

50376
1982
261

N° d'ordre : 305

50376
1982
261

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE 1

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR INGENIEUR

par

Salah MAOUCHE

Ingénieur E.N.P.A.

ETUDE D'UN DISPOSITIF D'IMPRESSION SUR TRICOTS : AIDE A LA CONCEPTION DES IMAGES ET COMMANDE DU PROTOTYPE



Soutenue le 7 Juillet 1982 devant la Commission d'Examen

MM.	P.	VIDAL	Président
	J.M.	TOULOTTE	Rapporteur
	M.	STAROSWIECKI	Examineur
	L.	LANERES	Invité

Que Monsieur le Professeur P. VIDAL trouve ici l'expression de ma gratitude pour sa sollicitude et la gentillesse avec laquelle il m'a accueilli dans son laboratoire. Je le remercie d'avoir bien voulu accepter la présidence de mon jury de thèse.

Je suis profondément reconnaissant à Monsieur le Professeur J.M. TOULOTTE pour m'avoir guidé avec compétence et clairvoyance, dans la réalisation de ce travail.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur M. STAROSWIECKI, Docteur ès-Sciences Physiques, Directeur de l'AREMI (USTL - EUDIL), pour l'honneur qu'il me fait de juger ce travail.

Je tiens à remercier Monsieur L. LANERES, Adjoint de Direction à l'I.T.F - Nord, pour l'aide qu'il m'a apportée, la gentillesse avec laquelle je suis reçu à l'I.T.F. et pour avoir répondu favorablement à l'invitation de participation au jury.

SOMMAIRE

. INTRODUCTION

. CHAPITRE I : Méthodes et techniques d'impression d'images dans l'industrie de l'ennoblissement des textiles.

. CHAPITRE II : Le prototype de machine et la structure des données d'impression.

. CHAPITRE III : Génération et traitement d'image.

. CHAPITRE IV : Aide à la préparation et à l'impression des images.

. CHAPITRE V : Préparation des images.

. CONCLUSION

. BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Les étoffes sont rarement utilisées à l'état écru. Aussi doivent-elles être ennoblies. L'impression constitue l'un des processus les plus complexes de l'industrie de l'ennoblissement des textiles. Les produits de l'impression, tributaires du goût du public, change régulièrement; et pour qu'une nouvelle collection soit à la pointe de la mode, il faut être à la fois souple, rapide et sûr dans la création et la reproduction des motifs et des coloris.

Le premier chapitre de cette étude est consacrée à la perception des couleurs, aux principes de leur reproduction, ainsi qu'aux méthodes d'impression en usage dans l'industrie textile.

Le second chapitre traite du prototype d'imprimante. Après une description de la machine et définition de son fonctionnement, est présentée la structure des données d'impression et leur représentation élaborées en fonction du mode de conduite adoptée pour l'imprimante.

Le chapitre III s'efforce de décrire les principales procédures de création et de manipulations d'images. Les algorithmes développés concernent la génération d'entités graphiques, les surfaçages et les transformations utilisées en création interactive d'image, le filtrage et la segmentation utilisées en traitement d'image.

Le système chargé de la création et de la commande de l'imprimante est décrit au chapitre IV. Traitant de l'organisation générale de l'aide à la conception et à l'impression des images, ce chapitre présente une partie des programmes réalisés sur le microcalculateur Micral S.

Le chapitre V est consacrée à la préparation et aux modifications des images.

CHAPITRE I : METHODES ET TECHNIQUES D'IMPRESSION
D'IMAGES COLOREES DANS L'INDUSTRIE
DE L'ENNOBLISSEMENT DES TEXTILES

I-1	INTRODUCTION.....	I-1
I-2	NOTION DE COULEURS.....	I-2
I-2.1	La lumière.....	I-2
I-2.2	Les sensations colorées.....	I-5
I-2.3	Caractéristiques et terminologie....	I-5
I-2.4	Reproduction des couleurs.....	I-7
I-2.4.1	Synthèse additive.....	I-8
I-2.4.2	Synthèse soustractive.....	I-9
I-3	REPRODUCTION D'IMAGE.....	I-10
I-3.1	Trichromie et quadrichromie.....	I-11
I-3.2	Polychromie et couleurs séparées....	I-11
I-4	IMPRESSION SUR TEXTILES.....	I-12
I-4.1	Evolution des techniques d'impression	I-12
I-4.2	Les machines d'impression.....	I-14
I-4.2.1	Impression aux rouleaux.....	I-14
I-4.2.2	Impression aux cadres.....	I-16
I-5	LES FORMES IMPRIMANTES.....	I-16
I-5.1	Images dans l'industrie textile.....	I-16
I-5.1.1	Nombre de couleurs à imprimer...	I-17
I-5.1.2	Type d'images.....	I-17
I-5.2	Préparation des formes.....	I-18
I-6	IMPRESSION PAR PROJECTION DE COLORANTS.....	I-21
I-7	CRITERE D'APPRECIATION DE L'IMPRESSION.....	I-22
I-8	CONCLUSION.....	I-24

I - METHODES ET TECHNIQUES D'IMPRESSION D'IMAGES COLOREES DANS L'INDUSTRIE DE L'ENNOBLISSEMENT DES TEXTILES

I - 1 Introduction

Quelque soit leur origine, les étoffes sont rarement utilisées à l'état écreu. Aussi doivent-elles être ennoblies par des couleurs. Pour réaliser des oeuvres multicolores sur un support textile, l'imprimeur, ou le coloriste, doit avoir recours à un grand nombre de recettes pour la préparation des colorants et, de techniques pour leur application sur le tissu. C'est pourquoi l'impression est un des processus les plus complexes de l'industrie de l'ennoblissement.

Les progrès enregistrés dans les différents domaines de la connaissance des couleurs, de la préparation des pigments et des techniques d'impression permettent aujourd'hui la reproduction d'images de grandes qualités.

Si le principe d'application des couleurs par des formes d'impression reste le plus utilisé, le transfert direct d'une image sur un support textile, c'est à dire l'impression par projection de colorants, apparue d'abord dans le secteur extra-textile, présente des avantages certains ; ne serait-ce que par l'élimination des formes imprimantes.

Après quelques notions sur la couleur, nous décrivons dans ce chapitre les différents procédés actuels d'impression.

I - 2 Notion de couleurs

Il existe un monde de couleurs comme il existe un monde de formes. Nous vivons dans un monde coloré et les couleurs jouent un rôle considérable dans notre vie. Surtout utilisées pour décorer les objets qui nous entourent, leur harmonie crée un cadre agréable à l'oeil; et c'est grâce à ce dernier, capteur sensible à la lumière, que les sensations colorées arrivent au cerveau pour l'interprétation et la traduction de la réalité physique, si bien qu'on ne peut parler de couleurs sans parler de lumière, seule véhicule des sensations colorées, et de l'oeil, capteur de ces dernières.

I - 2.1 La lumière

C'est Newton qui, par ses études expérimentales sur la dispersion, est à la base de nos connaissances actuelles sur la lumière. Il décompose à l'aide d'un premier prisme la lumière blanche du soleil en une bande lumineuse de couleurs allant du rouge au violet en passant par l'orange, le jaune, le vert, le bleu et l'indigo.

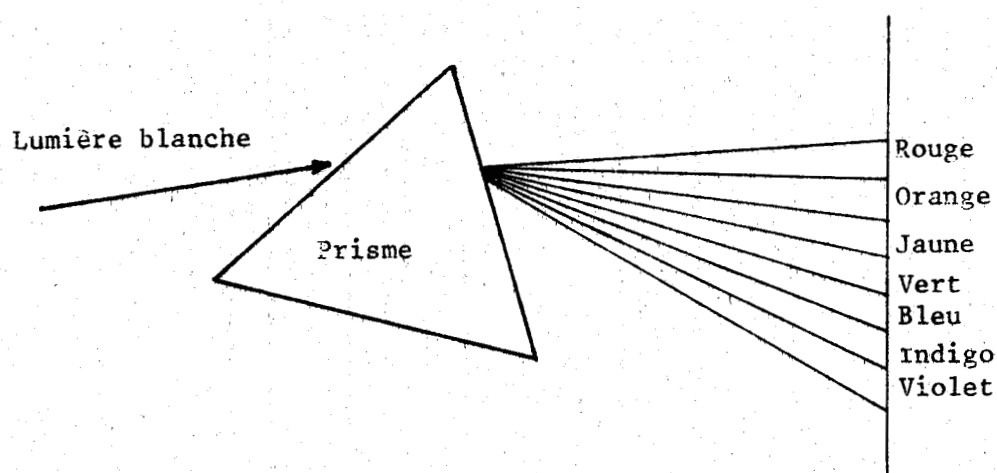


FIGURE I.1. Décomposition de la lumière blanche

Il montra ensuite qu'on pouvait reconstituer cette lumière blanche moyennant un second prisme ou une lentille convergente.

La lumière blanche, complexe, est dite polychromatique par opposition à ses composantes qui, simples, sont monochromatiques. Ces radiations monochromatiques comme l'ensemble des ondes électromagnétiques dont elles font partie sont caractérisées par leur amplitude et par leur vitesse de propagation dans le milieu étudié mais aussi par une fréquence et une longueur d'onde bien déterminées, liées entre-elles par la relation:

$$\lambda = \frac{c}{F} \quad \text{où } c \text{ est la vitesse de la lumière dans le vide}$$

Les radiations lumineuses composant le spectre visible ne constitue qu'une très faible fraction de l'ensemble des radiations électromagnétiques.

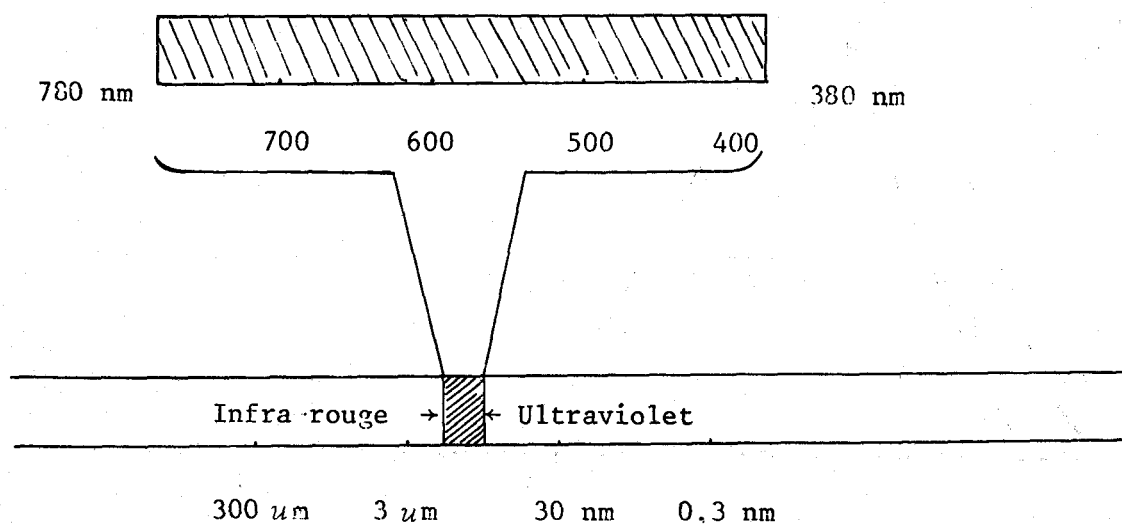


FIGURE I.2. Les radiations lumineuses visibles

Il est important de bien faire la distinction entre les radiations lumineuses qui constituent un phénomène physique dont les théories sont bien établies et la perception de ces radiations par l'oeil et leur interprétation qui sont tous deux des phénomènes psycho-physiologiques.

A ce sujet, l'étude menée sous l'égide de la Commission internationale de l'Eclairage (C.I.E) sur plusieurs centaines de personnes a conduit à l'évaluation de la sensibilité de l'oeil en fonction de la couleur et ce, suivant des éclairages différents. La courbe de sensibilité photopique est obtenue pour des éclairages forts, c'est la vision diurne, tandis que la courbe de sensibilité scotopique ou crépusculaire est obtenue pour des éclairages faibles (Fig. I.3)

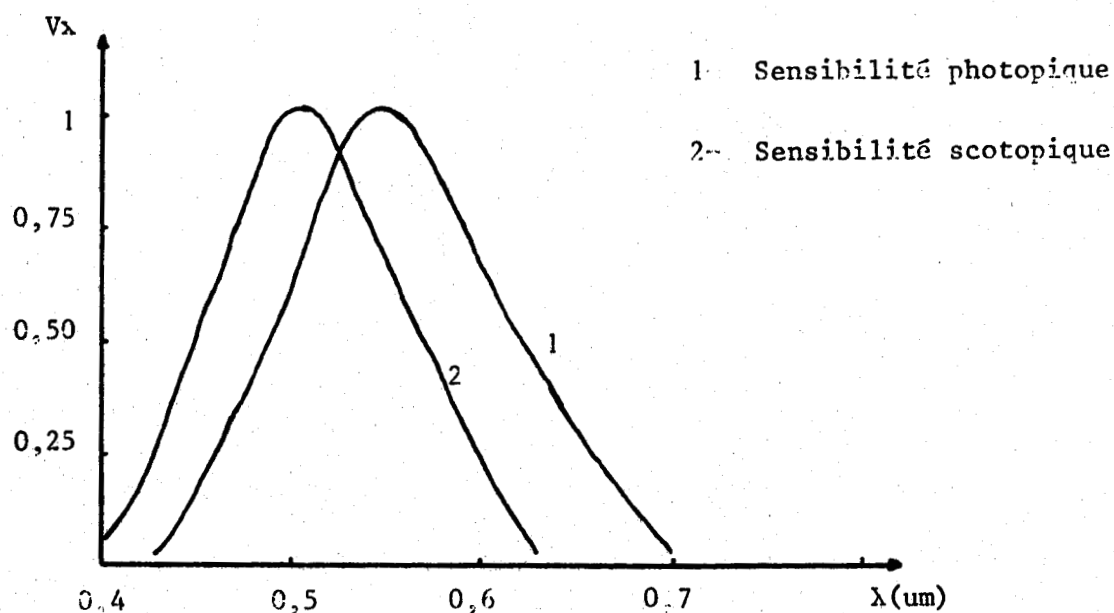


FIGURE I.3. Sensibilités relatives de l'oeil en fonction des longueurs d'onde

V_λ est le coefficient d'efficacité lumineuse relative, il varie de 0 à 1.

I - 2.2 Les sensations colorées

Les radiations lumineuses émises à partir d'une source arrivent à l'oeil soit directement soit par l'intermédiaire d'objets éclairés par cette source. Ces derniers, suivant leur constitution, absorbent ou réfléchissent, de manière préférentielle, une partie ou l'ensemble des radiations composant le spectre reçu.

C'est cette altération du spectre qui procure la sensation de couleur. Ainsi peut-on dire que les objets n'ont pas de couleurs propres. Ils apparaissent :

- blancs s'ils diffusent, de manière égale, toutes les radiations du spectre qui les éclaire.

- colorés s'ils absorbent ou diffusent, suivant les longueurs d'onde, ces radiations.

- noirs s'ils absorbent toutes les radiations vivibles.

En général, l'oeil observe des mélanges de lumières monochromatiques dans différentes proportions, ce qui lui fournit la sensation d'autres couleurs que les couleurs monochromatiques.

I - 2.3 Caractéristiques et terminologie

La couleur d'une source de lumière, ou celle d'un objet peut être décrite par trois caractéristiques. Ces paramètres psycho-physiologiques nous font différencier une sensation colorée d'une autre et sont en correspondance des paramètres physiques et des termes qualificatifs de couleurs utilisés dans le langage commun.

Ces trois caractéristiques sont :

- la luminance, ou facteur de luminance, qui est une caractéristique d'intensité mesurée photométriquement. Dans le langage courant, on parle de luminosité et l'on qualifie la couleur d'un objet de "claire" ou "foncée".

- la teinte à qui les physiciens associent une longueur d'onde, ou plus exactement une bande spectrale plus ou moins large. En toute rigueur, une couleur est monochromatique si elle est formée d'une seule raie, c'est à dire que sa bande spectrale est très étroite, on utilise aussi le terme tonalité.

- le facteur de pureté, ou saturation, qui indique comment la couleur considérée se rapproche plus ou moins de la couleur pure correspondante. Il mesure la quantité de "blanc" contenue dans cette couleur. Dans le langage courant, le facteur de pureté se traduit par "pur" ou saturé et lavé.

Les deux dernières caractéristiques, la teinte et la saturation, représentent la chromaticité d'une couleur, ou tout simplement la chromie.

Dans le langage courant, une couleur est dite :

- vive si elle est à la fois claire et saturée
- pâle si elle est à la fois claire et lavée (voisine du blanc)
- profonde si elle est à la fois foncée et saturée
- rabattue si elle est à la fois foncée et lavée (voisine du noir).

Ces qualificatifs de couleurs concernent plutôt l'ensemble du facteur de luminance et du facteur de pureté que la teinte.

Les trois paramètres précédemment définies permettent de caractériser tout stimulus visuel.

La figure I.4 donne la représentation spatiale des trois caractéristiques de couleur imaginée par Munsell.

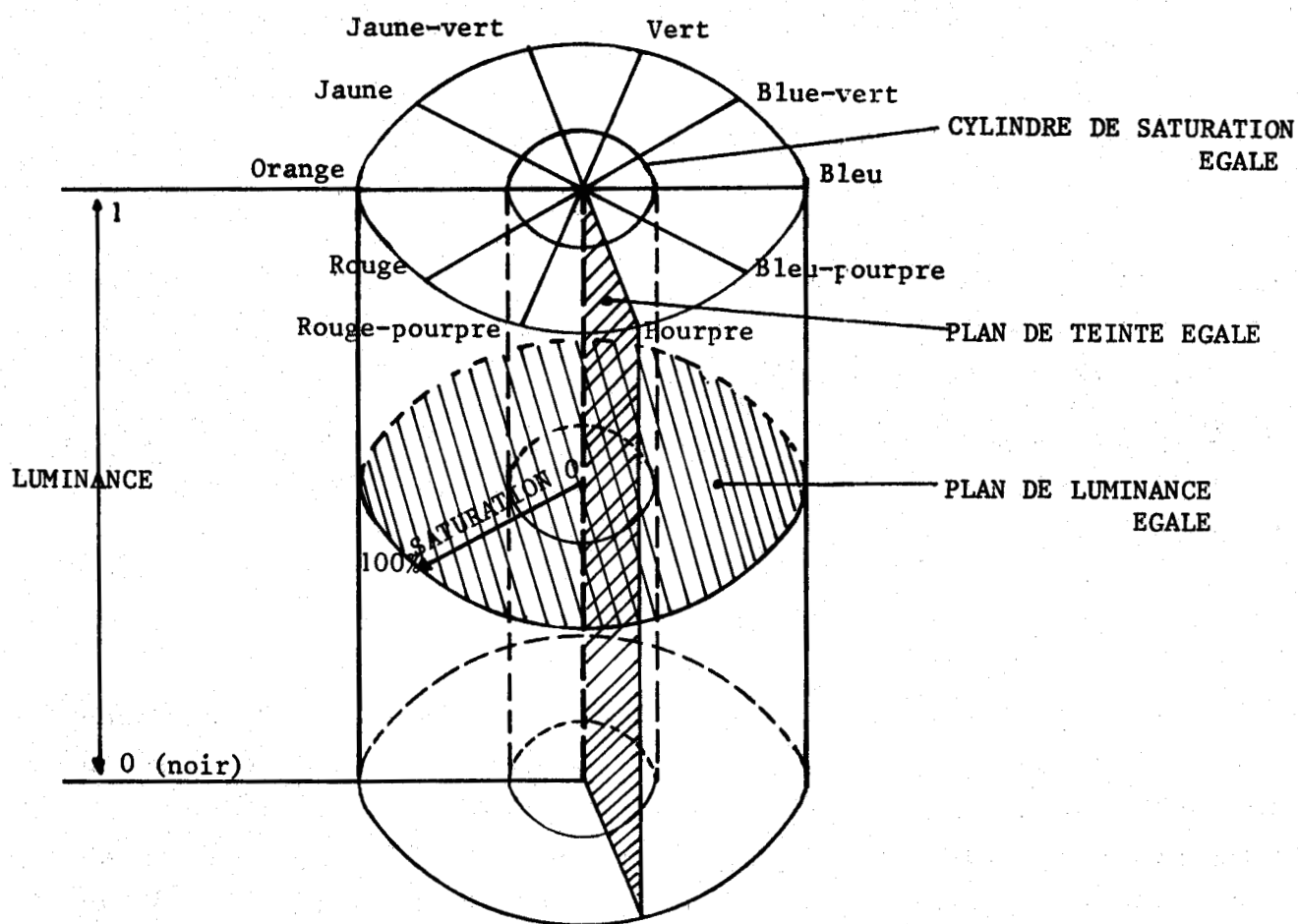


FIGURE.I.4. Représentation spatiale des couleurs

La gamme des pourpres est la gamme de couleurs obtenue par le mélange des radiations situées aux deux extrémités du spectre visible (violet-rouge).

I - 2.4 Reproduction des couleurs

C'est grâce aux lois établies par Grassman qu'aujourd'hui la couleur est devenue une grandeur physique mesurable. Ces lois ont permis la réalisation, sur des bases scientifiques, de la reproduction de toutes les impressions colorées à partir de trois radiations convenablement choisies.

Les diverses études menées sur la colorimétrie ont conduit la C.I.E à définir un système de repérage conventionnel utilisant trois couleurs primaires fondamentales définies par leur longueur d'onde :

- Le Rouge 700.0 nm
- Le Vert 546.1 nm
- Le Bleu 435.8 nm

Ce système, appelé système RGB, est valable pour l'observateur de référence et permet de définir une couleur quelconque par trois coordonnées trichromatiques.

A noter qu'aujourd'hui, on utilise aussi le système XYZ établi à partir du premier et telles que toutes les lumières colorées aient des coordonnées trichromatiques positives.

1 - 2.4.1 Synthèse additive

Dans la synthèse additive, pour reconstituer toutes les couleurs on additionne certaines radiations colorées en les superposant par une projection simultanée sur un écran. La synthèse trichromatique permet la reproduction de l'ensemble des radiations du spectre avec trois couleurs fondamentales : Rouge, Vert et Bleu. Ainsi, par synthèse deux à deux des trois couleurs primaires, on obtient les couleurs suivantes:

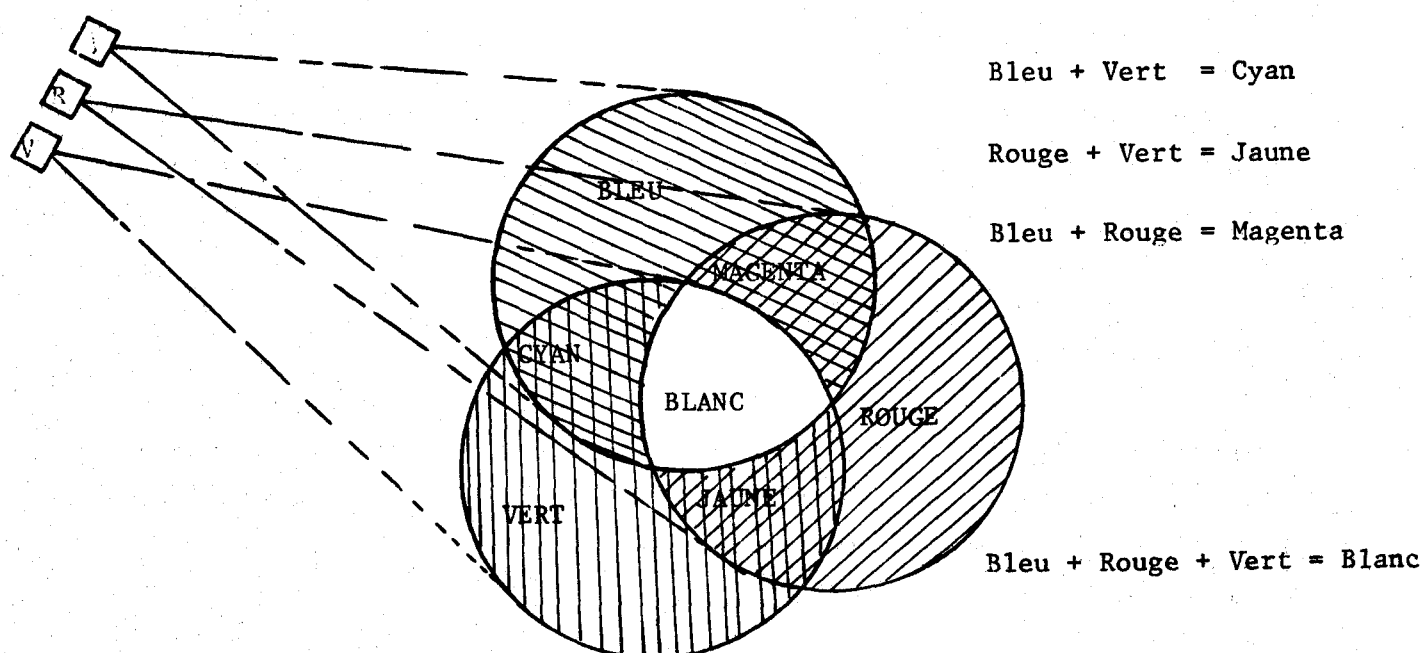


FIGURE .I.5 Principe du mélange additif

A noter qu'on peut arriver à la même sensation colorée, grâce justement à la propriété d'intégration de l'oeil, par juxtapositions des couleurs fondamentales.

1 - 2.4.2. Synthèse soustractive

Pour reconstituer l'ensemble des couleurs du spectre, on soustrait à la lumière blanche éclairante certaines radiations par des filtres ou des colorants absorbant ces radiations. Ainsi une encre ou un filtre de couleur jaune sont jaunes parcequ'ils absorbent ou soustraient le bleu de la lumière blanche.

Par soustraction on a :

Blanc - Bleu = Jaune	(Vert + Rouge)
Blanc - Vert = Magenta	(Bleu + Rouge)
Blanc - Rouge = Cyan	(Bleu + Vert)
Blanc - Rouge - Vert - Bleu = Noir	

Par soustraction d'une couleur simple à la lumière blanche on obtient une couleur composée dite complémentaire de la première. La superposition de trois filtres ou trois encres transparentes de couleurs jaune, magenta, cyan deux à deux permet de reconstituer les couleurs primaires additives.

Superposition de filtres
ou d'encres transparentes

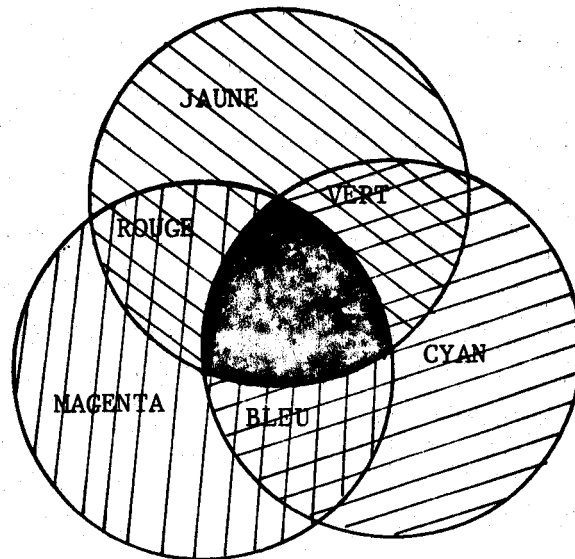


FIGURE I.6 Synthèse soustractive

1 - 3 Reproduction d'images

La reproduction des images en noir et blanc ou en couleur est rendue possible grâce aux propriétés et aux tolérances de l'oeil humain. Les procédés de reproductions sont nombreux et diversifiés : photographie, télévision, imprimerie..., pour ne citer que les plus importants, mais le processus reste généralement le même dans ses grandes lignes. Dans une première phase, l'image est décomposée, par analyse, en un ensemble de formes élémentaires. Dans une seconde phase, les informations recueillies pendant l'analyse sont utilisées pour reconstituer, d'une manière incomplète mais satisfaisante pour l'oeil, l'image. Généralement la définition des formes élémentaires dépend des moyens technologiques de reproduction.

Ainsi en photographie et en télévision, ces formes sont réduites à des points dont la finesse, quoique dépendante du format de reproduction, est très grande; l'utilisation d'une même définition pour l'imprimerie reste difficile à réaliser et en tout cas fort coûteux, mais le point subsiste et sa finesse est définie par la trame utilisée lors de la préparation des clichés.

1 - 3.1 Trichromie et quadrichromie

La reproduction des images colorées a longtemps été difficile à réaliser. Les premières figures reproduites en couleur étaient, la plus part du temps, peintes à la main. La découverte de la théorie de la colorimétrie trichromatique a ouvert une ère nouvelle dans la reproduction des couleurs et a permis de réduire considérablement le nombre de couleurs à utiliser. Le principe de la trichromie est simple mais pose des problèmes en raison des imperfections inhérentes aux encres. En effet, malgré les progrès spectaculaires réalisés dans le domaine de la préparation des pigments, les encres ne présentent jamais les caractéristiques fixées par la théorie trichrome. Ainsi la superposition des sélections trichrome n'arrive pas à reproduire la nuance noire profonde recherchée par les imprimeurs, ce qui les a conduit à imprimer en quadrichromie, en ajoutant aux couleurs jaunes, cyan, magenta, la couleur noire.

1 - 3.2 Polychromie et couleurs séparées

Dans certains cas, pour mieux encore reproduire certaines nuances on utilise l'hexachromie. La polychromie véritable consiste à reproduire une image en imprimant un grand nombre de couleurs, autant qu'il apparaît nécessaire pour restituer les diverses nuances contenues dans l'originale.

Dans l'impression sur supports textiles les couleurs sont généralement séparées et l'on définit pour chacune d'elles une forme d'impression. Le choix des couleurs, autrement dit leur sélection, est bien déterminé.

On peut évidemment obtenir des couleurs supplémentaires, par la méthode de la trichromie, en superposant certains éléments des figures, mais les résultats ne sont pas toujours concluants et les colorants ne s'y prêtent pas toujours. Cependant on utilise la trichromie et la quadrichromie pour l'impression par sublimation : l'image est d'abord reproduite sur du papier et un transfert est ensuite réalisé sur le tissu à imprimer.

I - 4 Impression sur textile

Malgré une certaine analogie, l'impression sur support textile se différencie de l'impression sur papier, en ce sens qu'elle vise un effet décoratif et non une simple reproduction de documents. Elle s'apparente par là à l'industrie du papier peint, mais elle se rattache d'avantage encore, par ses procédés de fixation des couleurs, à la teinture des textiles. On parle de teinture locale ; d'ailleurs les premiers procédés d'impression sont dérivés directement de la teinture.

1 - 4.1 Evolution des techniques d'impression

Le plus ancien mode d'impression nous vient probablement d'Indonésie, où depuis des millénaires on pratique le Batik. Ce procédé consiste à reproduire sur le tissu une figure à l'aide de la cire chauffée qui s'écoule d'un récipient en cuivre dont le bec, suivant qu'il est plus ou moins large, permet de reproduire des lignes fines ou des bandes larges. Le tissu ainsi traité est plongé dans un bain de teinture. Les endroits réservés par la cire restent blanc, tandis que les plages non recouvertes sont colorées, ou plus exactement teintées. En recommençant plusieurs fois les mêmes opérations, on obtient des images multicolores.

Un autre mode d'impression consiste à faire dans le tissu des noeuds à l'aide de ficelles ou de rubans trempés dans la cire, et à plonger le tissu dans un bain coloré, comme précédemment.

Il est intéressant de constater que le procédé au Batik, connu depuis des millénaires, est toujours en usage et jusque dans les pays occidentaux.

Jusqu'à la deuxième moitié du XVIIIe siècle, on continuait d'imprimer à la main. On se servait, outre du pinceau et de la plume, de blocs de bois dans lesquels le motif était gravé en relief et à l'aide desquels on faisait des empreintes sur le tissu. Ces planches en bois en formes permettaient, non seulement d'aller plus vite, mais donnaient également la possibilité de répéter le même motif plusieurs fois à la suite, ce qui constituait en quelque sorte le rapport de l'image.

L'impression à la planche dont les dimensions étaient limitées par son poids et qui était appliquée sur le textile rapport après rapport, et autant de fois que l'image comportait de couleurs, constituait un véritable goulot d'étranglement pour l'industrie des textiles imprimés très demandés sur le marché, surtout depuis le grand succès des indiennes, tissus imprimés de figures multicolores en provenance des Indes.

Avec l'invention de la machine à vapeur, apparaissaient les premiers rouleaux qui avaient l'avantage de travailler en continu; les premiers, gravés en reliefs et actionnés à la main, ont vite cédé la place à de véritables machines industrielles dont les rouleaux sont gravés en creux.

Depuis une cinquantaine d'années, l'impression à la planche a été remplacée par l'impression aux cadres plats qui donna naissance aux pochoirs rotatifs, procédés continus et plus performant que le précédent.

En définitive, l'impression sur textiles utilise trois méthodes principales.

- l'impression de réserves où on imprime sur un tissu généralement blanc une pâte contenant un produit empêchant le tissu de se teindre aux places imprimées lors de la teinture. En ajoutant des colorants à la pâte de réserves, ou en répétant l'opération plusieurs fois, on obtient des figures multicolores.

- L'impression rongée ou d'enlèvement où on imprime sur un tissu préalablement teint une pâte qui détruit, au vaporisage, la couleur de fond et laisse apparaître, après lavage, des figures plus ou moins blanches. Pour obtenir des figures colorées, on ajoute à la pâte formée par les produits rongeurs des colorants qui résistent au rongement. L'effet est alors double, la couleur de fond est détruite et à sa place est fixée simultanément une autre couleur.

Ce procédé s'appelle aussi enluminage.

- L'impression directe où les procédés impliquent généralement le rapprochement, assuré par pression, de deux systèmes dont l'un est le support textile et l'autre le colorant, leur but commun étant le transfert du second système qui est coloré sur le premier qui est blanc ou teint en clair. C'est cette méthode qu'utilisent la plus part des machines industrielles actuelles d'impression.

- Une autre méthode d'impression, inspirée directement de l'imprimerie, commence à être utilisée dans le textile. Nous reviendrons plus en détail sur ce procédé dans les pages qui suivent. Il s'agit du transfert direct d'images sur supports textiles, par projection de colorants.

