant dans la fibre
- des agents hygroscopiques, tel l'urée
- divers autres produits chimiques facilitant les réactions.

Après l'impression, les colorants doivent être fixés dans la fibre par un traitement de vaporisation, qui peut se faire de façon classique ou en chaleur sèche. Les durées d'exposition tout comme les températures varient en fonction des matières. Le vaporisation est suivi d'un lavage en continu afin d'éliminer tout le colorant non fixé, l'épaississant et les divers autres produits utilisés. Ce procédé en plusieurs étapes vaut aussi aux colorants réactifs, l'appellation de colorants « fixés-lavés ». Les colorants réactifs ont l'avantage de proposer une palette étendue de couleurs, qui ont de bonnes

<sup>299</sup> ICI : Imperial Chemical Industries est une entreprise chimique d'origine anglaise, faisant partie depuis 2008 du groupe AkzoNobel.....www.ici.com

CIBA est une des plus anciennes entreprises chimiques suisses. Elle développe différents produits dont des colorants et des encres textiles. Ce département a été revendu en 2006 à HUNTSMAN.....www.cibasc.com.....www.huntsman.com

<sup>301</sup> H.Noguchi, K.Shirota, "Formulation of aqueous inkjet inks" , in: *Digital Printing of Textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, p. 233

solidités au lavage et au frottement. Leur solidité à la lumière est par contre fluctuante, certains colorants ayant des solidités moyennes, d'autres excellentes.

En impression à jet d'encre, les conditions d'utilisations des colorants sont les mêmes, mais leur mise en œuvre a dû être adaptée aux contraintes des imprimantes. Les colorants réactifs présentant des molécules de petites tailles, solubles dans l'eau, leur transformation en encres utilisables par les têtes d'impression s'est effectuée sans trop de problèmes. Par contre tous les autres ingrédients nécessaires au processus, vont être déposés séparément sur l'étoffe, sous forme de prétraitement. Cette préparation, dont la composition spécifique est préconisée par les fabricants d'encre, est déposée sur le textile avant l'impression. (voir Annexe 2/ 3.1) La qualité de cette préparation est d'une importance cruciale pour la future impression. Elle se doit d'être constante et parfaitement uniforme tout au long de l'étoffe traitée, afin de garantir la conformité des couleurs et leur solidité.

Les conditions de fixation par vaporisation et le lavage qui s'en suit, sont sensiblement les mêmes qu'en impression traditionnelle aux cadres. La différence essentielle est due aux dimensions des machines de finissage qui ont été adaptées aux courts métrages de l'impression à jet d'encre. On estime généralement que le degré de fixation des colorants réactifs sur des fibres de coton est de l'ordre de 70 %<sup>302</sup>, ce qui fait que dans l'optique écologique moderne, leur impact environnemental est plutôt négatif. Par conséquent, bon nombre de recherches sont en cours afin d'augmenter leur taux de fixation, d'amoindrir la quantité d'additifs chimiques et réduire les procédures de lavage.



Fig.202 : La gamme des encres réactives pour l'impression à jet d'encre « CIBACRON MI » de l'entreprise CIBA, 2005

## 2.2: Les encres acides

Ces colorants sont appelés « acides » car les réactions chimiques qui les lient aux fibres n'ont lieu qu'en milieu acide. Ils sont adaptés aux fibres protéiniques (laine, soie) et aux polyamides (nylon,...). En milieu acide, les fibres se chargent positivement alors que les colorants, solubles dans l'eau, sont chargés négativement. Les réactions qui se déroulent alors, font que les fibres et les

<sup>302</sup> P.J.Hauser, M.Kanik, "Ink jet printing of cationized cotton with reactive inks", in: *Digital Printing of Textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, p. 276

colorants s'unissent, principalement par des liaisons ioniques. (Fig.203) Les couleurs ainsi obtenues sont brillantes, ont une bonne tenue à la lumière mais des solidités assez moyennes au mouillé.

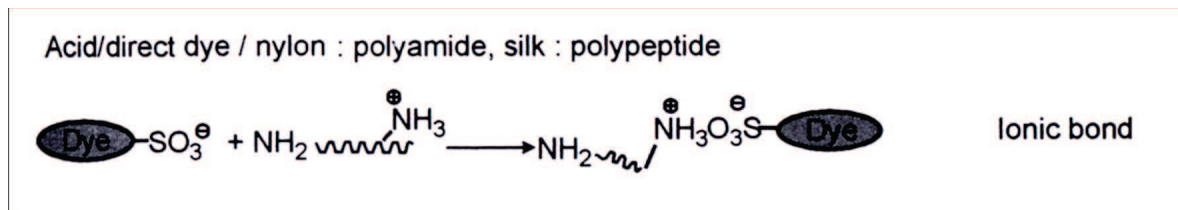


Fig.203 : Schéma des liaisons ioniques des colorants acides d'après H.Noguchi<sup>303</sup>

Pour pouvoir être imprimées en jet d'encre avec des colorants acides, les étoffes doivent d'abord être préparées. La composition du prétraitement appliqué dépend de la nature de la fibre de l'étoffe. Il a pour objectifs :

- de permettre la pénétration du colorant dans la fibre
- d'éviter le fusage des couleurs
- de faciliter les liaisons chimiques et la fixation du colorant dans la fibre

Comme pour les colorants réactifs, la qualité de cette préparation est cruciale et joue un rôle déterminant dans la qualité de l'impression ultérieure. Elle se doit d'être uniforme sur toute l'étoffe afin de garantir la constance des couleurs et leur solidité.

Après impression, les étoffes sont vaporisées pour fixer définitivement les colorants puis lavées afin d'éliminer les produits auxiliaires. Il y a relativement peu de pertes de colorant non fixé. Par contre, comme la tenue des colorants acides au mouillé est assez moyenne, il est conseillé d'effectuer un finissage, afin d'augmenter leur résistance. En règle générale, les fabricants d'encre proposent des indications très précises sur les différentes étapes à accomplir afin d'utiliser leurs produits de façon correcte. Des recettes de prétraitement et de finissage sont livrées avec les encres qui, sous réserve d'employer les produits conseillés, sont censées garantir un rendement optimal des colorants.



Fig.204 : La gamme des encres acides pour l'impression à jet d'encre, « JETTEX A » de l'entreprise DYSTAR<sup>304</sup>, 2006

<sup>303</sup> H.Noguchi, K.Shirota, "Formulation of aqueous inkjet inks" , in: *Digital Printing of Textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, p. 233

<sup>304</sup> DYSTAR est une entreprise allemande fournissant des produits chimiques pour l'industrie du textile et du cuir  
www.DyStar.com

### 2.3: Les encres dispersées

Les colorants dispersés sont insolubles dans l'eau. Ils se présentent sous la forme d'une dispersion de fines particules d'où leur appellation. Ils sont destinés aux fibres synthétiques, principalement au polyester, puisque celui-ci représente plus de la moitié des fibres synthétiques fabriquées actuellement. Le polyester est une fibre compacte, avec un haut degré de cristallinité, qui est éminemment hydrophobe. Pour que le colorant puisse diffuser dans la fibre, il faut qu'il y ait une certaine élévation de la température. A ce moment là, les chaînes de polymères composant le polyester se mettent à bouger, créant ainsi des espaces libres dans lesquels les colorants peuvent pénétrer. (Fig.205)

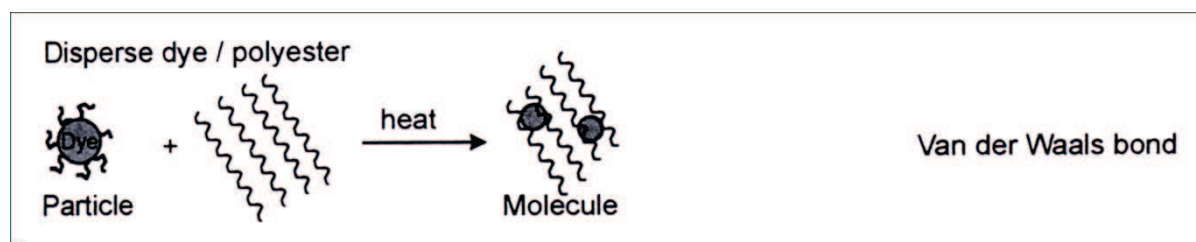


Fig.205 : Schéma de liaison des colorants dispersés d'après H.Noguchi<sup>305</sup>

Les colorants doivent être fixés à haute température, soit en vapeur surchauffée soit par un traitement thermique appelé « thermosolage ». Les molécules des colorants dispersés sont relativement volatiles et certaines possèdent la faculté de sublimer sous l'action de la chaleur. Cette propriété, si elle est souvent un inconvénient, a paradoxalement été utilisée pour développer une nouvelle classe de colorants, les colorants dispersés sublimables, destinés à l'impression transfert. Il existe donc deux catégories de colorants dispersés :

- ceux destinés à l'impression directe (Fig.207)
- ceux affectés à l'impression transfert (Fig.206)

Comme tous les autres colorants, les dispersés ont du être adaptés aux contraintes de l'impression à jet d'encre. La taille des particules de la dispersion a été réduite de façon à transiter sans problème à travers les têtes d'impression. Les agents de dispersion et la viscosité de l'encre ont également été reformulés. Pour l'impression directe, le prétraitement est particulièrement important.

Il est usuellement composé :

- d'un épaississant pour éviter le fusage des couleurs
- d'agents mouillants pour permettre une meilleure diffusion du colorant dans la fibre
- d'additifs nécessaires à la fixation du colorant dans la fibre
- de divers autres produits chimiques facilitant les réactions.

<sup>305</sup> H.Noguchi, K.Shirota, "Formulation of aqueous inkjet inks" , in: *Digital Printing of Textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, p. 233



Pour l'impression transfert, les encres étant appliquées directement sur un support papier, ce type de préparation n'est pas nécessaire.

La fixation se fait comme pour l'impression traditionnelle et est suivie d'un lavage. Il y a relativement peu de perte de colorant, car les liaisons physiques entre encre et colorant sont solides. Néanmoins, des améliorations constantes ont lieu dans le domaine de la compatibilité des encres avec les préoccupations environnementales. L'argument écologique est, en tous cas, mis en avant dans les démarches de marketing de certaines entreprises et ce, jusque dans la dénomination des encres !

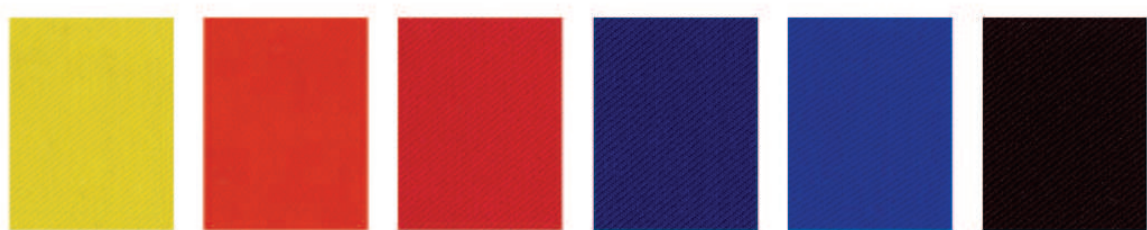


Fig.206 : La gamme des encres dispersées pour l'impression transfert à jet d'encre, « TERASIL STI ECO » de l'entreprise HUNTSMAN<sup>306</sup>, 2008



Fig.207 : La gamme, plus étendue, des encres dispersées pour l'impression directe à jet d'encre, « TERASIL DI HL » de l'entreprise HUNTSMAN, 2008

<sup>306</sup> **HUNTSMAN** est une entreprise américaine qui a racheté en 2006 le département des colorants textiles de la firme chimique suisse CIBA.....[www.huntsman.com/textile\\_effects](http://www.huntsman.com/textile_effects)

## 2.4: les encres pigmentaires

Depuis les années 60, l'utilisation des colorants pigmentaires n'a cessé de gagner en importance, jusqu'à représenter de nos jours, plus de la moitié des métrages imprimés à travers le monde, tous procédés confondus. Ce succès est principalement dû au fait que le procédé d'impression utilisant ces colorants est simple, rapide et peu onéreux. De plus, il permet d'imprimer tout type de textile indépendamment de la nature de la fibre.

Dans son ouvrage sur les colorants, J.Storey donne des colorants pigmentaires la définition suivante :  
*« Les pigments sont des agrégats moléculaires insolubles dans l'agent auquel ils sont soumis pendant l'application : Ils n'ont aucune affinité avec la fibre, et lorsqu'on s'en sert pour teindre et imprimer, on les fixe au moyen d'un liant qui, en se refermant sur eux, les fait adhérer à la fibre. »*<sup>307</sup>

L'impression se déroule donc en deux étapes : il s'agit, dans un premier temps, d'appliquer le colorant sur le support textile puis d'y fixer ce colorant au moyen de traitements thermiques. L'application peut théoriquement se faire sur tout type de support textile puisqu'il n'y a pas d'interaction chimique entre la fibre et le pigment, contrairement aux autres catégories de colorants qui se fixent dans la fibre. De surcroît, il est possible d'imprimer aisément des mélanges de fibres de nature différente, comme par exemple, les mélanges très usités de coton - polyester. La totalité du colorant déposé est fixée, ce qui fait qu'il n'est pas nécessaire de laver le tissu pour en retirer le surplus de couleur : On économise ainsi, en terme de temps et de machines, cette étape obligatoire pour les colorants « fixés-lavés ».

En impression traditionnelle aux cadres, les colorants sont dispersés dans une émulsion d'huile dans l'eau et ajoutés avec des liants et différents agents auxiliaires dans un épaississant. La « pâte »<sup>308</sup> colorante ainsi constituée a une viscosité spécifique qui lui permet de passer au travers des perforations du cadre sans fuser sur l'étoffe qui la reçoit. La fixation du colorant se fait par un traitement thermique qui peut être de différentes sortes (par air chaud, par passage dans une rame, etc.). Les temps d'exposition et les températures sont déterminés selon la nature du support et sont généralement de l'ordre de 2 à 3 minutes pour 160-170 degrés. L'impression pigmentaire est souvent utilisée pour des effets spéciaux. En effet ce procédé est le seul qui permette d'obtenir des effets couvrants sur des supports foncés, en utilisant des blancs mats dans la « pâte », et des effets nacrés en ajoutant des particules métalliques.

L'adaptation des colorants pigmentaires à l'impression textile à jet d'encre s'est heurtée à plusieurs problèmes, principalement liés à la structure des têtes d'impression. En effet, comment faire passer des particules de pigments, à l'origine relativement grandes ( ~ 0.5 microns), à travers les buses et comment y adjoindre des liants qui risquaient de polymériser à l'intérieur des têtes ? Les premières solutions, apparues début des années 2000, consistaient à séparer les liants de l'encre et à les déposer sur le support, avant ou après l'impression. L'inconvénient de ce système est qu'il nécessite

<sup>307</sup> Joyce Storey, *Tissus et colorants*, Montréal, Les Editions St Martin, 1994, p.79

<sup>308</sup> Le terme « pâte » est utilisé pour désigner la masse visqueuse comprenant les colorants, les épaississants et divers autres produits chimiques, que l'imprimeur dépose sur les cadres.

une étape supplémentaire et des outils de préparation ou de post-traitement adéquats. Une solution prometteuse se profile dès 2004 avec la présentation par la firme BASF<sup>309</sup> d'un nouveau type de colorants pigmentaire, l'Helizarin EVO, où les liants sont intégrés dans l'encre. (Fig.208) Leur formulation n'est plus dérivée de produits chimiques traditionnellement utilisés dans l'impression textile mais développée spécifiquement pour s'adapter aux contraintes de l'impression à jet d'encre.

« Grâce à un agent multifonction (MFA) agissant à la fois en tant que dispersant des pigments et en tant que polymère de fixation, l'encre bénéficie d'une viscosité suffisamment faible pour son utilisation dans les têtes d'impression piézo, .... »<sup>310</sup>

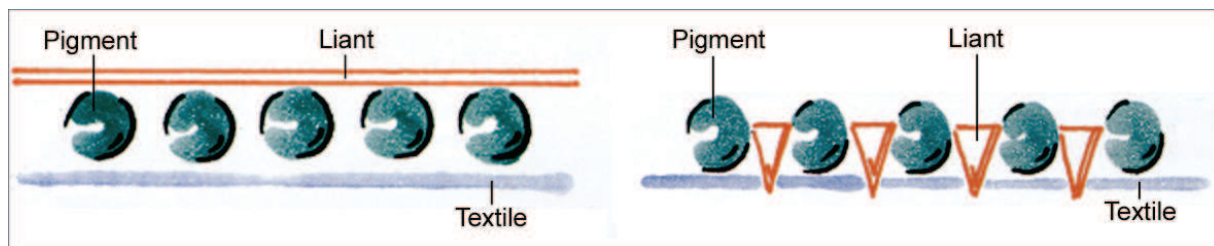


Fig.208 : Schéma de composition de l'encre pigmentaire Helizarin EVO, BASF, 2004

Les solidités au lavage, à la lumière et au frottement sont identiques à celles obtenues en impression traditionnelle. Néanmoins les effets intéressants du pigmentaire, tels les blancs couvrants et les effets métalliques ne sont actuellement pas encore réalisables. Mais comme nous n'en sommes qu'au début du développement des encres, ce n'est vraisemblablement qu'une question de temps. De nouvelles formulations chimiques des pigments ou la réalisation de nouvelles têtes d'impression, capables de traiter de plus grandes particules, devraient voir le jour sous peu et ainsi changer la donne.