I - 4.2 Les machines d'impression

Il existe plusieurs machines d'impression. Chacune des méthodes précédemment définies a donné naissance à différents procédés techniques. L'emploi d'une méthode ou d'une autre dépend généralement de la nature du tissu, mais aussi des qualités d'impression fixées et du type d'image à reproduire. De nos jours, la méthode d'impression la plus utilisée reste l'impression directe par la machine aux rouleaux et celle aux cadres plats ou rotatifs.

I - 4.2.1 Impression aux rouleaux

Un contact très court du textile avec le colorant est obtenu par pression entre deux rouleaux dont l'un, gravé en creux, fournit la couleur dont seuls les creux sont garnis.

Cette couleur est fournie au rouleau gravé par un cylindre en caoutchouc ou un cylindre à brosse ou encore par contact direct avec le réservoir. Une racle ne laisse subsister la pâte formée par le colorant que dans les parties creuses du rouleau (Fig. I.7).

Les rouleaux, généralement en cuivre, sont souvent finement chromés afin d'augmenter la rigidité superficielle.

Ce type de machine peut porter de 1 à 16 voire même 20 rouleaux pouvant correspondre à autant de couleurs.

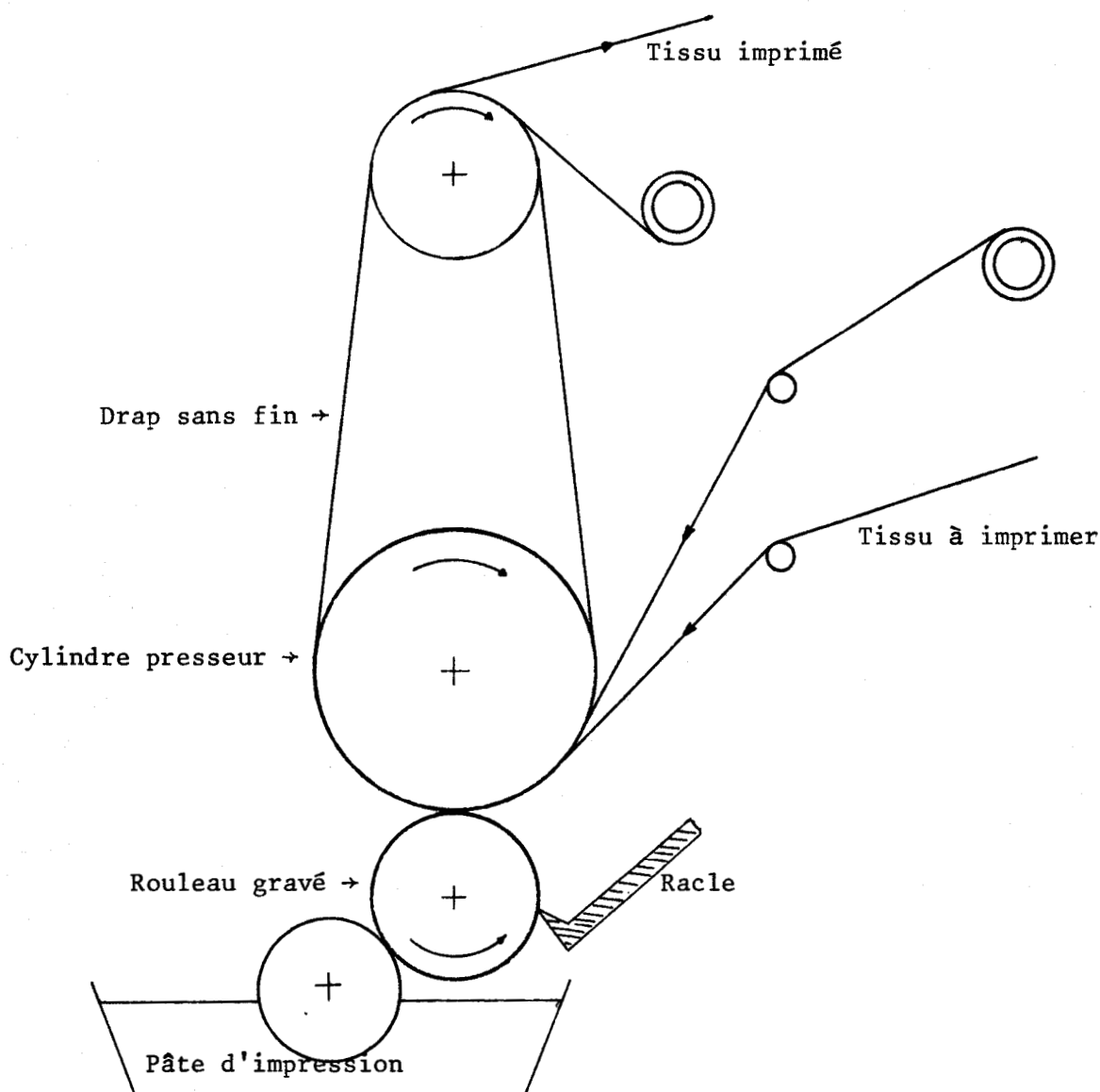


FIGURE I.7. Machine d'impression au rouleau

I - 4.2.2 Impression aux cadres

Originnaire du Japon où depuis des siècles on pratique l'impression aux pochoirs, ce procédé s'est implanté assez tardivement en Europe, principalement dans la région de Lyon d'où sa dénomination d'"impression à la lyonnaise". Sur un cadre en bois ou en métal est étendue une gaze de bronze, de soie, ou plus récemment de tissu synthétique tel le polyester ou le polyamide. Un procédé photochimique permet la fixation d'un vernis sur certaines parties de la gaze, les endroits non réservés laissant passer la pâte d'impression forment l'image. Dans les cadres plats, la pâte est versée sur la gaze et on la contraint à la traverser par une racle qui, généralement manoeuvrée mécaniquement, balaye toute la surface du cadre. Dans les cadres cylindriques, la pâte de colorant arrive par l'intérieur et par l'effet d'une racle en contact avec la paroi interne du pochoir cylindrique traverse le tamis. Contrairement à l'impression au rouleau gravé en creux qui n'est rentable que pour les très grands métrages, l'impression au cadre est utilisée pour les petits et moyens métrages.

I - 5 Les formes imprimantes

1 - 5.1 Images dans l'industrie textile

Dans le tissage, le tricotage, la tapisserie, la broderie on emploie, pour réaliser des figures colorées sur textile, des filés préalablement teints. Dans l'impression on part d'un support blanc ou uniformément teint sur lequel on exécute des figures par apport ou par enlèvement local de la couleur. Les moyens mécaniques qui permettent de transférer les figures sur le support textile jouent, dans la reproduction des images, un rôle essentiel. C'est grâce à eux qu'on peut réaliser des oeuvres multicolores.

I - 5.1.1 Nombre de couleurs à imprimer

Théoriquement le nombre de couleurs est illimité et ne dépend en somme que des installations dont on dispose. Ce sont d'ailleurs ces installations qui limitent aussi les dimensions de l'image reproduite. Le nombre de couleurs dépend de la quantité d'éléments d'impression mis en oeuvre pour réaliser une image ; car chaque rouleau, pochoir,... apporte une seule couleur, il y'en a donc autant que de couleurs, chacun étant gravé selon le motif correspondant. Par conséquent, les machines à imprimer doivent avoir une grande rigidité et une parfaite précision mécanique afin que les motifs qui doivent se raccorder soient mis exactement en place. Par ailleurs, chaque couleur doit demeurer strictement enfermée dans la forme qui la délimite.

Pratiquement le coût de l'impression croît avec le nombre de couleurs. Celui-ci est de 1 à 4 pour les tissus bon marché et peut aller jusqu'à 15, voire même 20 couleurs, pour les tissus de luxe et d'ameublement.

1 - 5.1.2 Type d'images

Les motifs réalisés sur les tissus et imaginés par les modélistes sont des oeuvres très variées et parfois d'une grande richesse. Ils peuvent aller de la reproduction d'un tableau de peinture représentant une scène réelle du monde physique à un simple ensemble de formes géométriques colorées. Bien que les imprimeurs parlent de dessins pour désigner les oeuvres imprimées, nous préférons employer le terme "image" qui, à notre sens, est beaucoup plus approprié.

I - 5.2 Préparation des formes

Habituellement les sélections sont dessinées séparément à la main avec l'aide de films appropriés. Cette préparation manuelle implique le calcul du rapport, le tracé des lignes de repérage, la séparation des plages colorées pour obtenir une forme par couleur.

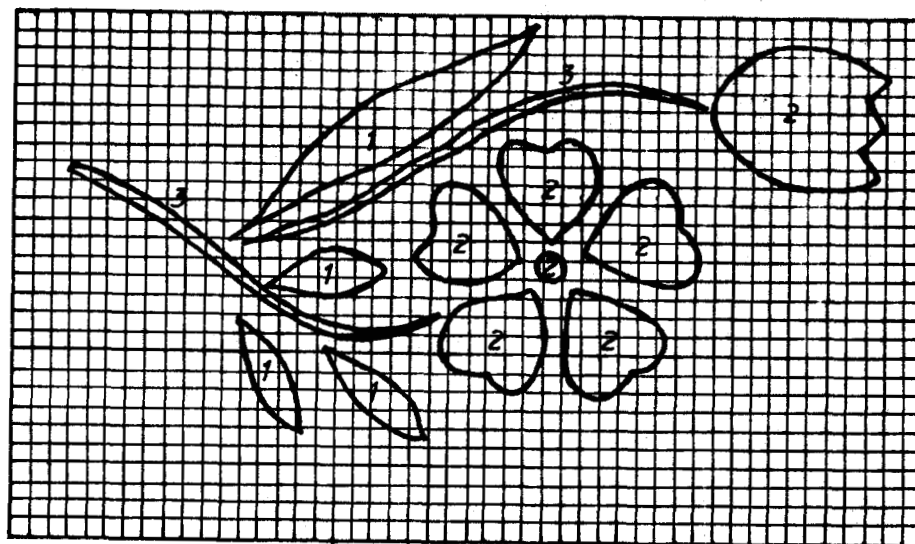


FIGURE I.8 Mise en carte.

Image à trois couleurs

Pour ce faire, l'imprimeur emploie du papier quadrillé, ce qui facilite la reproduction au rapport de l'image. C'est ce qu'on appelle généralement la mise en carte.

Quant au transfert des sélections sur les formes, il peut s'effectuer de différentes manières. Dans la majorité des cas, les rouleaux et les pochoirs sont recouverts d'une couche photosensible. Insolée à l'aide du film, les plages non exposées sont éliminées au lavage. D'autres procédés existent pour la préparation des formes. La photogravure qui offre la possibilité d'obtenir des demi-tons, par tramage des clichés, reste la plus utilisée.

La préparation manuelle est lente et sujete à des erreurs. Actuellement des appareils photomécaniques permettent d'obtenir automatiquement des rapports d'une précision parfaite.

En effet, lorsque l'image est disponible sous forme d'esquisse, presque la totalité du travail artistique a été accomplie. En conséquence, il est nécessaire de développer des méthodes dans lesquelles la production des clichés et des formes imprimantes peut être obtenue automatiquement. Ce qui permet d'éviter les erreurs et les pertes de matériel coûteux et de raccourcir considérablement le temps de production.

Aujourd'hui, des systèmes de préparation d'images, utilisant le scanner, sont proposés aux imprimeurs. Citons celui de la firme allemande, HELL, spécialement développé pour l'industrie du papier peint et l'industrie des textiles imprimés.

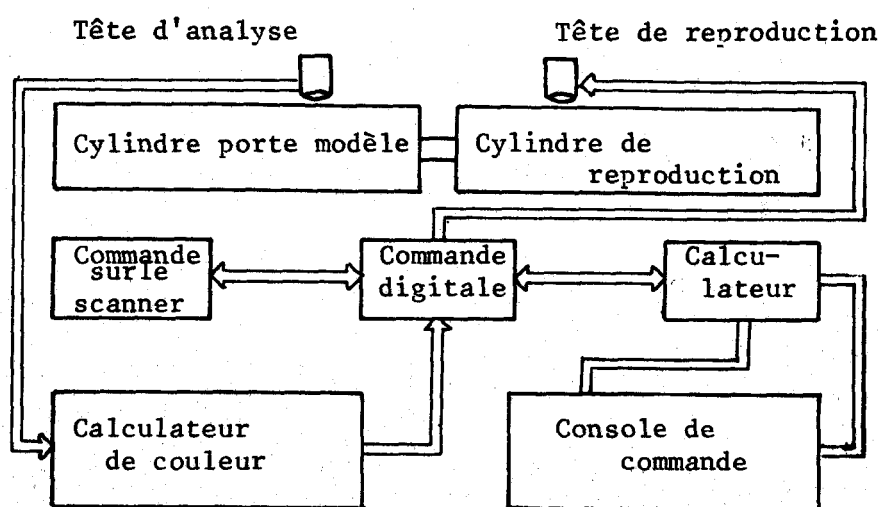


FIGURE I.9 Représentation schématique du système

Le système comporte principalement un scanner combiné d'analyse et d'insolation de films et un calculateur de couleurs grâce auquel il est possible d'apporter différentes corrections aux signaux de couleurs.

Il permet de détecter et d'enregistrer jusqu'à 15 couleurs, séparées pour l'impression en a-plat, ou spéciales ou dégradés et offre la possibilité de préparation d'images pour l'impression en trichromie ou en quadrichromie. La saisie des données s'effectue par analyse opto-électronique du modèle, ligne par ligne. Les données peuvent servir directement à l'insolation de films suivant des rapports choisis dans une gamme bien déterminée, ou sont mémorisées pour la suite des traitements.

Cette station autonome d'analyse et de reproduction peut-être intégrée dans un système très sophistiqué dénommé T.D.P (Textile Data processing). Il permet différents traitements et manipulations d'images. Il comporte aussi une station d'insolation de cylindres pour les cadres rotatifs, et les rouleaux.

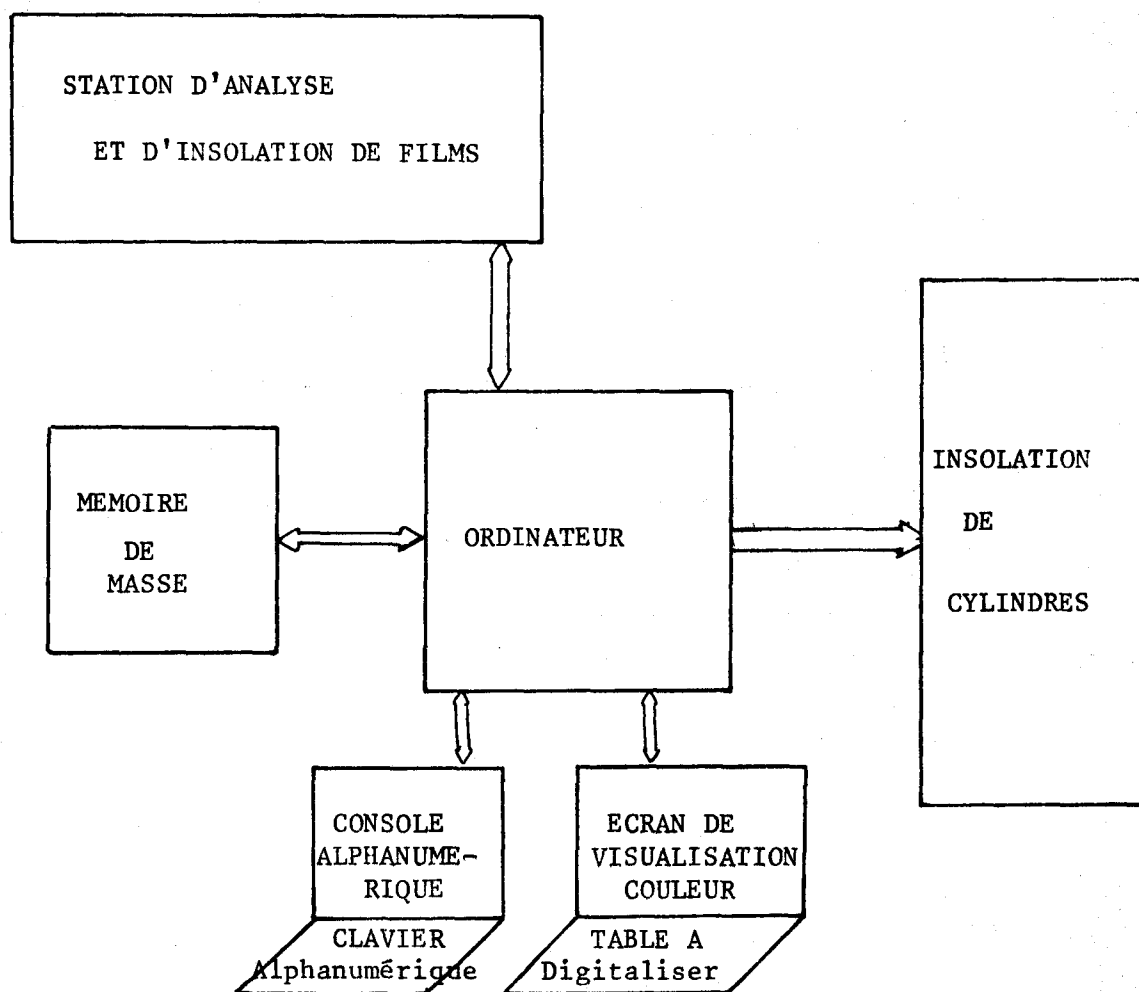


FIGURE I.10 Configuration de base du système T.D.P

I - 6 Impression par projection de colorants

Ce procédé a son origine dans les essais effectués en vue de remplacer les traceurs des appareils graphiques par des traceurs à jets d'encre. Intervenu d'abord dans le secteur extra-textile sous la dénomination de système "INK JET", il a inspiré beaucoup de laboratoires et donné naissance à un nombre considérable de brevets.

Les systèmes se différencient principalement par leur procédé de commande de l'application des encres (modulation d'ondes de choc, champs haute tension, méthodes électrostaques pour encres conductrices.... etc) application pouvant se faire sous forme de :

- jets de couleur
- de gouttelettes de couleur
- de vapeurs de couleur

Le développement de l'enregistrement au scanner, et des systèmes à capillaires et à gicleurs de commande simple et rapide ont largement contribué à son évolution et à son application dans l'industrie de l'ennoblissement des textiles, quoiqu'encore limitée. La qualité de couleurs appliquée est beaucoup plus importante que dans l'impression sur papier et la largeur de travail est plus grande. Cependant des machines d'impression par projection de colorants sont utilisées pour l'impression des tapis, où l'absence de contact favorise une bonne pénétration du jet de couleur. De plus ce mode d'impression facilite grandement la fixation des colorants et supprime le lavage.

Les machines développées, basées, pour la plus part sur la méthode du scanner, comporte un nombre considérable de gicleurs. Le "Millitron" proposée pour l'impression de tapis par "Deering Miliken", comporte 13440 buses réparties sur 8 barres à buses, soit environ 5 injecteurs par centimètre. Pour réduire le nombre de buses, d'autres constructeurs ont imaginé la conception de têtes d'impression très rapides.

Malgré les progrès réalisés dans le domaine de projection de colorants, la finesse de reproduction reste encore assez faible, comparée à celle obtenue par les machines aux rouleaux, et les machines aux cadres. Mais ce procédé d'impression constitue une véritable innovation et offre des avantages certains :

- pas de préparation de formes, donc suppression des produits chimiques utilisés pour la gravure.

- pas de manipulation, ni de réparation ou de remplacement de pochoirs ou de rouleaux.

- changement plus rapide d'image, minimum de perte puisque l'impression est presque instantanée.

- meilleure gestion avec possibilité d'impression à la demande.

En contre-partie il y'a lieu de considérer l'énorme investissement que nécessite une telle installation, l'utilisation massive de l'électronique dans les systèmes d'impression par projection de colorants en augmentant certainement le prix. Les systèmes proposés sont très sophistiqués. Bati autour d'un ordinateur un tel système comporte, en plus de l'imprimante, tous les éléments d'acquisition, de traitements et de manipulations d'images, allant du scanner au système de visualisation en couleur de grande définition.

I - 7 Critères d'appréciation de l'impression

Les critères d'appréciations sont variables selon les articles et l'usage pour lequel ils sont destinés. Pour suivre la mode, la plus part du temps le support ne joue qu'un rôle accessoire, l'important étant l'image, la vivacité des couleurs, l'harmonie des nuances. Parfois même les solidités des couleurs sont négligées.

Les critères concernent plutôt la couleur, et son application plus que l'image. Dans l'impression, il s'agit ordinairement de réaliser des oeuvres avec des figures nettes aux contrastes tranchants.

C'est un problème technique difficile à résoudre. Les premières difficultés résident dans le caractère du tissu, dans la capillarité des fibres et dans les propriétés spécifiques des colorants.

La netteté, c'est à dire le non étalement de la couleur, en dehors de la forme qui la contient, est obtenue en utilisant des pâtes de colorants qui ne migrent pas. Cette qualité semble en contradiction avec l'unisson qui, caractérisant l'uniformité de la profondeur du ton, s'obtient par l'utilisation de pâtes plus fluides, donc qui s'étalent bien. Le compromis à réaliser entre ces deux critères est d'autant plus nécessaire que la finesse est liée d'une part à la netteté par la précision requise dans l'impression d'un trait et d'un point et d'autre part à l'unisson pour la continuité homogène du trait.

A ces critères, il faut ajouter le "traversement", c'est à dire la pénétration de la pâte dans le tissu, qui est soit souhaité lorsque l'on désire, par exemple, que les deux faces présentent un aspect semblable, soit à éviter comme pour les tissus à double face. Suivant les cas, il est qualité ou défaut.

Le contraste est un effet de pénétration qui est mesuré par le rapport entre les concentrations apparentes des faces envers et endroit. Les imprimeurs tiennent compte aussi du rendement coloristique qui exprime la quantité de colorant en surface par rapport à la quantité totale de couleur utilisée et du transfert qui est mesuré par le rapport entre la quantité de pâte déposée sur le tissu et celle engagée dans les gravures.

Pour la projection de colorants, les qualités d'impression vont dépendre de la commande des gicleurs, de la qualité ou finesse du jet, et du balayage de l'image, c'est à dire de la précision des mouvements.

I - 8 Conclusion

L'impression traditionnelle aux rouleaux et aux pochoirs consomme beaucoup de matériel : films, produits chimiques et photochimiques, cylindres.... et exige de longs délais de préparation d'image. Toute erreur conduit à recommencer toutes les opérations de production de formes. A cela il faut ajouter les problèmes de manipulations des éléments, cylindres et pochoirs, de leur réparation et surtout de leur stockage. Mais la grande expérience acquise par les imprimeurs dans l'utilisation des machines aux rouleaux et cadres constitue un grand avantage par rapport aux systèmes d'impression par projection de colorants. Ces derniers, complètement automatisée nécessitent d'importants investissements, pas toujours justifiés pour les imprimeurs. Leur utilisation reste limitée aux grandes entreprises d'impression de tapis. La conception de systèmes plus petits, à moindres coûts donnera à l'impression par jet une meilleure place dans l'industrie de l'ennoblissement des textiles.

CHAPITRE II : LE PROTOTYPE DE MACHINE ET LA STRUCTURE DES DONNES D'IMPRESSION

II - 1	INTRODUCTION.....	II-1
II - 2	CONFIGURATION.....	II-2
	II-2.1 Le système de traitement.....	II-3
	II-2.2 L'imprimante.....	II-3
II - 3	IMPRESSION.....	II-4
	II-3.1 Application de la couleur.....	II-4
	II-3.2 Formation d'un point.....	II-5
	II-3.3 Mode d'impression.....	II-9
	II-3.3.1 Impression par groupes de points.....	II-9
	II-3.3.2 Impression par ligne...	II-12
II - 4	IMAGE VUE DE LA MACHINE.....	II-13
	II-4.1 Caractéristiques de l'imprimante	II-13
	II-4.1.1 Disposition des rampes..	II-14
	II-4.1.2 Espace de balayage.....	II-15
	II-4.2 Caractéristiques de commande...	II-16
	II-4.2.1 Données d'impression....	II-16
	II-4.2.2 Eléments de sortie.....	II-16
	II-4.2.3 Composition d'un groupe.	II-17
	II-4.2.4 Définition des groupes..	II-18
	II-4.3 Structure des données.....	II-21
	II-4.3.1 Représentation.....	II-21
	II-4.3.1.1 Accès à un élément.	II-21
	II-4.3.1.2 Accès à un groupe..	II-22
	II-4.3.1.3 Accès à une classe.	II-22
	II-4.3.2 Relation entre image et liste de commande.....	II-24
II - 5	CONCLUSION.....	II-25

II - LE PROTOTYPE DE MACHINE ET LA STRUCTURE DES DONNEES D'IMPRESSION

II - 1 Introduction

Apparue d'abord dans le secteur extra-textile l'impression par projection de colorants s'attaque au secteur de l'ennoblissement des matières textiles.

L'influence qu'exerce l'informatique et l'électronique sur les arts graphiques conduit généralement à des systèmes très sophistiqués et, par conséquent d'un investissement très important. Les machines d'impression automatique par projection sont actuellement très coûteuses.

Placé dans le cadre d'un contrat de pré-développement, notre recherche concerne l'étude et la réalisation d'un prototype de machine basé sur un microcalculateur.

Ce chapitre se propose d'étudier la partie mécanique du système, l'imprimante, et de déterminer une structuration des données d'impression en fonction de la conduite de l'imprimante.

II - 2 Configuration

Le prototype de machine d'impression doit assurer les différentes tâches nécessaires à la reproduction automatique d'images sur support textiles. Il est subdivisé, comme n'importe quel système informatique suivant l'entrée, le traitement et la sortie des données. Au milieu du système se trouve un calculateur relié à tous les éléments du système.

L'entrée des données est effectuée à partir d'une image disponible sous forme de maquette ou d'esquisse. Le système de traitement assisté par le calculateur simplifie et accélère le déroulement du travail de préparations des données d'impression. La sortie des données signifie reproduction de l'image sur un support textile, c'est à dire commande de l'imprimante. A partir de l'information image acquise par le calculateur sont élaborées les différentes commandes nécessaires à la conduite de l'imprimante.

La figure II.1 donne, d'une manière schématique, la configuration de base du système avec le sens du transfert des données.

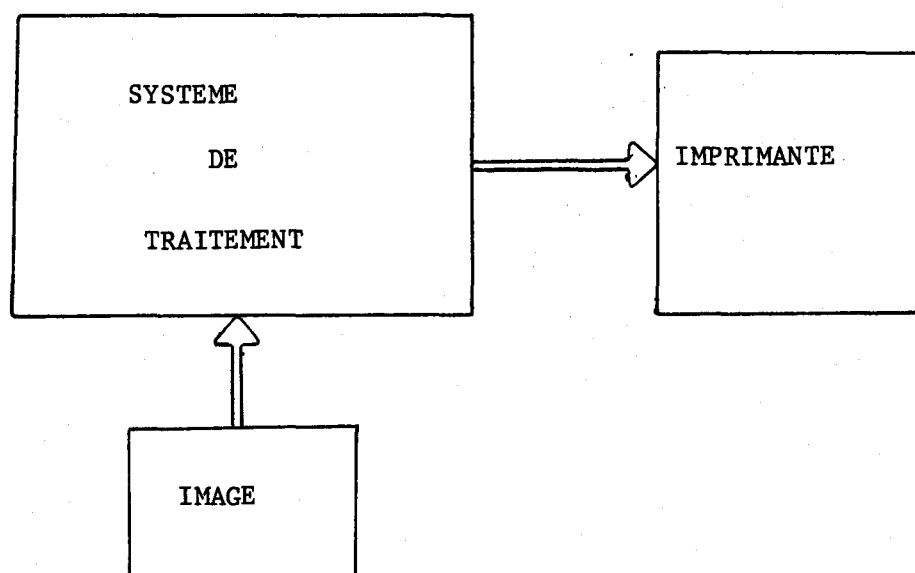


FIGURE II.1 Configuration de base

II - 2.1 Le système de traitement

Bâti autour d'un microcalateur, il comporte les organes d'entrées et de sorties et les périphériques nécessaires au dialogue avec l'opérateur, et à la mémorisation des images. Ce système est chargé de l'acquisition, du traitement, de la gestion des images et de la commande de l'imprimante. Le système de traitement est décrit, plus en détail, au chapitre IV.

II - 2.2 L'imprimante

L'imprimante est composée d'un tapis roulant chargé du maintien et de l'avance du support à imprimer et d'un système de rampes portant les buses ou injecteurs, dont la commande consiste à autoriser ou non l'application de la couleur. A chaque rampe correspond une couleur.

La finesse de reproduction d'un trait ou d'un point dépend, en plus de l'élément d'application, l'injecteur, de la texture du support à imprimer. Plus le support textile est fin et serré plus les finesses sont faciles à exécuter. Ainsi, pour les effets tricotés, la maille, en plus de la fibre, conditionne la qualité d'impression. Destinée à l'ennoblissement de panneaux tricotés, il nous a semblé inutile d'exiger une grande finesse de reproduction. Aussi avons-nous jugé suffisantes, du moins pour un premier temps, des reproductions d'images avec 4 points au cm². L'imprimante peut reproduire des images de dimensions pouvant aller jusqu'à 60 x 60 cm, soit 120 x 120 points, et dont le nombre de couleurs est au maximum égal à 4.

Dans l'étude de l'imprimante, nous avons prévu des extensions aussi bien des dimensions que du nombre de couleur. Dans ce qui suit, nous désignons les dimensions et le nombre de couleurs par des variables.

II - 3 Impression

II - 3.1 Application de la couleur

Dans le transfert direct d'image sur support textile, autrement dit l'impression par projection de colorants, l'application de la couleur peut s'effectuer de différentes manières. Du choix d'un principe d'application dépend le système de commande de l'injecteur.

L'application de la couleur sous forme de vapeurs ou d'aérosols nécessite généralement des systèmes de commande très complexes. Quoique ce principe permet, en plus de la modulation temporelle, de commander la quantité de couleur déposée, on lui préfère l'application sous forme liquide par jets ou par gouttelettes, d'avantage les jets que les gouttelettes.

Le jet de colorant peut être délivré de manière continue par un gicleur. La commande consiste alors à intercaler une plaque entre le jet et le support ou à dévier le jet sur un collecteur, par un système à air comprimé.

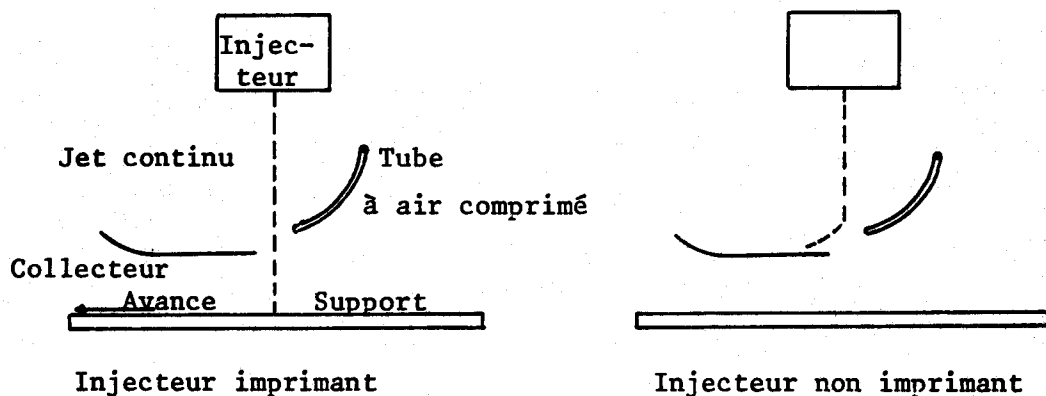


FIGURE II.2 Projection de colorants

Système à jets continus

La couleur en excès doit être collectée et recyclée dans les réservoirs. Dans les machines utilisant le système de déviation par air comprimé, le support est incliné par rapport à l'horizontal et le jet perpendiculaire au support, fait un même angle par rapport à la verticale.

Une autre possibilité consiste à ne délivrer le jet, par la commande d'un obturateur, que pour le processus d'impression. Les jets, continus ou discontinus, peuvent reproduire un point ou une ligne continue. La formation du point dépend de la vitesse d'ouverture et de fermeture d'un obturateur ou de déviation et de celle de balayage du support.

Au coût de réalisation de ce type d'injecteur s'ajoute la complexité de commande. L'important investissement que nécessite une imprimante utilisant ce principe d'application de couleur, par jet continu ou discontinu, n'est pas justifié pour la conception du prototype d'imprimante. Aussi fallait-il trouver un autre mode d'application, moins coûteux et permettant une commande plus simple, à la mesure des capacités des moyens de calcul du prototype de machine. L'application de couleur s'effectue par impact. Un contact très court entre un injecteur et le support permet la formation d'un point.

II - 3.2 Formation d'un point

La figure II.3 représente un schéma simplifié de l'imprimante.

Un injecteur porté par une rampe est animé d'un mouvement périodique dans le plan perpendiculaire au support. Son entraînement est réalisé à l'aide d'un système mécanique dit "4 barres" que montre la figure II.4 où le point E représente un injecteur.

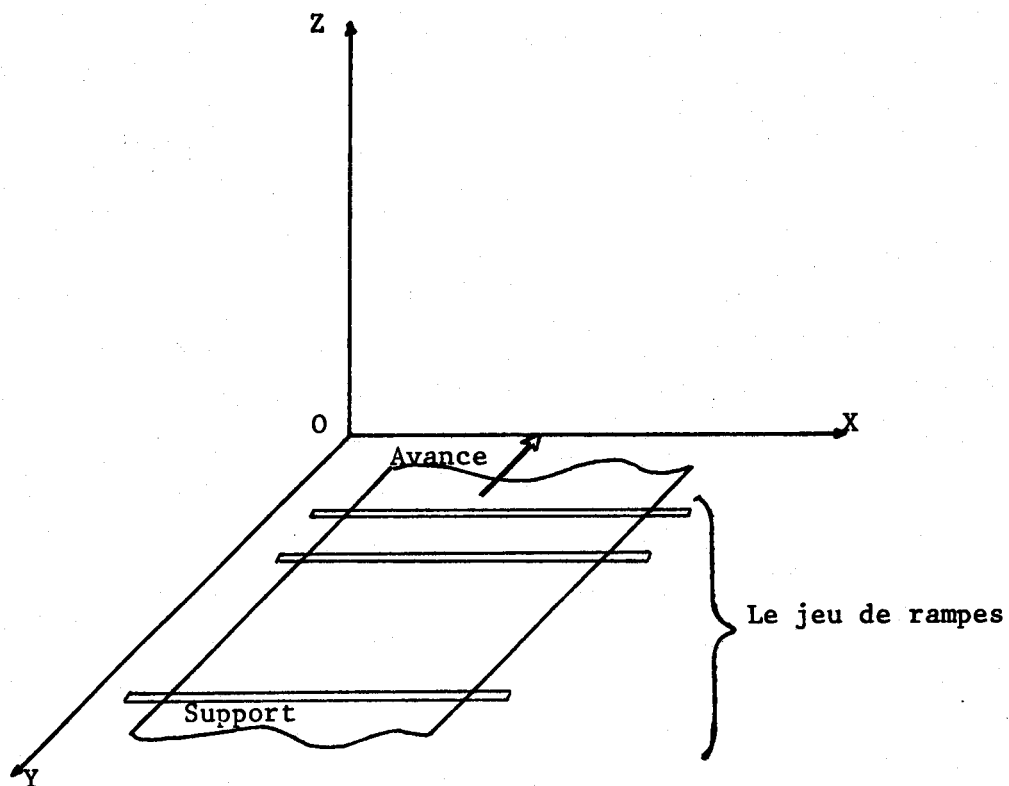


FIGURE II.3 Représentation schématique de l'imprimante

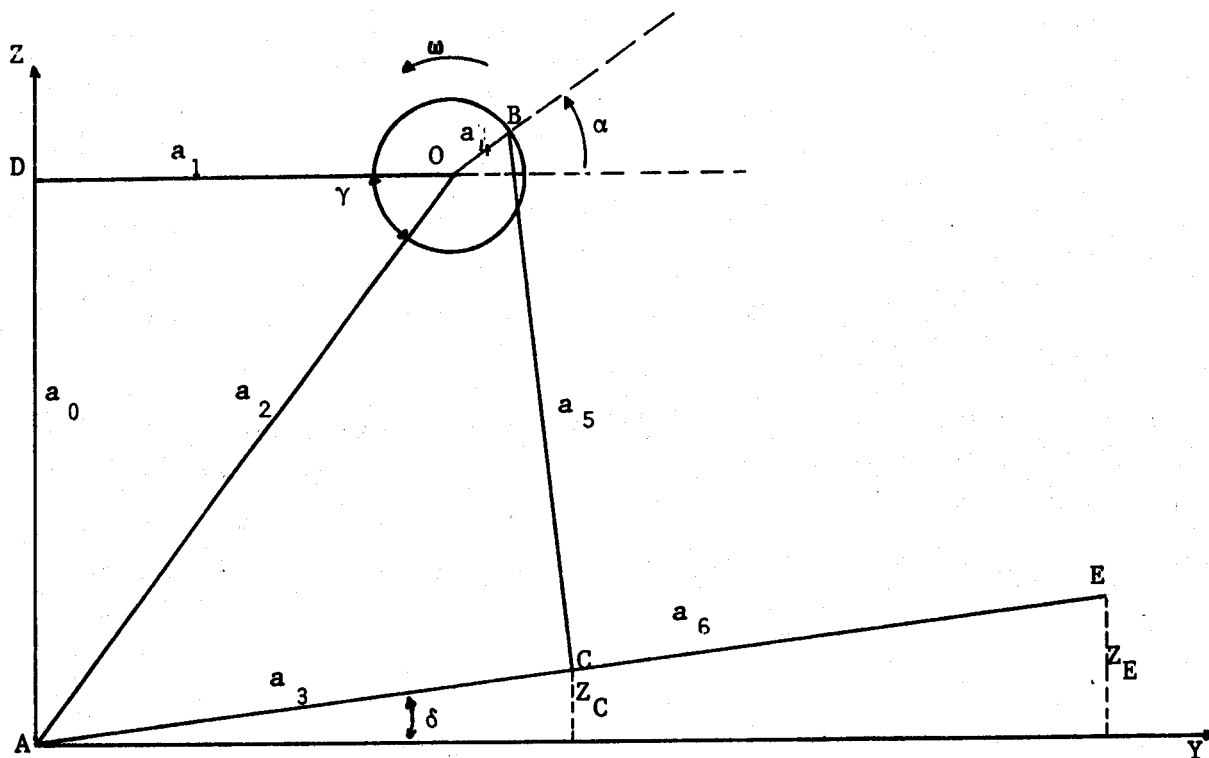


FIGURE II.4 Système d'entraînement

Il est à noter que l'ensemble des injecteurs, donc des rampes, est animé du même mouvement. Le calcul effectué pour le point E reste valable pour tous les injecteurs.

Les barres étant rigides, la rotation de OB d'un angle α entraîne, à l'aide de BC, celle de AE d'un angle δ

Entraîné à vitesse constante le point B de coordonnées :

$$Y_B = a_1 + a_4 \cos \alpha$$

$$Z_B = a_0 + a_4 \sin \alpha$$

décrit le cercle de centre O de rayon a_4 et dont l'équation, dans le repère orthonormé (Ay, Az), est donnée par la relation suivante :

$$(Z_B - a_0)^2 + (Y_B - a_1)^2 = a_4^2 \quad (1)$$

Tandis que le point C est animé d'un mouvement périodique sur l'arc de cercle de centre A et de rayon a_3 . L'équation du cercle dans le même repère est :

$$Z_C^2 + Y_C^2 = a_3^2 \quad (2)$$

A tout instant du mouvement la distance BC reste constante et égale à a_5 , d'où la relation :

$$(Z_C - Z_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2 = a_5^2 \quad (3)$$

A partir des relations (1), (2), et (3) nous avons déterminé les variations de Z_C en fonction de α , puis calculé Z_E par la relation :

$$Z_E = (a_6/a_3) Z_C$$

où :

$$Z_C = \frac{Z_B (A + a_2 a_4 \cos(\alpha - \gamma)) - Y_B ((a_3 a_5)^2 - (A - a_3^2 + a_2 a_4 \cos(\alpha - \gamma))^2)^{1/2}}{Z_B^2 + Y_B^2}$$

avec

$$Z_B = a_0 + a_4 \sin \alpha$$

$$\alpha = \omega t$$

$$Y_B = a_1 + a_4 \cos \alpha$$

$$\gamma = \arctg \frac{a_0}{a_1}$$

$$A = \frac{a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 - a_5^2}{2}$$

l'équation du mouvement d'un injecteur a permis de calculer avec précision les paramètres de ce mouvement.

Si la période T ne dépend pratiquement que de la vitesse de rotation de la barre OB , c'est à dire ω , l'amplitude varie en fonction des différents paramètres a_0 , a_1 , a_3 , a_4 , a_5 et a_6 .

Ainsi par simple action sur ces valeurs, il est possible d'ajuster l'amplitude du mouvement en fonction de la position et de l'épaisseur du support à imprimer et par là, la pression et le temps de contact pendant la formation d'un point.

La figure II.5 de la page suivante représente le tracé de la courbe représentative du mouvement d'un injecteur en fonction de l'angle α et pour des valeurs données des paramètres a_0 , a_1 , a_3 , a_4 , a_5 et a_6 . La position du support peut être représenté par une droite parallèle à l'axe α .

La commande d'un injecteur consiste à l'empêcher, à l'aide d'un verrou mécanique actionné par un électro-aimant, avant d'atteindre le support d'imprimer, son mouvement étant alors amorti.

Pour éviter d'exercer des forces importantes sur un injecteur, et par conséquent une usure considérable du matériel, la commande ne peut se faire qu'autour du maximum positif de la courbe, c'est à dire pour des vitesses relativement faibles. De ce fait, le temps alloué à la commande est inférieur à une demi-période. Sur la figure II.5 α_c représente un angle de commande possible.

Le calcul effectif de α_1 et α_2 sera effectué, une fois les forces limites définies.

II - 3.3 Mode d'impression

L'impression d'une image dépend du nombre d'injecteur mis en oeuvre en une période.

Le nombre maximal de points par ligne que peut reproduire l'imprimante est désigné par N_3 et le nombre d'injecteur par rampe par I_3 . Pour une utilisation optimale des injecteurs, I_3 doit être un diviseur de N_3 , on a alors :

$$\frac{N_3}{I_3} = E_3$$

la conduite de l'imprimante va dépendre, en définitive, de E_3 , nombre de points associés à un injecteur. Deux cas peuvent se présenter :

- $E_3 = 1$, alors à chaque point correspond un injecteur
- $E_3 > 1$, un balayage de ligne devient nécessaire, l'impression s'effectuant par groupe de points.

II - 3.3.1 Impression par groupe de points

Pour éviter des déplacements à grande amplitude, les I_3 injecteurs sont uniformément répartis sur une rampe. Nous désignons par V_x la vitesse de balayage de ligne. L'avance du tissu, à vitesse constante V_y , provoque une déformation du sujet imprimé par diagonalisation de parties de ligne.

$Z(\text{mm})$

Tracé de $Z_E(\alpha)$ pour

- $a_0 = 45$
- $a_1 = 26$
- $a_3 = 50$
- $a_4 = 1,75$ en mm
- $a_5 = 50$
- $a_6 = 150$

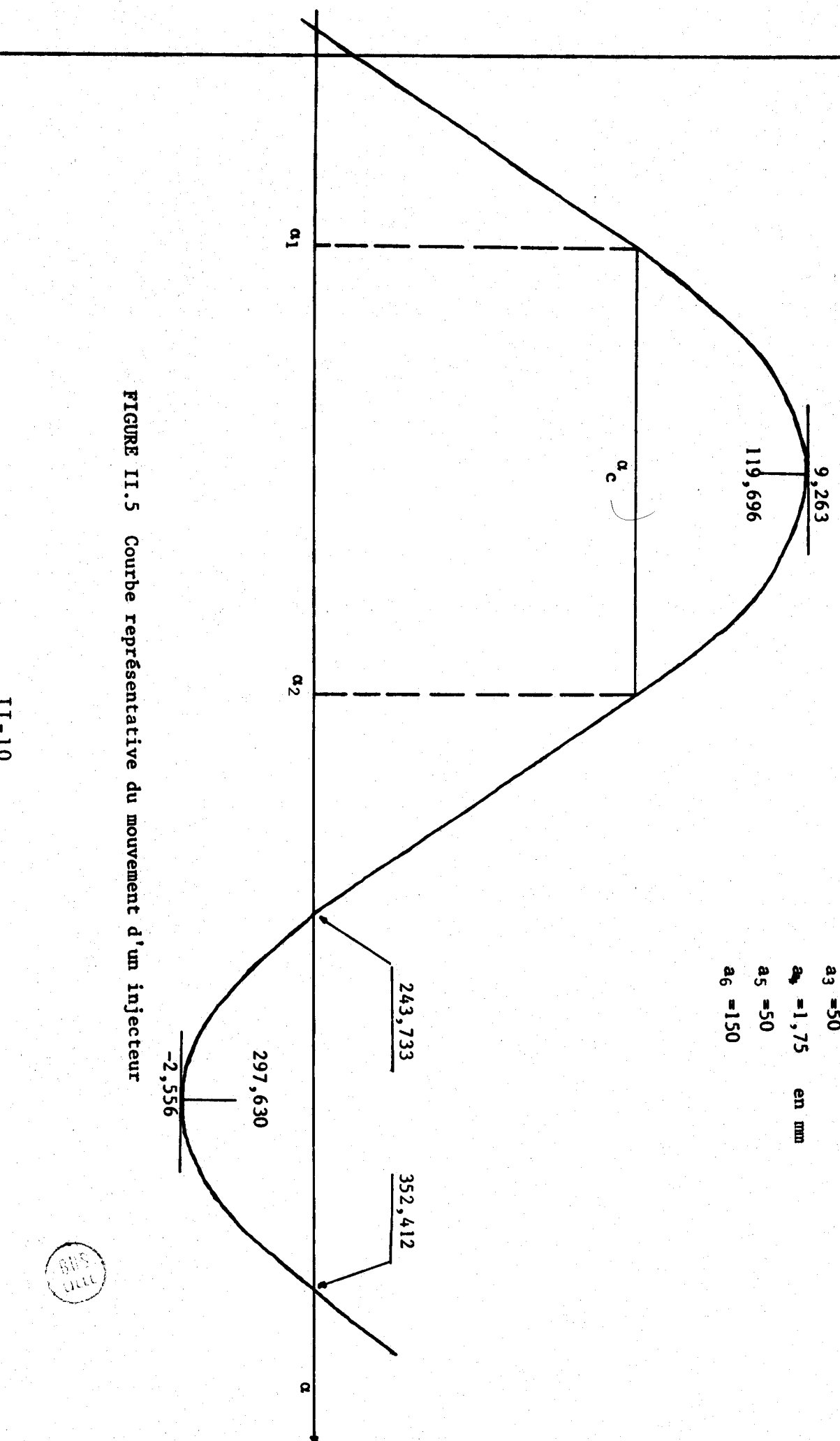


FIGURE II.5 Courbe représentative du mouvement d'un injecteur



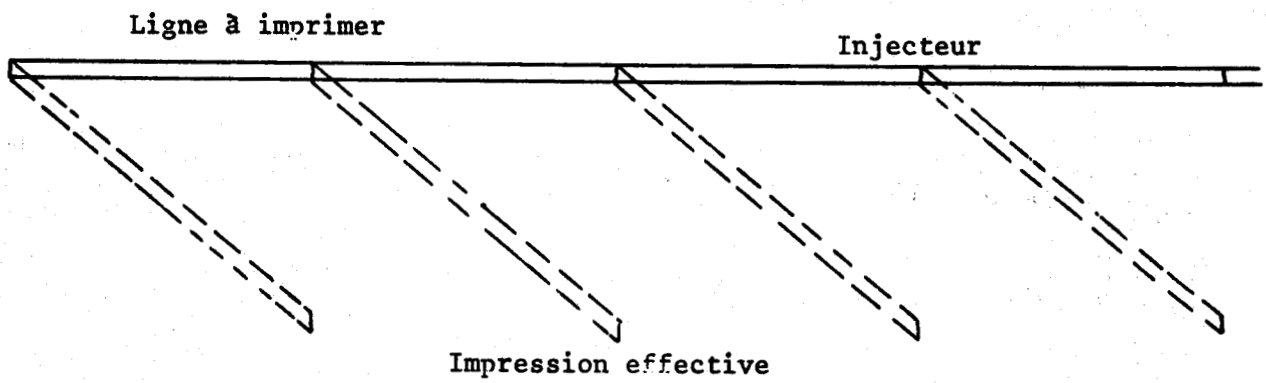


FIGURE II.6 Impression par groupe de points

L'angle de déformation, désigné par β , est proportionnel au rapport entre les deux vitesses.

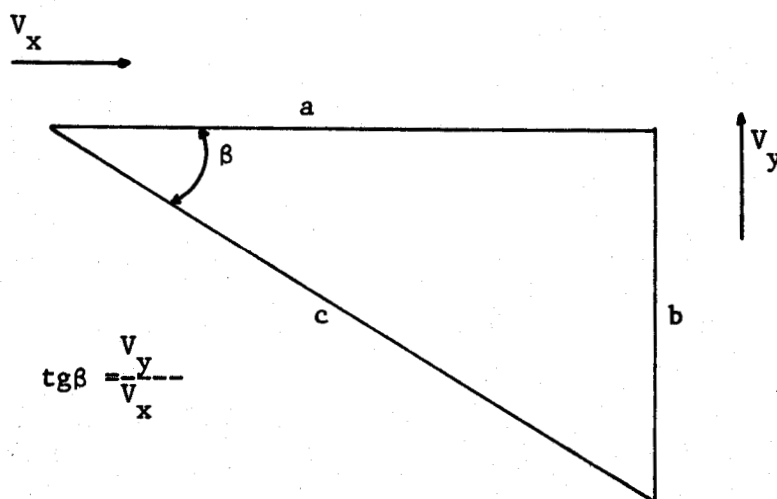


FIGURE II.7 Effet de diagonalisation de ligne



a : représente la partie de ligne à imprimer par le même injecteur
 c : représente la partie effectivement imprimée par l'injecteur
 b : représente l'avance du tissu.

Pour atténuer la déformation, il suffit de rendre V_x très grand devant V_y .

Cependant V_x et V_y sont étroitement dépendantes.

L'amplitude de déplacement d'un injecteur est équivalente à $(E3-1) P$, P étant le pas.

Un injecteur doit imprimer $E3$ points et revenir à la ligne suivante, au début du prochain groupe. En appelant V_{xr} la vitesse de retour, on a pendant l'impression $V_x E3T = (E3-1)P$
 et pendant le retour $V_{xr} \Delta t = (E3-1)P$

Pendant ce temps, le tissu ne doit avoir avancé que d'un pas, d'où

$$V_y (E3T + \Delta t) = P$$

Dans le meilleur des cas, le temps de retour peut être pris sur une période, donc le temps minimum nécessaire à l'impression d'un groupe de $E3$ points est alors $E3T$.
 d'où

$$V_y E3T = P$$

et

$$V_x = (E3-1) V_y$$

L'angle de diagonalisation dépend, en fait, du nombre de points associés à chaque injecteur. Pour éliminer toute déformation de l'image, il faut procéder à une impression par ligne, c'est à dire faire $E3 = 1$.

II - 3.3.2 Impression par ligne

Chaque rampe porte $N3$ injecteurs. L'ensemble des points de même couleur d'une ligne sont imprimés simultanément. La fréquence d'impression est portée à son maximum de $R3N3$ points par période.

Le nombre d'injecteurs à commander étant plus élevé, le temps nécessaire à leur commande se trouve allongé, par conséquent la période aussi. En fait ceci n'affecte pas de manière sensible la période comme nous le verrons plus loin.

Remarque . Dans l'impression par groupe de points, l'impression d'une ligne s'effectue en E3 périodes. Seuls I3 injecteurs par rampe peuvent imprimer pendant une période, et ce quelque soit le nombre d'injecteur que porte la rampe. Tandis que dans l'impression par ligne, l'ensemble des N3 injecteurs peuvent être mis en oeuvre pendant une période, la commande de ces injecteurs pouvant s'effectuer groupe après groupe.

II - 4 Image vue de la machine

L'impression d'une image s'effectue par balayage, ligne après ligne, du support à imprimer, à la vitesse d'une ligne par période. A chaque période, deux états, mutuellement exclusifs, permettent de caractériser chaque injecteur. Nous supposons que chaque état, injecteur imprimant ou non imprimant, correspond à une commande du microcalculateur. Chaque mot machine détermine alors l'état de 8 injecteurs et la commande de l'imprimante consiste en une succession de sorties de mots de 8 bits élaborés à partir de l'information image. L'image, vue de l'imprimante, se présente comme une suite finie de mots machine. On peut définir un ensemble fini totalement ordonné de places, dans lequel chaque place est occupée par un octet.

Cette structure de l'ensemble des mots de commande nécessaires à la reproduction d'une image sous forme d'une liste, c'est à dire d'ordre des places et celui des états dans une place, va dépendre des caractéristiques de l'imprimante et de celles de commande.

II - 4.1 Caractéristiques de l'imprimante

Ces caractéristiques sont inhérentes à la disposition des rampes sur le support à imprimer et au balayage de ce dernier.

II - 4.1.1. Disposition des rampes

L'image à reproduire se présente, par sa mise en carte, sous forme d'un tableau de $M \times N$ points, chaque point ayant une couleur $C(I, J)$ bien définie. Les lignes de l'image sont numérotées de haut en bas, et les colonnes de gauche à droite, comme le montre la figure II.8

	1	2	3				J								N-1	N
1																
2																
3																
I																
M-1																
M																M
																N

FIGURE II.8 Numérotation des lignes et des colonnes

Les rampes sont disposées à $D3$ lignes l'une de l'autre, et numérotées dans l'ordre de leur apparition à l'impression. Lorsque la première rampe se trouve à la ligne I , la seconde est à la ligne $I - D3$ et ainsi de suite. D'une manière générale, la position de la rampe R est donnée par la ligne $I = Y - (R-1)D3$, R variant de 1 à $R3$ et $R3$ étant le nombre de rampes.



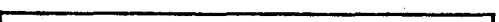
Numéro de rampe		Position de la rampe
R3		Ligne $I=Y-(R3-1)D3$
R3-1		Ligne $I=Y-(R3-2)D3$
1		Ligne $I=Y$

FIGURE II.9 Disposition des rampes

Y est un numéro de ligne donnant la position de la première rampe. Nous verrons les limites de ces variations aux paragraphes suivants.

Le numéro d'une rampe indique aussi sa couleur.

Les N3 injecteurs que porte chaque rampe sont numérotés de gauche à droite, comme les points d'une ligne.

II - 4.1.2 Espace de balayage

L'avance du tissu permet à chaque rampe de balayer l'espace à imprimer. Pour reproduire une image de M lignes de N points chacune, chaque rampe doit balayer une surface équivalente à $M+(R3-1)D3$ lignes. Il faut donc au moins $M+(R3-1)D3$ périodes T pour imprimer M lignes, chaque rampe n'imprimant que pendant M périodes successives.

La position de chaque rampe R étant donnée par le numéro de ligne où elle se trouve, c'est à dire $I = Y - (R-1)D3$ où

Y varie de 1 à $M+(R3-1) D3$, I variant de 1 à M.

Si $I < 1$ la rampe R n'a pas encore atteint la première rampe.

Si $I > M$ la rampe R a dépassé la dernière ligne de l'image.

Nous considérons que la surface destinée à recevoir l'image se présente comme cette dernière, donc que les lignes à imprimer sont bien définies.

Un injecteur ne peut imprimer que pour des valeurs de I comprises entre 1 et M, 1 et M incluses.

II - 4.2 Caractéristiques de commande

Le nombre de ports de sorties utilisés pour la commande des injecteurs et leur distribution sur les rampes vont jouer un rôle important dans la structure des données d'impression.

II - 4.2.1 Données d'impression

Un point est ou non de la couleur d'une rampe. Suivant le cas, l'injecteur correspondant, c'est à dire ayant le même numéro de colonne, imprime ou n'imprime pas. Il suffit donc d'un bit pour commander l'impression d'un point.

Pour chaque rampe, l'image est un ensemble de $(M+(R-1)D3) \times N$ éléments binaires, chaque élément représentant l'état d'un de ses injecteurs pendant une période. La reproduction d'une image composée de R3 couleurs nécessite $(M + (R3-1)D3) R3 N$ bits de commande. La structure de cet ensemble en mot de 8 bits va dépendre des éléments et de l'organisation des ports de sorties.

II - 4.2.2 Eléments de sorties

Chaque injecteur étant commandé séparément, l'utilisation d'une voie pour chaque injecteur nécessite un important investissement. En effet, le système nécessite alors 480 voies de sortie, soit 15 coupleurs de 4 octets chacun, les coupleurs industriels n'étant disponibles qu'en carte de 32 voies isolées.

Pour réduire ce nombre, nous avons choisi d'effectuer la commande par groupes d'injecteurs, un démultiplexage permettant l'adressage de tous les groupes à commander pendant une période.

A cet effet nous utilisons 2 coupleurs de 32 voies chacun, adressables par octet.

Il nous reste à déterminer les différents groupes et la composition de chaque groupe, c'est à dire la répartition, à un instant donné, des voies de sortie sur les rampes et l'adressage ou la progression d'un groupe à l'autre. En effet un groupe peut être composé d'injecteurs successifs ou non, appartenant à une même rampe ou uniformément distribués sur les rampes.

Pour ce faire, nous avons tenu compte de certains critères permettant une extension du prototype de machine se traduisant par :

- une possibilité d'extension du nombre de couleurs et du nombre d'injecteur par rampe sans affecter la structure adoptée.
- et une utilisation optimale des ports de sortie.

et des critères de rapidité d'exécution. La formation des mots de commande doit être simple et la commande, elle même, ne doit pas affecter la fréquence d'impression.

II - 4.2.3 Composition d'un groupe

Une voie assure la commande de E_3 injecteurs, un par un. Les N_3 injecteurs de chaque rampe sont divisés en classe modulo E_3 . Chaque classe, comprenant I_3 injecteurs, est notée $C_1(C, G_3)$ ou C est la couleur de la rampe portant la classe, et elle comprend tous les injecteurs dont le numéro est donné par la relation suivante :

$$J = K E_3 + G_3 + 1$$

où K est un numéro d'ordre dans une classe, variant de 0 à (I_3-1)
Un groupe, que nous notons $C_1(G_3)$ est composé de R_3 classes tel que :

$$C_1(G_3) = (C_1(1, G_3), C_1(2, G_3), \dots, C_1(C, G_3), \dots, C_1(R_3, G_3))$$

C, la couleur, représente aussi le numéro d'une rampe.
 G3, désigne le numéro d'un groupe et varie de 0 à (E3-1)
 Un groupe comprend R3I3 injecteurs. Ces injecteurs sont référencés d'une part par les numéros de colonnes des points correspondants donnés par :

$$J = K E3 + G3 + 1$$

K variant de 0 à I3-1

et, d'autre part par les lignes donnant les positions respectives des R3 rampes, c'est à dire :

$$I = Y - (C-1) D3$$

C variant de 1 à R3.

II - 4.2.4 Définition des groupes

A chaque position des R3 rampes correspond E3 groupes de R3I3 points chacun.

L'ordre établi sur les groupes est donné par G3.

Dans un même groupe, l'ordre sur les classes est représenté par la couleur C. Une classe C1 (C, G3) est "avant" C1 (C', G3)

$$\text{St } C < C'.$$

De même, les I3 injecteurs d'une même classe sont ordonnés suivant leur numéro d'ordre, K.

Chaque groupe nécessite 8 octets de commande, chaque position des rampes, 8E3 octets, et l'impression d'une image entière de MxN3 points de R3 couleurs:

$$(M + (R3-1)D3) \times 8 E3 \text{ octets.}$$

B étant le nombre de bits d'adressage d'un groupe, on a

$$4 I3 + B = 64$$

et $I3 E3 = 120$

Une utilisation optimale des voies et offrant une possibilité d'extension immédiate du prototype de machine conduit à :

$$I3 = 15, \quad E3 = 8 \text{ et } B = 4.$$

Une image de 120 lignes de 120 points chacune et composée de 4 couleurs apparaît alors à l'imprimante comme une suite de (120 + 3D3) 64 octets. A chaque période sont commandés 8 groupes de 60 injecteurs chacun, groupe après groupe, chaque groupe nécessitant 8 octets de commandes, le premier contenant les 4 bits d'adresse du groupe.

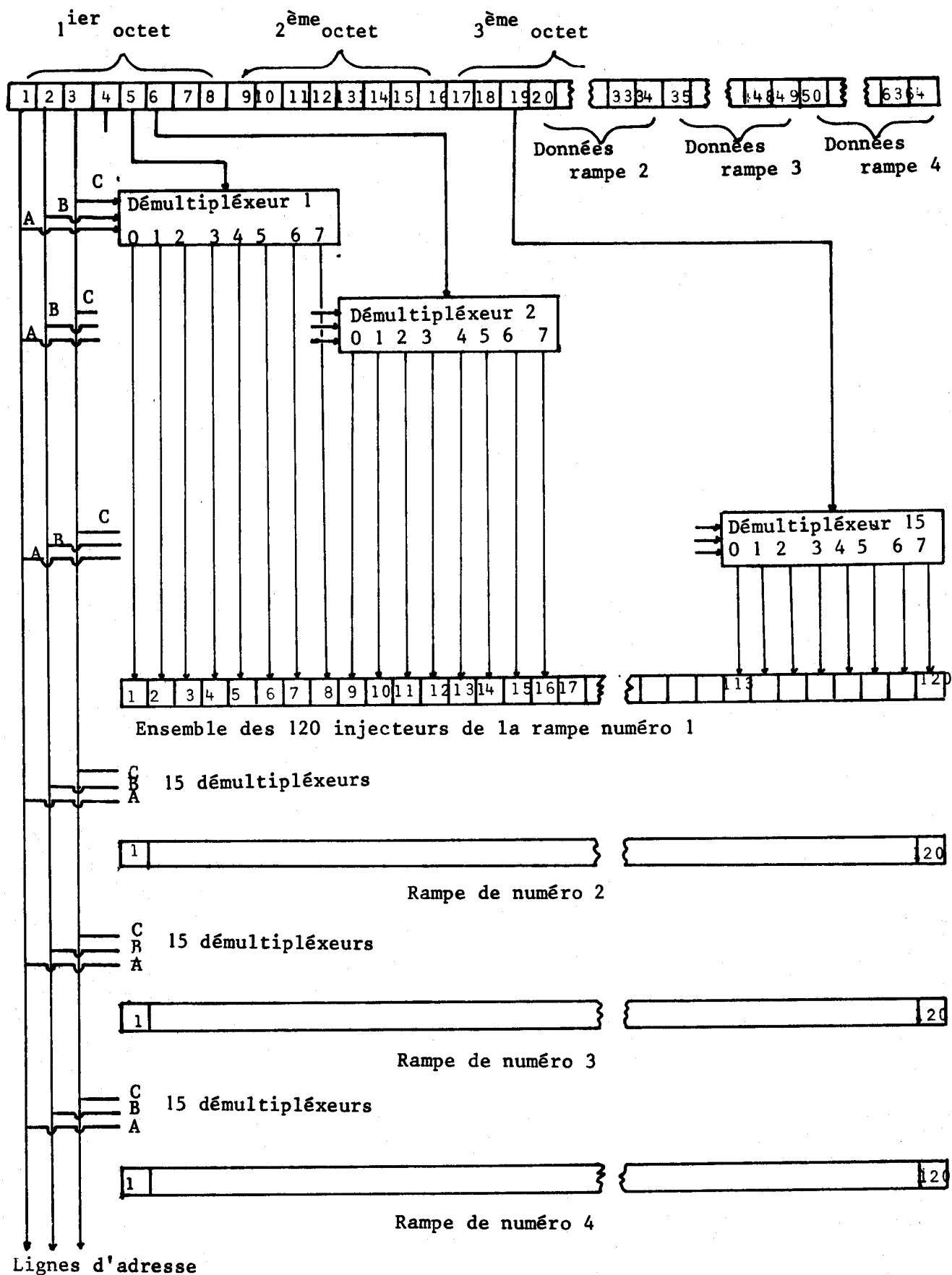
Les figures II.10 et II.11 des pages suivantes donnent la composition de chaque groupe et le démultiplexage des voies de sorties. A noter que l'une des 64 voies n'est pas utilisées, 3 bits étant suffisant pour choisir un injecteur parmi 8.

Adresse				G3	Numéro des injecteurs d'une classe														
D	C	B	A																
0	0	0	0	0	1	9	17	25	33	41	49	57	65	73	81	89	97	105	113
0	0	1	0	1	2	10	18	26	34	42	50	58	66	74	82	90	98	106	114
0	1	0	0	2	3	11	19	27	35	43	51	59	67	75	83	91	99	107	115
0	1	1	0	3	4	12	20	28	36	44	52	60	68	76	84	92	100	108	116
1	0	0	0	4	5	13	21	29	37	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117
1	0	1	0	5	6	14	22	30	38	46	54	62	70	78	86	94	102	110	118
1	1	0	0	6	7	15	23	31	39	47	55	63	71	79	87	95	103	111	119
1	1	1	0	7	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					Numéro du démultiplexeur														

Fig. II.10 Composition d'un groupe et adressage

Chaque démultiplexeur permet de commander 1 injecteur parmi 8. 60 démultiplexeurs sont nécessaires à la commande de l'imprimante. Chaque groupe de 15, numérotés de 1 à 15, est associé à une rampe (voir Fig. II.11 de la page suivante).

Ensemble des 64 voies de sortie numérotées de 1 à 64



Les 60 démultiplexeurs reçoivent la même adresse

FIGURE II.11 Démultiplexage des sorties

II - 4.3 Structure des données

L'ensemble des mots de commande est une suite ordonnée de $(M+3D3)$ éléments. Chaque élément correspond à une position des rampes. Référencé par un numéro de ligne Y, un élément est à son tour une suite ordonnée de 8 groupes numérotés par G3. Chaque groupe est formé de 8 octets rangés dans l'ordre de leur sortie, le premier contient les 4 bits donnant l'identité du groupe. Cette structure sous forme de liste sur l'ensemble des mots de commande peut être représentée en mémoire de plusieurs manières.

II - 4.3.1 Représentation

La représentation de l'information d'impression en mémoire doit permettre les accès élémentaires, aussi bien au niveau de l'élément, qu'au niveau du groupe, de l'octet et du bit. Elle doit aussi permettre des modifications élémentaires.

La représentation contigüe de la liste, où les éléments sont rangés en séquence nous semble être la plus pratique dans notre cas. Nous supposons que la liste commence à l'adresse $E(1)$. A noter que $E(1)$ peut être fixe ou variable. $E(1)$ est l'adresse du premier octet du premier élément de la liste.

II - 4.3.1.1 Accès à un élément

Dans le cas général, la liste est formée de $(120+3D3)$ éléments. Chaque élément contient 64 octets nécessaires à la commande des 4 rampes dont les positions sont respectivement Y, Y-D3, Y-2D3 et Y-3D3 l'accès à un élément de la liste revient à trouver l'adresse du premier octet de commande de la première rampe lorsque celle-ci est à la ligne Y. Nous notons $E(Y)$ cette adresse.

$$E(Y) = E(1) + (Y-1)64$$

Lorsque la première rampe est à la ligne $Y=1$, les mots de commande sont contenus dans le premier élément c'est à dire :

$$E(1) = E(1) + 0 \times 64$$

et lorsque la dernière rampe est à la ligne 120, la dernière de l'image, la première rampe est à la ligne $(120+3D3)$ et :

$$E(120+3D3) = E(1) + (119+3D3)64$$

d'où

$$E(Y+1) = E(Y) + 64$$

II - 4.3.1.2 Accès à un groupe

L'accès à un groupe $G3$ dans un élément consiste à trouver l'adresse du premier octet du groupe, adresse que nous notons par $G(G3)$

$$G(G3) = 8G3$$

l'accès à un groupe $G3$ de l'élément y est donné par la relation

$$G(Y, G3) = E(1) + (Y-1)64 + 8G3$$

II - 4.3.1.2 Accès à une classe

Chaque groupe $G3$ est composé de 8 octets numérotés de 0 à 7. les 15 bits de chaque classe $C1(C, G3)$, C variant de 1 à 4, sont répartis sur 2 ou 3 octets. La figure II.12 donne le partage des octets d'un groupe sur les classes.

Pour accéder à une classe, il faut d'abord calculer l'adresse de l'octet contenant le premier bit de la classe puis trouver le poids ou la position de ce bit dans l'octet. Les bits d'une classe sont numérotés de 0 à 14.