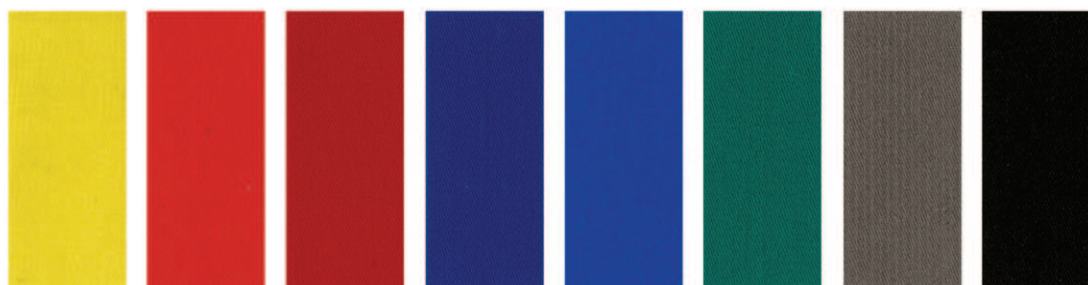


Fig.209 : La gamme des colorants pigmentaires pour l'impression à jet d'encre « IRGAPHOR TBI-HC2 » de l'entreprise CIBA, 2005

## 2.5: Les encres UV

Sont appelées « encres UV » des encres qui polymérisent sous un rayonnement ultraviolet. Ces encres sont de plus en plus répandues dans l'industrie graphique, et connaissent depuis quelques années une expansion rapide.

<sup>309</sup> BASF est un grand groupe chimique d'origine allemande, qui produit entre autres des colorants textiles.....www.basf.com

<sup>310</sup> Anonyme, « Encres pigmentaires, le système Helizarin EVO » *L'industrie textile*, N°1358, 2004, p.74

Elles sont généralement constituées des composants suivants<sup>311</sup> :

- des polymères acrylates (40-50%) qui forment le film d'encre
- des monomères acrylates (5-20%) qui servent aussi à fluidifier la solution
- des pigments organiques ou minéraux (15-20%) pour donner la couleur
- des photo-initiateurs (5-12%) qui déclenchent la réaction de polymérisation
- des additifs divers (1-8%) permettant d'apporter des propriétés particulières.

Ces encres ont la propriété de passer très rapidement d'un état liquide à un état solide. Cette réaction a lieu lorsque le support imprimé avec ces encres passe sous un sécheur UV, habituellement constitué d'une lampe à UV et d'un réflecteur. A ce moment là les photo-initiateurs éclatent et libèrent des radicaux libres qui se mélangent aux polymères et monomères pour former de grosses molécules insolubles. L'avantage est qu'il n'y a pas de perte de matière, contrairement aux encres à solvants, puisqu'il y a entière transformation de la matière. Il n'y a donc pas non plus d'émanations, ce qui fait que dans l'optique environnementale actuelle, ces encres sont de plus en plus utilisées, malgré le prix encore élevé des matières premières.

Ces encres sont adaptées à divers supports, les papiers, plastiques, métaux, etc., à condition qu'ils soient bien lisses pour ne pas réfléchir les rayons UV et pas trop poreux pour ne pas absorber l'encre. Par conséquent, le textile ne se prête pas particulièrement bien à ce procédé. De plus, les acrylates actuellement employés peuvent être irritants et allergisants pour la peau. Cependant, la technologie évoluant très rapidement, certains fabricants prévoient une adaptation prochaine de ces encres UV au médium textile. Les recherches s'orientent vers de nouvelles formulations de leur composition et une amélioration de leur aspect rigide après polymérisation.

---

<sup>311</sup> Composition des encres UV d'après : [en ligne, 2009] [www.renoud.com/cours/pages/bac\\_encre\\_uv.html](http://www.renoud.com/cours/pages/bac_encre_uv.html)



### 3 : Les supports textiles

#### 3.1 : Les prétraitements

Dans son ouvrage consacré à l'impression textile, G.Dupont définit la préparation des étoffes pour l'impression textile de la manière suivante : « *L'impression peut être considérée comme une teinture locale. Telle quelle cette teinture locale diffuserait par capillarité dans les fibres du support textile. Pour maintenir le colorant localement déposé, il faut épaissir la solution ou la dispersion.* »<sup>312</sup> De plus, pour assurer la bonne fixation du colorant dans les fibres, la présence d'un certain nombre d'additifs chimiques est nécessaire. Or pour satisfaire aux contraintes des têtes d'impression des imprimantes à jet d'encre, le colorant se doit d'être le plus fluide possible. Il n'est donc pas possible de l'épaissir. D'autre part la plupart des additifs chimiques requis sont difficilement compatibles avec les matériaux composant ces têtes d'impression.

Pour l'impression à jet d'encre, il a donc été imaginé de séparer les matières colorantes et les adjuvants pour les utiliser en deux processus distincts. Le colorant, dans sa forme la plus pure, compose l'encre et les adjuvants sont appliqués sur l'étoffe sous la forme d'un prétraitement.

Les prétraitements dépendent du type d'encre utilisé et de la nature du support textile. Ils sont généralement composé d'un épaississant qui a pour rôle d'empêcher la goutte de s'étaler en pénétrant le support et donc de fuser. (Fig.210)

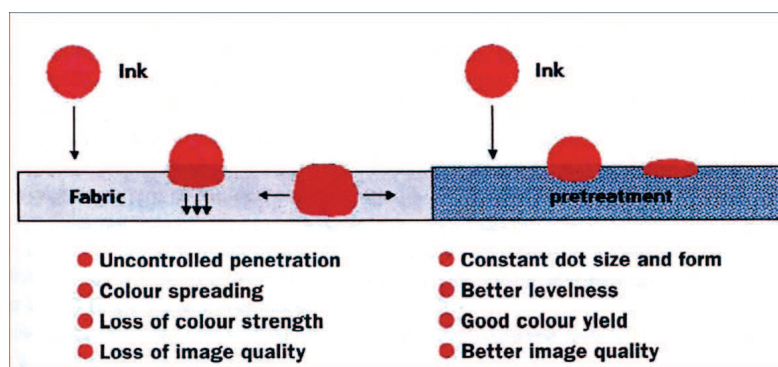


Fig.210 : Schéma montrant la pénétration de la goutte d'encre dans un support non-traité (à gauche) et dans un support prétraité (à droite) d'après K.H.Blank<sup>313</sup>

Différents produits chimiques sont ajoutés dans la masse pour faciliter la fixation du colorant dans la fibre ou pour donner des propriétés spécifiques aux fibres. Ces prétraitements sont usuellement appliqués par foulardage sur l'étoffe ou parfois déposés par enduction sur une seule face du support. La qualité de l'impression future est dépendante de la composition de ce traitement tout comme de sa régularité d'application. De nombreuses études ont été faites qui démontrent l'incidence des différents composants du prétraitement sur la pénétration du colorant, ses solidités et surtout sur la définition de

<sup>312</sup> G. DUPONT, S.ZOGU, *L'impression des textiles*, Paris, Les Editions de l'Industrie textile, 2008. p.93

<sup>313</sup> K.H.BLANK, J.M.CHASSAGNE, W.REDDIG, "Colorants in Digital Textile Printing Inks", *Digital Textile*, October 2003, p.16

la couleur. Chaque fabricant d'encre propose des recettes précises de prétraitement, censées garantir des résultats optimum avec ses encres. En pratique, la nature de l'étoffe, sa texture, sa densité influencent également la donne. Par exemple un voilage n'ayant pas le même pouvoir absorbant qu'une lourde étoffe d'ameublement, le prétraitement pour la même catégorie d'encre sera adapté en conséquence. Les prétraitements sont habituellement réalisés par les ennoblisseurs qui traitent les supports pour l'impression traditionnelle aux cadres, en utilisant le même matériel. Or ces machines ne sont pas adaptées aux courts métrages qui sont le lot de l'impression à jet d'encre. De ce fait, diverses tentatives ont été menées pour construire des machines de prétraitement aux dimensions adaptées. On trouve soit des machines miniaturisées comme la MS-MINISTENTER de l'entreprise italienne MS<sup>314</sup>, (Fig.211) soit des essais pour intégrer le processus de prétraitement à l'imprimante comme la MS-JP5 COAT & PRINT (Fig.179). Aucune solution ne s'est jusqu'à présent imposée comme étant optimale. Néanmoins les imprimantes et les encres évoluant très rapidement, les processus de prétraitements suivent conséquemment la même voie.



Fig.211 : Machine de foulardage miniaturisée MS-MINISTENTER de l'entreprise MS, 2007

Si la séparation des procédés d'impression et de prétraitement s'est imposée dans un premier temps, elle est vraisemblablement un frein à l'expansion de l'impression à jet d'encre. En effet, ce processus en deux étapes réalisées la plupart du temps par des acteurs différents est relativement contraignant. Des recherches sont en cours en maints endroits pour essayer de trouver des solutions permettant de se passer de prétraitements. De bons résultats ont déjà été obtenus avec les colorants pigmentaires. Une autre démarche envisagée par certains fabricants d'encre consiste à réintégrer les adjuvants dans de nouvelles formulations d'encre. Il est vraisemblable que ces nouvelles propositions seront déterminantes pour l'expansion future de l'impression textile à jet d'encre.

<sup>314</sup> MS est un constructeur italien de machines pour l'impression aux cadres, à jet d'encre et pour tous les traitements connexes  
www.macchine-servizi.com

Une autre préoccupation actuelle est l'élimination des additifs chimiques nécessaires aux processus d'impression et de fixation. Jusqu'à nos jours, ils sont retirés des étoffes lors des opérations de lavage et se retrouvent donc dans le circuit des eaux usées. Cette manière de procéder est de plus en plus difficilement compatible avec les préoccupations environnementales actuelles. Ainsi des recherches sont menées en parallèle sur les nouvelles formulations d'encre pour minimiser l'emploi des différents auxiliaires.

Comme mentionné précédemment les prétraitements sont sujets à de nombreuses variations et adaptations. Néanmoins, afin de donner une idée des procédés employés, je citerai ci-dessous les prétraitements tels qu'ils sont préconisés à ce jour par les différents fabricants d'encre.

#### • Les prétraitements pour l'impression en encres réactives

Les fibres cellulosiques sont les plus souvent imprimées à l'aide de colorants réactifs pour lesquels il est conseillé d'utiliser de l'alginate comme épaississant. Ce dérivé naturel d'algues brunes est employé sous forme de sodium d'alginate, qui peut avoir différents poids moléculaires et donc se comporter différemment selon les besoins. Comme les encres réactives réagissent en milieu alcalin, on y ajoute habituellement du bicarbonate de sodium. De l'urée est également ajoutée à la masse comme agent hygroscopique afin de maintenir la fibre gonflée pendant la fixation du colorant. Divers autres produits, comme des agents anti-oxydants, sont parfois employés.

Pour exemple, l'entreprise HUNTSMAN donne pour ses encres réactives NOVACRON MI, les indications suivantes :

Foulardage du coton ou de la viscose avec :

- 100-200 g/l THERMACOL MP (épaississant)
- 100-300 g/l Urée
- 40 g/l alcali
- 20 g/l LYOPRINT RG (agent anti-oxydant)
- 10 g/l LYOPRINT AIR (agent anti-gazéification)

Après impression, les conditions de fixation préconisées sont :

- un vaporisage à 102°C pendant 7-10 minutes
- ou, seulement pour le coton, une chaleur sèche à 140-150°C pendant 3-5 minutes

Puis plusieurs étapes de lavage sont conseillées :

- un rinçage à froid pendant 5 minutes
- un savonnage à 98°C pendant 5 minutes avec 2 g/l d' ERIOPON R
- un rinçage bouillonnant pendant 3 minutes
- des rinçages chauds puis froids

### • Les prétraitements pour l'impression en encres acides

Pour les colorants acides, on utilise plutôt des gommés que de l'alginate, celui-ci précipitant en milieu acide. On y ajoute de préférence un générateur d'acide, comme les sels d'ammonium, qui se décompose lentement au vaporisation permettant ainsi au colorant de bien se fixer sur la fibre. L'urée est également employée comme agent favorisant le gonflement de la fibre. Les concentrations de ces différents produits varient selon les matières textiles imprimées, que ce soit de la soie, de la laine ou des polyamides. La fixation se fait généralement par vaporisation à 102°C pendant 20 à 30 minutes. Les étoffes passent ensuite dans plusieurs bains de lavage froids et tièdes et subissent éventuellement d'autres opérations de finissage.

### • Les prétraitements pour l'impression en encres dispersées

Les préparations pour les encres dispersées doivent être stable à haute température puisque la fixation des colorants a lieu entre 180°C et 210°C. On utilise habituellement du sodium d'alginate comme épaississant et des agents hygroscopiques. Lorsque de bonnes solidités à la lumière sont demandées, on y ajoute des agents absorbeurs d'UV.

Pour exemple, l'entreprise HUNTSMAN donne pour ses encres dispersées utilisées en impression directe TERASIL DI HL, les indications suivantes :

Foulardage des supports avec :

- 100-180 g/l THERMACOL MP (épaississant)
- 10-30 g/l LYOPRINT AIR (agent anti-gazéification)
- 50 g/l UV-FAST P (agent absorbeur UV)

Après impression, les conditions de fixation préconisées sont :

- un vaporisation à haute température 180°C pendant 8 minutes
- ou, en chaleur sèche à 180-210°C pendant 1-2 minutes

Puis plusieurs étapes de lavage sont conseillées :

- un rinçage à froid pendant 5 minutes
- un savonnage à 40°C pendant 5 minutes avec 1 g/l d' ERIOPON R
- des rinçages chauds puis froids

Même si une préparation à l'impression des supports synthétiques est conseillée, de nombreux utilisateurs de l'industrie graphique délaissent cette opération supplémentaire pour imprimer directement sur les supports. Pourtant, seule une bonne préparation peut garantir la solidité et la brillance des couleurs. Les deux exemples présentés ci-dessous démontrent également l'incidence de la préparation sur la précision de l'image imprimée. Sur l'étoffe prétraitée, les lignes imprimées ont des contours nets et précis, alors que sur l'étoffe non traitée, on voit bien le fusage de la couleur en bordure de lignes. (Fig.212 et 213)



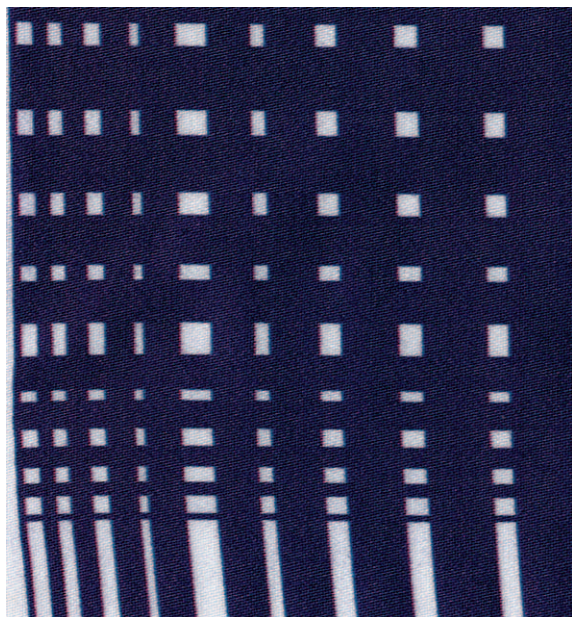


Fig.212 : Polyester prétraité, imprimé en colorants dispersés directs.  
Echantillon Création BAUMANN<sup>315</sup>, 2009

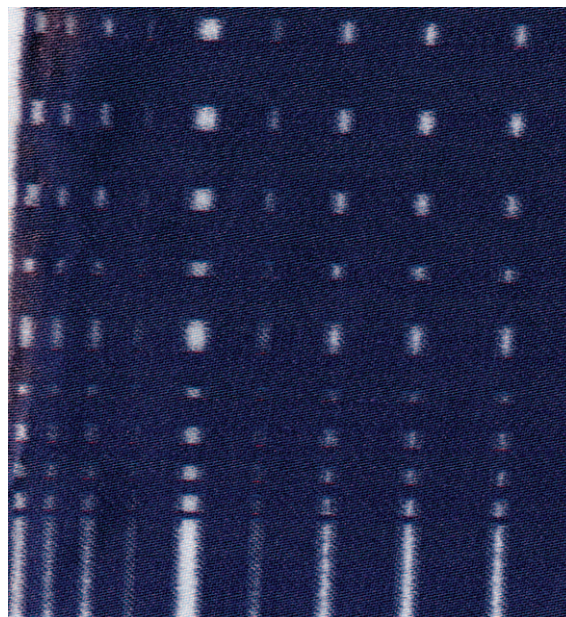


Fig.213 : Le même polyester non-traité, imprimé avec les mêmes colorants dispersés directs.  
Echantillon Création BAUMANN, 2009

### • Les prétraitements pour l'impression en encres pigmentaires

Depuis l'arrivée des nouvelles générations de colorants pigmentaires, le prétraitement des étoffes avant l'impression est de moins en moins utilisé. Il se faisait auparavant en appliquant des produits cationiques qui permettaient de retenir le pigment à la surface du textile, ce qui augmentait l'intensité des couleurs. Cependant, ce traitement avait l'inconvénient de donner aux couleurs une moins bonne solidité aux frottements.

Le fait de pouvoir imprimer directement tout type d'étoffes, en court-circuitant la préparation, a très rapidement propagé l'emploi de ces colorants dans certains secteurs. L'impression d'articles confectionnés, tels les Tee-shirts, est pour l'instant le plus gros demandeur de ce type de procédé. Mais il n'est nul doute qu'avec l'amélioration des encres pigmentaires, particulièrement en terme de brillance des couleurs, leur expansion ne fait que commencer.

## 3.2 : Les post-traitements

Les traitements de finissage appliqués après l'impression sont avant tout destinés à fixer durablement les colorants dans la fibre. Ils servent également à éliminer les surplus de couleur non fixée ainsi que les différents produits auxiliaires. Les procédés employés : vaporisation, fixation à la chaleur, lavage, etc. sont pratiquement les mêmes qu'en impression traditionnelle. Ce qui diffère essentiellement c'est la quantité d'étoffe à traiter. On se retrouve donc avec la même problématique que pour les

<sup>315</sup> **Création Baumann** est une entreprise suisse qui produit des étoffes pour la décoration et l'ameublement, pionnière de l'impression textile à jet d'encre.....[www.creationbaumann.ch](http://www.creationbaumann.ch)

prétraitements, à savoir que les machines usuelles ne sont pas adaptées à la manipulation de petits métrages. Seuls quelques fabricants proposent des versions miniaturisées des machines traditionnelles. C'est le cas, par exemple de l'entreprise italienne MS<sup>316</sup> qui propose des machines pour vaporiser (Fig.214) ou pour laver de petits métrages. (Fig.215)



Fig.214 : Machine à vaporiser MS-VAPO CONT 15 SC de l'entreprise MS, 2007



Fig.215 : Machine miniaturisée de lavage MS-WASHER de l'entreprise MS, 2007

Les problèmes rencontrés lors des opérations de post-traitements sont très semblables à ceux rencontrés lors des prétraitements. Ils concernent surtout la régularité des procédures. En effet des variations, par exemple de température, peuvent avoir des conséquences importantes sur la tonalité des couleurs. La concordance des couleurs étant l'un des points sensibles de l'impression textile à jet d'encre (voir Chapitre 3), il est important que les opérateurs du finissage puissent garantir la fiabilité de leur mise en œuvre.

Reste que l'un des objectifs de la recherche en impression textile à jet d'encre est de pouvoir proposer, à plus ou moins long terme, des solutions qui ne nécessitent plus ni post-traitement, ni prétraitement. Pour certains protagonistes, seule cette étape pourrait assurer l'expansion de l'impression textile à jet d'encre dans le futur.

<sup>316</sup> **MS** est un constructeur italien de machines pour l'impression aux cadres, à jet d'encre et pour tous les traitements connexes.....[www.machinesevizi.com](http://www.machinesevizi.com)

## 4 : L'image numérique

### 4.1 : La nature de l'image numérique

Les images numériques, qu'il est possible de visualiser sur un écran d'ordinateur, sont de deux sortes fondamentalement différentes. Ce sont :

- soit des images vectorielles aussi appelées « images orientées objet »
- soit des images bitmap dites aussi « images binaires »

#### • Les images vectorielles

Les images vectorielles sont composées de vecteurs, qui déterminent mathématiquement chaque objet, en prenant en compte ses différents attributs tels : la forme, la position, la couleur, l'épaisseur des lignes. Ces vecteurs sont recalculés lors de chaque manipulation de l'image et ne subissent pas d'altération lors de changement d'échelle. Le grand avantage des images vectorielles est qu'elles présentent des tailles de fichiers relativement faibles. Par contre dans la mesure où elles n'existent que sous forme de formules, un logiciel d'interprétation est nécessaire pour pouvoir les imprimer. Ces images sont créées à partir de logiciels spécifiques dont les plus connus sont : Adobe<sup>317</sup> Illustrator, Macromédia<sup>318</sup> Freehand, ou encore Corel<sup>319</sup> Draw. Elles sont surtout utilisées en graphisme pour la création de formes linéaires comme les logos.

#### • Les images bitmap

Les images bitmap sont constituées d'un ensemble de pixels disposés sur une grille carrée. Le pixel<sup>320</sup> est la plus petite unité graphique. Il correspond au point élémentaire de l'écran d'ordinateur. Ce point contient des informations sous forme de bits<sup>321</sup>, le bit étant la plus petite unité d'information numérique. Le bit est un chiffre binaire qui peut prendre la valeur de 0 ou de 1. Sur un écran, un pixel qui ne dispose que d'un seul bit peut être soit allumé, soit éteint, ce qui correspond à une couleur blanche (1) ou une couleur noire (0). Le pixel est généralement codifié de façon plus complexe.

Avec deux bits par pixel, il est possible d'obtenir les couleurs numériques 00, 11, 10, 01, soit le noir, le blanc et deux tons de gris. Avec huit bits par pixel, il est possible d'obtenir 254 niveaux de gris entre le blanc (codifié 11111111) et le noir (codifié 00000000). En termes mathématiques, le nombre de niveaux de gris obtenus est égal à deux puissance ( $2^n$ ) le nombre de bits. La figure 216 montre les différentes combinaisons que l'on peut obtenir avec plusieurs bits par pixel.

<sup>317</sup> Adobe est l'éditeur des logiciels graphiques : Photoshop, Illustrator, Indesign, Acrobat, etc.....[www.adobe.com/fr](http://www.adobe.com/fr)

<sup>318</sup> Macromédia était l'éditeur des logiciels graphiques : Freehand, Flash, Dreamweaver, etc. Il a été racheté en 2005 par la société Adobe

<sup>319</sup> Corel est l'éditeur des logiciels : CorelDRAW, Painter, Paint Shop, VidéoStudio, etc.....[www.corel.com](http://www.corel.com)

<sup>320</sup> Le terme **pixel** est issu de l'expression anglaise « picture element »

<sup>321</sup> le mot **bit** est la contraction de l'expression anglaise « binary unit »



Les écrans couleurs actuels sont constitués de pixels dont les bits comportent trois composants électroluminescents permettant de rendre les trois couleurs fondamentales de la lumière, à savoir le rouge, le vert et le bleu. Si l'on applique le même calcul que précédemment à chacune des trois couleurs ; un pixel à huit bits par couleur présente 256 niveaux de rouge, 256 niveaux de vert et 256 niveaux de bleu. (Fig.217) Il en résulte un nombre total de 16 777 216 couleurs possibles par pixel. C'est la qualité des images utilisées actuellement dans les applications courantes du monde numérique et qui est désignée par le terme « image à 24 bits »<sup>322</sup>.

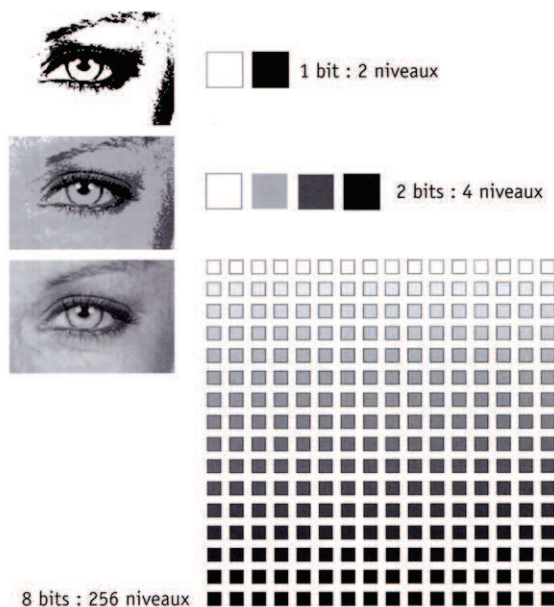


Fig.216 : Les qualités de l'image avec des pixels à différents nombres de bits, d'après H.Johnson<sup>323</sup>

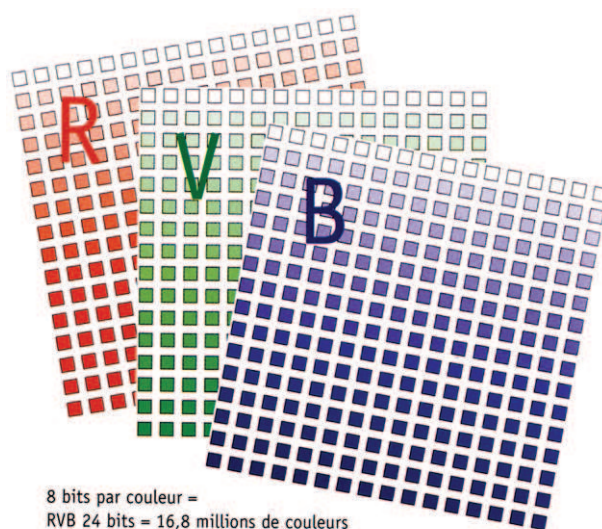


Fig.217 : Les différentes possibilités pour un pixel à 8 bits et trois couches RBV, d'après H.Johnson

Toutes ces données ont une certaine taille informatique qui est calculée en octets, un octet étant équivalent à huit bits. Les unités actuellement usitées sont :

- le kilo-octet (Ko) = 1024 octets
- le méga-octet (Mo) = 1024 Ko
- le giga-octet (Go) = 1024 Mo
- le téra-octet (To) = 1024 Go

Il est aisé de comprendre que plus l'image comportera de pixels, plus sa taille informatique sera grande. Dans le langage courant, on parle du « poids » de l'image ou du fichier pour exprimer sa grandeur. De même plus les pixels comporteront de bits, plus la taille du fichier sera importante. Pour déterminer la précision d'une image bitmap il est nécessaire de connaître le nombre de pixels qui la compose. Ce nombre est désigné par le terme de « résolution » de l'image.

<sup>322</sup> à noter que cette même image si elle est imprimée est dite « image à 32 bits » puisque l'on y ajoute les valeurs de noir du système CMJN : Mais l'image ne comporte pas plus d'informations numériques que l'image à 24 bits originelle.

<sup>323</sup> Harald **JOHNSON**, *L'impression numérique*, Paris, Eyrolles, 2003, p.55



### • La résolution de l'image.

La résolution d'une image numérique bitmap est déterminée par le nombre de pixel qu'elle contient. Dans ce domaine, la terminologie anglo-saxonne est d'usage. La résolution d'image se mesure donc en « pixel par inch »<sup>324</sup> (ppi), ce qui signifie : « pixel par pouce ». Techniquement, on devrait parler de résolution en « pixel par inch » (ppi) pour les images numériques, les écrans, les appareils photos et de « points par inch » (dpi)<sup>325</sup> pour les imprimantes puisqu'elles travaillent avec des points d'encre. Or dans le langage courant le terme « dpi » est utilisé indistinctement pour l'une ou l'autre désignation, ce qui prête souvent à confusion. Plus la résolution d'une image est grande, plus sa qualité sera élevée et par conséquent plus la taille de son fichier sera volumineuse. La taille du fichier est un élément important à prendre en compte lors d'opérations de transfert ou de stockage d'images. Elle peut être manipulée par le biais des « formats » d'image.

### • Les formats d'images

Le Petit Robert définit le terme « format » en informatique comme étant « *l'agencement structuré d'un support de données.* » Les données que contient une image peuvent être combinées de différentes manières. La plupart des logiciels possèdent un « format natif » c'est-à-dire un format qui conserve toutes les données mais qui n'est utilisable que par le logiciel lui-même. Néanmoins le plus souvent les formats sont utilisés pour échanger ou partager des fichiers entre logiciels ou entre plateformes. A ce moment là, il est nécessaire d'utiliser des formats standards. Or jusqu'à ce jour aucun format n'a réussi à s'imposer dans tous les domaines de l'informatique. Il faut donc choisir parmi les formats les plus usités celui qui est le mieux adapté à l'usage auquel il est destiné. J'ai choisi de ne citer que les formats qui sont, à ma connaissance, utilisés couramment en création textile.

#### Les formats natifs

Parmi les plus classiques, on trouve le logiciel Adobe Photoshop qui sous son format (.psd) conserve tous les calques, couches et tracés ; le logiciel Corel Draw avec son format (.cdr) et le logiciel Illustrator dont le format se nomme (.ai). Les logiciels professionnels textiles tels Pointcarre<sup>326</sup>, Lectra<sup>327</sup> ou Yxendis<sup>328</sup> possèdent chacun plusieurs formats natifs caractérisant leurs différents modules.

#### Le format TIFF

Le format TIFF (pour Tagged Image File Format) permet un bon rapport de compression avec la méthode LZW (Lempel Ziv Welch) sans perte de qualité. Il prend également en charge les profils colorimétriques.

#### Le format PDF

<sup>324</sup> Un **inch** (pouce) correspond à environ 2.54 cm

<sup>325</sup> le terme « **dpi** » est l'abréviation de « dots per inch »

<sup>326</sup> **POINTCARRE** est une société française, editrice de logiciels spécialisés pour le design et le tissage textile  
www.pointcarre.com

<sup>327</sup> **LECTRA** est une société editrice de solutions numériques pour l'industrie textile et la confection.....www.lectra.com

<sup>328</sup> **YXENDIS** est une société française, editrice de logiciels spécialisés pour le design et le tissage textile.....www.yxendis.com

Le format PDF est un format Postscript ayant été traité de façon à convertir toutes les images et toutes les polices en objets, pouvant être affichés par tout utilisateur à l'aide du logiciel gratuit Acrobat Reader. Un de ses principaux avantages est que la taille des fichiers est réduite quand les images qu'il contient sont compressées avec la méthode JPEG.

### **Le format JPEG**

Le format JPEG (Joint Photographic Experts Group) est un format standard de compression avec perte de qualité pour les images bitmap, mais qui supprime adroitement les données colorimétriques les moins importantes. Il y a différents degrés de compression et par conséquent la quantité de perte de qualité peut être choisie.

## **4.2 : La couleur numérique**

La couleur est un sujet vaste et complexe dont je ne citerai, de manière succincte, que les éléments indispensables à la compréhension de son traitement par les outils numériques.

La couleur peut être définie comme la sensation, reçue par l'œil et transmise au cerveau, d'un élément éclairé par une lumière spécifique. Or chaque œil et chaque cerveau étant différents, la perception, que chacun d'entre nous a d'une couleur, est forcément subjective. Dès lors il est nécessaire d'établir un langage commun afin de décrire et de quantifier la couleur. Les tentatives dans ce sens ont été diverses à travers l'histoire. Actuellement ce sont les propositions de la CIE<sup>329</sup> (Commission Internationale de l'Eclairage) fondée en 1931 qui font référence. La CIE a mis au point des méthodes standard de description et propose des outils de gestion de la couleur sous forme d'espaces colorimétriques. Ces espaces colorimétriques aussi appelés « espaces chromatiques » ou « espaces de couleurs » permettent de quantifier la couleur de manière objective. Toutes les couleurs disponibles à l'intérieur de chaque espace sont déterminées à l'aide de formules mathématiques précises et représentées sous forme de diagrammes.

Les espaces colorimétriques les plus couramment utilisés de nos jours sont :

- l'espace colorimétrique XYZ CIE
- l'espace colorimétrique L\*a\*b\* CIE
- l'espace colorimétrique RVB
- l'espace colorimétrique CMJ

### **• L'espace colorimétrique XYZ CIE**

Le premier espace de couleur adopté lors des travaux de la CIE en 1931 a été nommé « espace XYZ CIE ». Il a été amélioré à plusieurs reprises jusqu'à donner l'espace « xyY CIE ». Les coordonnées en « x » et en « y » permettent de définir la teinte et la saturation de chacune des couleurs. Les coordonnées en « Y » correspondent à leur luminosité. Cet espace est surtout connu par son

<sup>329</sup> CIE, Commission Internationale de l'Eclairage.....[www.cie.co.at/index\\_ie.html](http://www.cie.co.at/index_ie.html)

diagramme de chromaticité, dont la forme vulgarisée, réduite en deux dimensions (Fig.218) est souvent utilisée pour représenter le spectre des couleurs visibles.

#### • L'espace colorimétrique $L^*a^*b^*$ CIE

En 1976, la CIE propose un nouvel espace colorimétrique «  $L^*a^*b^*$  », désigné plus tard comme « Lab CIE » ou plus simplement comme espace « Lab ». Cet espace se veut plus conforme aux caractéristiques de la perception visuelle que les systèmes précédents. En particulier, il représente les écarts de couleur tels qu'ils sont perçus par la vision humaine et non pas leurs distances théoriques. Un tel espace est qualifié de « perceptuel » ou « d'uniforme » ou encore de « perceptuellement uniforme ».