Le numéro de l'octet contenant le premier bit de la classe $C1(C, G3)$ est donné par la relation :

$$R(C) = (C-1)2$$

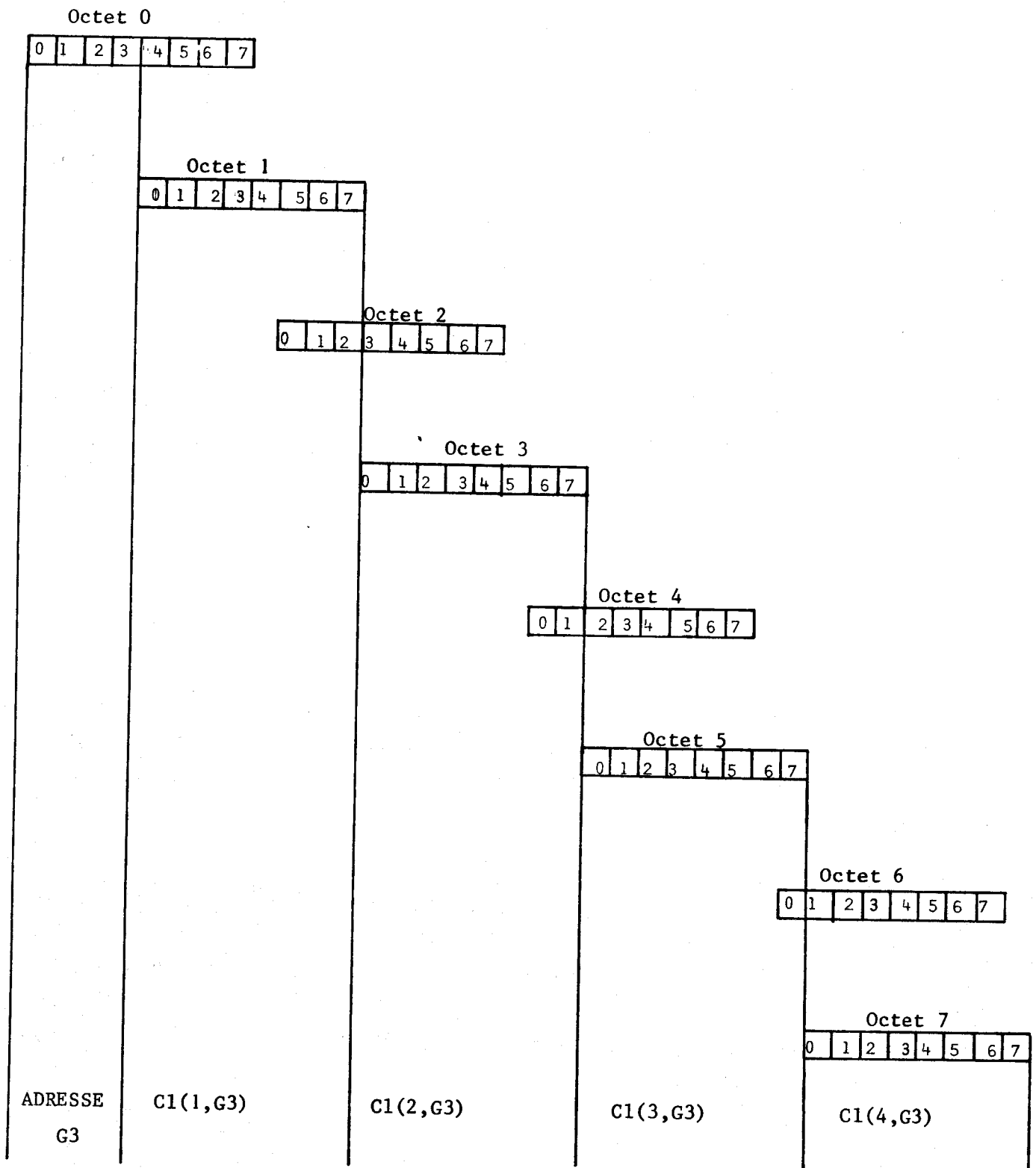


FIGURE II.12 Partage des octets sur les classes d'un groupe



Tandis la position ou le poids de ce bit dans l'octet se calcule par la relation :

$$P(C) = (R3+1 - C) = 5 - C$$

l'accès en tête d'une classe $C1(C, G3)$ peut être calculé directement.

En effet :

$$R(C) \times 8 + P(C) = 4 + 15(C-1)$$

le quotient et le reste de la division de $4+15(C-1)$ sont respectivement le numéro de l'octet, $R(C)$, contenant le premier bit de la classe $C1(C, G3)$, et la position $P(C)$ de ce bit dans l'octet.

A partir des relations précédentes, on peut accéder directement à une classe $C1(C, G3)$ d'une part, dans un élément par la relation

$$R(C, G3) = 8G3 + R(C)$$

et d'autre part dans la liste par la relation :

$$R(C, G3, Y) = E(1) + (Y-1)64 + 8G3 + R(C)$$

A partir des équations donnant les accès en tête d'élément de groupe et de classe, nous allons établir la relation en un point $C(I, J)$ de l'image sous forme de matrice et le bit de commande de l'injecteur chargé de le reproduire.

II - 4.3.2 Relation entre image et liste de commande

A chaque point $C(I, J)$ de l'image correspondent 4 bits, un par injecteur, dans la liste de commande. Dans l'impression en couleurs séparées un seul injecteur est chargé de la reproduction du point. Un point peut être aussi formé par la superposition de l'impact de deux ou plusieurs injecteurs, par la méthode de la tri ou quadrichromie.

Ces 4 bits sont contenus dans 4 éléments différents, correspondant aux 4 positions de la première rampe : I , $I+D3$, $I+2D3$ et $I+3D3$. Le bit de commande de l'injecteur correspondant de la rampe R est contenu dans le groupe $G3 = J-8K-I$ de l'élément $Y = I+(R-1)D3$. Les relations $I = Y - (R-1)D3$ et $J = 8K + G3+1$ permettent de trouver le bit de commande de l'injecteur de la rampe R chargé de la reproduction du point (I,J) .

II - 5 Conclusion

La structure de liste de l'ensemble des mots de commande permet une commande simple de l'imprimante. Cette structure établie dans le souci d'un gain de temps pendant l'impression, offre la possibilité de commande de l'imprimante par un système à microprocesseur, ce qui permettra de libérer le microcalculateur pour d'autres tâches.

CHAPITRE III : GENERATION ET TRAITEMENT D'IMAGE

III - 1. INTRODUCTION.....	III-1
III - 2. IMAGES ET ORDINATEUR	III-2
III - 2.1.Généralités.....	III-2
III - 2.2.Types d'images.....	III-2
III - 2.2.1.Image réelle.....	III-2
III - 2.2.2.Image synthétique.....	III-3
III - 2.3.Conclusion.....	III-3
III - 3.GENERATION D'IMAGE.....	III-3
III - 3.1.Généralités.....	III-3
III - 3.2.Génération de formes simples.....	III-3
III - 3.2.1.Segment de droite.....	III-4
III - 3.2.1.1.Principe.....	III-4
III - 3.2.1.2.Algorithme de BRESENHAM...	III-5
III - 3.2.1.3.Conclusion.....	III-6
III - 3.2.2.Génération de courbes.....	III-6
III - 3.2.2.1.Considération générale....	III-6
III - 3.2.2.2.Tracé de cercle.....	III-6
III - 3.2.2.3.Génération de coniques....	III-9
III - 3.2.2.4.Courbe:cas général.....	III-9
III - 3.2.3.Conclusion.....	III-14
III - 3.3.Construction interactive de courbes.....	III-16
III - 3.3.1.Généralités.....	III-16
III - 3.3.2.Méthode de BEZIER.....	III-16
III - 3.3.3.Méthode des B-splines.....	III-17
III - 3.4.Fonction de surfaçage.....	III-17
III - 3.4.1.Généralités.....	III-17
III - 3.4.2.Surfaçage de polygones.....	III-17
III - 3.4.3.Surfaçage de contour pré-inscrit..	III-18
III - 3.5.Transformation de coordonnées.....	III-18
III - 3.5.1.Translation.....	III-19
III - 3.5.2.Rotation.....	III-19
III - 3.5.3.Changement d'echelle.....	III-19
III - 3.6.Traitement des surfaces.....	III-20

III - 3.6.1. Visualisation d'une fonction à deux variables.....	III-20
III- 3.6.1.1. Algorithme de WILLIAMSON...	III-20
III- 3.6.1.2. Algorithme de WRIGHT.....	III-21
III - 3.6.2. Description des surfaces géométriques.....	III-21
III - 3.7. Elimination des lignes et des surfaces cachées	III-21
III - 4. TRAITEMENT D'IMAGE.....	III-22
III-4.1. Amélioration d'image.....	III-22
III - 4.1.1. Filtrage.....	III-22
III - 4.1.2. Lissage d'image.....	III-23
III - 4.1.3. Renforcement de contour.....	III-23
III-4.2. Segmentation d'image.....	III-24
III - 4.2.1. Extraction de contour.....	III-25
III - 4.2.1.1. Méthodes locales.....	III-25
III - 4.2.1.2. Méthodes topologiques.....	III-25
III - 4.2.2. Segmentation en régions homogènes.	III-26
III-4.3. Conclusion.....	III-26

III - GENERATION ET TRAITEMENT D'IMAGE

III - 1. INTRODUCTION

Restée pendant longtemps l'appanage de quelques spécialistes, les techniques graphiques ont connu ces dernières années une véritable explosion. Les nouveaux composants électroniques, les circuits intégrés, notamment les microprocesseurs ont beaucoup aidé au développement des systèmes de traitement et de calcul numérique, en général, et des systèmes graphiques, en particulier. Leur puissance considérable et leur moindre coût ont rendu acceptable leur utilisation dans de nombreuses applications.

Cette évolution technologique a conduit à une formidable augmentation de la quantité d'images produites et consommées.

En raison du flot d'information à analyser et à transmettre, la nécessité de communiquer à l'aide d'images s'est avéré être un outil précieux. La saisie d'information globale offerte par l'image permet une analyse rapide et une meilleure appréhension des relations unissant les différents composants. Ceci est d'autant plus efficace que la couleur est utilisée, cette dernière clarifiant d'avantage l'information présentée. L'oeil humain peut distinguer rapidement plusieurs millions de points en 160 teintes et suivant 1000 niveaux d'intensité. On a constaté aussi que la couleur améliore la productivité, réduit la fatigue et diminue le risque d'erreurs.

Parallèlement au développement technologique des moyens de calcul, s'est développé un logiciel pour le traitement et la manipulation d'entités graphiques.

Dans ce chapitre, sont décrits les principaux algorithmes de génération, de manipulation et de traitement d'images. Auparavant, il nous semble utile de revenir sur les différents types d'images qu'un ordinateur est amené à traiter.

III - 2. IMAGES ET ORDINATEUR

III - 2.1. Généralités

Les images traitées par ordinateurs vont du simple graphe représentant des relations liant des informations plus au moins diverses, aux images animées utilisées dans le cadre de contrôle de processus ou de simulation.

La technologie dominante en visualisation graphique utilise les propriétés des tubes à rayons cathodiques. Une unité d'affichage est caractérisée son type d'écran, son mode de balayage, sa résolution.... L'image affichée sur un écran est fugitive par nature, ce qui permet de la modifier. Ceci implique qu'un dispositif permette d'assurer le balayage constant de l'image, de manière à la laisser affichée le temps voulu. Ce dispositif est constitué principalement par la mémoire d'entretien.

Les différents aspects d'une manipulation, la nature des éléments à visualiser impliquent des moyens informatiques de traitement appropriés.

III - 2.2. Types d'images

On peut distinguer deux principales catégories d'images suivant leur mode d'acquisition: les images provenant du monde réel à l'aide d'un système optique ou électronique et les autres, c'est à dire ce que l'on peut désigner par "images synthétiques" et qui sont créées directement par l'ordinateur.

III - 2.2.1. Image réelle

C'est essentiellement la projection d'une scène lumineuse à trois dimensions sur un plan. Elle peut être définie mathématiquement comme une fonction analogique d'intensité lumineuse exprimée par rapport à deux variables orthogonales X et Y . Son acquisition s'effectue à l'aide d'un capteur optoélectronique capable d'assurer la traduction électrique d'une scène visuelle. L'image, discrétisée et quantifiée, se présente sous forme d'une matrice de points; à chaque point correspond un niveau de gris ou une couleur.

Ce type d'images nécessitent des traitements qui sont principalement la restauration et l'amélioration.

Remarque:

Une image "noir et blanc" est représentée par une fonction scalaire $F(X,Y)$ où F mesure le niveau de gris au point de coordonnées (X,Y) et une image couleur est généralement représentée par trois fonctions $F_R(X,Y)$, $F_V(X,Y)$, $F_B(X,Y)$ où F_R , F_V , F_B donnent les mesures pour les trois couleurs fondamentales Rouge, Vert et Bleu au point (X,Y)

III - 2.2.2. Image synthétique

L'image synthétique est créée directement sous forme numérique, donc disponible sous forme d'une matrice de points. Elle est généralement créée progressivement, élément par élément, à l'aide de procédures informatiques de génération d'entités graphiques. Son utilisation est très variée

III - 2.3. Conclusion

Les images du type réel sont surtout utilisées dans le domaine de la reconnaissance des formes. Tandis que les images du type synthétique comprennent aussi bien les dessins ou graphes utilisés dans les systèmes de conception assistée par ordinateur que les images animées de simulation et les images destinées à des fins plastiques.

III - 3. GENERATION D'IMAGE

III - 3.1. Généralités

Les images sont constituées de points et de taches formées d'ensemble de points. Une tache peut être définie par un ou plusieurs des paramètres suivants :

- la forme ou le contour de la tache définie par une suite de points ou par une équation mathématique.
- l'emplacement de la tache dans l'image, repéré par un point particulier de la tache.
- la surface occupée caractérisant la taille de la tache.
- l'orientation qui suppose que la tache soit définie par rapport à un système d'axes qui lui est propre.
- la couleur vraie ou fausse ou l'intensité ou le niveau de gris affecté à chacun des points constituant la tache.

La génération d'image comprend les fonctions graphiques de base comportant le tracé de points, de vecteurs, de rectangles, de coniques, ..., les fonctions de surfacage ou de remplissage de taches définies par leur contour et les fonctions de transformations des coordonnées, translation, rotation et changement d'échelle.

III - 3.2. Génération de formes simples

Nous désignons par formes simples les figures géométriques usuelles et certaines formes définies par des équations mathématiques simples.

III - 3.2.1.Segment de droite

Un segment de droite est souvent défini par les coordonnées de ses extrémités.

Soit à tracer le segment de droite défini par les points :
 $(X1, Y1)$ et $(X2, Y2)$

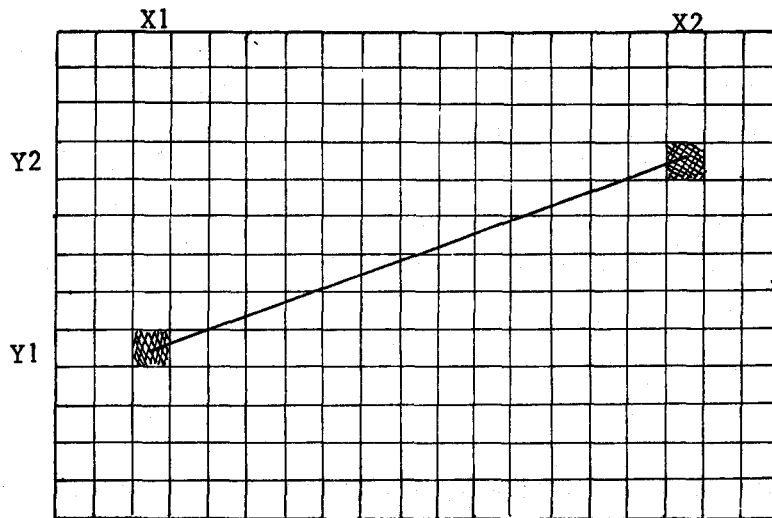


FIGURE III-1.Tracé de segment de droite

Le but consiste alors à engendrer la suite de points situés sur la grille de telle sorte que chaque point soit le plus proche possible du segment à tracer.

III - 3.2.1.1.Principe

Le tracé de segment de droite joue un rôle important dans la visualisation graphique que ce soit de dessins ou d'images. Il est utilisé dans la génération de polygones et pour le tracé de certaines courbes. Pour cette raison, le tracé d'un vecteur doit présenter des qualités certaines, telle la finesse, la rapidité,

De nombreux algorithmes ont été développés, la littérature est abondante à ce sujet. En majorité ils utilisent la méthode incrémentale comme pour les traceurs de courbes où, à partir d'un point quelconque, 8 mouvements sont possibles.

Relativement à son début pris comme origine, un segment est totalement inclus dans un octant.

L'algorithme se subdivise alors en 2 parties :

- détermination de l'octant
- calcul de la séquence de mouvements

III - 3.2.1.2. Algorithme de BRESENHAM

La numérotation des octants et des mouvements utilisés par BRESENHAM est donnée par la figure III - 2.

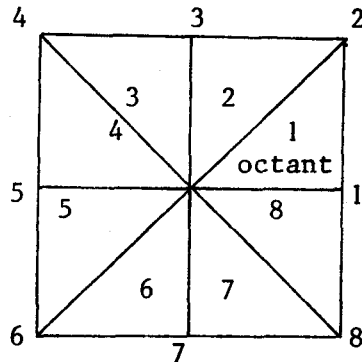


FIGURE III-2. Codification
de BRESENHAM

Détermination de l'octant

L'octant où est situé le segment est déterminé en considérant les longueurs :

$$LX = X2 - X1$$

$$LY = Y2 - Y1$$

Le segment appartient au premier octant si :

$$LX > 0, LY > 0 \text{ et } LX > LY$$

De même il appartient au second octant si :

$$LX > 0, LY > 0 \text{ et } LX \leq LY$$

Et ainsi de suite, on arrive à caractériser l'appartenance d'un segment à l'un des 8 octants.

Calcul de la séquence de mouvements

Pour un octant donné, le calcul de la séquence des mouvements s'effectue en comparant la distance des deux points candidats au tracé du segment.

Dans le cas du premier octant, les deux points candidats à partir d'un point (X, Y) sont :

$(X+1,Y)$ et $(X+1,Y+1)$

Le choix d'un point est conditionné par le signe de l'erreur :

$$E = LY/LX - 1/2 \quad \text{si } LX > LY$$

ou $E = 2LY - LX$ pour éviter la division.

L'algorithme de la figure III - 3 permet de tracer un segment du premier octant.

Il peut arriver que la séquence des mouvements contiennent des monotonies. C'est le cas lorsque :

$LX = LY$, alors il y'a répétition du mouvement diagonal

ou $LX = 0$ ou $LY = 0$, le mouvement axial est alors répété

III - 3.2.1.3. Conclusion

Parmi d'autres algorithmes de génération de segment de droite, citons celui de STOCKTON, EARSHAW, Ces algorithmes diffèrent surtout par le nombre d'opérations élémentaires utilisées et par le choix du mouvement quand il y'a égalité du test; les uns choisissent le mouvement diagonal, les autres préfèrent le mouvement axial. Dans le mouvement diagonal, le déplacement coupe la droite; tandis que dans le mouvement axial, le déplacement suit la droite dont on approxime le tracé.

III - 3.2.2. Génération de courbes

III - 3.2.2.1. Considération générale

On définit généralement une courbe par une fonction du type $F(X,Y)=0$.

Cependant, le graphe d'une courbe peut être défini par un système d'équations paramétriques de la forme :

$$X=F(t) \text{ et } Y=G(t)$$

Du mode de description de la courbe dépend l'algorithme.

III - 3.2.2.2. Génération de cercle

L'algorithme qu'a décrit BRESENHAM pour le tracé d'arc de cercle est analogue à celui utilisé pour la génération de segment de droite.

A chaque mouvement, l'algorithme choisit un point de manière à minimiser la différence entre R^2 , carré du rayon, et le carré de la distance du point au centre du cercle.

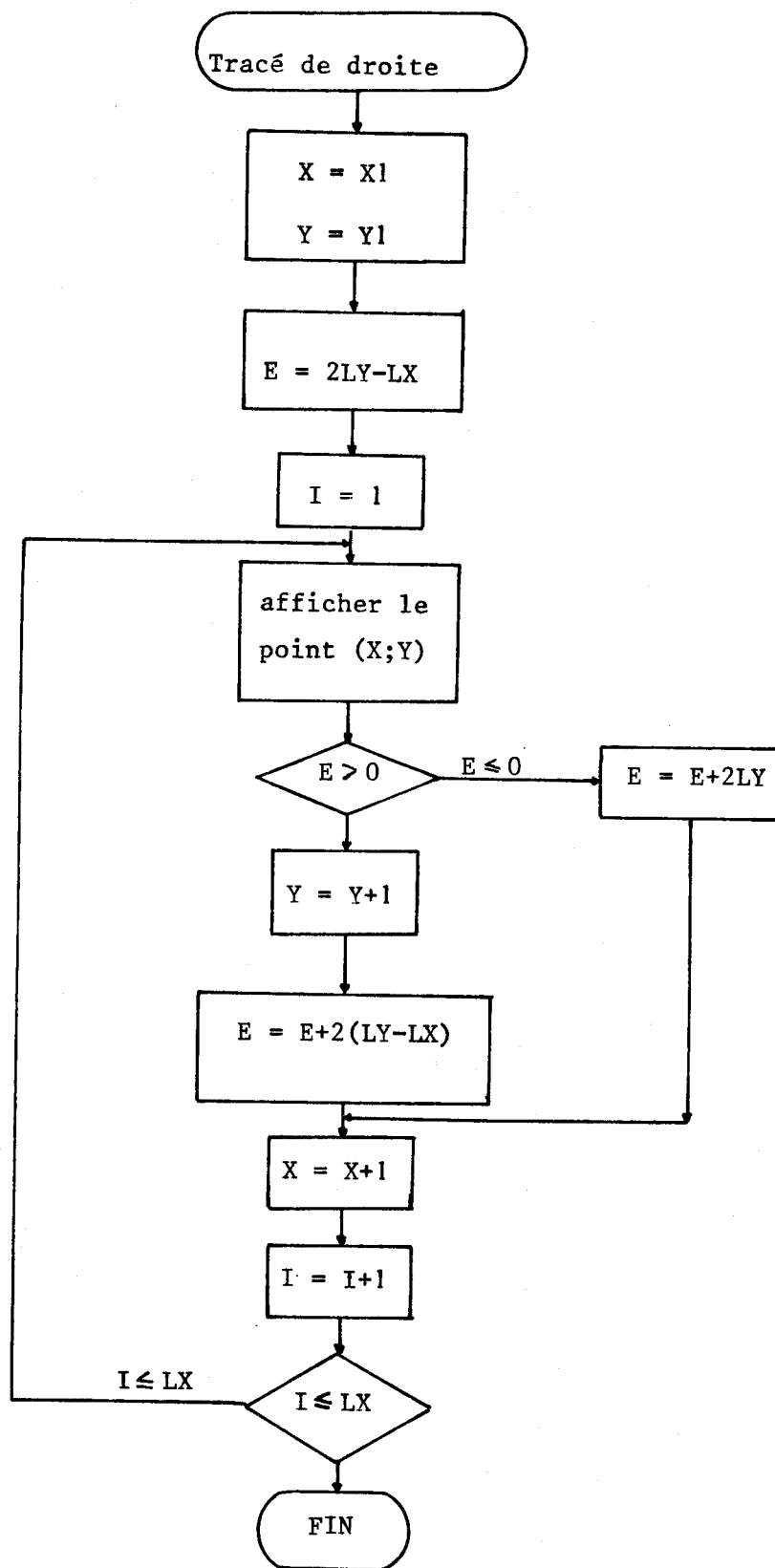


FIGURE III-3. Tracé d'un segment de droite $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$

$LX > LY \geq 0$



Analyse :

Le premier quadrant est défini par les relations suivantes :

$$X^2 + Y^2 = R^2 \quad \text{avec } X \geq 0, Y \geq 0 \text{ et } R \geq 1$$

A partir d'un point P_i de coordonnées (X_i, Y_i) , les seuls points vers lesquels le mouvement peut se faire sont :

$$(X_i+1, Y_i), (X_i+1, Y_i-1) \text{ et } (X_i, Y_i-1)$$

d'où la différence entre le carré des distances respectives et R^2

$$((X_i+1)^2 + Y_i^2) - R^2$$

$$((X_i+1)^2 + (Y_i-1)^2) - R^2$$

$$(X_i^2 + (Y_i-1)^2) - R^2$$

A noter que le cercle sera tracé dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

Au lieu de comparer les distances à chaque mouvement, l'algorithme utilise l'expression :

$$E_i = ((X_i+1)^2 + (Y_i-1)^2) - R^2$$

- $E_i \leq 0$ alors le point $((X_i+1), (Y_i-1))$ est intérieur au cercle; et ce dernier passe entre $((X_i+1), Y)$ et $((X_i+1), (Y_i-1))$ ou entre les points $((X_i+1), (Y_i+1))$ et $((X_i+1), (Y))$

Pour trouver lequel des deux points (X_i+1, Y_i) et (X_i+1, Y_i-1) est plus proche de la courbe, on calcule la différence entre leur distance au centre du cercle. Exprimée en fonction de E_i cette différence est donnée par la relation :

$$D1 = 2E_i + 2Y_i - 1$$

- si $D1 \leq 0$ Alors le mouvement s'effectue vers
le point $((X_i+1), Y)$

- si $D1 > 0$ Alors le mouvement est vers $((X_i+1), (Y_i-1))$

- $E_i > 0$ alors le point $((X_i+1), (Y_i-1))$ est extérieur au cercle

$$\text{On calcule alors } D2 = 2E_i - 2X_i - 1$$

- si $D2 \leq 0$ on prend le point $((X_i+1), (Y_i-1))$

- si $D2 > 0$ c'est $((X_i), (Y_i-1))$ qui est pris

- $E_i=0$ le point $((X_i+1),(Y_i-1))$ est sur le cercle

Implantation :

L'organigramme de la figure III - 4 permet de tracer le premier quadrant d'un cercle centré à l'origine. Le tracé commence en $X=0, Y=R$ et se termine quand $Y=0$

III - 3.2.2.3. Génération de coniques

L'algorithme décrit dans "images et ordinateur" utilise une autre approche pour générer une courbe conique. Partant des équations en coordonnées polaires, on cherche une relation de récurrence permettant d'approximer la courbe considérée.

Ainsi pour un cercle de rayon R et de centre (X_c, Y_c) , les équations à considérer sont les suivantes :

$$X_{i+1} = X_i - 1/(R(Y_i - Y_c))$$

$$Y_{i+1} = Y_i + 1/(R(X_{i+1} - X_c))$$

De la même manière, pour générer une ellipse, on utilise les équations :

$$X_{i+1} = X_i - (a/b)(Y_i - Y_c)\Delta\theta$$

$$Y_{i+1} = Y_i + (a/b)(X_{i+1} - X_c)\Delta\theta$$

De même pour une hyperbole :

$$X_{i+1} = X_i + (a/b)(Y_i - Y_c)\Delta\theta$$

$$Y_{i+1} = Y_i + (b/a)(X_{i+1} - X_c)\Delta\theta$$

III - 3.2.2.4. Tracé de courbe : cas général

On considère une courbe $f(x,y)=0$, dont les dérivées partielles sont continues, en particulier :

$$f_x = \partial f / \partial x \quad f_y = \partial f / \partial y$$

$$f_{xx} = \partial^2 f / \partial x^2 \quad f_{xy} = \partial^2 f / (\partial x \partial y) \quad \text{et} \quad f_{yy} = \partial^2 f / \partial y^2$$

Le but de l'algorithme est d'engendrer un ensemble de points représentatifs de la courbe et de telle manière que chaque point soit le plus proche de la courbe théorique.

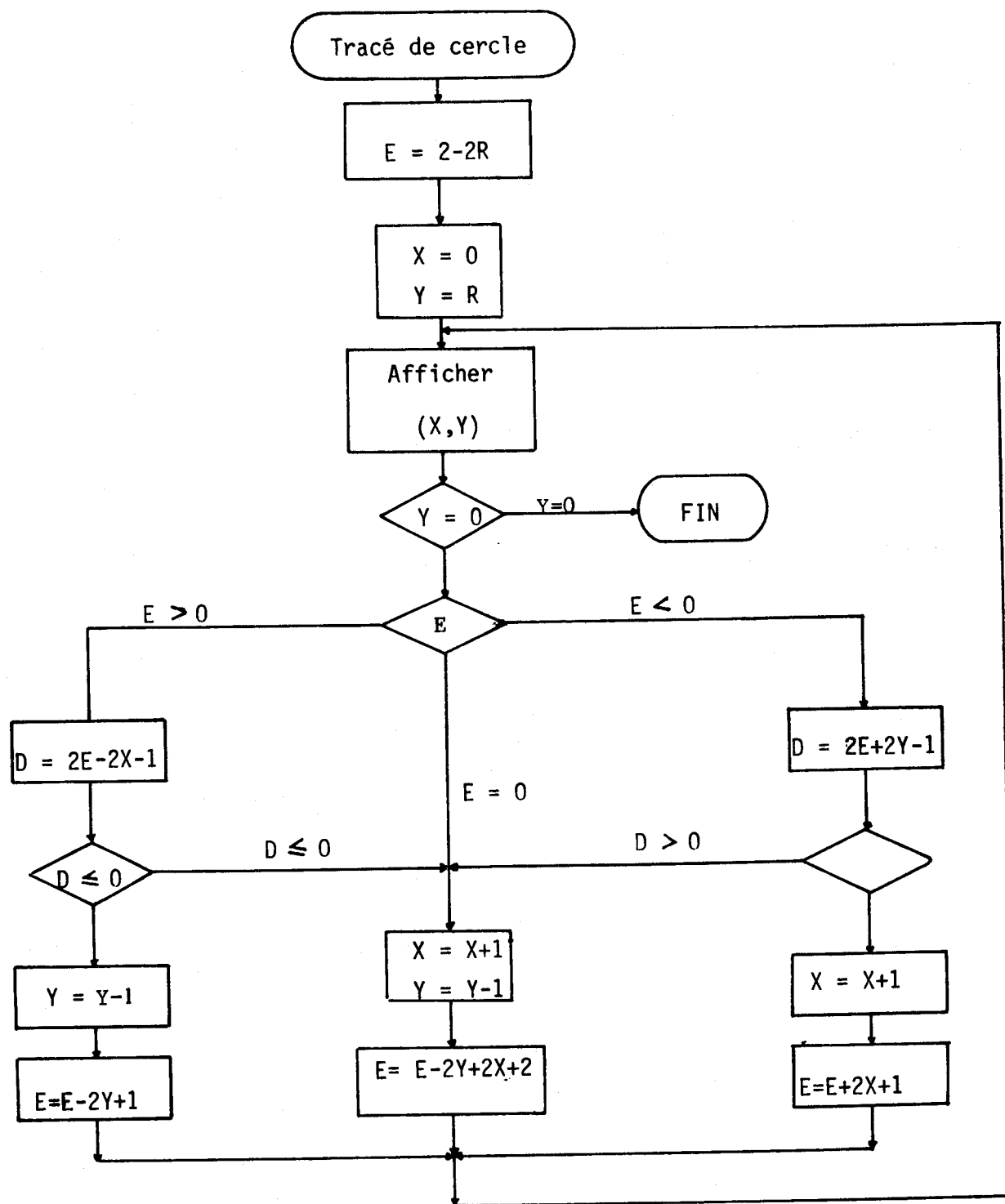


Fig. III - 4 Tracé de cercle



A partir d'un point quelconque (x,y) de la courbe le mouvement peut s'effectuer vers 8 points qui sont :

$$(x+\Delta x,y) , (x,y+\Delta y) , (x+\Delta x,y+\Delta y)$$

avec Δx et Δy égaux à ± 1

Afin de limiter le nombre de déplacements à considérer pour chaque point, on définit une direction du mouvement le long de la courbe. Deux directions sont possibles, la direction $+\vec{V} = (-f_y, f_x)$ et la direction $-\vec{V}$

En posant $d=1$ pour la direction $+\vec{V}$

et $d=0$ pour $-\vec{V}$

alors :

$$(1) \quad \Delta x = \begin{cases} +1 & \text{si } ((f_y \geq 0) \text{ ET } (d=0) \text{ OU } (f_y < 0) \text{ ET } (d=1)) \text{ est vraie} \\ -1 & \text{si } ((f_y < 0) \text{ ET } (d=0) \text{ OU } (f_y \geq 0) \text{ ET } (d=1)) \text{ est vraie} \end{cases}$$

$$(2) \quad \Delta y = \begin{cases} +1 & \text{si } ((f_x < 0) \text{ ET } (d=0) \text{ OU } (f_x \geq 0) \text{ ET } (d=1)) \text{ est vraie} \\ -1 & \text{si } ((f_x \geq 0) \text{ ET } (d=0) \text{ OU } (f_x < 0) \text{ ET } (d=1)) \text{ est vraie} \end{cases}$$

où ET et OU sont des fonctions logiques.