Dans cet espace colorimétrique, la grandeur « L » représente l'indice de clarté d'une couleur dont la valeur peut être comprise entre 0 (blanc) et 100 (noir). Les deux autres axes «  $a^*$  » et «  $b^*$  » servent à mesurer le caractère coloré du flux lumineux. L'axe «  $a^*$  » va du vert au rouge et l'axe «  $b^*$  » du bleu au jaune, avec tous les deux des valeurs théoriquement illimitées mais se cantonnant généralement entre « -128 » et « + 127 ». (Fig.219) L'espace colorimétrique «  $L^*a^*b^*$  » s'est rapidement imposé dans l'édition graphique et la photographie, essentiellement du fait que le logiciel Adobe Photoshop<sup>330</sup>, communément utilisé dans ces domaines, l'ai pris comme référence interne de sa gestion des couleurs. Il est alors couramment désigné comme espace « Lab »<sup>331</sup>.

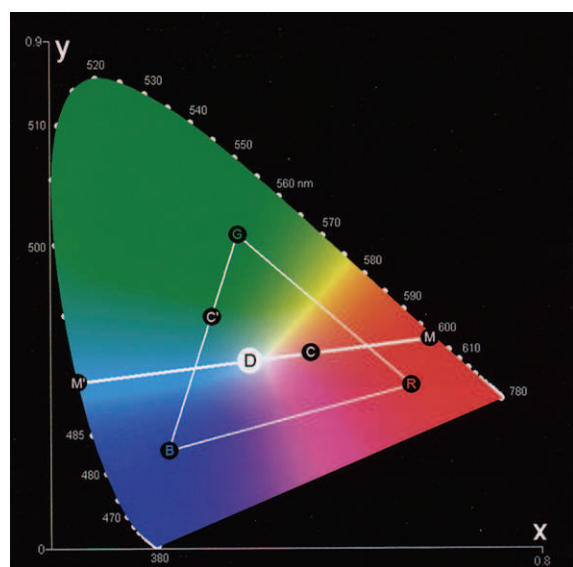


Fig.218 : Diagramme de chromaticité de l'espace colorimétrique « xyY CIE » d'après J.Delmas<sup>332</sup>

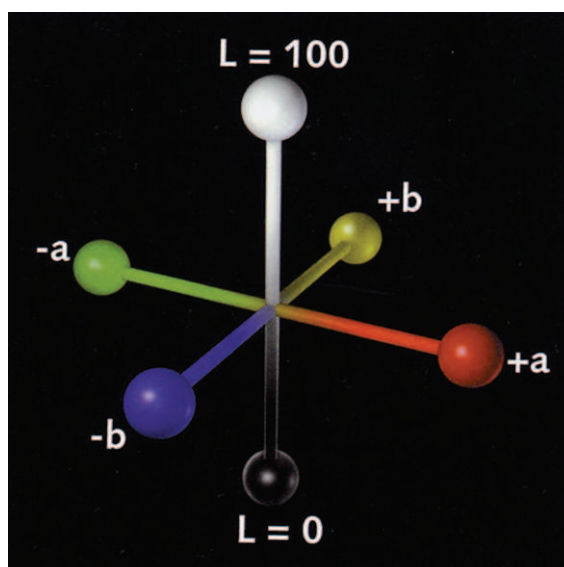


Fig.219 : Représentation graphique de l'espace colorimétrique « Lab CIE » d'après N.Welsch<sup>333</sup>

<sup>330</sup> PHOTOSHOP est le logiciel de traitement d'image de la firme Adobe [www.adobe.com/fr/products/photoshop/photoshop](http://www.adobe.com/fr/products/photoshop/photoshop)

<sup>331</sup> L'astérisque fait partie intégrante des trois grandeurs particulièrement pour permettre de distinguer la clarté «  $L^*$  » de la luminance « L » utilisée dans d'autres systèmes. En pratique, le terme « Lab » s'est pourtant imposé.

<sup>332</sup> Jean DELMAS, *La gestion des couleurs*, Paris, Eyrolles, 2007, p.27

<sup>333</sup> N.WELSCH, C.C.LIEBMANN, *Farben*, Berlin, Spektrum, 2003, p123

## • L'espace colorimétrique RVB

L'espace colorimétrique RVB<sup>334</sup> est basé sur le principe de trivariance tel qu'il a été énoncé dès le 19<sup>ème</sup> siècle, à savoir que toute couleur peut être reproduite par un mélange de trois couleurs dites « primaires ». (Fig.220) Ces trois couleurs ont été fixées par convention de la CIE en 1931 comme étant les couleurs monochromatiques suivantes :

R est le Rouge d'une longueur d'onde de 700,0 nm

V est le Vert d'une longueur d'onde de 546,1 nm

B est le Bleu d'une longueur d'onde de 435,8 nm

Ces couleurs composent la synthèse additive de la lumière et leur somme équivaut à la lumière blanche. Ces valeurs standard donnèrent naissance à un espace colorimétrique nommé « CIE RVB 1931 » représenté par un diagramme à 3 axes.

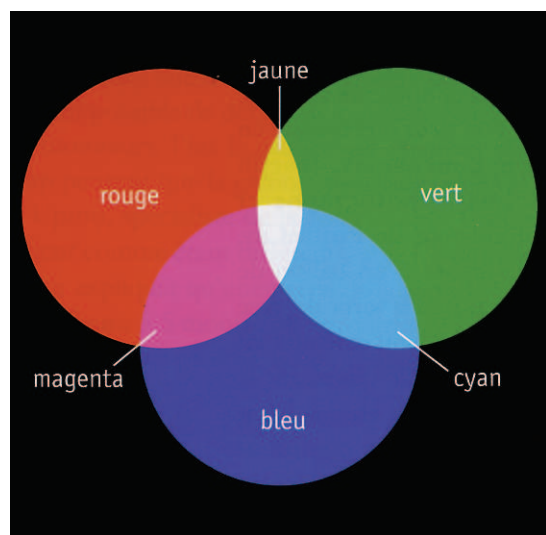


Fig.220 : Le système additif RVB d'après H.Johnson<sup>335</sup>

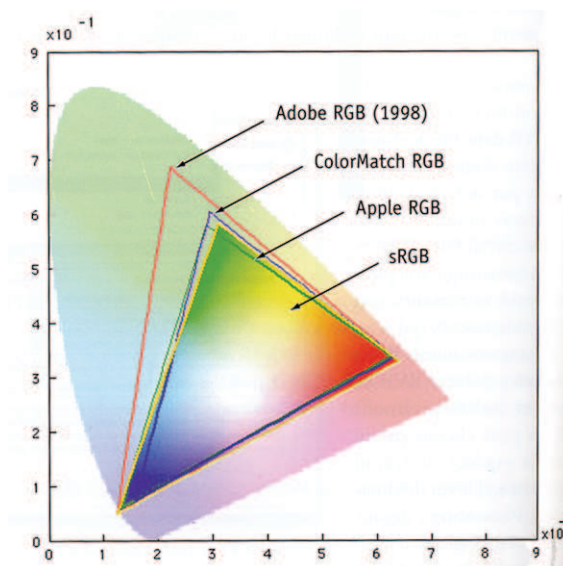


Fig.221 : La comparaison des espaces colorimétriques RVB de différents périphériques, d'après H.Johnson<sup>336</sup>

L'espace RVB est l'espace colorimétrique par défaut de la plupart des appareils numériques. Les logiciels de traitement d'image permettent de visualiser ses contours dans un environnement donné. Le logiciel Adobe Photoshop par exemple gère différents espaces, issus de périphériques courants comme les espaces Adobe RGB 1998, Color Match RGB, Apple RGB, et sRGB. (Fig.221)

L'espace Adobe RGB 1998 comme son nom l'indique a été déterminé par la firme Adobe. Il couvre presque entièrement la gamme de couleurs des périphériques courants et est, de ce fait, très utilisé. L'espace Color Match RGB a été initialement conçu pour les écrans Radius Pro View et est couramment employé par les professionnels de l'impression offset. L'espace Apple RGB est une

<sup>334</sup> Le terme **RVB** pour Rouge, Vert, Bleu est utilisé dans la littérature française mais très souvent c'est le terme anglais **RGB** pour Red, Green, Blue qui est employé.

<sup>335</sup> Harald **JOHNSON**, *L'impression numérique*, Paris, Eyrolles, 2003, p.151

<sup>336</sup> *ibid.* p.156



survivance des écrans Apple Trinitron. L'espace sRGB est espace de travail colorimétrique le moins étendu mais il est néanmoins largement utilisé pour les images destinées au Web.

### • L'espace colorimétrique CMJ

Corrélativement à la synthèse additive des couleurs qui débouche sur le modèle RVB, la synthèse soustractive correspond aux trois couleurs pures Cyan, Magenta et Jaune, dont le mélange en parties égales donne du noir. (Fig.222) Le mélange de chacune des paires de ces couleurs donne une couleur du système additif RBV. Les trois couleurs CMJ<sup>337</sup> sont dites « couleurs complémentaires » en parallèle avec les trois « couleurs primaires » RVB du système additif.

En théorie, les trois couleurs CMJ devraient suffire pour obtenir toutes les couleurs du spectre. En pratique, elles sont surtout utilisées dans le domaine de l'impression et les encres n'étant pas pures, il est difficile d'obtenir du noir. C'est pourquoi une encre noire est ajoutée aux trois couleurs pour obtenir plus de contraste et de profondeur lors de l'impression. On parle alors d'espace CMJN<sup>338</sup> et c'est l'espace colorimétrique de facto du monde de l'imprimerie.

Pratiquement toutes les imprimantes numériques reçoivent leurs données en langage RVB. Ce sont les logiciels de pilotage qui, à un moment ou un autre, effectuent la conversion en données CMJN afin de transmettre les commandes aux cartouches d'encres des imprimantes.

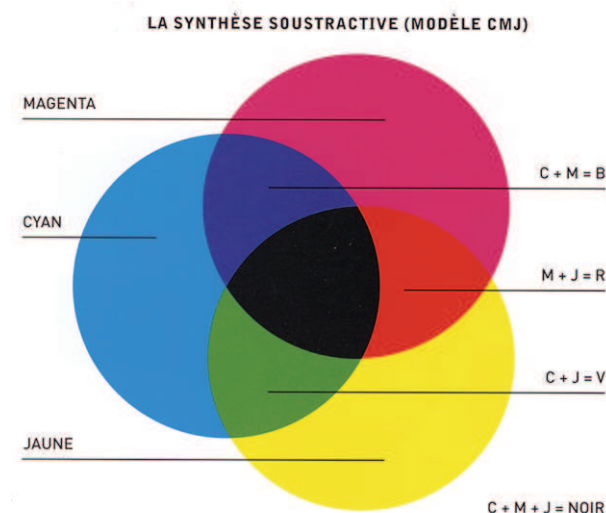


Fig.222 : Le système soustractif CMJ, d'après T. Fraser<sup>339</sup>

<sup>337</sup> Le terme **CMJ** pour Cyan, Magenta, Jaune est utilisé dans la littérature française mais très souvent c'est le terme anglais **CMY** pour Cyan, Magenta, Yellow qui est employé

<sup>338</sup> Dans la littérature anglaise, c'est le terme **CMYK** (K pour Black) qui est employé

<sup>339</sup> T. FRASER, A.BANKS, *Couleur, le guide le plus complet*, Köln, Taschen, 2005, p.26

### 4.3 : La gestion des couleurs

Les espaces colorimétriques sont des modèles universels permettant de mesurer les couleurs. Grâce à ces références colorimétriques, il est possible de déterminer exactement une couleur, à un moment donné, sur un appareil précis de la chaîne numérique (scanner, écran, imprimante, etc.) Cependant, l'un des problèmes majeurs est comment transmettre ces informations d'un appareil à l'autre sans qu'il y ait ni modification, ni perte de couleur. Comment ces appareils qui ont tous un mode de fonctionnement différent, peuvent-ils représenter une même couleur ? Comment concevoir des couleurs d'une manière prévisible et reproductible, quel que soit l'appareil les traitant ? Dans l'usage courant, cette problématique se traduit par un questionnement simple : comment obtenir une image imprimée qui ait les mêmes couleurs que celles affichées à l'écran ?

En 1993 plusieurs grandes entreprises du domaine de l'image numérique (Adobe, Apple, Kodak, Agfa, Microsoft, etc.) fondent la société savante ICC (International Color Consortium)<sup>340</sup>. Leur objectif primordial est de créer un système de gestion des couleurs ouvert et multi-plateforme, qui permette une reproduction fidèle des couleurs quelque soit le médium utilisé. Le système alors proposé et depuis largement diffusé comporte trois composantes :

- un espace colorimétrique de référence
- des profils colorimétriques de périphériques
- un module de gestion des couleurs.

#### • L'espace colorimétrique de référence

En l'occurrence ce sont les espaces colorimétriques « XYZ » et « Lab CIE » qui ont été retenus. L'espace « XYZ » est plutôt utilisé pour les écrans et l'espace « Lab CIE » pour les périphériques d'impression. Une transformation mathématique sert à convertir les couleurs d'un périphérique à un autre via un espace colorimétrique intermédiaire nommé PCS (Profile Connection Space)

#### • Les profils colorimétriques de périphériques

Les appareils constituant la chaîne numérique, que ce soit des appareils de saisie, de traitement ou de reproduction de l'image, ne sont capables ni de saisir, ni de traiter, ni de reproduire l'ensemble des couleurs que peut percevoir la vision humaine. Tous ces appareils ne savent manipuler qu'une gamme limitée de couleur, désignée généralement par le terme anglais « gamut ». Ainsi pour décrire le comportement colorimétrique d'un appareil, l'ICC a défini un espace colorimétrique relatif, appelé « profil ICC ». Il s'agit de fichiers qui décrivent sous forme standardisée, les possibilités et les limitations de chaque appareil dans un environnement donné.

<sup>340</sup> ICC pour International Color Consortium.....[www.color.org](http://www.color.org)

## • Le module de gestion des couleurs

Le module de gestion des couleurs, désigné par le terme « CMM » (Color Management Module) interprète les profils du périphérique et effectue les conversions d'un espace colorimétrique à un autre en fonction du mode de conversion sélectionné. Ces modes de conversion, définis par l'ICC permettent d'influencer les valeurs du point blanc<sup>341</sup>, la balance des gris ou encore la saturation des couleurs. Selon leurs caractéristiques, ils sont appelés : mode de conversion « perceptive, saturation, colorimétrie relative ou absolue » et sont directement accessibles dans certains logiciels. Les principaux pourvoyeurs d'ordinateurs ont leurs propres modules de gestion de couleur dans leurs systèmes d'exploitation. Apple traite les données à travers « Color Sync » et Microsoft emploie « Image Color Match ».

Pour transférer les informations de couleur, par exemple, d'un écran à une imprimante, le système de gestion de couleurs fonctionne, grosso modo, de la manière suivante :

- les informations RVB de l'affichage de l'écran sont transformées en valeurs « XYZ CIE » indépendantes du périphérique, à partir du profil ICC de l'écran.
- il les transforme en valeurs intermédiaires CIE à partir des valeurs CMJN des informations du profil ICC de l'imprimante.
- il compare la gamme de couleurs source avec la gamme cible puis convertit les couleurs en fonction du mode de conversion choisi.



Fig.223 : Exemple de conversion de couleurs à l'aide de l'espace colorimétrique intermédiaire PCS, depuis les profils ICC de chaque appareil, d'après J.Delmas<sup>342</sup>

<sup>341</sup> le **point blanc** est la zone d'une image désignée comme étant la plus claire. Elle sert de référence pour la définition des tons du reste de l'image.

<sup>342</sup> Jean **DELMAS**, *La gestion des couleurs*, Paris, Eyrolles, 2007, p.99

Encore faut-il que les caractéristiques des différents équipements utilisés soient connus, c'est-à-dire que leur profil ICC ait été défini. Pour ce faire, il est nécessaire de caractériser ou autrement dit de calibrer chaque outil de la chaîne numérique.

#### • Le calibrage de l'imprimante

Afin de pouvoir utiliser les outils de gestion de couleur de manière efficace, il faut que chaque outil de la chaîne numérique soit décrit de façon standardisée. Les termes employés pour définir cette opération de caractérisation sont étonnamment divers : calibrage, calibration, étalonnage, caractérisation, profilage etc. Dans la présente partie, je me contenterai de décrire le processus permettant de caractériser l'objet de notre étude, à savoir les imprimantes, et j'ai choisi d'utiliser le terme « calibrage de l'imprimante »

La procédure de calibrage d'une imprimante se déroule comme suit :

- une mire, apposée sur un support déterminé, est mesurée à l'aide d'un colorimètre<sup>343</sup> ou d'un spectrophotomètre<sup>344</sup> et les coordonnées de couleur sont obtenues dans le système « Lab ». (Fig.224 et 225)
- des tables de conversion « Lab » – «CMJN » (ou « Lab » – « CMJN » et plus<sup>345</sup>) et inversement, sont établies à partir des seules valeurs mesurées.
- ces tables sont intégrées dans le profil ICC de l'imprimante et en constituent la partie centrale. Ce sont elles qui permettront au module de gestion des couleurs (CMM) de constituer les correspondances entre couleurs.

Le profil ICC d'une imprimante contient de nombreuses informations en plus des tables de conversion. Ces données décrivent, sous forme standardisée ICC, les caractéristiques générales de l'imprimante (système d'exploitation, etc.), ses paramètres de réglage (résolution, diffusion, etc.), les caractéristiques des encres et du support d'impression employés (type de papier, valeur de blanc, etc.). Il est donc aisé de comprendre que le profil ICC d'une imprimante n'est pas une donnée immuable, mais une donnée décrivant le comportement de cette imprimante dans des conditions déterminées. Si une seule de ces variables change, le profil ICC change également. Dans l'usage courant, il est habituel de déterminer un réglage type de l'imprimante et de ne varier que les supports d'impression (papier ou autre). À ce moment-là, un profil ICC particulier est établi pour chaque nouveau support.

<sup>343</sup> Un **colorimètre** est un instrument servant à mesurer les couleurs afin d'en donner une valeur objective

<sup>344</sup> Un **spectrophotomètre** est un appareil permettant de mesurer des grandeurs énergétiques associées aux spectres.

<sup>345</sup> CMJN et plus : dans le cas de l'impression textile qui possède 2 à 8 couleurs additionnelles

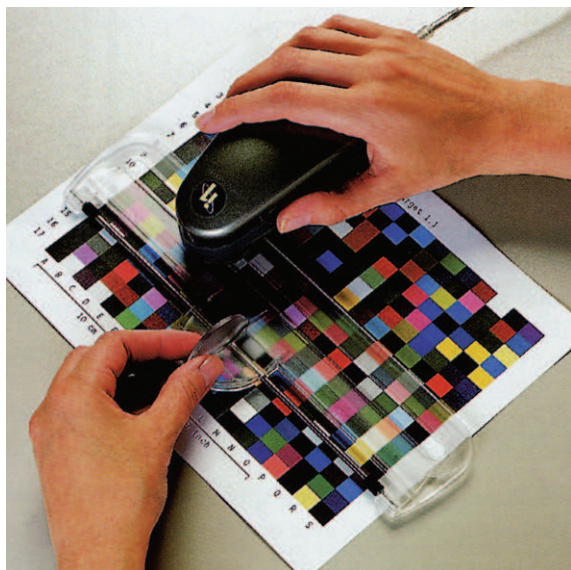


Fig.224 : Spectrophotomètre manuel Eye One de la société GRETAGMACBETH<sup>346</sup>, 2003



Fig.225 : Spectrophotomètre automatique grand format Spectro Swing de l'entreprise BARBIERI ELECTRONIC<sup>347</sup>, 2008

#### • L'élaboration des profils d'imprimante

Même s'il est vrai que tout un chacun peut, à l'aide de logiciels spécialisés, élaborer ses propres profils d'imprimante, le plus souvent ceux-ci sont créés par des prestataires extérieurs. Ainsi les fabricants d'imprimantes dotent chaque imprimante de profils génériques prédéfinis. Ceux-ci partent du principe que, lors de l'impression, les utilisateurs emploient les réglages standard de l'imprimante ainsi que les encres et les supports papier du même fabricant que l'imprimante. Si ces conditions d'exploitation sont respectées, il est possible d'obtenir une concordance correcte des couleurs. Néanmoins dès qu'il y a le plus petit changement dans ces variables, le risque d'obtenir des couleurs erronées est grand. C'est pourtant ce type de procédé qui est couramment utilisé avec les imprimantes domestiques. Pour les imprimantes professionnelles, d'autres solutions plus précises existent. Certaines entreprises se sont spécialisées dans l'édition de profils sur mesure et d'autres dans la création de logiciels permettant de produire des profils personnalisés.

Les entreprises qui commercialisent des profils d'imprimantes possèdent en général des bibliothèques de profils ICC correspondant aux différents types de papier des divers fabricants. Ces profils prédéterminés sont livrés avec des indications d'utilisation très précises et permettent d'obtenir, si les conditions d'exploitation sont respectées, une bonne concordance des couleurs. Ces entreprises créent également des profils personnalisés selon les exigences du client. Ils déterminent ainsi les profils pour une imprimante donnée, avec les réglages indiqués et les encres et les papiers employés. Ces solutions sont intéressantes lorsque les qualités de support d'impression ne varient pas et que les conditions d'impression sont stables. Lors d'applications spécifiques, par exemple pour l'impression

<sup>346</sup> GretagMacbeth appartient à la société Xrite qui est une entreprise proposant des solutions technologiques de mesure des couleurs pour différents domaines.....[www.xrite.com](http://www.xrite.com)

<sup>347</sup> Barbieri Electronic est une société italienne spécialisée dans les appareils de mesure pour la photographie et l'image numérique.....[www.barbierielectronic.com](http://www.barbierielectronic.com)



textile où les supports et les conditions d'impression varient énormément, il est préférable d'éditer ses profils soi-même au sein de l'entreprise.

De nombreuses entreprises proposent des logiciels qui permettent de créer, modifier ou gérer les profils ICC. Parmi les logiciels les plus couramment utilisés dans l'industrie graphique citons les logiciels « Profile Maker » de la firme GRETAGMACBETH ou « Colorblind » de la société ITEC<sup>348</sup>. La plupart du temps ces entreprises proposent des logiciels sophistiqués pour la mesure des couleurs. Ceux-ci ne contiennent pas seulement des éditeurs de profils ICC mais aussi différents outils pour le calibrage des différents périphériques et la gestion des couleurs. Certaines sociétés se sont également spécialisées dans des domaines particuliers comme l'impression grand format ou l'impression textile.

---

<sup>348</sup> **Imaging Technologies Corp.** (ITEC) a été un des pionniers dans le domaine des solutions numériques dédiées à la couleur.....[www.color.com](http://www.color.com)

## BIBLIOGRAPHIE



## Bibliographie

### Chapitre 1 : L'image numérique textile : une nouvelle esthétique

#### 1: Un nombre illimité de couleurs

Anonyme, *Tekno Logical*, Amsterdam, The Pepin Press, 2004, 217 p.

Belting (Hans), *Pour une anthropologie des images*, Paris, Gallimard, 2004, 346 p.

Bernhardt (Uwe), *Le regard imparfait. Réalité et distance en photographie*, Paris, l'Harmattan, 2001, 111 p.

Borin (Liliane), *Créateur par tradition*, Strasbourg, Roland Hirlé, 1994, 70 p.

Borin (Liliane), *L'histoire industrielle d'une marque de luxe*, Strasbourg, La Nuée Bleue, 2000, 76 p.

Braddock Clarke (S.), O'Mahony (M.), *Technotextiles. Revolutionary fabrics for fashion and design*, London, Thames & Hudson, 2005, 208 p.

Braddock Clarke (S.), O'Mahony (M.), "Humanising the digital", p.18-21, *Textileforum*, N°3, 2007

Chirollet (Jean Claude), *Art fractaliste. La complexité du regard*, Paris, L'Harmattan, 2005, 269 p.

Cotton (Charlotte), *La photographie dans l'art contemporain*, Paris, Thames & Hudson, 2005, 224 p.

Couchot (E.), Hillaire (N.), *L'art numérique. Comment la technologie vient au monde de l'art*, Paris, Flammarion, 2003, 260 p.

Dagognet (François), « Indiennes », p.131-133 in : *Dictionnaire culturel du tissu* / sous la direction de R. Debray et P.Hugues, Paris, Babylone/ Fayard, 2005. 347 p.

Debray (R.), Hugues (P.), *Dictionnaire culturel du tissu*, Lyon, Babylone / Fayard, 2005, 347 p.

De Meredieu (Florence), *Arts et nouvelles technologies. Art vidéo, Art numérique*, Larousse, 2003, 239 p.

Flusser (Vilèm), *Petite philosophie du design*, Belfort, Circé, 2002, 92 p.

Flusser (Vilèm), *La civilisation des médias*, Belval, Circé, 2006, 68 p.

Itten (Johannes), *L'art de la couleur*, Paris, Dessain et Tolra, 1961, 155 p.

Lack (H.Walter), *Un jardin d'Eden*, Köln, Taschen, 2001, 576 p.

Lorelle (Véronique), « Des tableaux déclinés en garde robe », p.26, *Le Monde*, 11 juillet 2008

Lorquin (Alexandra), *Etoffes égyptiennes. Chefs d'œuvre des tisserands coptes*, Paris, Somogy, 1999, 201 p.

Musée de l'Impression sur Etoffes, *Comme un jardin. Le végétal dans les étoffes imprimées et le papier peint*, Aix en Provence, Edisud, 2002, 175 p.

Musée de l'Impression sur Etoffes, *Féerie indienne. Des rivages de l'Inde au royaume de France*. Paris, Somogy, 2008, 175 p.

Pastoreau (Michel), *Dictionnaire des couleurs de notre temps*, Paris, Bonneton, 1999, 253.p

Paul (Christiane), *L'art numérique*, Paris, Thames & Hudson, 2004, 224 p.

Schmitt (Petra ) et alii, *Patterns in Design, Art and Architecture*, Basel, Birkhäuser, 2005, 332 p.

Schweizer (Christine) « The new possibilities of digital colour gradations for textile inkjet printing », p.355-359, *3<sup>rd</sup> International Textile, Clothing & Design Conférence*, Dubrovnik, 2006, 1013 p.

Todd (S.), Latham (W.), *Evolutionary Art and Computers*, London, Academic Press, 1992, 224 p.

Tron (C.), Verges (E.), *Nouveaux médias, nouveaux langages, nouvelles écritures*, Vic la Gardiole, L'Entretiens, 2005, 117 p.

Wands (Bruce), *L'art à l'âge du numérique*, Paris, Thames & Hudson, 2007, 223 p.

Weissenbacher (Delphine), *Performance du numérique au service de l'impression textile dans le cycle d'élaboration de produits*. Mémoire de stage de fin d'étude, Mulhouse, ENSISA, 2006/2007, 49.p

### 3 : Des dimensions variables

Anonyme, *Tekno Logical*, Amsterdam, The Pepin Press, 2004, 217 p.

Braddock Clarke (S.), O'Mahony (M.), *Technotextiles. Revolutionary fabrics for fashion and design*, London, Thames & Hudson, 2005, 208 p.

Bunce (Gillian), "Digital print: to repeat or not to repeat", 12 p. [en ligne] [www.kridt.dk/conference](http://www.kridt.dk/conference)

Durant (Stuart), *Ornement. Un panorama de l'art décoratif de 1830 à nos jours*, Paris, Arthaud, 1987, 336 p.

Laue (Dietmar), « Digitale Grossbilder », p.18-21, *Textileforum*, N°4, 2000

Schmitt (Petra ) et alii, *Patterns in Design, Art and Architecture*, Basel, Birkhäuser, 2005, 332 p.

Stevens (Peter), *Handbook of regular patterns:An introduction to symmetry in two dimensions*, Cambridge, The MIT Press, 1984, 400p.

## Chapitre 2 : L'impression textile à jet d'encre : de nouveaux modes de production

### 1 : Les métrages minimaux de production

Anonyme, "Ennoblement:les bons placements de l'impression", *Techstyle/Sport première*, 2004, p.5-6

Anonyme, « Total look, Mix & match », *Sport première*, n°264, 2007, p.43-51

Chaballier (Evelyne) « Les consommateurs et la mass customisation » *Mode de recherche*, n°7, 2007 [en ligne, 2009] [www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress\\_rech\\_3\\_5\\_modes.asp](http://www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress_rech_3_5_modes.asp)

De Meredieu (Florence), *Arts et nouvelles technologies. Art vidéo, Art numérique*, Larousse, 2003, 239 p.

Dufour Loriolle (Philippe), *Rapport de stage*, Mastère Spécialisé en Design et Technologies Numériques, ENSISA, 2006, 16 p.

Fralik (M.), « Digital printing and mass customization », p.293-310, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Gasser (Nathalie), « Motif placé imprimé en jet d'encre : c'est déjà demain ? » *Marquage textile*, n°42, 2009, p.98 -100

Hugues (Patrice), *Tissu et travail de civilisation*, Rouen, Editions Médiannes, 1996, 336 p.



Institut Français de la Mode, *Repères Mode 2003. Visage d'un secteur*, Paris, Editions du Regard, 2003, 377 p.

Lannelongue (Marie.Pierre), *La Mode racontée à ceux qui la portent*, Paris, Hachette Littératures, 2004, 251 p.

Meyer (Jean Michel), "Le prêt-à-porter personnalisé », *L'usine nouvelle*, n°2977, 2005

Müller (Florence), « Art et Mode, fascination réciproque » p. 364-377 in : *Repères Mode 200, Visages d'un secteur*, Paris, Institut Français de la Mode, 2003, 377 p.

Pailhe (D.), Potart (J.), « It's Tee time », p.75-90, *WAP*, juin ? 2008

Preusser (Larry H.), « 3D Clothing design: the Vidya programm" p.25-27, *Textileforum*, N°3,2007

Ujii (H.), « Design and workflow in digital inkjet printing » in: *Digital Printing of Textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 356 p.

## 2 : Les étapes de production

Amourous (Christophe), « Dynamiser le secteur de l'imprimé en répondant aux attentes du marché », 6.p, 2<sup>ème</sup> *Forum de l'impression textile numérique*, Mulhouse, 2001

Beirnaert (André), « La customisation comme relève industrielle » *Mode de recherche*, n°7, 2007, [en ligne, 2009] [www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress\\_rech\\_3\\_5\\_modes.asp](http://www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress_rech_3_5_modes.asp)

Chaballier, (Evelyne), « Les consommateurs et la mass customisation » *Mode de recherche*, n°7, 2007 [www](http://www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress_rech_3_5_modes.asp), [en ligne, 2009] [www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress\\_rech\\_3\\_5\\_modes.asp](http://www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress_rech_3_5_modes.asp)

Dujardin (Philippe), « Patron » p.242-244 in : *Dictionnaire culturel du tissu* / sous la direction de R. Debray et P.Hugues, Paris, Babylone/ Fayard, 2005. 347 p

Lannelongue, (Marie.Pierre), *La Mode racontée à ceux qui la portent*, Paris, Hachette Littératures, 2004, 252 p.

LG, « Impression numérique : Marchés et tendances » p.38.43, *Sign INFO Séri*, n°219, 2008

Maguire King (K.), « Just-in-time printing », p.312-336, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Perotti Reille (Clarisse), « Le textile habillement. La volonté de remporter la nouvelle révolution industrielle », in *Rapport Gouvernement Français*, 2008, 105 p.

Raoul, (Laurent), « La personnalisation est elle compatible avec la mode ? » *Mode de recherche*, n°7, 2007, [www](http://www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress_rech_3_5_modes.asp), [en ligne, 2009] [www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress\\_rech\\_3\\_5\\_modes.asp](http://www.ifm-paris.com/asp/fr2/ress_rech_3_5_modes.asp)

Ujii (H.), « Design and workflow in digital inkjet printing » in: *Digital Printing of Textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 356 p.

Villanueva (Richard), "Nouveaux marchés à travers les nouveaux concepts de dessins textiles" 4<sup>ème</sup> *Forum de l'impression textile numérique*, 2004

## 3 : Les facteurs écologiques

Fortex, « MonnaLisa reduces environmental impact », *Digital Textile Broadcast*, 2007

Huc (Florence), « Impact environnemental de l'impression numérique », 4<sup>ème</sup> *Forum de l'impression textile numérique*, Mulhouse, 2004

Progetto LIFE 99 ENV/IT/00122, *Trasferimento della tecnologia di stampa a getto d'inchiostro a basso impatto ambientale nel settore tessile per la produzione serica di tessuti stampati*. rapport TIEPRINT, 2000, 51p. [en ligne, [www.tieprint.com](http://www.tieprint.com), 2009]

Progetto LIFE 99 ENV/IT/00122, *Trasferimento della tecnologia di stampa a getto d'inchiostro a basso impatto ambientale nel settore tessile per la produzione serica di tessuti stampati*. Rapport N°2 TIEPRINT, 2000, 23 p. [en ligne, [www.tieprint.com](http://www.tieprint.com), 2009]

## **Annexe 1 : L'impression textile traditionnelle aux cadres**

### **1 : Les outils**

Blank (Karl-Hans), « Impression textile conventionnelle et numérique », p.82-86, *International Textile Bulletin*, n°6, 2003

Borin (Liliane), *L'histoire industrielle d'une marque de luxe*, Strasbourg, La Nuée Bleue, 2000, 76 p.

Drosson (Monique), *Du burin au Laser*, Mulhouse, Musée de l'Impression sur Etoffes, 1990, 234 p.

Dupont (Gaston), Zogu (Skender), *L'impression des textiles*, Paris, Les Editions de l'Industrie Textile, 2008, 222 p.

Durchon (Pierre), *Photogravure et composition pré presse*, Paris, Editions du Moniteur, 1991, 269 p.

Jomain (Bernard), « L'impression sur textiles », p.57-66, *L'industrie textile*, n°1118, 1982

Piollat (A.), Martin (D.) « Le cadre plat à la lyonnaise » p.187-199, in *Du burin au laser*, Mulhouse, Musée de l'Impression sur Etoffes, 1990, 234 p.

Storey (Joyce), *Impression textile*, Montréal, Les Editions St Martin, 1993, 193 p.