Ainsi à partir d'un point de coordonnées (x,y) de la courbe, le déplacement ne peut s'effectuer que vers les points suivants :

$$(x+\Delta x,y) , (x,y+\Delta y) \text{ et } (x+\Delta x,y+\Delta y)$$

Δx et Δy étant obtenu à partir des équations (1) et (2)

La fonction au point suivant est alors définie par les relations :

$$f^x = f(x+\Delta x,y) \quad (3)$$

$$f^y = f(x,y+\Delta y) \quad (4)$$

$$f^{xy} = f(x+\Delta x,y+\Delta y) \quad (5)$$

Il suffit alors, pour trouver le point le plus proche de la courbe , de comparer $|f^x|$, $|f^y|$ et $|f^{xy}|$

- si $(|f^x| < |f^y| \text{ et } |f^x| < |f^{xy}|)$ alors le point $(x+\Delta x, y)$ est choisi
- (7) si $(|f^y| \leq |f^x| \text{ et } |f^y| < |f^{xy}|)$ le prochain point est alors $(x, y+\Delta y)$
- si $(|f^{xy}| \leq |f^x| \text{ et } |f^{xy}| \leq |f^y|)$ le point suivant est $(x+\Delta x, y+\Delta y)$

Mise à jour des variables de décision

$$(8) \quad \begin{aligned} f_x &= f_x^u + f_{xx}\Delta x + f_{xy}\Delta y + (1/2)(f_{xx2}(\Delta x)^2 + 2f_{x2y}\Delta x\Delta y + f_{xy2}(\Delta y)^2) + \dots \\ f_y &= f_y^u + f_{yx}\Delta x + f_{yy}\Delta y + (1/2)(f_{yx2}(\Delta x)^2 + 2f_{y2x}\Delta x\Delta y + f_{y3}(\Delta y)^2) + \dots \end{aligned}$$

et des fonctions f^x , f^y et f^{xy}

$$(9) \quad \begin{aligned} f^x &= f_x^u + f_x\Delta x + (1/2)f_{xx}(\Delta x)^2 + \dots \\ f^y &= f_y^u + f_y\Delta y + (1/2)f_{yy}(\Delta y)^2 + \dots \\ f^{xy} &= f^{xy,u} + f_x\Delta x + f_y\Delta y + (1/2)(f_{xx}(\Delta x)^2 + 2f_{xy}\Delta x\Delta y + f_{yy}(\Delta y)^2) + \dots \end{aligned}$$

avec $u=x$ si le pas était suivant les abscisses

$u=y$ si le pas était suivant les ordonnées

$u=xu$ si le mouvement était suivant la diagonale

L'organigramme de la figure III - 5 résume le fonctionnement de l'algorithme

Le critère de décision de fin de tracé est déterminé en de l'application, par l'utilisateur.

- Tracé de courbe définie par un polynome du second degré

$$\text{soit } f(x,y) = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + g$$

alors :

$$f_x = 2ax + cy + d$$

$$f_y = 2by + cx + e$$

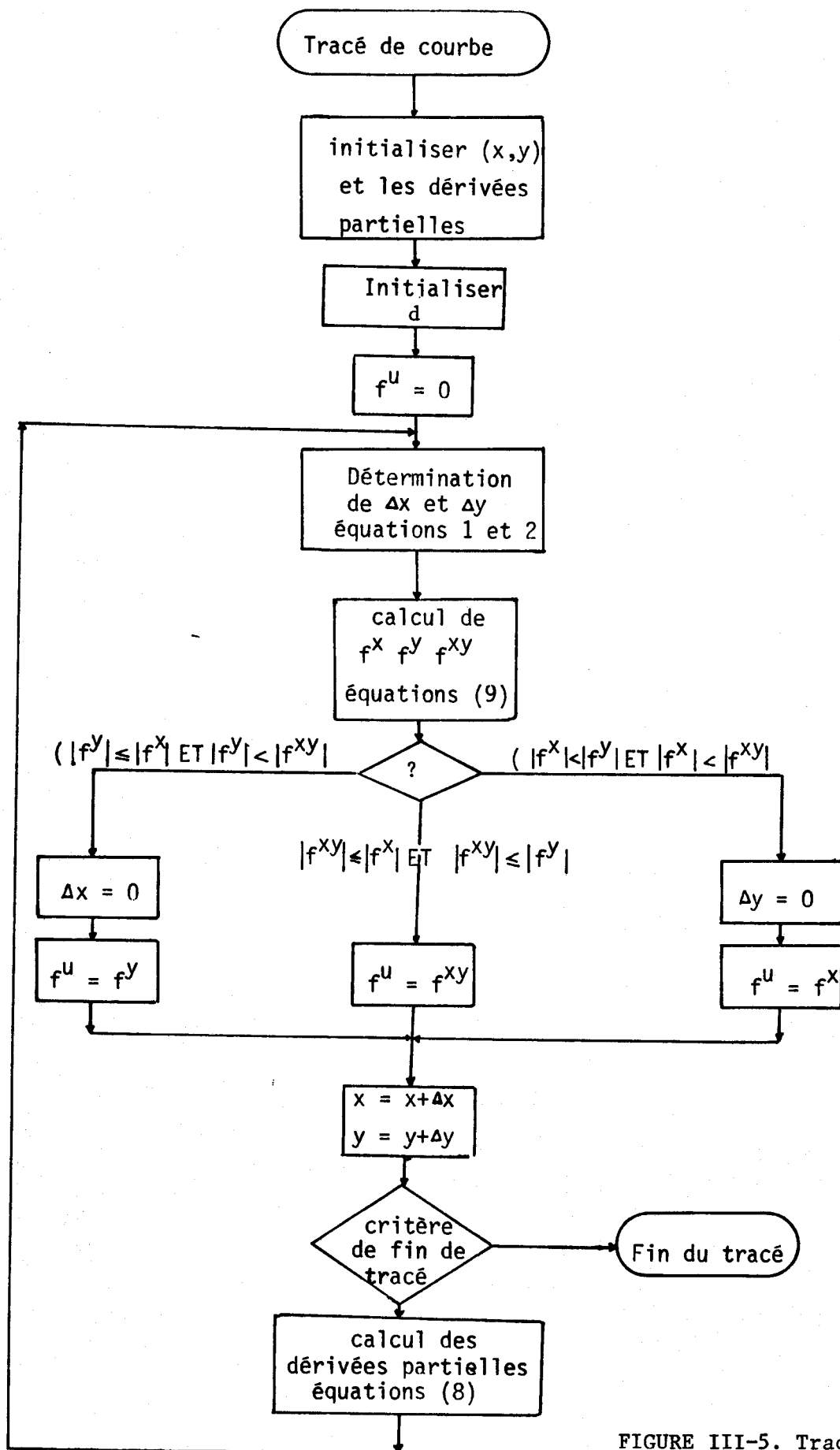


FIGURE III-5. Tracé de courbes

cas général

$$f_{xx} = 2a$$

$$f_{yy} = 2b$$

$$f_{xy} = f_{yx} = c$$

A noter que les seules opérations utilisées sont l'addition et la soustraction

- Génération de cercle

L'équation d'un cercle centré à l'origine

est :

$$f(x,y) = x^2 + y^2 - r^2 = 0$$

d'où;

$$f_x = 2x, \quad f_y = 2y$$

$$f_{xx} = 2, \quad f_{yy} = 2 \quad \text{et} \quad f_{xy} = 0$$

- Tracé de segment

Soit l'équation $f(x,y) = y_2x - x_2y = 0$, celle d'une droite passant par l'origine et le point (x_2, y_2) .

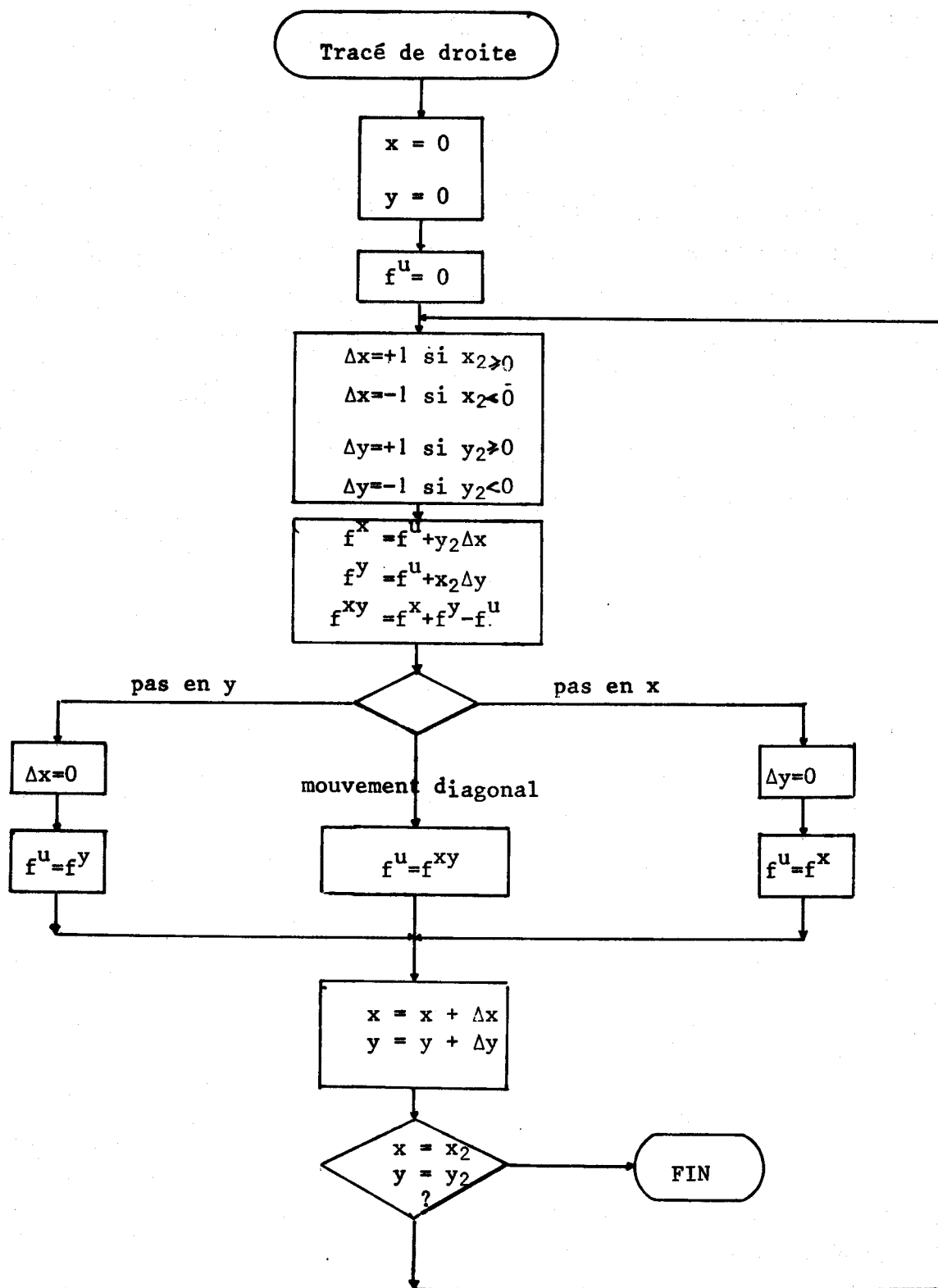
Alors : $f_x = y_2$; $f_y = -x_2$ et $f_{xx} = f_{xy} = f_{yy} = 0$.

Un organigramme de génération de segment appliquant cette méthode est donné à la figure III-6.

III - 3.2.3. Conclusion

A partir des algorithmes de génération d'éléments simples, un utilisateur peut facilement construire ses images ou ses dessins. Ces différents algorithmes sont faciles à mettre en oeuvre et nécessitent un espace mémoire réduit. N'utilisant que des opérations élémentaires : addition et soustraction d'entiers, ils peuvent être facilement implantés sur des systèmes à microprocesseurs.





BUS
LILLE

FIGURE III-6. Application de l'algorithme de génération de courbe au tracé de segment

III - 3.3 Construction interactive de courbes

III - 3.3.1 Généralités

Une courbe peut être représentée par un ensemble de points. Cependant, une représentation mathématique est préférable pour de multiples raisons : espace mémoire, facilité de calcul de paramètres, etc...

La construction interactive de courbes consiste à générer une courbe passant par un ensemble de points donnés. Du point de vue mathématique, le problème de définition d'une courbe à partir d'un ensemble de points est un problème d'interpolation. Ce problème est issu des besoins industriels de modéliser les mouvements de machines outils. Deux méthodes principales sont utilisées :

la méthode de Bezier et celle des B-splines.

III - 3.3.2 Méthode de Bezier

La méthode de Bezier est basée sur les propriétés particulières des polynômes d'approximation de Bernstein. Cette méthode permet une description de courbes à partir d'un polygone de définition.

Soient P_i , $i = 0, 1, \dots, n$ les $n+1$ points du polygone. Bezier définit une courbe $P(u)$ telle que :

$$P(u) = \sum_{i=0}^n P_i B_{i,n}(u)$$

$$\text{avec } B_{i,n}(u) = C(n,i) u^i (1-u)^{n-i}$$

$$\text{où } C(n,i) = \frac{n!}{i!(n-i)!}$$

La courbe de Bézier ainsi définie passe par le premier et le dernier point de la liste de points définie. Elle est indépendante du système de coordonnées utilisé pour décrire le polygone.

La méthode de Bézier présente l'inconvénient de ne pas permettre de modifications locales. Toute modification d'un point du polygone a des répercussions sur toute la courbe.

III - 3.3.2 Méthode des B-splines

Historiquement développée après celle de Bézier, la méthode des B-splines améliore l'approximation de courbes. Cette méthode présente l'avantage d'autoriser des modifications locales : le déplacement du point du polygone n'affecte plus qu'une partie de celle-ci. Le dialogue est plus riche pour cette méthode, le nombre de points n'étant plus figé.

III - 3.4 Fonction de surfaçage

III - 3.4.1 Généralités

Le surfaçage est l'opération qui consiste à remplir une zone dont la frontière est définie, en attribuant une couleur ou une intensité à chacun des points de la tache. Pour un contour donné, il s'agit de trouver qu'un point est intérieur au contour pour lui attribuer la couleur définie. Plusieurs cas peuvent se présenter ; nous en distinguons deux principaux :

- dans le premier cas le contour est donné, c'est le cas des polygones ou des formes définies par des fonctions mathématiques ;
- dans le second cas le contour est inscrit point par point dans la mémoire image.

Les deux cas supposent que le contour soit fermé.

III - 3.4.2 Surfaçage de polygone

Dans l'algorithme YX (W.M. Newman), le contour est un polygone quelconque défini par les segments de droite liant ses sommets. Le principe de remplissage d'un polygone quelconque est le suivant.

- Pour chaque côté, calculer toutes les intersections avec les lignes de balayage et construire une liste des couples (X,Y) des coordonnées de ces points.

- Trier ces couples de manière que si une intersection définie par (X1,Y1) est avant l'intersection (X2,Y2) alors soit $Y1 > Y2$ soit $Y1 = Y2$ et $X1 < X2$.

- Parcourir cette liste en prenant des paires de points consécutifs. Considérons (X_A, Y_A) et (X_B, Y_B) une telle paire. On sait que $Y_A = Y_B$ et que $X_A \leq X_B$, puisque chaque paire de couples représente un segment d'une ligne de balayage, intérieur au contour. Le principal inconvénient de cet algorithme est qu'il ne permet pas de régler le problème des singularités :

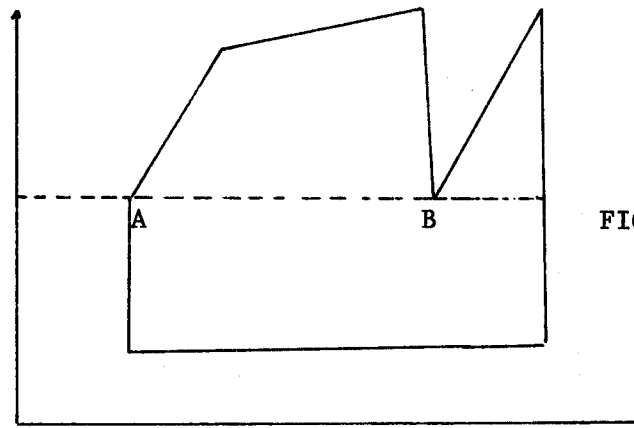


FIGURE III-7. Point singulier

Le sommet A génère un seul couple, tandis que B doit générer deux couples ou pas du tout.

Ce problème est résolu par une analyse de la configuration.

III - 3.4.3 Surfaçage de contour pré-inscrit

Cet algorithme permet de colorier une tache tourmentée quelconque, à partir d'un seul point donné aléatoire dans la tache.

Le principe de l'algorithme repose sur une structure de pile. Une image est définie comme un ensemble de branches, et chaque branche est définie dans la pile par le premier point de la branche rencontré lors du balayage ascendant ou descendant de l'image. Les branches sont traitées dans l'ordre inverse de leur repérage (structure de pile LIFO). La pile contient en plus des coordonnées du point définissant une branche, le sens de balayage ascendant ou descendant de la branche. Le traitement s'effectue ligne par ligne.

III - 3.5 Fonction de transformation de coordonnées

Un système graphique doit permettre à l'utilisateur de reproduire une partie de l'image en un endroit quelconque de l'image, de

réaliser un agrandissement pour avoir plus de détail par un effet de loupe.

Les transformations les plus utilisées sont la translation la rotation et le changement d'échelle.

III - 3.5.1 Translation

C'est la transformation la plus simple à réaliser ; il suffit d'ajouter deux quantités T_x et T_y respectivement à l'abscisse I et l'ordonnée J du point à transformer. Ainsi un point de coordonnées (I,J) est transformé en un point (x,y) par les relations

$$X = I + T_x \quad \text{et} \quad Y = J + T_y$$

Le point obtenu est tel que :

$$C(X,Y) = C(I,J)$$

III - 3.5.2 Rotation

La rotation d'un point de coordonnées (I,J) autour de l'origine, d'un angle θ est donnée par les relations

$$X = I \cos \theta + J \sin \theta$$

$$Y = -I \sin \theta + J \cos \theta$$

Pour éviter le calcul des fonctions trigonométriques, on utilise des rotations à angle définis, souvent de 45° ou de 90° .

III - 3.5.3 Changement d'échelle

Le changement d'échelle qui peut réaliser l'effet de loupe et la symétrie par rapport aux axes est défini par les relations :

$$X = S_x I \quad \text{et} \quad Y = S_y J$$

Pour réaliser une symétrie par rapport à l'axe des abscisses ou des ordonnées, il faut faire $S_x = -1$ ou $S_y = -1$ dans les relations précédentes. Dans le cas général d'un effet de loupe, un point quelconque (I,J) se transforme en une matrice de $S_x S_y$ points, dont le premier est (X,Y).

III - 3.6 Traitement des surfaces

Le traitement des surfaces comprend la visualisation d'une fonction à deux variables et la conception ou l'approximation des surfaces.

III - 3.6.1 Visualisation d'une fonction à deux variables

Le problème de la représentation d'une fonction de deux variables $Z = f(X,Y)$ peut se ramener à celui de la représentation graphique d'un ensemble de nombres structure sous forme d'une matrice. On interprète alors chaque élément de la matrice comme une attitude. La surface est généralement représentée par un réseau de lignes orthogonales définies en fixant soit X soit Y sur un domaine donné.

III - 3.6.1.1 L'algorithme de Williamson

On constitue un tableau de valeurs en coupant la surface par des plans $X = \text{constante}$. Les courbes ainsi obtenues sont reprotées dans un plan après leur avoir fait subir un décalage pour simuler la profondeur.

On affiche d'abord la section de la surface la plus proche de l'observateur.

On initialise la ligne de crêtes minimales ou la ligne de crêtes maximales.

On prend ensuite la section suivante. Chaque courbe est comparée point par point à l'ensemble des points d'altitude maximale (ou d'altitude la plus basse). Ceci pour déterminer si un point est visible ou caché.

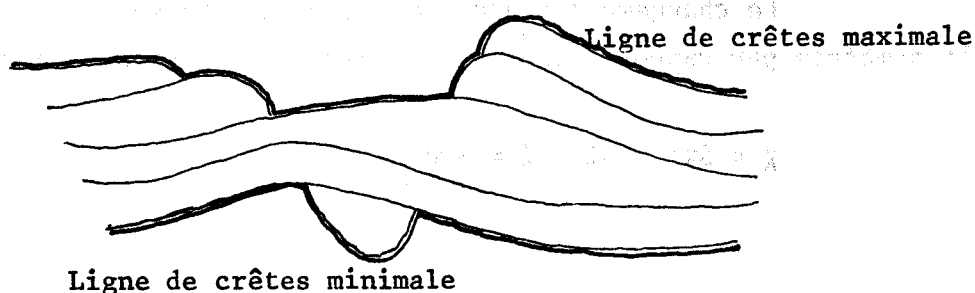


FIGURE III-8 Visualisation d'une fonction de deux variables

III - 3.6.1.2 L'algorithme de Wright

L'algorithme est semblable à celui de Williamson mais il utilise, en plus, la projection perspective, permet un traitement simple des courbes à $Y = \text{constante}$ sur la même figure et ne considère que les points de coordonnées entières.

III - 3.6.2 Description des surfaces géométriques

Ce problème concerne la modélisation par des fonctions mathématiques des surfaces souvent gauches rencontrées surtout dans l'industrie de l'automobile et de l'aéronautique. Trois grand types de surfaces de Beziers et les B splines, développées dans cet ordre chacune apportant une amélioration considérable à sa précédente.

III - 3.7 Elimination des lignes et des surfaces cachées

Le problème le plus ardu dans les systèmes graphiques est celui de l'élimination des parties cachées lors de la visualisation d'un objet à trois dimensions. De nombreux algorithmes d'élimination de lignes et de surfaces cachées ont été développés. Deux approches sont généralement utilisées : travailler sur l'espace objet ou l'espace image.

Un algorithme travaillant directement sur l'espace objet s'applique à trouver les relations géométriques entre les différents objets de la scène afin de déterminer les parties visibles. Les principaux algorithmes utilisant cette approche sont ceux de APPEL, LOUTREL, GALIMBERTI...

Un algorithme travaillant sur l'espace image ne considère l'ensemble des points de l'écran. Leur méthode consiste à trouver une intensité lumineuse en chacun des points de l'écran. Les algorithmes de WATKINS, ROMNEY, WARNOCK... travaillent sur l'espace image.

Une troisième catégorie d'algorithmes est à considérer. Celle-ci concerne les algorithmes qui effectuent un prétraitement au niveau de l'espace objet pour définir une liste de priorités entre les différents objets mais qui résolvent le problème des parties visibles dans l'espace image. Les algorithmes de SCHUMACKER et NEWELL rentre dans cette catégorie.

III - 4 TRAITEMENT D'IMAGES

Les techniques de traitement d'image peuvent être divisées en quatre catégories principales :

- la numérisation de l'image, opération qui consiste à convertir l'image vidéo issue d'une caméra en une image numérique sur laquelle un traitement par ordinateur est possible. Elle comprend deux phases : l'échantillonnage spatial et la quantification du signal vidéo ;

- la restauration permet d'éliminer les dégradations introduites par le système d'acquisition et l'amélioration a pour but d'obtenir une image dont l'apparence est plus satisfaisante pour un observateur humain ou bien une image sur laquelle on accentue les éléments importants ;

- le codage numérique dont l'objectif est la représentation des images avec une fidélité acceptable à l'aide d'un nombre d'un minimum de bits ;

- l'analyse qui consiste à décomposer l'image en éléments simples.

Le but de ce paragraphe est de décrire les principaux traitements que l'on peut faire subir à une image numérique par la description des algorithmes utilisés dans l'amélioration et l'analyse d'images.

III - 4.1 Amélioration d'image

Afin de faciliter l'extraction de paramètres, l'image subit divers traitements. Ces traitements ont pour objectif principal de renforcer certains éléments caractéristiques de l'image et de supprimer les éléments parasites.

III -4.1.1.Filtrage

Pour traiter spécifiquement les différentes composantes d'une image on utilise le plus souvent des filtres. Le principe de base des filtres linéaires est constitué par le théorème de convolution. Le filtrage d'une image s'exprime alors :

$$G_{af}(x,y) = \iint_{-\infty}^{+\infty} h(\alpha,\beta) f_a(x-\alpha, y-\beta) d\alpha d\beta$$

soit dans le domaine discret :

$$G_f(n_x,n_y) = \sum_i \sum_j h(i,j) f(n_x-i, n_y-j)$$

où $h(i,j)$ est la réponse impulsionnelle du filtre.

Les dimensions des fenêtres du filtrage sont adaptées suivant l'effet recherché. Grandes, elles diminuent l'influence du bruit, petites, elles préservent le maximum de définition.

On peut regrouper les principaux filtres linéaires en trois grandes catégories :

- les opérations de lissages qui permettent de réduire le bruit dû à la qualification et aux capteurs. Ce sont des filtres passe-bas. Les fenêtres de filtrages sont de dimensions généralement comprises entre 2×2 et 5×5 ;
- les opérateurs de correction des variations d'éclairage de la scène ;
- les opérateurs de dérivation du premier ordre (le gradient) ou du second ordre (laplacien). C'est la catégorie la plus utilisée.

III - 4.1.2 Lissage d'image

Soit $g(x,y)$ la valeur de l'image au point de coordonnées (x,y) . La valeur lissée de g en ce point est :

$$g_n(x,y) = \frac{1}{Aw} \sum_{w[x,y]} g(i,j)$$

où $w[x,y]$ est la fenêtre de lissage et Aw sa superficie.

Pour une fenêtre de largeur $(2l+1)$ et de hauteur $(2h+1)$, la formule devient :

$$g_w(x,y) = \frac{1}{(2l+1)(2h+1)} \sum_{i=-l}^l \sum_{j=-h}^h g(x+i, y+j)$$

III - 4.1.3 Renforcement de contour

C'est l'opération inverse de la précédente. La dérivation a tendance à accentuer les contrastes locaux. La méthode la plus utilisée est celle du gradient.

Etant donnée une fonction $f(x,y)$, le gradient de f_a aux coordonnées (x,y) est défini par le vecteur

$$\text{grad } f = \frac{\partial f_a}{\partial x} \vec{Lx} + \frac{\partial f_a}{\partial y} \vec{Ly}$$

$\vec{L_x}$ et $\vec{L_y}$ étant les vecteur unitaires.

L'amplitude du gradient est définie :

$$\text{soit par } \sqrt{\left(\frac{\partial f_a}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f_a}{\partial y}\right)^2}$$

$$\text{soit par } \left| \frac{\partial f_a}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial f_a}{\partial y} \right|$$

$$\text{et sa direction par } \theta = \arctg \frac{\frac{\partial f_a}{\partial y}}{\frac{\partial f_a}{\partial x}}$$

f_a = fonction analogique image.

A partir de la représentation discrète de l'image, il est possible de définir un vecteur dont les propriétés sont analogues, dont les composantes sont $g_x(i,j)$ et $g_y(i,j)$.

Les points de fort gradient correspondent à des zones fortement contrastées et inversement, aux points de faible gradient correspondent des zones très peu contrastées.

Les opérateurs utilisés ont des dimensions allant de 2x2 (opérateur de ROBERTS) à 4x4 (opérateur de CHEN).

En utilisant, par exemple, un opérateur 2x2, la valeur $g(i,j)$ est remplacée par la valeur :

$$g'(i,j) = \{ |g(i,j) - g(i+1,j+1)|^2 + |g(i+1,j) - g(i,j+1)|^2 \}^{1/2}$$

$$\text{ou } g''(i,j) = |g(i,j) - g(i+1,j+1)| + |g(i+1,j) - g(i,j+1)|$$

III - 4.2 Segmentation d'image

L'analyse d'image consiste à extraire de l'information d'une image. L'analyse se distingue des autres traitements en ce que le produit final n'est pas en général une image mais un ensemble d'information d'aide à la prise de décision ou une modélisation abstraite de l'image.

Une image peut être modélisée comme la juxtaposition de régions sensiblement homogènes séparées par des lignes de contraste (contours).

Deux méthodes sont couramment utilisées pour segmenter une image, afin d'en permettre son interprétation :

- la première consiste à mettre en évidence les frontières entre les zones de niveaux de gris différents, c'est ce qu'on appelle l'extraction de contours ;

- la seconde consiste à mettre directement en valeur les domaines relatifs à chaque niveau de gris présents dans l'image ; c'est la segmentation par région homogène.

III - 4.2.1 Extraction de contour

Les contours jouent un rôle important dans la reconnaissance des formes. Une importante information picturale est concentrée dans le contour.

Il existe essentiellement deux techniques d'extraction de contour :

- les méthodes locales ou régionales
- les méthodes topologiques.

III - 4.2.1.1 Méthodes locales

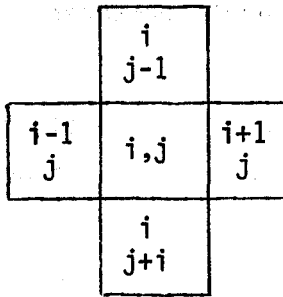
Le principe est le suivant :

- les lignes du contour sont déterminées par une opération du type gradient
- les lignes étant épaisses et non connectées, une poursuite du contour par l'utilisation de deux pointeurs se déplaçant sous les contraintes suivantes :
 - . avance par pas de taille minimale
 - . avance vers le plus proche voisin
- squelettisation par déplacement des pointeurs sous une troisième contrainte de distance minimale entre eux.

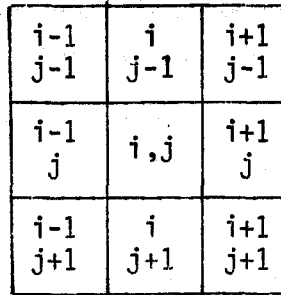
III - 4.2.1.2 Méthodes topologiques

Ces méthodes sont basées sur l'analyse des relations de connexité entre pixel.

On définit habituellement deux types de connexité : 4-connexités et la 8-connexités.



point (i,j) et ses
voisins 4 adjacents



point (i,j) et ses
voisins 8-adjacents

Deux points d'un même niveau de gris sont connectés, si et seulement si, ils sont reliés par une séquence de pixels, connectés (adjacents) les uns aux autres, ayant le même niveau de gris.

Une région est alors définie comme l'ensemble de tous les points connectés d'un même niveau de gris.

III - 4.2.2 Segmentation en régions homogènes

Une région est définie comme un ensemble de points ayant une même propriété. Cette propriété est souvent un niveau de gris ou un paramètre de textures.

La segmentation en zones de niveau de gris homogènes est universellement utilisée. Pour ce faire on utilise un seuil déterminé à partir des histogrammes ou statistiquement. En général un point (x,y) appartient à une région si son niveau de gris $f(x,y)$ appartient à un ensemble donné de niveau de gris.

III -4.3 Conclusion

Le domaine du traitement d'images est très vaste et la littérature est abondante à ce sujet. Les traitements varient suivant l'effet recherché. Dans le contexte de cette étude nous avons essayé d'extraire les traitements susceptibles d'être utilisés dans la création et la manipulation d'images, pour éliminer des couleurs, définir des taches, ...etc.

CHAPITRE IV : AIDE A LA PREPARATION ET A L'IMPRESSION DES IMAGES

IV - 1	INTRODUCTION.....	IV-1
IV - 2	LE SYSTEME DE TRAITEMENT.....	IV-2
IV-2.1	Le microcalculateur.....	IV-2
IV-2.2	L'écran-clavier alphanumérique....	IV-2
IV-2.3	La mémoire de masse.....	IV-3
IV-2.4	Les coupleurs d'entrée-sortie.....	IV-3
IV - 3	CODAGE D'IMAGE.....	IV-3
IV-3.1	Image et ordinateur.....	IV-3
IV-3.1.1	Définition.....	IV-4
IV-3.1.2	Types d'images.....	IV-4
IV-3.2	Représentation d'image couleur....	IV-5
IV-3.2.1	Image mémoire.....	IV-5
IV-3.2.2	Affichage.....	IV-8
IV-3.2.3	Liaison Micral-écran clavier	IV-9
IV - 4	BIBLIOTHEQUE D'IMAGES.....	IV-9
IV-4.1	Le système de fichier.....	IV-9
IV-4.2	Composition de la bibliothèque....	IV-10
IV-4.2.1	Fichier renseignement.....	IV-11
IV-4.2.2	Fichier de données.....	IV-13
IV-4.2.3	Fichier de traduction.....	IV-14
IV-4.3	L'image.....	IV-15
IV - 5	ORGANISATION DES PROGRAMMES.....	IV-15
IV-5.1	Gestion de la bibliothèque.....	IV-17
IV-5.1.1	Utilitaire S.G.F.....	IV-17
IV-5.1.2	Recherche d'image.....	IV-18
IV-5.1.3	Listing des images.....	IV-19
IV-5.1.4	Visualisation d'une image..	IV-20
IV-5.2	Aide à l'impression.....	IV-21
IV-5.2.1	Quantité de colorants.....	IV-21
IV-5.2.2	Composition d'images.....	IV-22
IV-5.2.3	Traduction de l'image.....	IV-23
IV-5.2.4	Commande de l'imprimante...	IV-23
IV - 6	CONCLUSION.....	IV-24

IV - AIDE A LA PREPARATION ET A L'IMPRESSION DES IMAGES

IV - 1 Introduction

Au chapitre III, sont décrits les principaux algorithmes de génération et de manipulation d'image.

En général, les systèmes de conception assistée par ordinateur sont bâtis autour de gros systèmes performants.

Nous proposons, dans ce chapitre, un système de traitement, de manipulation et de commande d'impression d'image, bâti autour d'un microcalculateur.

Notre but est ici la réalisation d'une machine automatique d'impression sur support textile.

Après une brève description du système, nous avons défini les éléments constitutifs de la bibliothèque d'images et décrit les différents programmes mis en oeuvre dans cette étude.

IV - 2 Le système de traitement

Le système de traitement est basé sur un micro-calculateur industriel chargé des différentes tâches d'enregistrement, de préparation et de reproduction des images, il comprend un écran clavier alphanumérique, deux unités de mémoire de masse, et des coupleurs industriels d'entrée-sortie.

IV - 2.1 Le microcalculateur

Le microcalculateur, le Micral S, est construit autour du microprocesseur INTEL 8080.

Le nombre de points constituant une image pouvant devenir rapidement très grand, la mémoire centrale du Micral est étendue à 64 kilo octets de RAM. Ceci permet d'éviter les transferts lents entre la mémoire de masse et le calculateur à chaque traitement et, la réalisation rapide des actions sur l'image.

Le langage BAL (Business Application langage) est un langage conversationnel dérivé du Basic. Conçu pour la gestion, le BAL ne possède pas d'instructions puissantes pour les calculs scientifiques. Pour améliorer sa vitesse d'exécution, certaines sous-routines sont écrites directement en langage machine.

IV - 2.2 L'écran-clavier alphanumérique

Le dialogue entre l'opérateur et le microcalculateur est assuré à l'aide d'un écran-clavier alphanumérique. L'écran adressable au niveau du caractère comporte 24 lignes de 80 colonnes. Considéré par le calculateur comme un périphérique du genre télétype, les données tant en entrée qu'en sortie sont transmises en code ASCII. La transmission en série de l'information entre la console et le Micral limite la vitesse à 9600 bauds.

IV - 2.3 La mémoire de masse

1.1.1 - VI

Le système BAL gère deux unités de disques souples de grande capacité mémoire. Une unité contient le système BAL et les programmes développés, l'autre constitue le volume de fichiers, géré par un système de fichiers utilisé directement avec le langage.

IV - 2.4 Les coupleurs d'entrée-sortie

1.1.2 - VI

Pour la commande de la machine d'impression, nous disposons, en sortie de deux coupleurs de 32 voies mémorisées chacun. Les transferts se font octet par octet. Chaque sortie est constituée par un relais. Toutes les bornes des relais sont isolées entre elles et isolées de l'alimentation du microcalculateur. Les temps opératoires sont, à l'enclenchement de 500 μ s (microsecondes) rebonds compris et d'environ 100 μ s au relâchement. Les entrées sont constituées par un coupleur de 32 voies non mémorisées, à isolation opto-électronique. Chaque entrée est constituée d'une résistance série de 150 ohms, d'un circuit opto-électronique et d'un filtre passe-bas.

IV - 3 Codage d'image

Avant de décrire la représentation de l'image dans le système de traitement, il nous semble utile de rappeler brièvement la relation entre l'image et l'ordinateur.

IV-3.1 Image et ordinateur

Il n'est pas dans notre propos de définir la relation entre l'image et l'ordinateur ni de justifier l'importance grandissante qu'a l'image dans le domaine informatique. Nous nous intéressons à la présentation de l'information image et aux différents types d'images qu'un ordinateur est amené à traiter.

IV - 3.1.1 Définition

Pour un système informatique, une image se présente comme un ensemble structuré d'information. L'espace d'observation est toujours limité à une surface rectangulaire qui, discrétisée et quantifiée, est représentable par une matrice de $M \times N$ points, chaque point ayant une couleur $C(I,J)$ bien définie.

IV - 3.1.2 Types d'images

On peut distinguer les images suivant, d'une part leur mode d'acquisition et, d'autre part leur utilisation.

Les images représentant des scènes réelles, provenant de systèmes optiques ou électroniques sont utilisées généralement dans le domaine de la reconnaissance des formes. Elles sont discrétisées et quantifiées sous forme de matrice. Ce sont des images photographiques.

Les images dont la génération est programmée par un utilisateur sont rigidelement définies. Toute modification sur une telle image nécessite un changement dans le programme de création. Ces images pré-programmées peuvent représenter un résultat sous forme d'un graphe ou une synthèse d'une fonction mathématique.

Le dernier type d'image est l'image interactive. Elle est créée progressivement, à l'aide de moyens d'entrée et de procédures informatiques mises en oeuvre. En réponse aux actions d'un opérateur, le calculateur génère une image élément par élément, un élément pouvant être un point ou un ensemble de points représentant une figure.

Contrairement aux deux derniers types d'images, les images photographiques nécessitent toujours un traitement informatique.

L'image que nous sommes amenés à traiter relève plus de l'image interactive. Bien que disponible d'abord sous forme d'esquisse ou de maquette, l'image finale est obtenue à la suite de différentes actions mises en oeuvre par un opérateur.

IV - 3.2. Représentation d'image couleur

Il est important de bien distinguer entre l'image affichée sur un écran qui est un ensemble de points plus ou moins lumineux, l'image mémoire qui se présente sous forme d'un tableau de mots machines ou d'une liste d'affichage et l'image réelle, l'esquisse, provenant du monde physique.

La représentation d'une image dans un système informatique peut se faire de plusieurs manières. Les procédés de codage varient, surtout, suivant les applications. Le choix d'un procédé va dépendre aussi du type d'image et du matériel mis en oeuvre.

Pour les images interactives, le codage doit réaliser un compromis souvent délicat, entre, d'une part la réduction de l'espace mémoire nécessaire au stockage de l'image donc une compression des données, et d'autre part une rapidité d'accès aux éléments d'une image dont dépend celle de la réalisation des interactions. On doit donc tenir compte, non seulement, des difficultés de codage, mais aussi de celles du décodage.

IV - 3.2.1 Image mémoire

Au chapitre II, traitant de l'imprimante, l'image, vue par celle-ci, se présente sous forme d'une liste d'éléments où chaque élément contient une suite ordonnée de groupes qui, à leur tour, sont formés d'une suite de mots de 8 bits.

Dans cette structure sous forme de liste nous avons tenu compte du fonctionnement séquentiel de l'imprimante.

L'accès à un point nécessite d'importants calculs et est, par conséquent très lent.

En effet à chaque point de l'image correspondent 4 bits contenus dans des éléments différents et modifier un point revient à modifier au moins deux de ces quatre bits. De plus cette structure nécessite un espace mémoire considérable.

La vitesse de transfert entre le microcalculateur et la console de travail se trouve limitée par le mode de transmission. Dans le choix d'un procédé de représentation de l'image, nous devons tenir compte des caractéristiques du Micral, ce dernier n'étant pas conçu pour ce genre d'application. Aussi, pour éviter les difficultés de codage et de décodage, avons nous choisi de représenter l'image sous forme matricielle.

Le nombre de couleur d'une image est fixé à 5, la couleur de fond comprise, le nombre de points constituant une image peut devenir rapidement très grand. En limitant la définition à 120x120, le nombre de points est alors 14400. Plutôt que d'utiliser un mot machine de 8 bits pour représenter un point et perdre ainsi plus de la moitié de la mémoire occupée par l'image, chaque octet représente un couple de points consécutifs. Suivant que l'ordonnée, le numéro de colonnes, d'un point est pair ou impair, nous utilisons les 4 bits de poids les plus faibles ou les 4 bits de poids les plus forts pour représenter le point. Dans une première étude, nous avons utilisé une représentation par bloc de 8 points, chaque point étant, alors, codé sur 3 bits uniquement. Ainsi, l'extension du nombre de couleurs à 8 est bien respectée et aucun espace mémoire n'est perdu. Cependant, ce mode de représentation par bloc de trois octets s'est vite avéré très lourd d'utilisation.

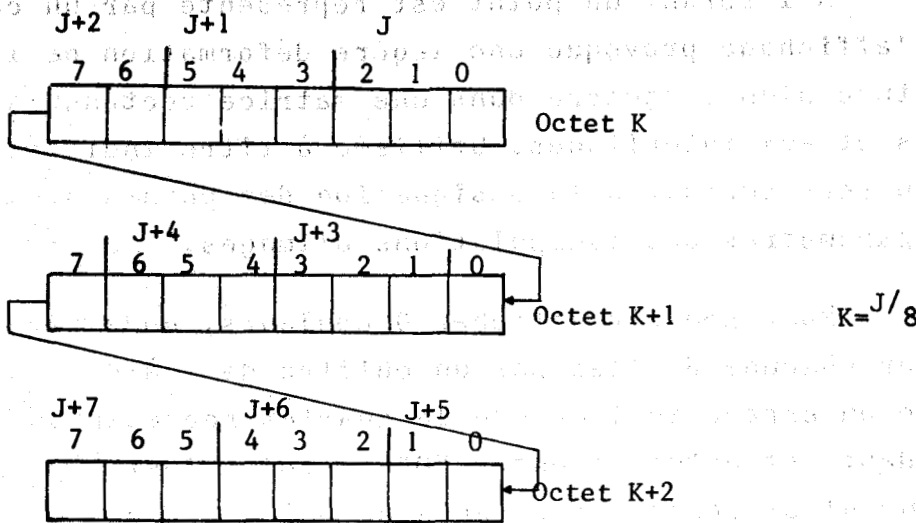


FIGURE IV.1 Représentation par blocs de 8 points

La recherche d'un point nécessite beaucoup de calcul.

Dans la représentation par couples de points, cette recherche est plus performante. L'image est formée de deux classe modulo 2. La matrice de $M \times N$ points $C(I, J)$ devient un tableau de $M \times N1$ octets avec $N1$ et $J1$ partie entière respectivement de $(N+1)/2$ et $(J+1)/2$

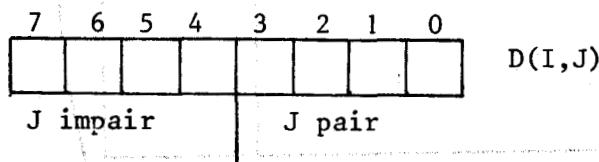


FIGURE IV.2 Représentation par couple

La capacité mémoire nécessaire à la représentation d'une image de 120×120 points, soit 14400 points, est alors de 7200 octets.

IV - 3.2.2 Affichage

A l'écran, un point est représenté par un caractère. Ce mode d'affichage provoque une légère déformation de l'image due à l'écriture d'un caractère dans une matrice rectangulaire de 10 x 7 points et aux interlignes. Utilisée à titre indicatif, la visualisation sert surtout à la désignation des points et à la définition des paramètres des manipulations d'images.

Pour pouvoir afficher 8 couleurs, nous avons choisi de représenter chacune d'elles par un chiffre de 1 à 8. L'affichage d'un blanc ou espace indique que le quartet représentant le point correspondant est actuellement à "0" (zéro), c'est à dire qu'aucune couleur n'est encore affectée à ce point. Pour une extension du nombre de couleurs, à 15 par exemple, nous pensons utiliser des caractères alphabétiques.

L'écran est partagé en deux parties, par un trait vertical comme le montre la figure suivante.

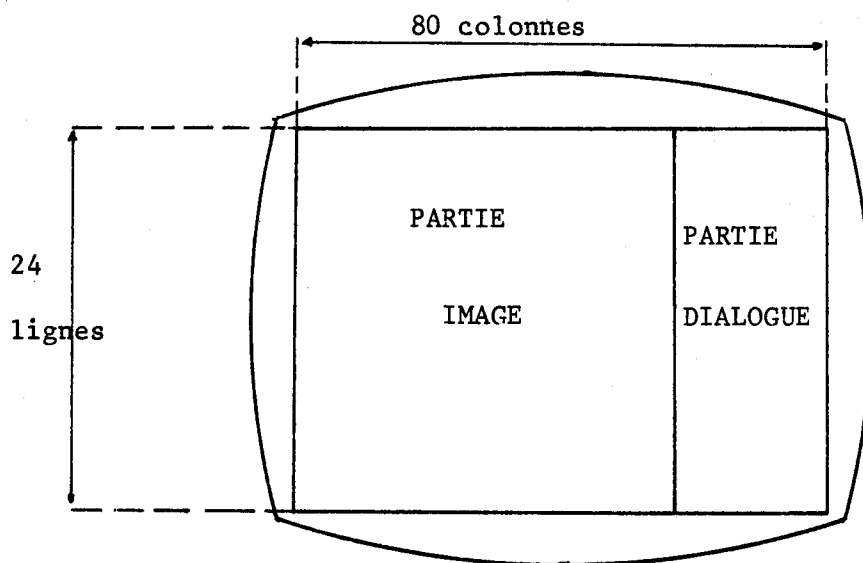


FIGURE IV.3 Partage de l'écran

La partie gauche composée de 24 lignes de 60 colonnes est utilisée, pendant le traitement d'une image, à la visualisation de celle-ci. Elle est séparée de la partie droite servant au dialogue entre l'opérateur et le programme par le tracé de la colonne 61. La liste des couleurs et leur code de représentation sont affichées pendant toute l'introduction point par point, ainsi que les coordonnées image du point représenté par la position actuelle du curseur à l'écran. L'appel aux fonctions n'efface que la liste des couleurs.

IV - 3.2.3 Liaison Micral-écran clavier

Les données tant en entrée qu'en sortie sont transmises en code ASCII. Chaque caractère est codé sur 7 bits. Tous les programmes faisant intervenir des commandes sont dotés de routines en langage machine de gestion du clavier et de l'écran. Ainsi seules les commandes permises par le programme et les codes de représentations de couleurs sont admis en entrée. De plus ces derniers sont traités et leur code de 7 bits est transformé en quartet de quatre bits. Inversement, en sortie les quatre bits représentant la couleur d'un point sont transformés en 7 bits, c'est à dire le code ASCII du caractère correspondant et ce dernier est affiché à l'écran. A noter qu' aucun caractère n'est affiché avant la vérification et seuls les codes couleurs peuvent être visualisés après vérification. Pour les transmissions avec parité (paire ou impaire) nous proposons d'utiliser un masquage du 8ème bit des codes transmis, ceci afin d'éviter toute erreur d'évaluation de la valeur correspondant à un code.

IV - 4 Bibliothèque d'image

IV - 4.1 Le système de fichier

Le langage BAL comporte un système de fichiers qui offre deux structures ; une structure séquentielle, c'est à dire un ensemble d'enregistrements écrits les uns à la suite des autres, et une structure séquentielle indexée où les enregistrements sont accessibles soit de façon séquentielle, comme précédemment soit de manière sélective à l'aide de tables de correspondance.

IV - 4.2 Composition de la bibliothèque

Le choix d'une organisation est conditionné par les caractéristiques d'utilisation. Dans une organisation séquentielle où une information n'est définie que par rapport à celle qui la précède, la mise à jour, en particulier, la modification d'un article, n'est possible que par duplication du volume, si cet article

nécessite un espace plus large. C'est spécialement pour cette raison que nous avons choisi l'autre structure, la structure séquentielle indexée, pour les fichiers constituant la bibliothèque. C'est le système qui est chargé de l'implantation du fichier, ainsi que de l'extension de sa place sur le volume, au fur et à mesure de son remplissage. On évite ainsi une surestimation, par l'utilisateur, de la taille définitive des enregistrements, et des fichiers, soit une place perdue sur le support. Dans un fichier séquentiel indexé, les enregistrements sont de longueurs variables, et la place libérée par l'élimination d'un article est allouée à un nouvel article.

Un article est composé de trois éléments :

- Une clé permettant de l'identifier. La longueur des clés est fixée par le programme et constante dans un même fichier

- Un index associé à cette clé. Une clé doit obligatoirement appartenir à, au moins, l'un des bits d'index. On utilise un bit d'index pour définir un ensemble d'articles. Les index sont aussi fixés par le programme, ceci dans le souci d'alléger la tâche d'introduction de l'opérateur.

- Les données associées à cette clé. Elles sont de longueur variable et leur organisation sur le support ne fait perdre qu'un minimum de place mémoire.

Le rangement par ordre des clés permet de retrouver un article dans un temps rapide et sensiblement constant. L'ordre peut être alphabétique ou numérique suivant les clés.

On définit un fichier par un nom de 8 caractères alphabétiques.

IV - 4.2 Composition de la bibliothèque

La bibliothèque d'images est un ensemble de fichiers séquentiels indexés chargés de stocker les images et les différents paramètres nécessaires à l'impression.

Pour éviter l'introduction des caractéristiques d'un fichier à chaque ouverture ou fermeture, un quatrième fichier de même organisation que les trois précédents a été créé. Il est chargé, spécialement, de la mémorisation des paramètres des fichiers. C'est le fichier FICHRENS. Les paramètres d'un fichier sont :

- Le nom du fichier écrit sur 8 caractères
- La clé d'accès (écriture, lecture, destruction)

La bibliothèque peut être constituée par un ou plusieurs volumes, chaque volume étant représenté par une disquette.

Afin de permettre une bonne extension, pratiquement sans limite, chaque volume est autonome et référencé par un nom unique écrit sur 8 caractères, BIBLIMAG, fixé par le programme de création. Les noms des fichiers peuvent varier d'un volume à l'autre. Ils sont donnés par l'opérateur lors de la mise en oeuvre de la création d'un volume.

IV - 4.2.1 Fichier renseignement

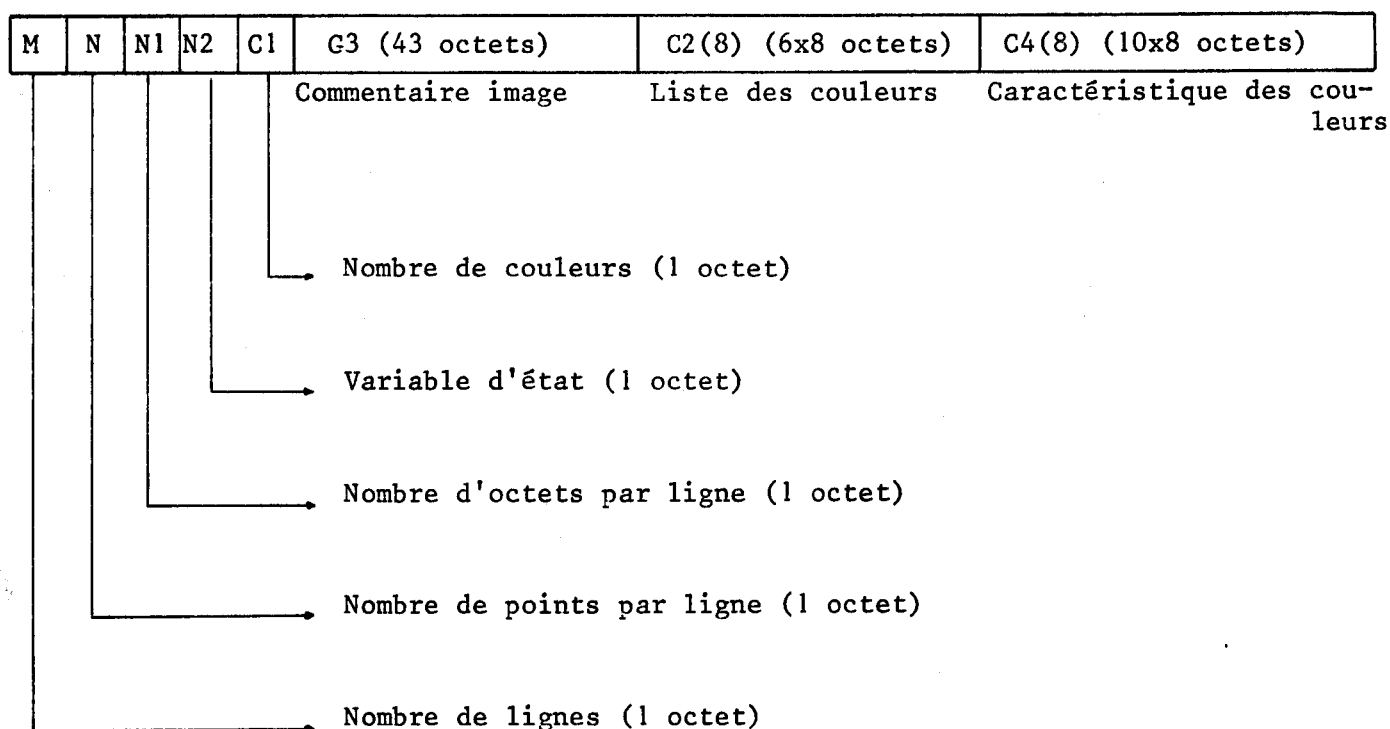
Il contient les paramètres caractéristiques d'une image. Ces paramètres sont :

- M le nombre de lignes de l'image
- N le nombre de points par ligne
- N1 le nombre d'octets nécessaires à la représentation d'une ligne de N points en mémoire.
- C1 le nombre de couleurs contenues dans l'image, la couleur de fond comprise.
- La liste des couleurs dans l'ordre de leur définition. Cette liste représentée sous forme d'un vecteur contient les noms, écrits sur 6 caractères, des couleurs dans le langage commun.
- la variable N2 indiquant l'état de conception de l'image. L'introduction d'une image déclarée non terminée peut être reprise ultérieurement.

- Une place de 43 caractères réservée aux commentaires ou à d'autres paramètres particuliers de l'image. L'opérateur pourra y porter la date de conception, la destination... de l'image.

- A chaque couleur est réservée une zone de 10 caractères. Cette zone pourra être utilisée à la composition, la quantité ou tout autre paramètre du colorant à utiliser.

L'ensemble de ces paramètres de l'image est référencé par un nom d'image défini par l'opérateur.



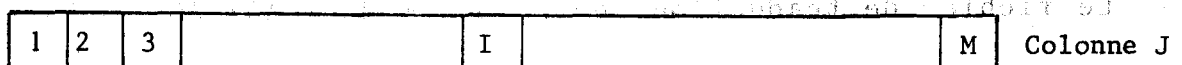
Clé = G = nom de l'image (10 octets)

FIGURE IV.4 Données associées à une clé dans le fichier renseignement

IV - 4.2.2 Fichier de données

Ce fichier stocke l'ensemble des points constituant une image. Le nombre de ces points pouvant varier, afin d'éviter des pertes de place mémoire par une surestimation de la taille de l'image, chaque colonne constitue un article. Le nombre de colonne à considérer est $N1$. Ce qui réduit de moitié le nombre d'articles. A chaque nom d'image correspond donc une suite de $N1$ articles de M octets chacun. Nous supposons que $N1$ reste inférieur à M dans la majorité des images.

La clé référençant un article est formé par les 7 premiers caractères du nom de l'image auxquels est associée la variable caractère dont la valeur numérique est J , J pouvant s'écrire sur, au plus, trois caractères. L'index de cette clé est représenté par J (J varie de 1 à $N1$).



Octet $D(I,J)$

$D(I,J)$ contient les points $C(I,2J-1)$ et $C(I,2J)$ de l'image

FIGURE IV.5 Données associées à une clé

dans le fichier de données

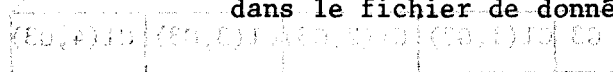


FIGURE IV.6 Données associées à une clé

dans le fichier de données

IV.4.2.3 Fichier de traduction

Contrairement aux deux fichiers précédemment définis, créés par l'utilisateur à l'aide d'un programme développé à cet effet, ce fichier est créé automatiquement à chaque demande de traduction. Il ne contient qu'une seule image à la fois. Il mémorise la liste des mots de commande des injecteurs nécessaires à l'impression de la dernière image traduite. Cet ensemble est structuré en liste d'éléments et chaque élément constitue un article.

La clé référençant cet article est le numéro d'ordre de l'élément dans la liste.

Le nom de la dernière image traduite est contenue dans le fichier FICHRENS.

Les clés sont binaires et l'ordre établi sur ces clés est numérique. Par contre les clés des fichiers précédents, le fichier de renseignement et le fichier de données, sont classées par ordre alphabétique.

Le fichier de traduction porte le nom de TRADIMAG.

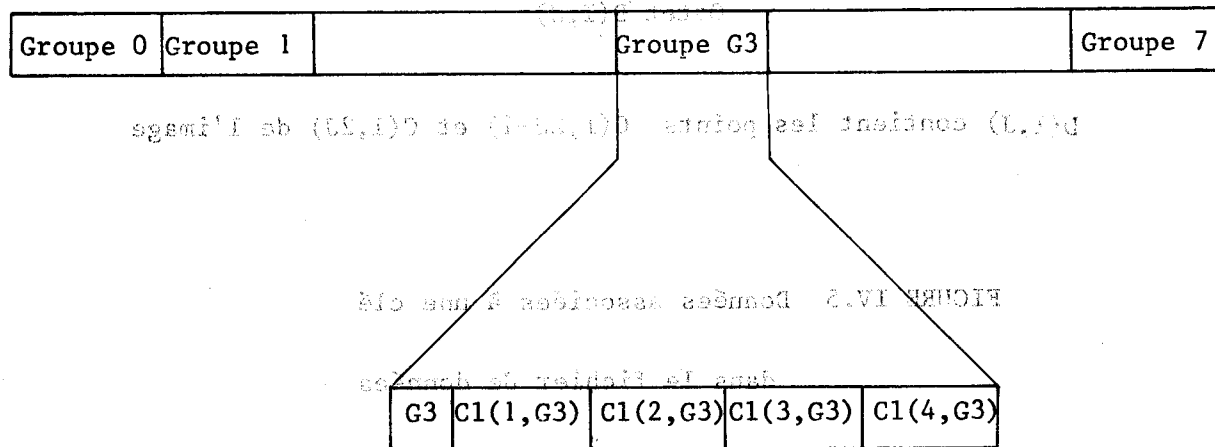


FIGURE IV.6 Données associées à une clé

dans le fichier de traduction

Chaque élément de la liste constitue un article de 64 octets de données. La clé de l'article donne la position de la première rampe, c'est à dire Y (chapitre II).

IV - 4.3 L'image

Chaque image contenue dans la bibliothèque est référencée par un nom unique de 10 caractères dont les 6 premiers sont obligatoirement des caractères alphabétiques. Ainsi un nom d'image peut porter un numéro écrit sur, au plus, 4 caractères. Chaque nom d'image sert de clés à l'article composé des paramètres de l'image ; et à partir de ce nom sont formées les différentes clés servant de référence à chaque colonne dans le fichier de données. Si, de plus, l'image est traduite, à son nom figurant dans le fichier FICHRENS, sont associées les informations de commande contenues dans le fichier de traduction.

IV - 5 Organisation des programmes

Le BAL limite le nombre de programmes par disquette système à 4. L'extension d'un programme nécessite l'élimination de celui qui le suit. De ce fait, les programmes développés dans cette étude sont répartis sur plusieurs disques souples. L'élaboration d'un programme, dit principal, permet de fournir à l'utilisateur les indications nécessaires pour la réalisation d'une tâche choisie.

L'ensemble des programmes est partagé en trois grands groupes suivant leur utilisation :

- les programmes de préparation d'images concernent principalement l'introduction ou la conception et les modifications. Le programme d'introduction de l'image en mémoire du Micral constitue la base de notre étude. L'opérateur peut mettre en oeuvre ce programme soit pour concevoir ou introduire une nouvelle image, soit pour continuer l'introduction inachevée d'une image.

Les images dont l'introduction a été déclarée terminée peuvent nécessiter des modifications. Le programme élaboré à cet effet propose différentes modifications aussi bien au niveau des données qu'au niveau des paramètres. La préparation d'image est étudiée, plus en détail dans le chapitre suivant.

- Les programmes dits d'aide à l'impression, dont les principaux sont le programme de traduction d'image et le programme de commande de l'imprimante. L'opérateur peut aussi effectuer des compositions d'images. Le programme de composition est chargé d'élaborer une nouvelle image à partir d'un ou plusieurs images, déjà en bibliothèque, suivant les désirs d'un utilisateur. L'utilisateur peut également procéder au calcul du nombre de points de chaque couleur, ceci afin de calculer la quantité de colorant nécessaire à la reproduction d'une image.

- Les programmes de création et de gestion de la bibliothèque. Indépendamment des routines de gestion des images incorporées dans les différents programmes, un utilitaire S.G.F permet à l'opérateur de créer, de recopier ou de détruire un volume ou un fichier de manière conversationnelle. Les images sont généralement référencées par leur nom. Cependant, il peut arriver que les désirs d'un utilisateur soient exprimées sous forme d'un ou de plusieurs paramètres. Pour répondre à ses besoins, nous avons mis au point un programme permettant la recherche et l'affichage de toutes les images ayant des paramètres donnés. Ainsi il est possible de visualiser tous les noms des images ayant une couleur, une dimension, ..., un ensemble quelconque d'un ou de plusieurs paramètres identiques bien déterminés. Il est également possible de procéder à un listing de tous les paramètres de chacune des images en bibliothèque, paramètre après paramètre. Pour mieux juger de l'effet d'une image, un programme permet d'afficher une image dont l'introduction est achevée en utilisant des codes de représentation des couleurs, des caractères quelconques du clavier, choisis par l'opérateur.

IV - 5.1 Gestion de la bibliothèque

Sont décrits dans ce paragraphe, uniquement les programmes indépendants de création de la bibliothèque et de gestion des images.

IV - 5.1.1 Utilitaire S.G.F.

Ce programme conversationnel est chargé des différents traitements des éléments constitutifs de la bibliothèque. Dès sa mise en oeuvre, un menu de trois actions est proposé à l'opérateur :

- création de volume
- destruction d'un fichier
- recopie d'un fichier.

La création d'un volume n'est réalisée que si la disquette ne contient aucun fichier. Le choix de cette action n'implique pas forcément la création de volume. Aussi conduit-il à la création de fichiers. L'opérateur peut alors créer, d'abord, le fichier de données. La création d'un fichier n'étant pas obligatoire, pour passer en séquence il suffit de faire "Retour-chariot". A la fin de la création, l'opérateur peut réafficher le menu et choisir de nouveau une action ou arrêter le programme. La création d'un volume peut être utilisée à la génération de la bibliothèque. Le fichier FICHRENS est créé automatiquement après chaque création de volume. Dans un même volume, le nom d'un fichier doit être unique.

L'opérateur peut aussi éliminer un fichier. Pour cela, il doit fournir les différents paramètres du fichier. La protection est assurée par la clé de 15 caractères. Ces 15 caractères, fournis lors de la création d'un fichier, ne sont jamais affichés, même pendant leur frappe au clavier. La connaissance de cette clé, en plus des autres paramètres, conditionne la destruction d'un fichier. Après le choix de l'action de destruction, l'opérateur peut réafficher le menu ou arrêter le programme. Il doit alors faire "Retour-chariot" avant de donner le nom du fichier à détruire.

La recopie de fichier permet la duplication d'un des deux fichiers, renseignements ou données. Le fichier "Entrée" peut être créé après le choix de cette action.

L'opérateur peut effectuer ces différents traitements autant de fois qu'il le désire, le programme n'est arrêté que sur son ordre.

IV - 5.1.2 Recherche d'image

Ce programme permet de trouver toutes les images en bibliothèque ayant les mêmes paramètres donnés. Après avoir lancé le programme, les paramètres suivants sont affichés à l'écran, l'un après l'autre :

- Le nombre de lignes
- Le nombre de colonnes

- Le nombre de couleurs

- Le commentaire image

- Le nombre de mêmes couleurs

- La liste des mêmes couleurs

- Le nombre de mêmes caractéristiques couleurs

- La liste des mêmes caractéristiques

A chaque visualisation d'un paramètre, l'opérateur a droit à trois réponses affichées à l'écran :

- Donner la valeur du paramètre affiché, le passage au suivant est alors automatique

- Passer au suivant en faisant retour chariot

- Indiquer la fin des paramètres en faisant

"Down", c'est à dire frapper la touche "↓" sans valider. La recherche des images ayant les mêmes paramètres donnés peut alors s'effectuer, et les noms des images sont affichés. Si aucun paramètre n'est introduit le programme s'arrête.

Après le choix de l'action de destruction, l'opérateur peut réafficher le menu ou arrêter le programme. Il doit alors faire "Retour-chariot" avant de donner le nom du fichier à détruire.

Rechercher l'ensemble des images ayant par exemple 5 couleurs, 3 mêmes couleurs, Rouge, Jaune, Marron et deux mêmes caractéristiques : Eliamine, Lurantin (dénomination commerciale de colorants directs), consiste à faire :

- Nombre de lignes : "Return"
- Nombre de colonnes : "Return"
- Nombre de couleurs : 5 Return
- Commentaire image : Return
- mêmes couleurs: 3 Return
- Couleur 1 : Rouge Return
- Couleur 2 : Jaune Return
- Couleur 3 : Marron Return
- mêmes caractéristiques : 2 Return
- Caractéristique 1 : Eliamine Return
- Caractéristique 2 : Lurantin Return

Remarque : la liste des couleurs et celle des caractéristiques ne sont demandées que si l'opérateur a frappé un nombre (0-9) à la question correspondante.

Les caractéristiques ne correspondent pas forcément aux couleurs introduites.

Dans l'exemple précédent, pour ne chercher que les images ayant 5 couleurs (pas forcément les mêmes), il suffit de frapper la touche "5", sans valider, en réponse à "commentaire image". A chaque affichage d'un nom d'image, l'opérateur peut arrêter le programme en faisant interruption sur la touche "ESC" ou continuer la recherche en frappant un caractère quelconque au clavier et valider ou tout simplement la touche "Return".

IV-5.1.3 Listing des images

Il s'agit de lister l'ensemble des images dont l'introduction est terminée ou inachevée ou toutes les images en bibliothèque. Pendant le listing, le programme affiche d'abord le nom de l'image et sa position dans le fichier. L'opérateur peut demander la suite des paramètres de l'image dont le nom est affiché, passer à l'image suivante ou arrêter le listing.

La touche ESC arrête le programme, la touche "Down" (\downarrow), efface l'écran et permet de passer à l'image suivante, et la frappe d'un caractère quelconque validée ou la frappe de la touche Return visualise le paramètre suivant de l'image; si tous les paramètres sont affichés, il y'a effacement de l'écran et passage à l'image suivante et le programme s'arrête à la dernière image.

IV - 5.1.4 Visualisation d'une image

Pour des raisons de vitesse d'exécution, les couleurs sont représentées à l'écran par des caractères numériques pendant tout traitement sur les données de l'image. Pour mieux juger de l'effet d'une image, celle ci peut être affichée en utilisant, comme code de représentation des couleurs, des caractères bien choisis. Le programme d'affichage permet d'utiliser n'importe quel caractère du clavier pour représenter une couleur à l'écran. Ce programme ne traite que les images dont la conception a été déclarée achevée. Après chargement en mémoire centrale d'une image référencée par son nom, le programme demande les nouveaux codes, un caractère par couleur, couleur après couleur. Un caractère ne peut représenter qu'une seule couleur et toute erreur est signalée par une sonnerie, l'opérateur devant alors recommencer l'introduction. Une fois les codes acquis, la première partie de l'image, c'est à dire les 24 premières lignes de 60 points chacune, est visualisée sur la partie gauche de l'écran, les coordonnées du premier point de l'image affichée, (1,1) pour la première partie, sont visualisées sur la partie droite et un dialogue s'engage entre le calculateur et l'opérateur.

Une sous-routine écrite en langage machine vient gérer le clavier et seule quatre caractères peuvent alors être pris en compte.

Ces caractères représentent les commandes suivantes :

- C : la frappe de ce caractère exprime le désir de l'opérateur de changer de nouveau le code de représentation d'une ou de plusieurs couleurs. Elle provoque l'effacement de la partie dialogue de l'écran et y affiche la liste des couleurs et leur actuel code. Le curseur venant se positionner sur le code de la première couleur, l'opérateur peut frapper un caractère et valider pour changer la représentation de la couleur, ou faire Return pour passer au code suivant et ainsi de suite jusqu'à la dernière couleur.

Il peut de nouveau effectuer une commande parmi les quatre possibles, en particulier la commande F pour réafficher l'image avec les nouveaux codes.

- D : Ce caractère provoque le "scrolling", c'est à dire que la première ligne de l'écran disparaît et à sa place est visualisée la deuxième ligne, ainsi de suite jusqu'à la dernière ligne de l'écran où est visualisée une nouvelle ligne de l'image. Si la dernière ligne de l'écran correspond à la dernière ligne de l'image, une autre partie de l'image est affichée. Les différentes parties sont définies par leur premier point. Si (I,J2) est l'actuel premier point à l'écran, (1, J2+30) est celui de la partie suivante, si J2+30, est supérieur N, l'actuelle partie affichée reste à l'écran. Les coordonnées du nouveau premier point sont visualisées et le dialogue reprend comme précédemment.