Van Lammeren (John), « Impression en continu. Réduire l'influence des changements de variantes et de dessins » p.65-67, *L'industrie textile*, n°1353, 2003

Zogu (Alex), « Impression traditionnelle », p.41-44, *L'industrie textile*, n°1360/61, 2004

### **2 : Le dessin textile**

Fischer (R.), Wolfthal (D.), *Textile Print Design*, New york, Fairchild Publications, 1987, 214 p.

Lauth (Daniel), « Le dessin d'impression et l'évolution du dessin pour robe » p.96-100 in *Bicentenaire de l'impression sur étoffes en Alsace*, Société Industrielle de Mulhouse, Mulhouse, 1946, 109 p.

Pastoureau (Michel), *Dictionnaire des couleurs de notre temps*, Paris, Bonneton, 1999, 253.p

Storey (Joyce), *Impression textile*, Montréal, Les Editions St Martin, 1993, 193 p.

## **Annexe 2 : L'impression numérique textile à jet d'encre**

### **1 : Les imprimantes à jet d'encre**

Cahill (V.), « The evolution and progression of digital printing of textiles », p.1-15, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368 p.

Caccia (L.), Nespeca (M.), « Industrial production printers – DreAM », p.84-97, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Dawson (T.L.), « Digital image design, data encoding and formation of printed images », p.147-162, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Dawson (T.L.), « Digital colour management », p.163-178, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Derreumaux (Pascal-Philippe), „Osiris présente l'Isis“, *L'industrie textile*, n°1354/55, 2003, p.104-105

Freire (E.Mariano), « Inkjet printing technology (CIJ/DOD) » p.29-52 in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368 p.

Kobayashi (H.), « Industrial production printers – Mimaki's Tx series », p.98-120, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Loser (E.), Tobler (H.P.), « ICC color management for digital inkjet textile printing », p.180-198, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Mheidle (Mickael), “Jet d'encre. Maturité technique et marché demandeur”, p.71-72, *L'industrie textile*, n° 1358, 2004

Rattee (Ian D.), « Transfer Printing », p.58-98 in *Textile Printing*, Bradford, Society of Dyers and Colourists, 1994, 309 p.

Sueur (Bruno), "Impression numérique: jet d'encre, un outil complémentaire" p 42-46, *L'industrie textile*, n° 1331, 2001

Sueur (Bruno), « Jet d'encre, Solutions numériques » p.96-98, *L'industrie textile*, n°1353, 2003

Sueur (Bruno), „Jet d'encre“, p.76-77, *L'industrie textile*, n°1356/57, 2003

Sueur (Bruno), « Jet d'encre, de la technologie aux solutions », p.67-70, *L'industrie textile*, n°1358, 2004

Sueur (Bruno), « Jet d'encre, nouvelle filière », *L'industrie textile*, n°1364/65, 2004

Tyler (J.David), *Textile Digital Printing Technologies*, Textile Progress Vol 37, N°4, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2005, 64 p.

Ujje (H.), *Digital Printing of Textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368 p.

Van Houtum (A.), Eelingen (M.), “Le rendement d'un transfert”, p.22-24, *Sign INFO Séri*, n°202, 2005,

Weill (M.), Delauné (T.), « Impression textile et jet d'encre », 32 p. *Mémoire CERIG.EFPG.INPG*, Grenoble, 2004 [en ligne] [www.cerig.efpg.inpg.fr/memoire/2004/impression-jet-encre-textile-1.htm](http://www.cerig.efpg.inpg.fr/memoire/2004/impression-jet-encre-textile-1.htm)

## 2 : les encres

Anonyme, « Encres pigmentaires, le système Helizarin EVO », p.74, *L'industrie textile*, n°1358, 2004

Blank (K.H.), Chassagne (J.M), Redding (W.), “Colorants in Digital textile Printing Inks”, p. 15-17, *Digital Textile*, Issue 1, 2003

Fu (Z.), « Pigmented ink formulation », p.218-232, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Hauser (J.P.), Kanik (M.), “Ink jet printing of cationized cotton with reactive inks”, p.276-288, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 356 p

L.G, “L'impression numérique fixée-lavée”, p. 38-43, *Sign INFO Séri*, n°206, 2006

Noguchi (H.), Shiota (K.), « Formulation of aqueous inkjet ink », p.233-251, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Storey (Joyce), *Tissus et colorants*, Montréal, Les Editions St Martin, 1994, 208 p.

Sueur (Bruno), « L'impression numérique pigmentaire », p. 38-40, *Sign INFO Séri*, n°203, 2005

### 3 : les supports textiles

Blank (K.H.), Chassagne (J.M), Redding (W.), "Colorants in Digital textile Printing Inks", p. 15-17, *Digital Textile*, Issue 1, 2003

Dupont (Gaston), Zogu (Skender), *L'impression des textiles*, Paris, Les Editions de l'Industrie Textile, 2008, 222 p.

Hawkyard (C.), « Substrate preparation for inkjet printing », p.201-215, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Kim (Y.K.), « Effect of pretreatment on print quality and its measurement », p.252-288, in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 368.p

Miles (Leslie W.C.), "Fixation and aftertreatment processes" p.273-300, in *Textile Printing*, Bradford, Society of Dyers and Colourists, 1994, 309 p.

### 4 : L'image numérique

Dawson (T.L.), « Digital image design, data encoding and formation of printed images » p. 147-162 in: *Digital printing of textiles*, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2006, 356 p.

Delmas (Jean), *La gestion des couleurs pour les photographes*, Paris, Eyrolles, 2007, 425 p.

Fraser (T.), Banks (A.), *Couleur. Le guide le plus complet*. Köln, Taschen, 2005, 224 p.

Johnson (Harald), *L'impression numérique. Réaliser des tirages de qualité*, Paris, Eyrolles, 2003, 427 p.

Lavant (Mathieu), *Studio Pro : Adobe Photoshop CS et Image ready CS*, Paris, ESKA, 2004, 822 p.

Pastoureau (Michel), *Les couleurs de notre temps*, Paris, Bonneton, 2003, 200.p

Welsch (Norbert), Liebmann (Claus Chr.), *Farben. Natur, Technik, Kunst*, Berlin, Spektrum, 2003, 434p.

Zwimpfer (Moritz), *Couleur, optique et perception*, Paris, Dessain et Tolra, 1992, 169 p.

### Lexiques

Baum (M.), Boyeldieu (C.), *Le dictionnaire des textiles*, Paris, L'industrie textile, 2002, 575 p.

Notaise (J.) et alii, *Dictionnaire du multimédia*, Paris, AFNOR, 1995, 886 p.

Robert (Paul), *Le nouveau Petit Robert. Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Paris, Dictionnaires Le Robert, 2006, 2949 p.

<http://jargonf.org/wiki/Accueil> [en ligne, avril 2009]

## RÉFÉRENCES INTERNET





## Références Internet

### Chapitre 1 : L'image numérique textile : une nouvelle esthétique 1: Un nombre illimité de couleurs

**AVENTURES DES TOILES** ..... [www.aventuresdestoiles.com](http://www.aventuresdestoiles.com)  
**BASSETI** ..... [www.basseti.com](http://www.basseti.com)  
**BONJOUR MON COUSSIN** ..... [www.bonjourmoncoussin.com](http://www.bonjourmoncoussin.com)  
**CHALET5** ..... [www.chalet5.ch](http://www.chalet5.ch)  
**Création BAUMANN** ..... [www.creationbaumann.com](http://www.creationbaumann.com)  
**EMode** ..... [www.emode.fr](http://www.emode.fr)  
**GRAIN DE COULEUR** ..... [www.graindecouleur.com](http://www.graindecouleur.com)  
**Graveur MICHEL** ..... [www.graveurmichel.fr](http://www.graveurmichel.fr)  
**GWERDER** ..... [www.gwerder.ch](http://www.gwerder.ch)  
**IKEA** ..... [www.ikea.com](http://www.ikea.com)  
**INRIA** ..... [www.inria.fr](http://www.inria.fr)  
**JAKOB SCHLAEPFER** ..... [www.jakob-schlaepfer.ch](http://www.jakob-schlaepfer.ch)  
**HERMES** ..... <http://france.hermes.com>  
**KAWAGUCHI YOICHIRO** ..... [www.iii.u-tokyo.ac.jp/~yoichiro/](http://www.iii.u-tokyo.ac.jp/~yoichiro/)  
**KENZO** ..... [www.kenzo.com](http://www.kenzo.com)  
**LATHAM WILLIAM** ..... [www.doc.gold.ac.uk/~mas01whl](http://www.doc.gold.ac.uk/~mas01whl)  
**MANTERO SETA** ..... [www.mantero.com](http://www.mantero.com)  
**MATEJEWSKI Hervé** ..... [www.matejewski.com](http://www.matejewski.com)  
**MIE** Manufacture d'Impression sur Etoffes ..... [www.beauville.com](http://www.beauville.com)  
**MISE** Musée de l'Impression Sur Etoffes ..... [www.musee-impression.com](http://www.musee-impression.com)  
**SMITH Paul** ..... [www.paulsmith.co.uk](http://www.paulsmith.co.uk)  
**MURAKAMI Takashi** ..... [www.takashimurakami.net](http://www.takashimurakami.net)  
**PHOTOSHOP** ..... [www.adobe.com/fr/products/photoshop](http://www.adobe.com/fr/products/photoshop)  
**POINTCARRE** ..... [www.pointcarre.com](http://www.pointcarre.com)  
**PÔLE ENFANT** ..... [www.poleenfant.fr](http://www.poleenfant.fr)  
**RENOMA Maurice** ..... [www.renoma-paris.com](http://www.renoma-paris.com)  
**STUDIO CREATIF** ..... [www.studio-creatif.com](http://www.studio-creatif.com)  
**TEKNO LOGICAL** ..... [www.teknological.tk](http://www.teknological.tk)  
**TIP BEYNO** ..... [www.tipserigraphie.com](http://www.tipserigraphie.com)

#### 2 : Une grande finesse de trait

**MISE** Musée de l'Impression Sur Etoffes ..... [www.musee-impression.com](http://www.musee-impression.com)  
**TRIADÉ** ..... [www.triade.co.it](http://www.triade.co.it)

#### 3 : Des dimensions variables

**BIGIMAGE** ..... [www.bigimagesystems.com](http://www.bigimagesystems.com)  
**BILLABONG** ..... [www.billabong.com](http://www.billabong.com)  
**CASTELBAJAC** ..... [www.jc-de-castelbajac.com](http://www.jc-de-castelbajac.com)  
**Création BAUMANN** ..... [www.creationbaumann.com](http://www.creationbaumann.com)  
**DELAVIE Pierre** ..... [pierredelavie.com](http://pierredelavie.com)  
**GATTINONI** ..... [www.gattinoni.net](http://www.gattinoni.net)  
**LACROIX Christian** ..... [www.christian-lacroix.fr](http://www.christian-lacroix.fr)  
**SAHCO HESSLEIN** ..... [www.sahco-hesslein.de](http://www.sahco-hesslein.de)  
**TEKNO LOGICAL** ..... [www.teknological.tk](http://www.teknological.tk)

### Chapitre 2 : L'impression textile à jet d'encre : de nouveaux modes de production 1 : Les métrages minimaux de production

**3SUISSES** ..... [www.3suissses.fr](http://www.3suissses.fr)  
**BEN DE LISI** ..... [www.bendelisi.com](http://www.bendelisi.com)

**BIGIMAGE** ..... [www.bigimagesystems.com](http://www.bigimagesystems.com)  
**Jean Paul GAULTIER** ..... [www.jeanpaulgaultier.com](http://www.jeanpaulgaultier.com)  
**Patrice HUGUES** ..... [www.patricehugues.fr](http://www.patricehugues.fr)  
**IFM** Institut Francais de la Mode ..... [www.ifm-paris.com](http://www.ifm-paris.com)  
**ITOLAB** ..... <http://ito.lab.free.fr>  
**LACOSTE** ..... [www.lacoste.com/fra/main.html](http://www.lacoste.com/fra/main.html)  
**MARNI** ..... [www.marni.com](http://www.marni.com)  
**MARON BOUILLIE**..... [maronbouillie.com](http://maronbouillie.com)  
**Stella McCARTNEY** ..... [www.stellamccartney.com](http://www.stellamccartney.com)  
**Alexander McQUEEN** ..... [www.alexandermcqueen.com](http://www.alexandermcqueen.com)  
**NAVYBOOT** ..... [www.navyboot.ch](http://www.navyboot.ch)  
**VISIONAIRE** ..... [www.visionaireworld.com](http://www.visionaireworld.com)

## 2 : Les étapes de production

**3SUISSES** ..... : <http://couture.3suissex.fr/StudioIntro.aspx>  
**IFM** Institut Francais de la Mode ..... [www.ifm-paris.com](http://www.ifm-paris.com)  
**GRAIN DE COULEUR** ..... [www.graindecouleur.com](http://www.graindecouleur.com)  
**LA FRAISE** ..... [www.lafraise.com](http://www.lafraise.com)  
**LECTRA** ..... [www.lectra.com](http://www.lectra.com)  
**NYA NORDISKA** ..... [www.nya.com](http://www.nya.com)  
**Pia MYRVOLD** ..... [www.cybercouture.com](http://www.cybercouture.com)  
**SAHCO HESSLEIN** .....[www.sahco-hesslein.de](http://www.sahco-hesslein.de)  
**ZARA** ..... [www.zara.com](http://www.zara.com)

## 3 : Les facteurs écologiques

**IFTH** ..... [www.ifth.org](http://www.ifth.org)  
**UNIVERSITA CARLO CATTANEO** ..... [www.liuc.it](http://www.liuc.it)

## Chapitre 3 : Les limites actuelles de l'impression textile à jet d'encre

**BASF** ..... [www.basf.com](http://www.basf.com)  
**DYSTAR** ..... [www.DyStar.com](http://www.DyStar.com)  
**E'GO DESIGN** ..... [www.texcil-mag.fr](http://www.texcil-mag.fr)  
**EPSON** ..... [www.epson.fr](http://www.epson.fr)  
**ERGOSOFT** ..... [www.ergosoft.ch](http://www.ergosoft.ch)  
**HUNTSMAN** ..... [www.huntsman.com/textil-effects](http://www.huntsman.com/textil-effects)  
**SAWGRASS** ..... [www.sawgrasseurope.com](http://www.sawgrasseurope.com)

## Annexe 1 : L'impression textile traditionnelle aux cadres

### 1 : Les outils

**BUSER** ..... [www.buser.ch](http://www.buser.ch)  
**FESPA** ..... [www.fespadigital.com](http://www.fespadigital.com)  
**LUESCHER** ..... [www.luescher.com](http://www.luescher.com)  
**MHM** ..... [www.mhm.at](http://www.mhm.at)  
**MIE** Manufacture d'Impression sur Etoffes ..... [www.beauville.com](http://www.beauville.com)  
**MS** ..... [www.macchine-servizi.com](http://www.macchine-servizi.com)  
**RATTI** ..... [www.ratti.it](http://www.ratti.it)  
**REGGIANI** ..... [www.reggianimacchine.it](http://www.reggianimacchine.it)  
**STORK** ..... [www.storkprints.com](http://www.storkprints.com)  
**TEK-IND** ..... [www.tekind.it](http://www.tekind.it)  
**ZIMMER** ..... [www.zimmer-austria.com](http://www.zimmer-austria.com)

### 2 : Le dessin textile

**HEIMTEX** ..... [www.heimtex.messefrankfurt.com](http://www.heimtex.messefrankfurt.com)

**INDIGO** ..... [www.indigo-salon.com](http://www.indigo-salon.com)  
**POINTCARRE** ..... [www.pointcarre.com](http://www.pointcarre.com)