- E : Commande d'arrêt du programme

- F : Cette commande permet de visualiser une fenêtre quelconque de l'image. Après effacement de la partie dialogue, le calculateur demande le premier point de la nouvelle partie à afficher. Les 24 lignes de 60 points dont les coordonnées du premier sont introduits par l'opérateur sont visualisées et le dialogue reprend après affichage, en haut à droite, des coordonnées du point définissant la partie actuellement à l'écran.

IV - 5.2 Aide à l'impression

IV - 5.2.1 Quantité de colorants

Pour permettre le calcul de la quantité de colorants nécessaires à l'impression d'une image, un programme réalise le comptage du nombre de points par couleur.

Le comptage est réalisé par lecture de l'image point par point et le nombre est simultanément affiché pour chaque couleur.

IV - 5.2.2 Composition d'images

Ce programme offre la possibilité de composer une ou plusieurs images avec ou sans visualisation. La nouvelle image formée doit rester limitée à une matrice de 120 points par 120 points et le nombre de couleurs la composant à 8. La composition s'effectue par couple d'image. L'opérateur introduit d'abord le nom de la première image, G, puis celui de la seconde, H. Cette distinction vient du fait que G peut recevoir une partie de H. Dans la composition, l'opérateur doit définir la partie de H à ajouter à G par son premier et son dernier point, et sa position dans G, c'est à dire les futures coordonnées de son premier point dans G. Pendant la réalisation, toutes les couleurs de l'image H sont comparées à celles de G, la couleur de fond de H est considérée comme une couleur quelconque. Un ensemble de couleurs est ainsi formé par toutes les couleurs de G, et celles de H non contenues dans G. Après composition, le programme vérifie si aucune des couleurs de G n'a été complètement éliminée, calcule le nombre effectif de couleurs et affiche ces dernières. L'opérateur peut alors remplacer une ou plusieurs couleurs. Il doit éliminer des couleurs si leur nombre est supérieur à 8. Le nouvel ensemble étant formé, le programme réalise les modifications et propose une autre composition, avec une autre partie de H ou avec une autre image. Si aucune composition n'est demandée, l'opérateur doit donner un nom à l'image, introduire, s'il y'a lieu, le commentaire image et les caractéristiques couleurs, et l'image est rangée en bibliothèque. A noter que pour une composition avec visualisation de l'image, c'est à l'opérateur de définir la partie à visualiser, la partie droite de l'écran étant réservée au dialogue.

IV - 5.2.3 Traduction de l'image

La traduction d'une image consiste à transformer pour chaque injecteur, chaque point en un bit 1 ou 0 suivant que la couleur du point correspond ou non à la couleur de la rampe portant l'injecteur. La traduction s'effectue classe après classe, groupe après groupe, et ligne après ligne. La structure des données de commande a été décrite au chapitre II.

La traduction ne concerne que les images dont l'introduction est déclarée achevée.

Le programme élaboré à cet effet peut, selon le désir de l'opérateur, visualiser les mots de commande tels qu'ils sont représentés en mémoire, c'est à dire en binaire, un élément à la fois, un élément étant formé de 64 octets (voir chapitre II). Le fichier TRADIMAG reçoit les données, élément par élément et le nom de l'image traduite est mémorisée dans FICHRENS.

IV - 5.2.4 Commande de l'imprimante

Pour pouvoir piloter le prototype d'imprimante et procéder à une reproduction d'une image, il nous faut savoir l'instant de début d'impression, la position de la première rampe et l'instant de début de commande. Ces deux derniers paramètres peuvent être déterminés, directement à partir de la période, par le microcalculateur. Cependant un cumul de la différence entre la valeur réelle et celle calculée peut conduire à une déformation de l'image imprimée. C'est pour cette raison que nous préconisons l'utilisation de deux capteurs. Une meilleure synchronisation est attendue. Nous supposons que le problème des capteurs est résolu, c'est à dire que le microcalculateur reçoit, à chaque période T , deux informations numériques, donc directement exploitable par le micral.

La commande consiste alors en une sortie, à des instants bien déterminés, d'une suite de 64 octets par période.

L'image traduite étant en mémoire centrale, la sortie d'un mot de commande consiste en un chargement d'une case mémoire, référencée par une adresse, dans l'accumulateur et en un transfert de cette valeur vers un port d'adresse connue. Le temps nécessaire à la réalisation de ces deux opérations est d'environ 12.5 us. Le temps mis à l'enclenchement par un injecteur est de 500 us. Le temps nécessaire à la commande de 60 injecteurs est alors de

$100 \text{ us} + 500 \text{ us} = T1 = \Delta t$, où $T1$ est le temps à l'enclenchement du relais associé à un injecteur et Δt le temps de propagation de l'information à l'intérieur d'un multiplexeur. Δt est très faible, il est de l'ordre de 25 ns. Avec $T1 = 500 \text{ us}$, il faut environ 8,8 ms pour commander les 480 injecteurs. Ce temps est très faible devant la période dont la première estimation est de l'ordre de 200 ms.

Le programme de commande consiste à lire les ports d'entrée pour détecter l'information indiquant d'une part, une ligne et d'autre part, l'instant de début de commande et sortir 64 mots de commandes par groupe de 8 octets à la fréquence maximale d'un groupe toutes les 1.1 ms.

IV - 6 Conclusion

Les programmes élaborés dans cette étude sont basés sur un dialogue homme-machine permanent. Ces programmes peuvent facilement être modifiés. L'extension du nombre de couleurs à 15 et l'agrandissement de la définition, par exemple, ne nécessitent pratiquement qu'un changement des limites de variation des variables.

Les éléments effectifs de commande n'étant pas encore disponibles, un calcul précis des temps peut être fait ultérieurement en fonction de leurs paramètres.

CHAPITRE V : PREPARATION DES IMAGES

V-1	INTRODUCTION.....	V-1
V-2	INTRODUCTION D'UNE IMAGE.....	V-2
V-2.1	Coordonnées image.....	V-2
V-2.2	Définition des coordonnées écran.....	V-3
V-2.3	Visualisation d'une image.....	V-3
V-2.4	Mode d'introduction.....	V-5
V-2.4.1	Introduction et poursuite d'introduction.....	V-5
V-2.4.2	Les commandes.....	V-6
V-2.5	Fonction de visualisation.....	V-10
V-2.5.1	Fonction d'écran.....	V-10
V-2.5.2	Manipulations.....	V-15
V-2.5.2.1	Transformations géométriques	V-15
V-2.5.2.2	Manipulations de tableaux...	V-16
V-2.5.2.3	Manipulations de formes.....	V-20
V-2.5.2.3.1	Acquisition d'un contour	V-21
V-2.5.2.3.2	Manipulations.....	V-22
V-2.5.2.3.3	Formes complexes.....	V-23
V-2.5.3	Fonctions de description.....	V-25
V-2.5.3.1	Tracé de droite.....	V-25
V-2.5.3.2	Tracé et coloration de triangle.....	V-25
V-2.5.3.3	Tracé d'arc et coloration de secteur.....	V-26
V-2.6	Enregistrement de l'image.....	V-27
V-2.7	Le menu.....	V-28
V-3	MODIFICATION D'IMAGES.....	V-28
V-3.1	Différentes modifications.....	V-29
V-3.2	Modification au niveau du point.....	V-29
V-4	CONCLUSION.....	V-30

V - PREPARATION DES IMAGES

V - I Introduction

La préparation d'images comprend leur introduction ou création sous une forme exploitable par les autres programmes et les éventuelles modifications à y apporter. L'introduction concerne aussi bien les nouvelles images à acquérir que les images déjà en bibliothèque mais dont la conception a été déclarée non terminée. Les modifications ne concernent, par contre, que les images dont l'introduction est achevée.

Dans ce chapitre sont décrites les différentes procédures mises en oeuvre pour introduire et modifier, de manière conversationnelle, une image. Tenant compte du type d'images que l'opérateur est amené à traiter et du matériel mis en oeuvre, seules les fonctions de base de génération et de coloration de formes sont développées. L'ensemble des algorithmes développés au chapitre précédent peut être facilement implanté sur un système plus adéquat et plus performant.

V - 2 Introduction d'une image

L'introduction d'une image s'effectue généralement à partir de la mise en carte de cette dernière. Cependant, les routines d'aide à l'introduction peuvent être utilisées, pour un travail de création d'images.

Les nombres de lignes M et de points par ligne N ainsi que les différentes couleurs composant une image doivent être bien définis dans les deux cas.

Avant d'expliquer, plus en détail le processus d'introduction, il nous semble utile de rappeler les références d'un point dans l'espace image et de définir ses coordonnées à l'écran.

V - 2.1 Coordonnées Image

Chaque point de la matrice image est référencé par un couple d'entiers (I,J), où I désigne le numéro de la ligne et J, celui de la colonne, du point considéré. La valeur C de l'élément (I,J) du tableau donne la couleur du point correspondant.

	1	2	3		J				N
1									
2									
I					C				
M									

FIGURE V - 1. Espace image

La mise en carte, opération manuelle de base, représente les opérations de discrétisation et de quantification d'image où, à chaque point délimité par une surface élémentaire est associée une couleur bien déterminée.

A cette image discrétisée et quantifiée correspond un espace mémoire, également défini sous forme d'un tableau de mots machine, adressable par octet, où chaque octet représente deux points image. Sur le numéro de colonnes, J, sont définies deux classes modulo 2 de points. Un point de la classe "0" est représenté par les 4 bits de poids les plus faibles, et un point de la classe "1", par les 4 bits de poids les plus forts. Ainsi, le passage de l'espace image à l'espace mémoire est grandement simplifié.

V - 2.2 Définition des coordonnées écran

L'écran est partagé en deux parties, par une droite tracée à la colonne 61. La partie gauche de l'écran composée des 60 premières colonnes est réservée à la visualisation de l'image. La figure V.2 donne la numérotation des lignes et des colonnes de cette partie.

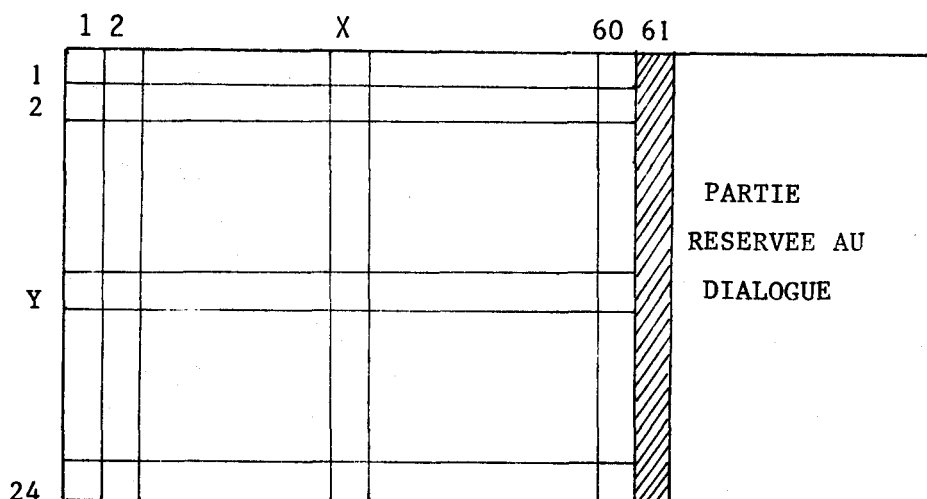


FIGURE V - 2. Espace écran

Tout comme pour l'espace image, chaque caractère représentant un point à l'écran est référencé par le couple d'entiers (Y, X), Y désignant le numéro de ligne et X celui de colonne.

V - 2.3 Visualisation d'une image

Souvent, la taille de l'image à afficher est plus grande que l'espace écran réservé à la visualisation.

L'affichage s'effectue alors par partie. L'utilisateur a la possibilité de visualiser une partie quelconque de l'image. Il lui suffit de fournir le premier point de cette partie. Ce procédé s'appelle "fenêtrage". Comme précédemment, des routines assurent le passage de l'espace image à l'espace écran et contrôlent la visualisation. La première partie affichable par le calculateur est toujours composée des 24 premières lignes de 60 points de l'image, c'est à dire l'ensemble des points dont les coordonnées I et J sont telles que :

$$\begin{array}{l} 1 \leq I \leq 24 \\ \text{et} \quad 1 \leq J \leq 60 \end{array}$$

Le passage automatique du curseur de la position (Y, 60) à la position (Y+1, 1), à l'écran, correspond au passage, directement du point (I, 60) au point (I + 1,1) dans l'image, la ligne I étant affichée à la ligne écran Y et la colonne 1 à la colonne 1 de l'écran. dès que I devient supérieur à 24 il y'a défilement de l'image vers le haut. C'est le "scrolling". Chaque ligne Y de l'écran est réaffichée à la ligne Y-1, une nouvelle ligne de l'image apparaissant à la ligne 24 de l'écran, tandis que disparaît la ligne affichée à la première ligne de l'écran. L'image est ainsi balayée de haut en bas jusqu'à sa dernière ligne M. La visualisation est gérée de telle manière que si la ligne M est actuellement à l'écran, il y'a passage à la seconde partie de l'image. Cette seconde partie est définie par son premier point (I,J), tel que I = 1 et J = 31. Ce point occupe donc la position (1,1) à l'écran. La moitié droite de la première partie est réaffichée. et l'opérateur peut continuer l'introduction de l'image.

Ce procédé est appliqué jusqu'à la fin de l'image. Les coordonnées images (I, J) d'un point représenté par la position du curseur à l'écran sont toujours affichées sur la partie droite de l'écran.

Il est à remarquer que le retour du curseur à la ligne suivante se fait automatiquement, non seulement à partir de la colonne 60 de l'écran, mais aussi, chaque fois qu'au-delà de sa position actuelle ne correspond plus de point de l'image, c'est à dire chaque fois que J devient supérieur à N.

V - 2.4 Mode d'introduction

V - 2.4.1 Introduction et poursuite d'introduction

Le dialogue est établi dès le lancement du programme d'introduction. L'opérateur doit d'abord répondre s'il s'agit d'introduire une nouvelle image ou de continuer l'introduction d'une image.

Dans le cas d'une poursuite d'introduction, il fournit le nom de l'image et une routine spéciale va la rechercher en bibliothèque. Si cette image existe, la routine vérifie l'indicateur de l'état d'introduction, et, les différents paramètres et les données de l'image sont chargés en mémoire centrale.

Après affichage de la première partie et de la liste des couleurs, le curseur occupe la première position de l'écran, tandis qu'apparaissent les coordonnées image de ce point, sur la partie droite, au dessus de la liste des couleurs.

L'opérateur peut alors continuer la conception de l'image. Si l'introduction de l'image a été déclarée terminée, ou l'image n'existe pas, il y'a rupture du dialogue et indication de cet état.

Pour introduire une nouvelle image, l'opérateur, doit introduire, en réponse au Micral :

- les dimensions M et N de l'image
- le nombre de couleurs, couleur de fond comprise, C1
- la couleur de fond
- et enfin, pour chaque rampe, sa couleur.

Après affichage des couleurs et de leur code de représentation respectifs sur la partie droite réservée au dialogue, le curseur se positionne en (1,1) et les coordonnées image du premier point sont affichées.

L'introduction peut se faire point par point, en frappant au clavier le code de représentation de la couleur du point donné par la position du curseur, et dont les coordonnées sont affichées, ou en faisant appel aux routines de génération, de coloration et de transformations de formes, élaborées dans le souci d'alléger la tâche de l'opérateur.

V - 2.4.2 Les commandes

Les chiffres de 1 à 8 sont utilisés pour la représentation de l'image, à l'écran. Ainsi, pour introduire la couleur d'un point, il suffit de frapper au clavier le chiffre correspondant à cette couleur dans la liste affichée sur la partie droite de l'écran. Toute erreur est signalée, le curseur restant sur sa position. Lors du lancement du programme, l'ensemble des octets composant l'espace mémoire réservé à l'image est initialisé à zéro. Aussi, pendant toute l'introduction, toute frappe de ce chiffre fait apparaître un "blanc" à l'écran et remet à zéro le quarter représentant en mémoire le point dont les coordonnées sont affichées.

Les fonctions curseur, au nombre de 4, sont :



Déplace le curseur d'un caractère vers la droite. Si le bord droit est atteint, c'est à dire que la position actuelle du curseur est la colonne 60 ou qu'au-delà de la position actuelle du curseur ne correspond plus aucun point de l'image, le curseur vient se positionner au début de la ligne suivante.



Réalise un déplacement du curseur vers le bas, sur la même colonne. Si le curseur est à la ligne 24, il y'a alors "scrolling", et après affichage de la nouvelle ligne de l'image le curseur se place au début de la même ligne. Si la dernière partie de l'image est actuellement à l'écran, c'est à dire que le point (M,N) est visualialisé, la frappe de cette touche provoque toujours un défilement de l'image vers le haut, mais puisqu'au-delà de la position actuelle du curseur ne correspond plus de points d'image, le curseur retourne au début de l'écran.



Déplace le curseur vers la gauche. Si le bord gauche est atteint, il y'a positionnement du curseur sur la dernière colonne de l'écran correspondant à une colonne de l'image ou sur la colonne 60 de la ligne précédente. Si la position (1,1) de l'écran est atteinte, le curseur s'y immobilise.



Remonte le curseur d'une ligne, sur la même colonne.
Si la position actuelle du curseur est sur la première ligne de l'écran, le curseur se place au début de cette ligne et s'y immobilise.

Remarque

A un déplacement du curseur sur l'écran correspond un déplacement sur l'image. Les coordonnées du point correspondant à la position du curseur, après déplacement, s'affichent automatiquement sur la partie droite de l'écran.

Les caractères @ , A, B, C, D, E, F, et G sont utilisés pour faire appel aux différentes fonctions de manipulation et de définitions :

- @ : Tracé de ligne droite
- A : Tracé ou coloration de triangles et polygones
- B : Manipulation de tableaux
- C : Tracé d'arcs ou coloration de secteurs de cercle
- D : Manipulation de formes quelconques
- E : Fin d'introduction, enregistrement de l'image en bibliothèque
- F : Fenêtres et lucarnes
- G : Menu des différentes actions.

L'acquisition de ces différents caractères de commande est assurée par des routines écrites directement en langage machine. La touche de validation n'est pas utilisée. Toute erreur est signalée par un "bip", le curseur restant sur sa position.

L'organigramme de la figure V.3 résume le fonctionnement du programme d'introduction avec les différentes commandes utilisées.

C1 est le nombre de couleurs, celle de fond comprise. Le chiffre qui le représente sert de code de représentation pour la couleur de fond. C1 peut varier de 2 à 8. La couleur de fond est toujours affichée en "demi-intensité", ce qui permet de la différencier très facilement des couleurs à reproduire dont les codes sont lumineux à l'écran.

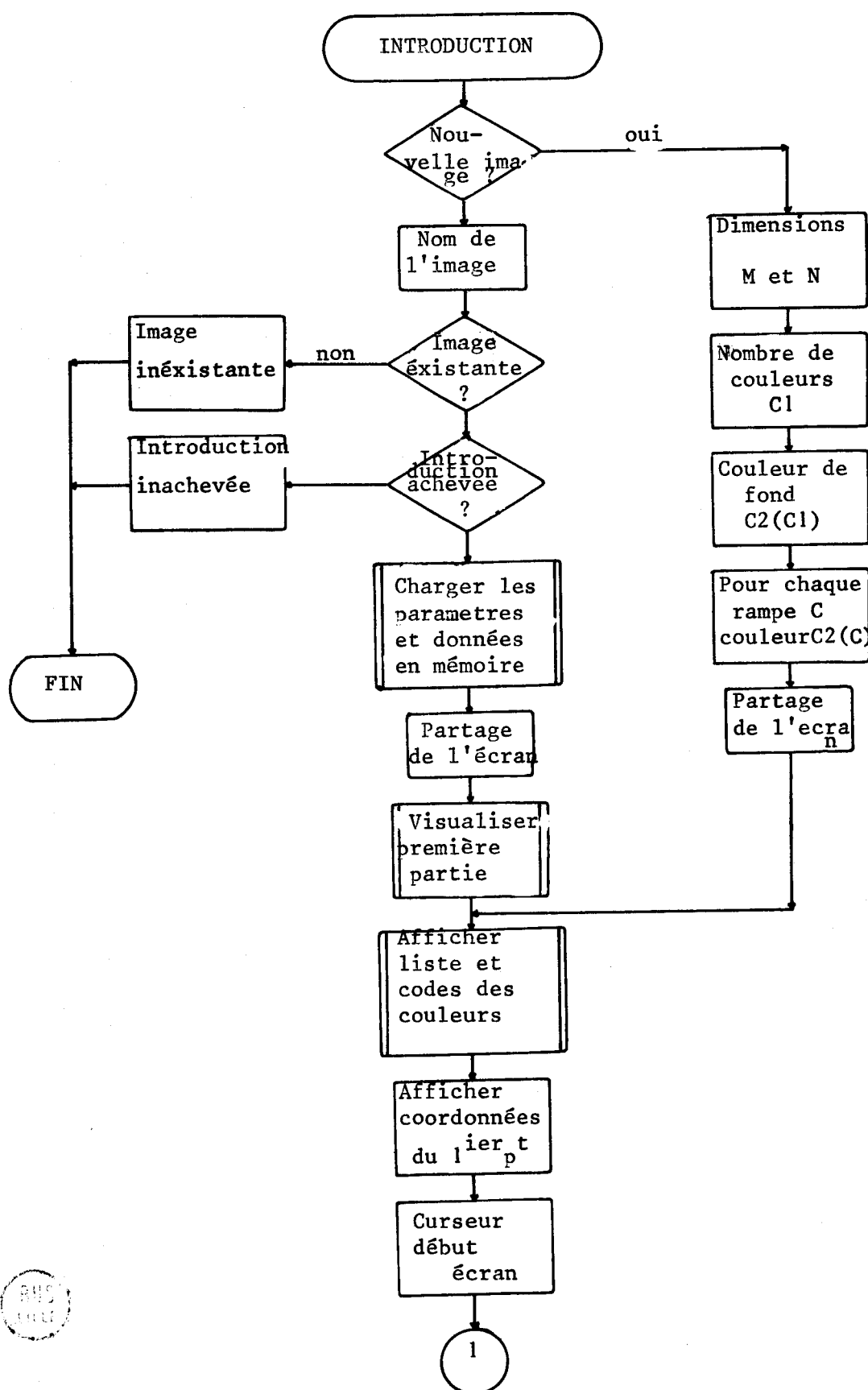


FIGURE V - 3 Principe d'introduction

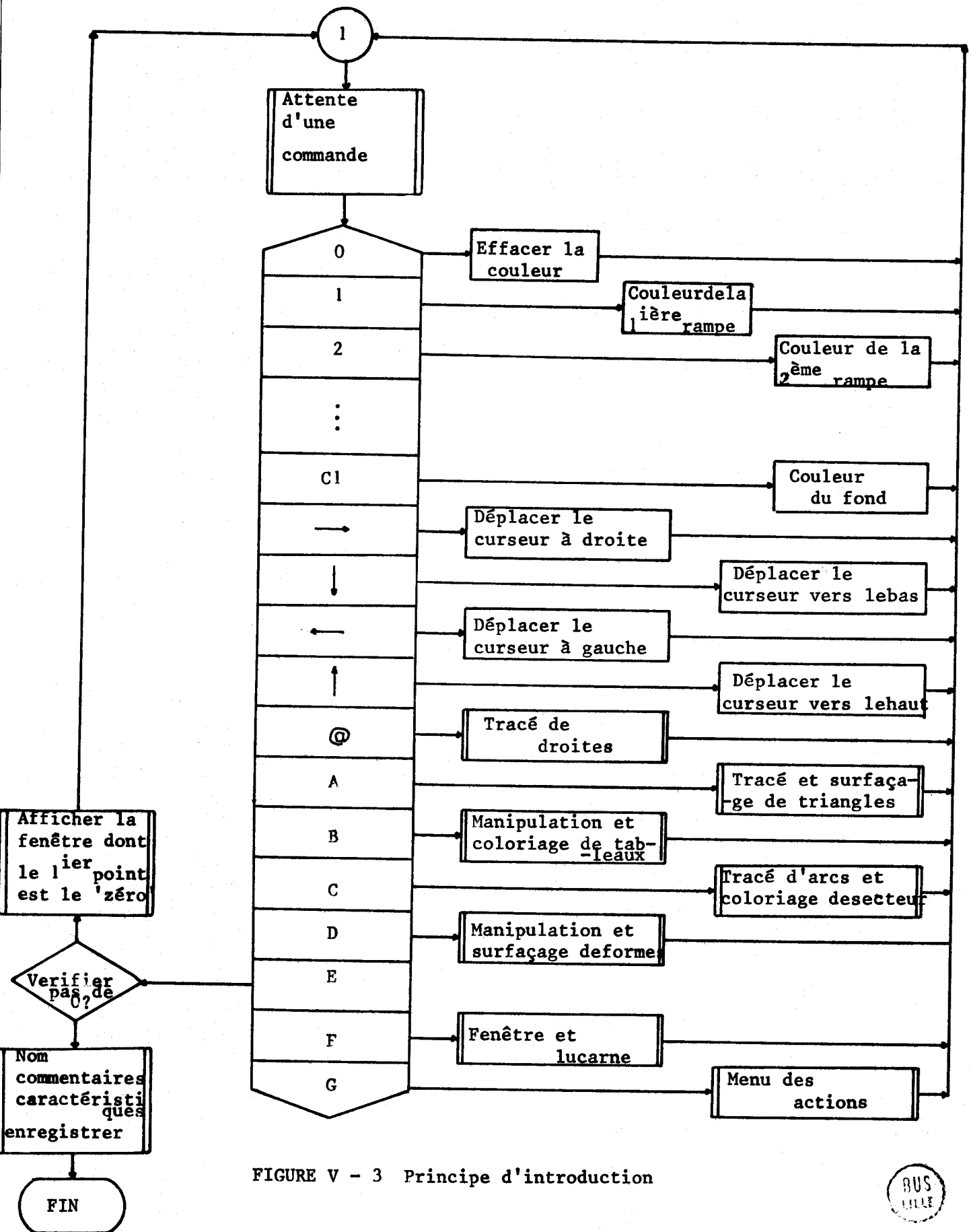


FIGURE V - 3 Principe d'introduction



V - 2.5 Fonctions de visualisation

Afin d'alléger la tâche pénible d'une introduction point par point, différentes procédures d'aide ont été mises en oeuvre. Elles comprennent les fonctions de manipulations de tableaux et de formes quelconques, les fonctions de définitions et les fonctions d'écran.

V - 2.5.1 Fonction d'écran

On appelle lucarne toute surface de l'écran définie par un rectangle dont les côtés sont parallèles aux axes de référence. Une lucarne peut être définie par deux points : son premier point que nous notons $(Y1, X1)$ et son dernier point $(Y2, X2)$. Sa résolution est donc caractérisée par :

- sa hauteur H_L représentant le nombre de lignes de la lucarne

$$H_L = Y2 - Y1 + 1$$

- sa largeur L_L représentant le nombre de colonnes

$$L_L = X2 - X1 + 1$$

De la même façon, on définit une fenêtre sur l'image comme une surface rectangulaire représentable sous forme d'une matrice de points. La connaissance des extrémités de la première diagonale donne la position de la fenêtre dans l'espace image et sa résolution. Si $(I1, J1)$ et $(I2, J2)$ sont respectivement le premier et le dernier point de la fenêtre, sa hauteur H_F et sa largeur L_F sont données par les relations suivantes :

$$H_F = I2 - I1 + 1$$

$$L_F = J2 - J1 + 1$$

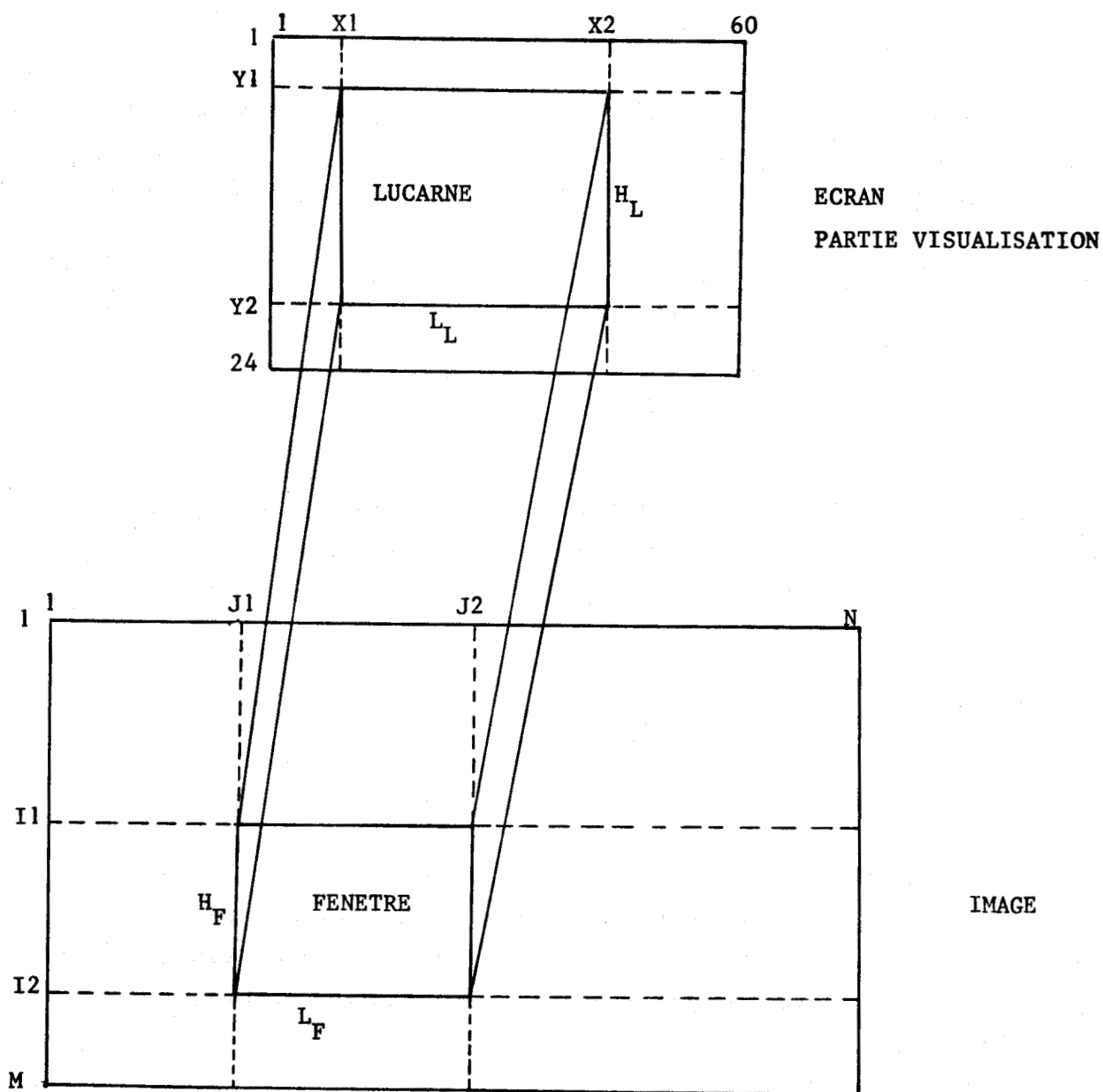
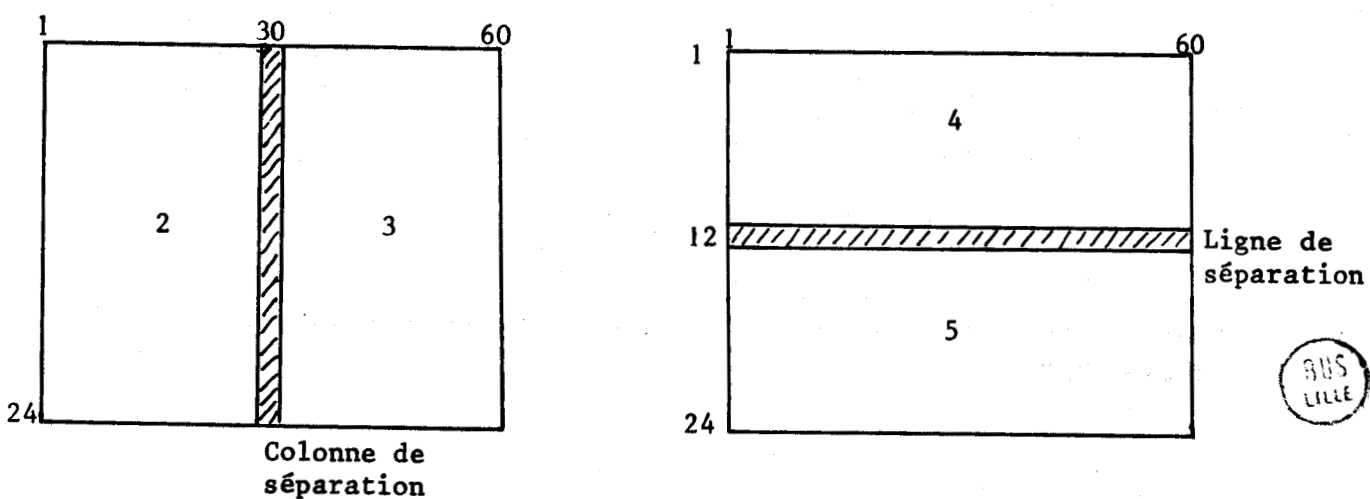


FIGURE V - 4. Fenêtre et lucarne

FIGURE V - 5. Lucarnes définies sur la partie de visualisation



Généralement l'utilisation du fenêtrage permet, non seulement une visualisation d'image par partie, mais aussi un apport de précision par effet de loupe. En effet, le passage de l'espace image à l'espace écran est représenté pour les relations :

$$Y = \frac{(I - I_1 + 1) H_L}{H_f} + (Y_1 - 1)$$

$$X = \frac{(J - J_1 + 1) L_1}{L_f} + (X_1 - 1)$$

où chaque point image (I,J) de la fenêtre considérée est représenté par une matrice de : $\frac{H_L}{H_f}$ lignes de $\frac{L_L}{L_f}$ colonnes,

(X,Y) étant les coordonnées écran du premier point de cette matrice. Les quantités $\frac{H_L}{H_f}$ et $\frac{L_L}{L_f}$ sont entières et représentent les facteurs de grossissement suivant, respectivement, l'axe vertical et l'axe horizontal.