## **Annexe 2 : L'impression numérique textile à jet d'encre**

### **1 : Les imprimantes à jet d'encre**

**BROTHER** ..... [www.brother.com](http://www.brother.com)  
**CANON** ..... [www.canon.com](http://www.canon.com)  
**CIBA** ..... [www.cibasc.com](http://www.cibasc.com)  
**DGEN** ..... [www.dgen.com](http://www.dgen.com)  
**DGS** ..... [www.dgs-net.it](http://www.dgs-net.it)  
**DRUPA** ..... [www.drupa.de](http://www.drupa.de)  
**DTGDIGITAL** ..... [www.dtgdigital.com](http://www.dtgdigital.com)  
**DUPONT** ..... [www2.dupont.com/Artistri/en\\_us/index/html](http://www2.dupont.com/Artistri/en_us/index/html)  
**EMBLEME** ..... <http://screenprinters.net/articles.php?art=231>  
**ENCAD** ..... [www.kodak.com](http://www.kodak.com)  
**ERGOSOFT** ..... [www.ergosoft.ch](http://www.ergosoft.ch)  
**FUJIFILM** ..... [www.fujifilm.fr](http://www.fujifilm.fr)  
**HEWLETT PACKARD** ..... [www.hp.com](http://www.hp.com)  
**ICHINOSE** ..... [www.toshin-kogyo.jp](http://www.toshin-kogyo.jp)  
**IMAGE** ..... [www.image.com](http://www.image.com)  
**ITMA** ..... [www.itma.com](http://www.itma.com)  
**KONICA** ..... [www.konicaminolta.com](http://www.konicaminolta.com)  
**LEXMARK** ..... [www.lexmark.fr](http://www.lexmark.fr)  
**LUESCHER** ..... [www.luescher.com](http://www.luescher.com)  
**MILLIKEN** ..... [www.milliken.com](http://www.milliken.com)  
**MIMAKI** ..... [www.mimaki.co.jp](http://www.mimaki.co.jp)  
**MMT** ..... [www.mmt.com](http://www.mmt.com)  
**MS** ..... [www.macchine-servizi.com](http://www.macchine-servizi.com)  
**OSIRIS** ..... [www.osiris-digital-prints.com](http://www.osiris-digital-prints.com)  
**REGGIANI** ..... [www.reggianimacchine.it](http://www.reggianimacchine.it)  
**ROBUSTELLI** ..... [www.monnalisatdp.com](http://www.monnalisatdp.com)  
**SAWGRASS** ..... [www.sawgrassink.com](http://www.sawgrassink.com)  
**SCITEX VISION** ..... [www.hp.com/go/scitex](http://www.hp.com/go/scitex)  
**SONY** ..... [www.sony.fr](http://www.sony.fr)  
**SPUHL** ..... [www.spuhl.com](http://www.spuhl.com)  
**STORK** ..... [www.storkprints.com](http://www.storkprints.com)  
**STUDIOFX** ..... [www.studiofx.fr](http://www.studiofx.fr)  
**ZIMMER** ..... [www.zimmer-austria.com](http://www.zimmer-austria.com)  
[www.large-format-printers.org](http://www.large-format-printers.org)

### **2 : Les encres**

### **3 : Les supports textiles**

**BASF** ..... [www.basf.com](http://www.basf.com)  
**CIBA** ..... [www.cibasc.com](http://www.cibasc.com)  
**Création BAUMANN** ..... [www.creationbaumann.com](http://www.creationbaumann.com)  
**DYSTAR** ..... [www.DyStar.com](http://www.DyStar.com)  
**EPSON** ..... [www.epson.fr](http://www.epson.fr)  
**ICI** ..... [www.ici.com](http://www.ici.com)  
**HUNTSMAN** ..... [www.huntsman.com](http://www.huntsman.com)  
**MS** ..... [www.macchine-servizi.com](http://www.macchine-servizi.com)  
**MUTOH** ..... [www.mutoh.be](http://www.mutoh.be)

### **4 : L'image numérique**

**ADOBE** ..... [www.adobe.com/fr](http://www.adobe.com/fr)  
**BARBIERI ELECTRONIC** ..... [www.barbierielectronic.com](http://www.barbierielectronic.com)  
**CIE** ..... [www.cie.co.at/index\\_ie.html](http://www.cie.co.at/index_ie.html)  
**COREL** ..... [www.corel.com](http://www.corel.com)

**GRETAGMACBETH** ..... [www.xrite.com](http://www.xrite.com)

**ICC** ..... [www.color.org](http://www.color.org)

**ITEC** ..... [www.color.com](http://www.color.com)

**LECTRA** ..... [www.lectra.com](http://www.lectra.com)

**PHOTOSHOP** ..... [www.adobe.com/fr/products/photoshop/photoshop](http://www.adobe.com/fr/products/photoshop/photoshop)

**POINTCARRE** ..... [www.pointcarre.com](http://www.pointcarre.com)

**YXENDIS** ..... [www.yxendis.com](http://www.yxendis.com)



## LEXIQUES



## Lexique textile

**Acide (colorant):** Colorants soluble dans l'eau qui permettent de teindre en bain acide. La majorité d'entre eux sont des sels de sodium d'acides sulfoniques aromatiques solubles dans l'eau.

**Acrylates :** Les acrylates sont des polymères de la famille des vinyles.

**Alginate :** Ce sont des polysaccharides obtenus à partir d'une famille d'algues brunes. Ils sont utilisés comme épaississant, gélifiant, émulsifiant ou stabilisant dans divers produits industriels.

**Alcali:** Nom générique des bases et plus spécialement des sels basiques que donnent avec l'oxygène des métaux dits alcalins. (ROBERT, 2006)

**All-over:** With an all-over pattern, dont le dessin couvre toute la surface (HARRAP'S, 1987)

**Apprêt :** Opération chimique ou mécanique destinée à améliorer ou modifier l'aspect final des tissus après leur teinture ou leur impression. (BAUM, 2002)

**Armure:** Manière dont les fils de chaîne et les fils de trame s'entrecroisent pour former un tissu. (BAUM, 2002)

**Armuré :** Désignation générique des tissus unis, réalisés sur métiers à cadres à armure unique, Ils présentent souvent un décor de petits motifs géométriques, damiers, losanges, chevrons... (BAUM, 2002)

**Brocard:** Etoffe brochée, rehaussée de fils d'or ou d'argent à dessin de fleurs, de feuillages ou tout autre ornement comportant une ou plusieurs trames de métal. (BAUM, 2002)

**Bureau de tendance :** voir bureau de style.

**Bureau de style :** Entreprise dont l'activité principale réside dans l'anticipation et la mise en mouvement d'un produit à l'industrie, aux grands magasins et centrales d'achat et de vente par correspondance..... (BAUM, 2002)

**Cadre plat:** Gaze fine, textile ou métallique, tendue sur un cadre rigide. (BAUM, 2002)

**Cadre rotatif:** Cadre cylindrique habituellement aligné le long d'une table d'impression, portant à l'intérieur une racle et une unité d'alimentation en colorant. (STOREY, 1993)

**Calandre:** Machine formée de cylindres, de rouleaux qui sert à lisser, lustrer les étoffes, à glacer les papiers (ROBERT, 2006)

**Capillarité:** Ensemble des phénomènes qui se produisent à la surface des liquides (dans les tubes capillaires notamment) (ROBERT, 2006)

**Chaîne :** Ensemble des fils, formant la longueur d'un tissu, parallèles au sens d'avancement du tissu en cours de fabrication et à ses lisières. (BAUM, 2002)

**Cliché :** Film transparent servant à transférer un dessin textile sur un cadre par des opérations de gravure.

**Collection :** Ensemble ou quantité de pièces textiles créées et/ou assemblées, susceptibles d'être présenté à la vente. .... Une collection, pour se vendre, se doit impérativement d'être construite suivant un ou des concepts et être par sa cohérence ou son incohérence susceptible d'intéresser le public ciblé. (BAUM, 2002)

**Coloris** : La réalisation d'un dessin textile ou d'un tissu imprimé avec un jeu de couleurs différentes de celles du dessin original. On imprime habituellement les tissus avec au moins quatre coloris. (STOREY, 1993)

**Convertir** : Entrepreneur qui achète des étoffes en écriu et les revend après les avoir ennoblies. (BAUM, 2002)

**Couleur « mère »** : (appelée parfois couleur « **recette** ») : En impression textile, c'est une couleur qui a été préparée selon une recette précise pour obtenir une teinte prédéfinie.

**Customisation** : Action de customiser, de personnaliser soi même (un véhicule de série, un vêtement standard) (ROBERT 2006)

**Cylindre** : Terme parfois utilisé pour désigner les cadres rotatifs, dû à leur forme cylindrique.

**Déflexion** : Déviation de la trajectoire d'un rayonnement lumineux, d'une particule chargée (ROBERT, 2006)

**Dégradé** : Affaiblissement ou modification progressive d'une couleur, d'un éclairage (ROBERT, 2006)

**Demi-ton** : Utilisation de points ou de trames de dimensions variables afin de simuler des variations de niveaux de gris ou de couleurs.

**Densité** : Caractérise la compacité d'un tissu. Elle est déterminée par le nombre de fils en chaîne et en trame par centimètre. (BAUM, 2002)

**Dépouillage** (dépouiller) : Nettoyage à grandes eaux des cadres pour ôter les résidus d'émulsion non insolée.

**Dessin** : Représentation ou suggestion des objets sur une surface à l'aide de moyens graphiques (ROBERT, 2006)

**Dessin textile** : Maquette quelconque qui a été préparée pour l'impression aux cadres. La mise au rapport et la séparation des couleur ont été effectuées.

**Dévidoir** : Instrument dont on se sert pour dévider du fil ou du tissu.

**Dispersé (colorant)** : Colorants insolubles qui restent en suspension dans l'eau, sous forme d'une fine dispersion. (BAUM, 2002)

**Dispersion** : Etat d'une solution colloïdale en suspension dans un milieu où elle est insoluble. (ROBERT, 2006)

**Echantillon** : Petite quantité ou petite surface d'une matière, d'un fil, d'une étoffe, de sa texture, couleur, dessin ... permettant de préciser, analyser, juger la qualité, choisir, reproduire. (BAUM, 2002)

**Echantillonnage** : Unité de référence. Il présente les diverses composantes (matière, couleur, forme) déterminant ainsi de manière extrêmement précise, chacun des détails, permettant d'assurer une reproduction conforme du produit. (BAUM, 2002)

**Editeur** : Entrepreneur dont l'activité consiste à créer, éditer (faire fabriquer) et vendre des tissus d'ameublement. (BAUM, 2002)

**Emulsion** : Mélange hétérogène de deux liquides non miscibles dont l'un forme des gouttelettes microscopiques en suspensions dans l'autre. (ROBERT, 2006)

**Enduction** : Traitement de finissage qui peut être appliqué par diverses méthodes sur l'une ou les deux faces d'une étoffe afin de lui conférer des propriétés particulières.

**Fac-similé:** Reproduction exacte, parfois à une autre échelle, (d'un écrit, d'un dessin, d'un tableau) soit à la main, soit au moyen d'un procédé photographique ou mécanique. (ROBERT, 2006)

**Film de gravure :** voir cliché.

**Finition :** Traitement chimique ou mécanique que l'on peut appliquer à une étoffe pour modifier ses propriétés premières et le rendre conforme aux exigences spécifiques de son utilisation.

**Finition :** Ensemble d'opérations qui achèvent le montage d'un vêtement.

**Finissage :** voir finition.

**Fixer, fixation :** Rendre stable et définitif une teinture ou un apprêt en exposant l'article teint à la chaleur. La détermination du temps d'exposition et de degré requis dépendent du type de colorants utilisés et de la matière teinte. (BAUM, 2002)

**Fixé-lavé (colorant) :** Se dit d'un colorant qui doit subir une opération de fixation pour migrer dans la fibre textile puis un lavage afin d'éliminer le surplus non fixé.

**Foulard :** Matériel qui permet de répartir une solution colorante ou autre sur un textile (BAUM, 2002)

**Foulardage :** Imprégnation d'un textile dans un bain sur un matériel appelé « foulard » (BAUM, 2002)

**Fusage :** Dispersion des particules de colorants lors du séchage suivant les forces capillaires du support imprimé. (BAUM, 2002)

**Galvanoplastie :** Procédé qui permet d'appliquer un dépôt de sels métalliques libérés par électrolyse sur des objets que l'on veut recouvrir ou dont on veut prendre une empreinte. (ROBERT, 2006)

**Goretex :** Marque déposée d'une membrane microporeuse ultrafine et hydrophobe. (BAUM, 2002)

**Gravure :** Opération par laquelle on transfère un dessin sur un outil d'impression (cadre plat ou rotatif)

**Guilloché :** Etoffe ornée de fins traits entrecroisés, effet inspiré des techniques d'orfèvrerie.

**Héliographie :** Procédé photographique de gravure

**Héliogravure :** Procédé de photogravure en creux, se tirant comme la gravure en taille-douce. (ROBERT, 2006)

**Hygroscopique:** Qui absorbe l'humidité de l'air (ROBERT, 2006)

**Indienne :** Type de tissu imprimé, inspiré par les toiles peintes d'origine indienne importées en Europe.

**Industrie graphique :** Industrie chargée de la conception et de la réalisation de projets d'expression visuelle.

**Irisé :** Type de tissu imprimé présentant des dégradés fluides de couleur.

**Jacquard :** Type de métier à tisser et par extension toute étoffe réalisée à l'aide de ces métiers.

**Jeannette :** Planche à repasser particulière ou forme construite sur le même modèle.

**Laize :** Largeur d'une étoffe, mesurée parallèlement à la trame.

**Maquette :** Dessin, esquisse ou document quelconque destiné à l'impression textile mais qui n'a pas encore subi d'adaptation à l'outil d'impression

**Mesh :** Nombre de mailles par pouce linéaire de la toile d'un tamis fin. Un tamis de 200 mesh possède 200 mailles par pouce linéaire, soit une ouverture de maille de 0,074 mm. (BAUM, 2002)



**Métrage** = Longueur de tissu vendu au mètre (longueur en mètre d'un objet)

**Mètre linéaire** = Unité correspondant à un mètre de longueur

**Mise en carte** : Opération qui consiste à traduire le dessin textile en un dessin technique destiné à la mise en production. (BAUM, 2002)

**Modèle** : Premier exemplaire ou concept d'un vêtement étudié et réalisé avant la mise en fabrication. Il réunit toutes les indications voire les détails nécessaires à sa fabrication. (BAUM, 2002)

**Moiré** : Aspect ondulé, changeant, chatoyant d'une surface (ROBERT, 2006)

**Molette** : Petit cylindre en acier doux sur lequel le motif se forme en relief (sous l'action combinée de la pression et de l'acide acétique) lorsqu'il est mis en contact avec la matrice préalablement gravée. (STOREY, 1993)

**Monomère** : Constitué de molécules simples et capable de se combiner à d'autres molécules semblables ou différentes pour former un polymère. (ROBERT, 2006)

**Motif** (en impression, tissage) : Sujet de base qui constitue un élément du décor. Le motif détermine le genre du tissu : style floral, géométrique, impressionniste. Il peut y avoir plusieurs motifs sur la longueur ou la largeur d'un tissu. (BAUM, 2002)

**Motif** : Forme esthétique à répétition

**Motif placé** : Dessin isolé destiné à être positionné à un endroit très précis d'un vêtement confectionné ( par ex : devant de tee-shirt ou d'une pièce de linge de maison ou d'une taie d'oreiller) (BAUM, 2002)

**Mouillabilité** : Aptitude d'une surface à être mouillée par une matière donnée.

**Mouillant** : Produit destiné à abaisser la tension superficielle d'un liquide afin qu'il imprègne ou s'étale plus aisément. (ROBERT, 2006)

**Pâte d'impression** : Mélange des matières colorantes, solvants, mordant, épaississant, etc. que l'imprimeur utilise pour imprimer le tissu. (STOREY, 1993)

**Patron** (couture) : Prototype, représentation graphique sur une surface plane, papier, carton, toile ....d'un modèle en application des mesures déterminées ou standards, que l'on pose sur une pièce d'étoffe servant de référence à la coupe d'un vêtement ou de toute autre matière. (BAUM, 2002)

**Patronage** (couture) : Représente la synthèse des différents éléments utiles pour établir un patron correspondant aux mensurations du corps et/ou du modèle déterminé. (BAUM, 2002)

**Photo-initiateurs** : Ce sont des substances qui, en absorbant la lumière, initient une réaction chimique.

**Pigmentaire (colorant)**: Colorants dispersables dans l'eau, qui ne peuvent s'accrocher aux fibres qu'à l'aide d'un liant. (BAUM, 2002)

**Planche** : Bloc de bois sculpté utilisé pour imprimer des dessins sur un tissu.

**Plastisol**: Emulsion de résine (Chlorure de polyvinyle) dans un plastifiant liquide. (ROBERT, 2006)

**Polymère** : Molécule formée de l'association de plusieurs molécules de plus petite masse, identique ou non. (ROBERT, 2006)

**Polymérisation**: Union des plusieurs molécules d'un composé pour former une grosse molécule. (ROBERT, 2006)

**Poudré** : Effet de dessin désignant des petits points répartis régulièrement mais non uniformément.

**Prêt-à-porter** : Vêtements fabriqués en série, de qualité supérieure, généralement conçus par un styliste (opposé à « sur mesure ») (ROBERT, 2006)

**Prototype** : Premier exemplaire, modèle ou concept d'un vêtement confectionné selon toutes les caractéristiques désirées. Il est étudié et réalisé avant la mise en fabrication, réunissant tous les détails susceptibles d'être intégrés dans sa fabrication. (par ex : valeur de couture, raccord de montage, cadence de boutonnage, positionnement des poches) (BAUM, 2002)

**Raccord** (impression) Forme de découpe d'un dessin qui permet de le « raccorder », d'obtenir un dessin en continu à partir d'une gravure dont la dimension est nécessairement limitée. Certains tissus de grande valeur se vendent « au raccord » par nombre de dessins entiers sans qu'ils puissent être coupés. Il n'est pas rare qu'un tissu ne soit pas raccordable au droit de la lisière, il y a alors lieu d'empiéter sur le tissu lui-même. On distingue le raccord en hauteur « droit » (le dessin se répète à la verticale), le raccord « sauté » (le dessin se répète avec un décalage) en largeur. Suivant la création, le raccord peut varier de quelques centimètres à 1,50 m. Un défaut de raccord si le raccord est correct se traduit par un faux équerre du dessin sur lui-même. (BAUM, 2002)

**Radicaux libres** : Groupements d'atomes, non combinés à d'autres atomes ou groupements d'atomes, qui conservent leur identité au cours des changements chimiques qui affectent le reste de la molécule. (ROBERT, 2006)

**Rame** : Machine destinée à la fixation mécanique ou thermique d'une pièce de tissu à une laize déterminée..... Associée à divers équipements (foulards, redresseur de chaîne ...) elle est utilisée pour la réalisation des apprêts, le séchage, la polymérisation, le thermofixage, la teinture ou l'enduction. (BAUM, 2002)

**Rapport de dessin** : Distance qui sépare deux motifs identiques dans le sens de la chaîne ou distance d'un point d'un motif au point identique du motif suivant dans la longueur du tissu. Dans un tissu on distingue le rapport en chaîne et le rapport en trame. Un défaut de rapport peut se traduire par un écart de distance. La mise au rapport consiste à organiser ce rapport. (BAUM, 2002)

**Réactif (colorant)**: Colorant dont les molécules contiennent un (ou deux) groupements(s) réactifs qui, par une réaction chimique (réactive) assure la formation d'une liaison covalente avec les fibres (réaction avec les groupes hydroxy de la cellulose). (BAUM, 2002)

**Réduction de couleur** : Opération de préparation à la gravure des cadres qui consiste à réduire le nombre de couleurs d'un dessin original afin de l'adapter aux nombres de cadres de l'impression définitive.

**Remattage** : Modification d'une couleur initiale par superposition de deux couleurs.

**Rhéologie**: Branche de la mécanique qui étudie le comportement des matériaux lié aux contraintes et aux déformations. (ROBERT, 2006)

**Saison** : Période de l'année où sont présentées les collections de mode avec plusieurs mois d'avance.

**Secteur de niche** ou secteur de marché : Segment d'un marché très étroit correspondant à une clientèle précise, peu exploité et associé à un produit ou un service très spécialisé.

**Semis**: Petits motifs dispersés de manière irrégulière sur un fond uni.

**Séparation des couleurs** : Opération de préparation à la gravure des cadres. Chaque couleur d'un dessin est séparée des autres et reproduite individuellement sur un cliché.

**Show room** : Lieu d'exposition particulier destiné à un public déterminé.

**Solvant**: Substance, généralement liquide, capable de dissoudre d'autres substances. (BAUM, 2002)

**Stenter** : Machine de finissage où l'étoffe est maintenue sous tension, utilisée pour le séchage, la fixation ou la mise en forme des tissus

**Sublimation** : Passage de l'état solide à l'état gazeux.

**Support** : Élément concret, matériel qui sert de base à une œuvre graphique (ROBERT 2006)

**Taffetas** : Toile de soie au tissage serré en chaîne. Le taffetas est un tissu brillant dont le grain est fin. Le serrage de la trame plus ou moins important lui confèrera un toucher sec, bruissant ou souple. (BAUM, 2002)

**Tendances** : Indications ou orientations des prochaines envies des marchés de la mode et du textile selon les prédictions des bureaux de style.

**Tension de surface** : Tension qui existe à la surface de séparation de deux milieux

**Thermoplastique** : Se dit d'une matière malléable à la chaleur (ROBERT, 2006)

**Toile de Jouy** : Terme désignant un style de dessins généralement en camaïeux monochromes sur fond blanc, dénommés d'après la Manufacture de Jouy-en-Josas qui les réalisa à partir du 18ème siècle

**Trame** : Ensemble des fils formant la largeur d'un tissu, perpendiculaires au sens d'avancement du tissu en cours de fabrication. La trame est perpendiculaire à la chaîne. (BAUM, 2002)

**Tramé** : Se dit d'un dessin ou d'une image qui a été reporté à l'aide de trames et qui présente un certain quadrillage.

**Transfert (impression)** : Report, à l'aide de différentes techniques, d'un motif imprimé sur un papier spécial vers un support textile.

**Trend** : Terme anglais pour tendance ; tendance de mode ou de marché.

**Trend setter** : Terme anglais désignant une personne qui adopte en premier de nouvelles habitudes et lance ainsi de nouvelles tendances ou modes.

**Urée** : Produit naturel à l'origine, issu de la dégradation des acides aminés de l'organisme, l'urée est produite industriellement à partir d'ammoniac et de dioxyde de carbone.

**Vaporisation** : Opération consistant à soumettre des textiles à l'action de la vapeur en vue de donner de l'apprêt, de fixer les couleurs, etc. (ROBERT, 2006)

**Variante de couleurs** : voir coloris.

**Viscosité** : Caractérise la consistance plus ou moins épaisse d'un produit. Elle est mesurée par la résistance qu'oppose la matière à un écoulement uniforme.

**Visite** : Observation attentive d'un tissu afin de vérifier sa conformité et de détecter les éventuels défauts (BAUM, 2002)

## Lexique informatique

**Additif** (système): Qualifie un système de synthèse des couleurs dans lequel on peut obtenir toutes les couleurs du spectre par l'addition nuancée de trois couleurs primaires. Dans la majorité des cas, les trois couleurs primaires sont le rouge, le vert et le bleu. (NOTAISE, 1995)

**Analogique**: Qualifie un type de codage des informations qui s'oppose au codage numérique. Le codage analogique établit un rapport proportionnel et continu entre l'information initiale et sa représentation codée. (NOTAISE, 1995)

**Banding** : Erreur d'impression due à un mauvais alignement ou un bouchage des buses. Elle consiste en de fines lignes sur toute la largeur d'impression

**Binaire**: Qualifie le système de numération à base deux utilisé en informatique. (NOTAISE, 1995)

**Bit**: Unité élémentaire d'information dont l'abréviation internationale est bit. Peut prendre deux valeurs codées, en général 0 ou 1. (NOTAISE, 1995)

**Bitmap** (mode point) : Représentation binaire d'une image sous forme d'une matrice de points (on dit aussi mode matriciel). Chaque point (appelé pixel) occupe une place dans la matrice correspondant à sa place dans l'image modèle. Par extension, qualifie un fichier contenant une image en mode point ou l'imageur qui la traite. (NOTAISE, 1995)

**BMP** : Format de fichier image en bitmap. Ce format ayant été défini par Microsoft, il est utilisé en particulier sous MS-DOS et Windows dans les applications de manipulation et d'enregistrement d'images.

**Buse**: Dispositif canalisant l'encre d'une imprimante à jet d'encre et crachant les petites gouttelettes qui réalisent l'impression. (JARGONF, 2008)

**Calibrage** (**calibration** en anglais) : Action de régler un périphérique par rapport à des données définies préalablement afin d'obtenir un comportement fidèle lors de l'enregistrement ou de la reproduction.

**Calque**: Image transparente (par défaut) sur laquelle les éléments d'une image ou d'un texte mis en page sont positionnés. Chaque élément peut être placé sur un calque différent, le résultat final étant obtenu par la superposition de tous les calques. On peut de cette manière décomposer le travail, ce qui le rend plus simple. (JARGONF, 2008)

**CIE L\*a\*b\*** (ou **CIE Lab** ou **Lab**) : est un modèle de représentation des couleurs développé par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Il caractérise une couleur par sa luminance (L) et sa chrominance (a\* et b\*)

**CMJ** (**CMY** en anglais) : Système de représentation soustractif des couleurs à partir des trois couleurs primaires : Cyan, Magenta et Jaune. Toutes les couleurs du spectre lumineux peuvent être reproduites à partir de la lumière blanche en présentant deux filtres choisis parmi ces trois couleurs primaires. (NOTAISE, 1995)

**CMJN** (**CMYK** en anglais) : Ajout du noir au système CMJ pour constituer un système principalement utilisé dans l'imprimerie. Dans ce cas on parle de quadrichromie, c'est-à-dire de couleurs reconstituées à partir de quatre composants. (NOTAISE, 1995)

**Colorimètre** : Instrument servant à mesurer les couleurs afin d'en donner une valeur objective.

**Déflexion** : Déviation de la trajectoire d'un rayonnement lumineux, d'une particule chargée (ROBERT, 2006)

**Digitalisation** : voir numérisation.

**DPI (PPI)**: pour Dot per Inch. (Point Par Inch), Unité de mesure de la résolution d'une image.

**Driver** : Gestionnaire, pilote de périphérique. Programme permettant d'envoyer les ordres adéquats au bon moment à un périphérique, et gérant parfois son interface. Il est généralement écrit dans un langage de bas niveau, comme l'assembleur, pour des raisons de performances. (JARGONF, 2008)

**Ethernet** : Norme de protocole de réseau local relativement puissante et très répandue. Inventé en 1970, puis repris par DEC, Intel et Xerox, normalisé par l'ISO et l'IEEE Il utilise du câble 10BASE-T ou du coaxial (appelé alors 10BASE-2 ou 10BASE-5) autorisant des transferts à 10 Mbps. Dans sa version à 100 Mbps, on parle de 100BASE-T (JARGONG, 2008)

**Firewire** : Norme d'interface série qui atteint des débits de plusieurs centaines de Mo/s. Elle constitue une évolution de SCSI et on peut y brancher toutes sortes de périphériques gourmands en capacités de transfert. Présente en standard sur les Macs, elle est nettement plus rare sur les PC. À l'origine, Firewire était aussi connue en tant que norme « IEEE P1394 » ou, plus souvent, « IEEE 1394 ». (JARGONF, 2008)

**Format** (de fichier) : Type d'organisation d'un fichier. Par extension, synonyme de type de fichier. Le format peut être désigné par les caractéristiques fonctionnelles du fichier, par le nom du programme qui l'a créé, par le code utilisé ou par toute autre caractéristique jugée déterminante. (NOTAISE, 1995)

**Fractal** : Qualifie un objet naturel ou une figure géométrique ayant les caractéristiques suivantes :

- ses parties ont la même forme ou structure que le tout, à ceci près qu'elles sont à une échelle différentes et peuvent être légèrement déformées.
- sa forme est, soit extrêmement irrégulière, soit extrêmement interrompue ou fragmentée, et le reste, quelle que soit l'échelle d'examen.
- il contient des éléments « distinctifs » dont les échelles sont très variées et couvrent une très large gamme. (NOTAISE, 1995)

**Gamut** : Gamme de couleurs qu'un périphérique (ou son support, comme le papier photo par exemple) peut reproduire. (JARGONF, 2008)

**ICC** : voir Profil ICC.

**Image de synthèse** : Image créée par des moyens informatiques. On parle notamment d'image de synthèse 3D pour des images créées avec des logiciels de représentation en 3 dimensions.

**Interface graphique**: Ensemble de programmes permettant une utilisation plus intuitive d'un système. (JARGONF, 2008)

**JPEG** : (pour Joint Photographic Expert Group) Groupe d'experts ayant eu pour mission de mettre au point un format de compression des images naturelles. Par extension, format de fichier graphique permettant des taux de compression impressionnants comparés aux formats précédents, mais au détriment de la qualité de l'image, c'est en effet un format destructeur. L'extension de fichier correspondante est JPG. (JARGONF, 2008)

**Lab** : voir CIE L\*a\*b\*.

**Multidévié** (jet) : Se dit d'un jet dont les gouttes sont déviées de leur trajectoire normale selon différents niveaux.

**Multiplexage** : Regroupement sur une voie unique, de signaux, d'informations issues de plusieurs voies. (ROBERT, 2006)

**Numérique** : Qui a subi un codage sous forme de nombres.



**Numérisation** : Codage numérique d'une information analogique pour la mémoriser, la traiter ou la transmettre. (NOTAISE, 1995)

**Octet** : Unité d'information constituée de huit bits. Un octet comprend  $2^8$  combinaisons possibles de ses éléments binaires. (NOTAISE, 1995)

**Ombrage** : Image en niveaux de gris utilisée afin de simuler des effets de textures.

**Papier couché** : est un papier qui a été enduit d'une ou plusieurs couches afin de transformer sa surface rugueuse et poreuse en une surface lisse et microporeuse. L'enduit peut également servir à améliorer sa blancheur, son aspect ou son toucher.

**Passe** : Une passe correspond à un passage du chariot portant les têtes d'impression d'un côté à l'autre de l'imprimante.

**PDF** : pour Portable Document Format. Le format de document PDF est un standard de l'édition de textes sous forme électronique. Il est lisible par le visionneur gratuit Adobe Reader, également disponible comme module d'extension pour les navigateurs.

**Périphérique** : Appareil placé à la périphérie de l'unité centrale.

**Piézoélectricité** : Production d'une polarisation électrique sur certains cristaux soumis à des tensions mécaniques. (ROBERT, 2006)

**Pixel** : Raccourci de Picture Element, On utilise ce terme pour désigner la plus petite partie d'une image. Le pixel sert d'unité de mesure de la définition d'une image. (NOTAISE, 1995)

**Pixelisation** (aussi **pixellisation**) : Apparition de pixels dans une image, le plus souvent suite à une transformation géométrique, notamment l'agrandissement. Ce phénomène est généralement perçu comme un effet secondaire du caractère numérique d'une image.

**Plotter** : Terme anglais pour "traceur graphique"

**Point blanc** : Zone d'une image désignée comme étant la plus claire. Elle sert de référence pour la définition des tons du reste de l'image. (JARGONF, 2008)

**Port parallèle** : Port sur lequel on peut envoyer et recevoir les données plusieurs bits à la fois, contrairement à un port série, où ils passent les uns après les autres .... La technique a été à peu près abandonnée, la synchronisation des signaux devenant de plus en plus difficile avec l'augmentation du débit. (JARGONF, 2008)

**PPI** : voir DPI

**Profil ICC** : est un fichier numérique d'un format particulier, mis au point par l'International Color Consortium (ICC), décrivant la manière dont un périphérique restitue les couleurs. Il permet de maîtriser la transmission des couleurs tout au long de la chaîne graphique.

**Quadrichromie** : Procédé d'impression basé sur les couleurs soustractives : les couleurs sont exprimées en pourcentage de cyan, jaune, magenta et noir, le blanc étant obtenu avec 0 % partout. (JARGONF, 2008)

**Résolution** : Synonyme de « définition graphique ». Nombre de pixels affichés en largeur et en hauteur par un écran. Exemple : 1024x768...La résolution peut aussi être exprimée en densité de points (dpi), unité utilisée sur tous les systèmes (pas seulement les écrans). (JARGONF, 2008)

**RIP** : (pour Raster Image Processor). Désigne tout d'abord tout moteur analysant une description de page (quasi toujours vectorielle, très souvent exprimée en PostScript) afin de produire des commandes destinées au périphérique de sortie ...Par extension on désigne également **RIP** tout moteur capable de produire, à partir d'une description de page, un équivalent matriciel. (JARGONF, 2008)

**RVB (RGB** en anglais) : système de représentation additive des couleurs à partir des trois couleurs primaires : Rouge, Vert, Bleu. Ce système a été normalisé par la Commission Internationale de l'Eclairage avec pour chaque couleur une longueur d'onde bien précise. (NOTAISE, 1995)

**Simulation**: Représentation du comportement de systèmes physiques (par des calculateurs analogiques, numériques, etc.) en simulant par des signaux appropriés les grandeurs réelles. (ROBERT, 2006)

**Soustractif** (système) : Qualifie un système de synthèse des couleurs dans lequel les trois couleurs primaires sont le Cyan, Magenta et le Jaune. Toutes les couleurs du spectre peuvent être obtenues à l'aide de filtres ayant ces trois couleurs. (NOTAISE, 1995)

**Spectrophotomètre** : Appareil permettant de mesurer des grandeurs énergétiques associées aux spectres. (ROBERT, 2006)

**Tête d'impression**: Dispositif mobile réalisant le transfert de l'encre sur le papier, dans une imprimante. C'est la tête qui porte les aiguilles d'une imprimante à aiguilles, ou les cartouches d'encre et les buses dans une imprimante à jet d'encre. (JARGONF, 2008)

**TIFF** : (pour Tagged Image File Format) Format de fichiers graphiques en bitmap développé en 1986 par plusieurs éditeurs de logiciels. Ce format est devenu un des standards de fait pour l'échange de fichiers images entre différentes plates-formes. (NOTAISE, 1995)

**Tramage**: Technique permettant de simuler l'utilisation de nombreuses couleurs à l'aide de « trames » superposées dessinées avec seulement quelques couleurs différentes, (JARGONF, 2008)

**USB** : (pour Universal Serial Bus) Technologie plug & play, proposée par Intel et d'autres entreprises à partir de 1977 et qui permet de connecter de nombreux périphériques par canal à un ordinateur avec un mode de transfert relativement rapide.

**Vectériel** (mode vectoriel) : Représentation des images sous forme de descriptions géométriques. Par extension, qualifie un fichier contenant une image en mode vectoriel ou l'imageur qui le traite. (NOTAISE, 1995)

**Virtuel** : Qui n'est tel qu'en puissance, qui est à l'état de simple possibilité (ROBERT, 2006)

**Virtuelle (réalité)** : Système de simulation interactif par images de synthèse tridimensionnelles.

**Webcam** : Caméra numérique reliée à un ordinateur, permettant de filmer et de diffuser des images vidéo sur Internet. (ROBERT, 2006)

**XYZ CIE** (système) : Premier espace de couleur standard adopté en 1931 par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)