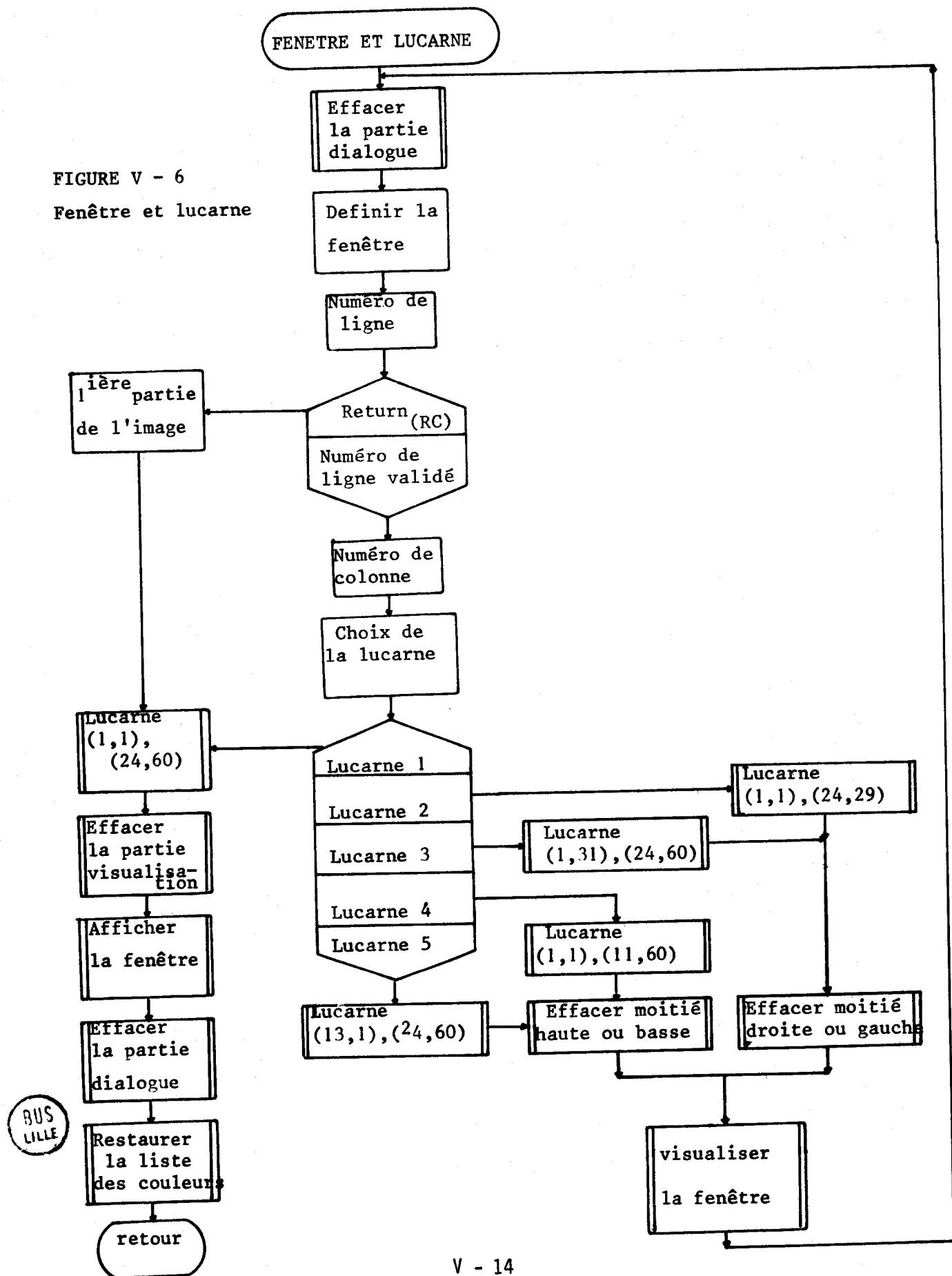
Dans le cas de notre étude, tout grossissement accentue la déformation de l'image. Ces facteurs sont donc maintenus égaux à l'unité. L'opérateur a la possibilité de choisir une ou deux lucarnes à la fois parmi 5 proposées par le programme. Ces lucarnes (Fig. V.5) sont

- toute la partie réservée à la visualisation
- la moitié gauche de cette partie composée des 29 premières colonnes.
- la moitié droite composée de 29 dernières colonnes de cette partie.
- la moitié haute comprenant les 11 premières lignes de 60 points de l'écran.
- la moitié basse comprenant les 11 dernières lignes de 60 points.

L'opérateur peut visualiser deux fenêtres d'image sur l'écran. L'appel de la fonction "Fenêtre-lucarne" s'effectue par la frappe de la touche "F".

La liste des couleurs est effacée, et l'opérateur peut alors définir une fenêtre en introduisant, en réponse au microcalculateur, le numéro de ligne et celui de la colonne du premier point de la fenêtre. La frappe de la touche "Retour-chariot" avant d'introduire le numéro de ligne permet de visualiser la première partie de l'image et le retour au programme d'introduction. Après définition de la fenêtre, le choix de lucarne est proposé. La fenêtre est visualisée. Si la lucarne choisie est la partie entière de l'écran réservée à la visualisation, il y'a retour au programme d'introduction, sinon la définition d'une seconde fenêtre est proposée, et toute se passe, exactement, comme pour la première fenêtre. L'opérateur peut ainsi visualiser l'image autant de fois qu'il le désire. L'utilisation de deux fenêtres permet de vérifier ou de repérer certaines transformations pouvant être rencontrées dans l'image.

FIGURE V - 6
Fenêtre et lucarne



V - 2.5.2 Manipulations

Sont regroupés sous cette dénomination les transformations géométriques et les colorations de zones. Ces dernières sont plutôt des fonctions de description ou de définition. Pour des raisons de simplification des programmes nous les avons associées aux transformations.

Il arrive souvent qu'il soit possible de reconstituer une partie ou la totalité d'une image à partir d'une ou plusieurs figures simples, d'où un gain en temps d'introduction ou de création. Tenant compte du caractère discret de l'image et à fin de lui éviter des déformations importantes, seules les transformations géométriques simples sont utilisées.

V - 2.5.2.1 Transformations géométriques

Ces transformations sont au nombre de 5 :

- la translations qui est la transformation de base et qui consiste à reproduire une partie de l'image à un ou plusieurs endroits déterminés par l'opérateur dans l'image.

- les deux symétries, l'une verticale et l'autre horizontale, qui permettent de reproduire le symétrique d'une partie de l'image à un ou plusieurs endroits de cette dernière.

- les deux rotations de 90° , à gauche ou à droite, qui transforment les lignes en colonnes et les colonnes en lignes d'une partie de l'image à un ou plusieurs endroits de celle-ci.

A noter que la translation accompagne chacune des autres transformations pour positionner correctement et à l'endroit désiré la partie transformée.

Le temps de réalisation d'une manipulation dépend, en plus du temps de transformations, de la forme et aussi de la résolution de la partie à manipuler. Les transformations de tableaux sont généralement simples et par conséquent de réalisation assez rapide.

V - 2.5.2.2 Manipulations de tableaux

Un tableau est un ensemble de points présentés sous forme d'une matrice. Un tableau est une fenêtre de l'image, et il est défini, tout comme la fenêtre, par son premier et son dernier point.

L'appel aux manipulations de tableaux est réalisé par la frappe de la touche "B". Il est à noter que ces manipulations peuvent être appliquées sur toute partie sous forme de tableau de l'image, actuellement à l'écran ou non. L'opérateur doit introduire dans l'ordre, les numéros de ligne et de colonne du premier point, puis ceux du dernier point du tableau. La liste des transformations affichée sur la partie dialogue de l'écran, l'opérateur peut choisir une manipulation parmi 6 en frappant un numéro au clavier. Suivant son choix, l'utilisateur doit ensuite fournir la position du transformé donnée par les coordonnées image de son premier point pour les transformations ou la couleur pour une coloration.

La manipulation est réalisée sur l'image mémoire et la partie visible est affichée.

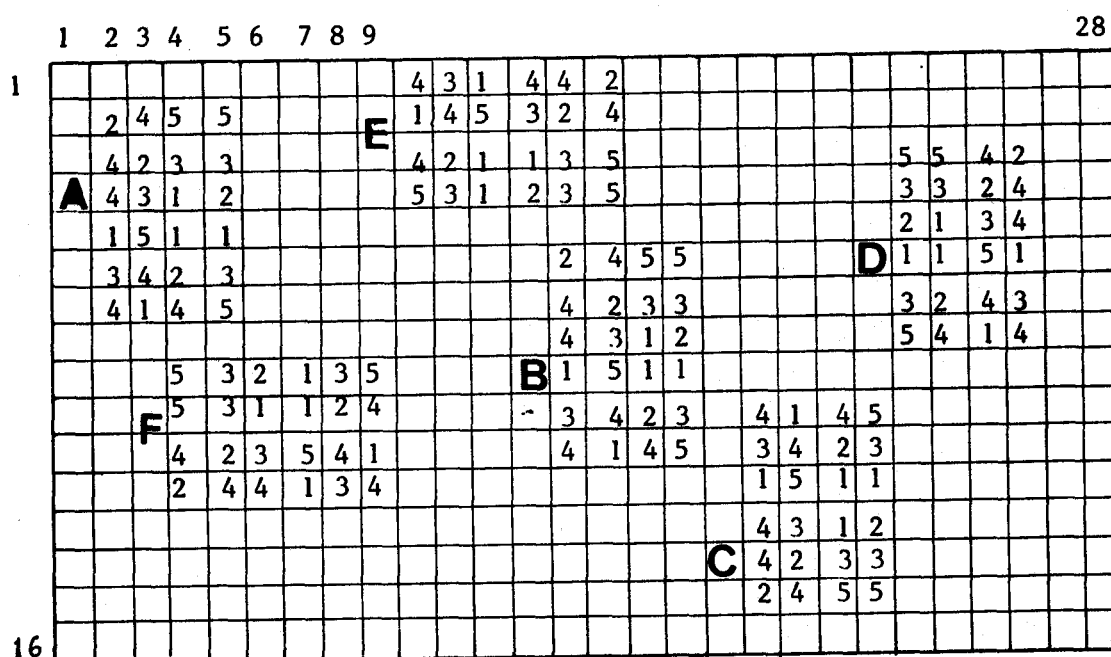


FIGURE V - 7. Transformations

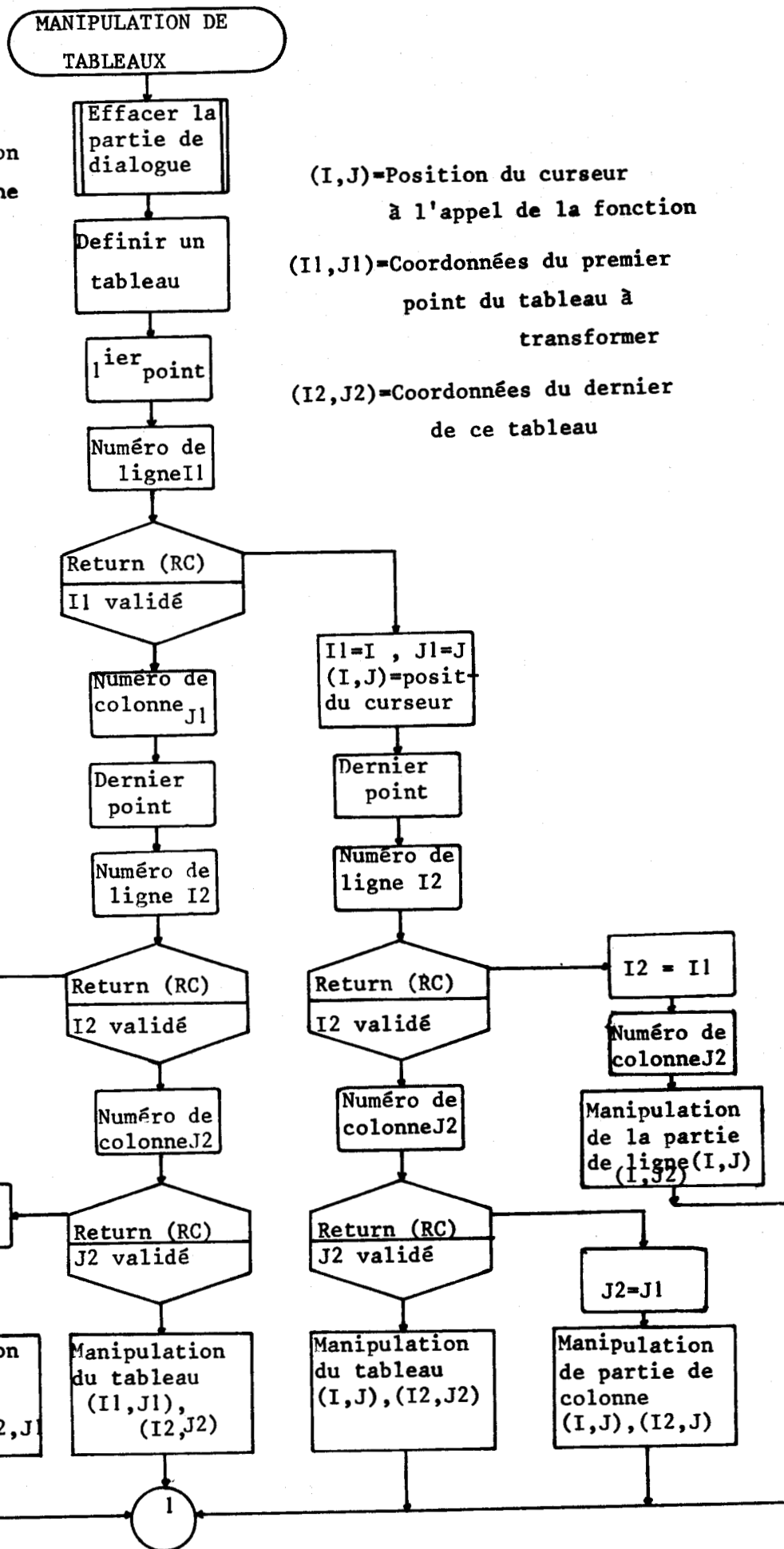
La figure V-7 représente les 5 transformations d'un tableau. Le tableau A, l'original est défini par les points (2,2) et (7,5). La position du tableau B obtenu par translation de A est référencée par le premier point (6,14).

C est le symétrique horizontal, D le symétrique vertical de A. Les tableaux E et F sont obtenus respectivement par rotation à droite et rotation à gauche de 90° de A.

Après chaque réalisation d'une manipulation, l'opérateur peut de nouveau choisir une autre manipulation du même tableau. Dans le cas de la figure V-5 A est défini une seule fois et l'on a effectué sur ce tableau les 5 transformations.

Il est à noter que lors de l'introduction des coordonnées, la frappe de la touche "Return" indique que l'actuelle valeur à introduire est égale à la précédente. Si aucune valeur n'a été introduite, les coordonnées à introduire sont celles de la position du curseur avant l'appel. La touche "Return" ne peut être utilisée plusieurs fois. Ce procédé permet de traiter des lignes ou parties de lignes et de colonnes ou parties de colonnes et désigner un point par la position curseur au lieu d'introduire ses coordonnées. L'organigramme de la figure (V-8 a.b) donne le principe de fonctionnement de la routine "Manipulations de tableaux".

FIGURE V-8.a Définition
d' un tableau pour une
manipulation



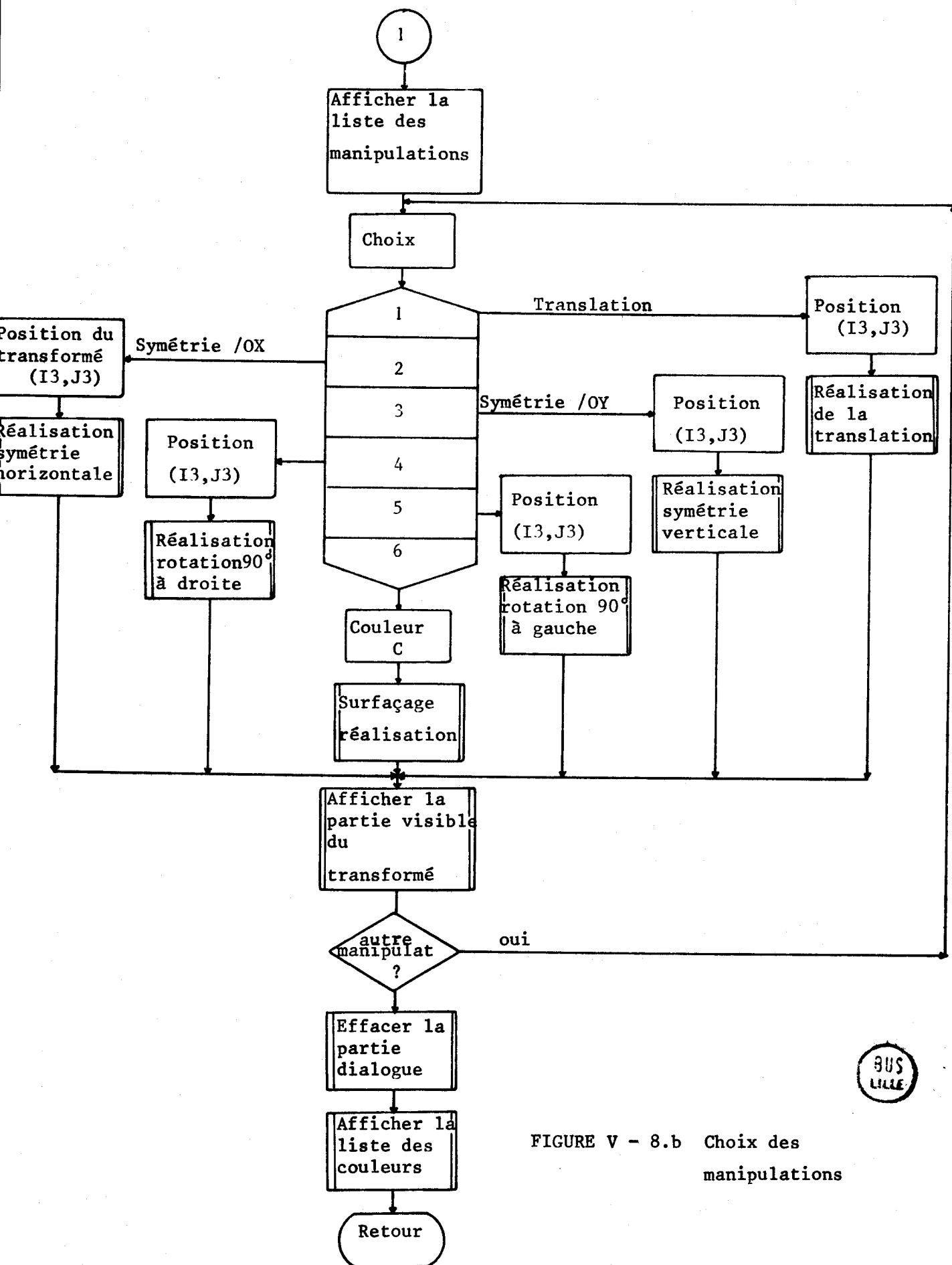


FIGURE V - 8.b Choix des manipulations

V - 2.5.2.3 Manipulations de formes

Nous appelons forme quelconque toute forme re-présentable ou non par une ou plusieurs figures géométriques usuelles. Ce terme regroupe l'ensemble des formes dont le contour est acquis point par point.

Appelée par la touche "D", cette fonction permet de définir une forme par son contour et de la manipuler, c'est à dire de la colorier ou de la transformer comme pour un tableau de points.

V - 2.5.2.3.1 Acquisitition d'un contour

Le contour doit être défini point par point. Au lieu d'introduire l'ordonnée et l'abscisse de chaque point, et perdre un temps considérable, nous avons mis au point un algorithme qui permet de désigner un point par simple validation de la position du curseur. Pour cela, l'utilisateur doit d'abord définir la première et la dernière ligne, I1 et I2, de la forme à manipuler, cette forme devant obligatoirement être affichée. I1 et I2 sont des ordonnées image.

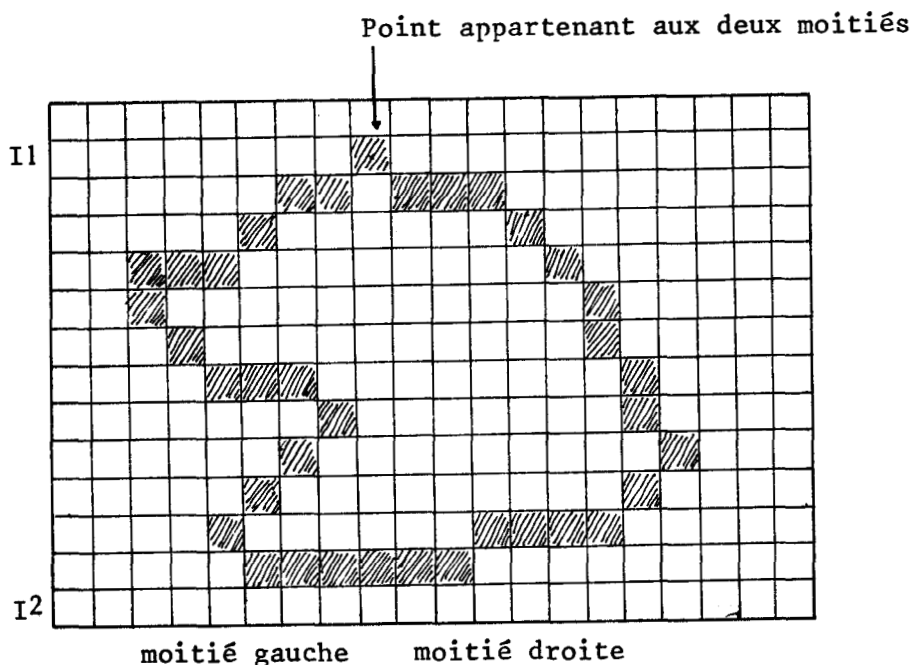


FIGURE V - 9. Définition d'un contour

Le curseur venant se positionner en début de la ligne écran correspondant à la ligne 11 de l'image, l'opérateur peut alors définir le contour. Etant donné le caractère discret de l'image, les points formant le contour appartiennent à la forme à manipuler.

Pour définir un contour, l'opérateur doit commencer par la partie droite. Pendant cette acquisition, le clavier est géré par une routine écrite directement en langage machine et n'autorisant que trois commandes :

- déplacement à droite du curseur, si le bord droit est atteint ou qu'au delà de la position actuelle du curseur ne correspond plus aucun point de l'image, le curseur reste à sa position actuelle.
- ← déplacement du curseur vers la gauche, si le bord gauche est atteint, il s'y immobilise.

"Return" : indique que la position actuelle du curseur correspond à un point du contour.

A chaque validation, le curseur passe à la ligne suivante. Si la dernière ligne est atteinte, le curseur vient se positionner sur la première ligne, l'opérateur pouvant alors introduire la moitié droite du contour. Pour chaque moitié, un seul point peut être validé, à sa place s'inscrit alors la lettre "G" pour la moitié gauche et la lettre "D" pour la moitié droite.

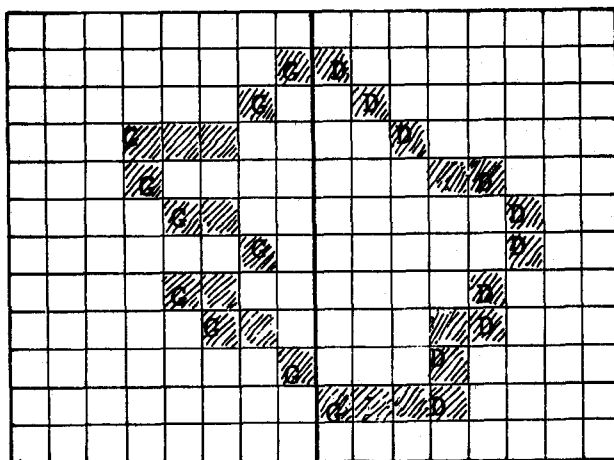


FIGURE V - 10. Exemple de contour

Le nombre de points nécessaires pour définir un contour se trouve d'autant plus réduit que la forme se trouve plus "étalée" sur les colonnes, c'est à dire occupant moins de ligne. Ceci est dû au fait que deux points par ligne sont suffisants à la détermination d'un contour.

Le nombre de points à valider est proportionnel au nombre de lignes occupées. Il est égal à $2(Y2-Y1+1)$ pour un contour dont les lignes premières et dernières sont $Y1$ et $Y2$.

Du fait que seuls deux points par lignes sont validés, un pour chaque moitié du contour, il peut arriver que le tracé de ce dernier par les lettres D et G ne soit pas fermé.

L'algorithme ne peut traiter que des contours fermés convexes ou a concavité dans le sens des lignes. Cependant il est très aisé en s'aidant des transformations, de manipuler d'autres formes. Avant de traiter ce sujet, il est nécessaire de définir les manipulations.

V - 2.5.2 .3.2 Manipulations

Une fois le contour défini, l'opérateur peut choisir une manipulation parmi les 6 présentées précédemment. Suivant son choix, il doit indiquer la première ligne et la première colonne du tableau devant recevoir la forme transformée, pour les transformations, ou la couleur pour la coloration. Après réalisation et affichage de la partie visible du sujet transformé, l'opérateur peut de nouveau choisir une autre manipulation. Une fois définie, une forme peut être manipulée autant de fois que l'on désire. Les lettres D et G ne sont utilisées que pour repérer le contour à l'écran. Elles n'affectent pas la couleur des points qu'elles remplacent. Pour une coloration, elles disparaissent après réalisation. Elles sont effacées et remplacées par les couleur effectives des points à chaque retour au programme d'introduction.

Ce retour s'effectue de la même manière que pour les manipulations de tableaux (Fig. V.8 b).

V - 2.5.2.3.3 Formes complexes

Pour traiter des formes plus complexes, il est nécessaire de les décomposer ou de recourir aux transformations.

Exemple :

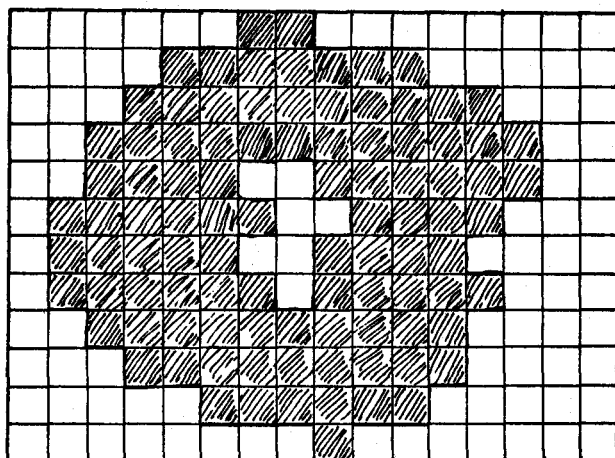
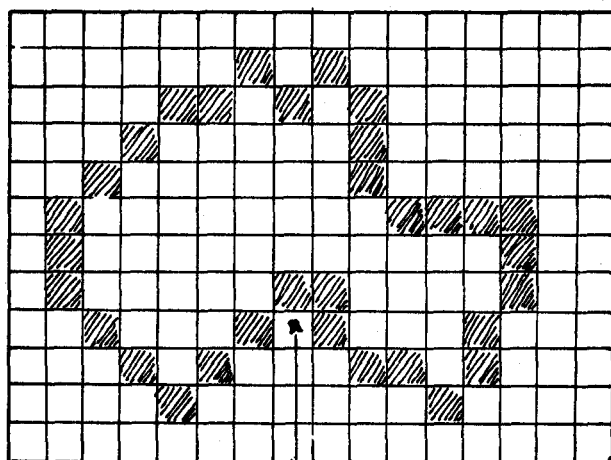


FIGURE V - 11. Forme définie par deux contours

Cette forme est décomposée en deux formes. La première est définie par le contour extérieur et la deuxième par le contour intérieur. Pour colorier ou reproduire une telle forme, il suffit d'effectuer les mêmes opérations sur les deux formes, celle définie par le contour extérieur toujours la première. Le surfacage de la première forme puis de la seconde permet de colorier la forme de la figure V.11.



concavité

FIGURE V - 12. Concavité dans le sens des colonnes

Le recours aux transformations peut s'avérer plus rapide que la décomposition. C'est le cas pour traiter des formes à concavité dans le sens des colonnes.

La forme de la figure V-12 peut-être obtenue très facilement, par exemple, par rotation de 90° de la forme figure V-13.

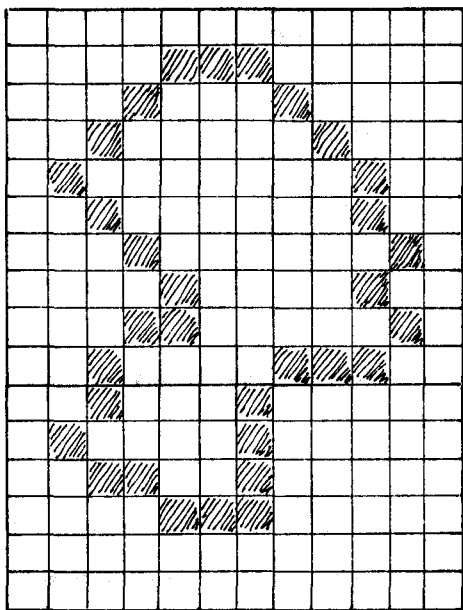


FIGURE V - 13. Forme à concavité dans le sens des lignes

La difficulté de traiter des formes à concavité dans le sens des colonnes est due au principe même de l'algorithme utilisé pour l'acquisition des données définissant le contour.

Une rotation à gauche de 90° de la forme de la figure V-13 permettra de produire la forme de la figure V-12.

Il est également possible de décomposer la forme en deux et d'acquérir les deux contours.

D'autres formes complexes peuvent être traitées par l'une ou l'autre des méthodes que nous venons de voir. Le libre choix est laissé à l'opérateur.

V - 2.5.3 Fonctions de description

Certaines figures géométriques, par leur description analytique, nous ont permis d'élaborer des algorithmes pour les générer directement par le calculateur. Tenant compte, d'une part de la simplicité des images à concevoir qui sont en général constituées de formes simples reproduites plusieurs fois et, d'autre part, des capacités, surtout du temps de calcul, du microcalculateur, nous avons volontairement limité les fonctions de description aux algorithmes de tracé de droite, de tracé et de coloration de triangles, de tracé d'arcs et de coloration de secteurs de cercle. Partant de ces éléments de base, l'opérateur peut produire d'autres formes par combinaisons et par manipulations.

V - 2.5.3.1 Tracé de droite

Le tracé de droite est d'une grande importance dans la génération d'image (chapitre III). Il nécessite une grande précision, et doit être rapide. Les lignes tracées à 45° ou parallèles aux axes sont parfaites. Pour les autres, il est très difficile de maintenir la densité d'une ligne constante et indépendante de l'angle. La densité d'une droite est le nombre de points par unité de longueur. Dans le choix l'algorithme à utiliser pour le tracé d'une droite, nous avons essayé de tenir compte de toutes les qualités que doit présenter un tracé. Nous avons choisi l'algorithme de Brésenham, pour sa simplicité de calcul.

La touche " @ " sert d'appel à cette fonction. Il suffit alors de définir les extrémités de la droite suivant les indications de l'algorithme et la couleur pour générer une droite joignant deux points. Il y'a génération et affichage de la partie visible. Il est possible de désigner une des extrémités de la droite par la position du curseur. Il suffit de positionner le curseur à cette extrémité, de faire appel en frappant la touche " @ " et Return avant d'introduire les coordonnées.

V - 2.5.3.2 Tracé et coloration de triangles

Le tracé ou la coloration d'une forme polygonale quelconque nécessite un large espace mémoire mais surtout beaucoup de calcul, soit des temps d'exécution très longs. Aussi avons

nous préféré de générer de telles formes par parties. En effet, un polygone quelconque peut toujours être décomposé en un nombre fini de triangles. Par génération et manipulation de triangles on arrive à créer de telles formes.

Associé au tracé de droites, le tracé de triangles peut être utilisé pour générer différentes formes polygonales.

Un triangle est défini par ses trois sommets. L'algorithme développé trace le contour et enregistre les différents points de ce dernier. Pour limiter l'espace mémoire, seules les abscisses sont mémorisées. Il demande ensuite si l'opérateur désire colorier la surface définie. Pour mettre en oeuvre cette fonction, il suffit de frapper la touche A. La figure V-14 donne le tracé d'un triangle défini par les points (I1 J1), (I2, J2), I3, J3). Tout comme pour la droite, il est possible de désigner l'un des sommets

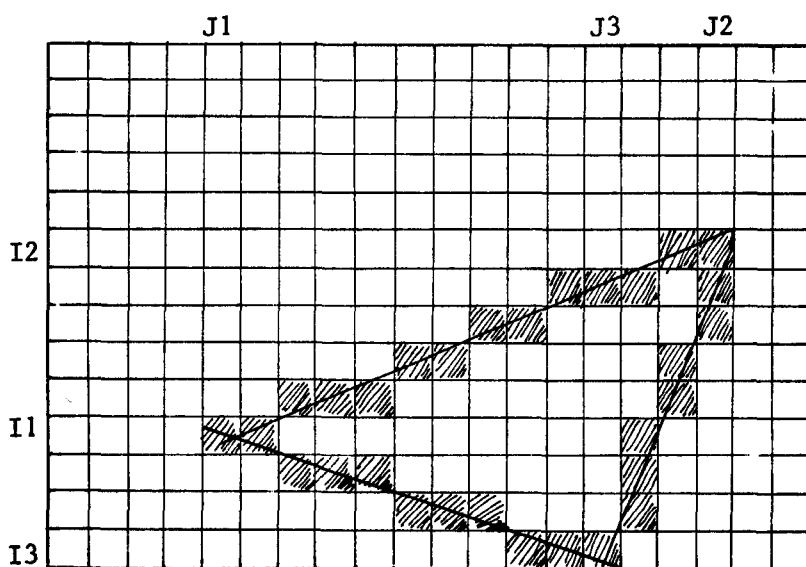


FIGURE V - 14. Tracé de droites et de triangle

V - 2.5.3.3 Tracé d'arcs et coloration de secteurs

Le tracé d'arcs et la coloration de secteurs s'effectuent par quadrants. Les quadrants sont numérotés dans le sens des aiguilles d'une montre, comme l'indique la figure V-15. Le choix s'effectue par sommation d'indice. Il est donc possible de tracer ou de colorier 15 formes différentes, 15 étant le cercle entier. Seuls les nombres 1 à 15 sont acceptés.

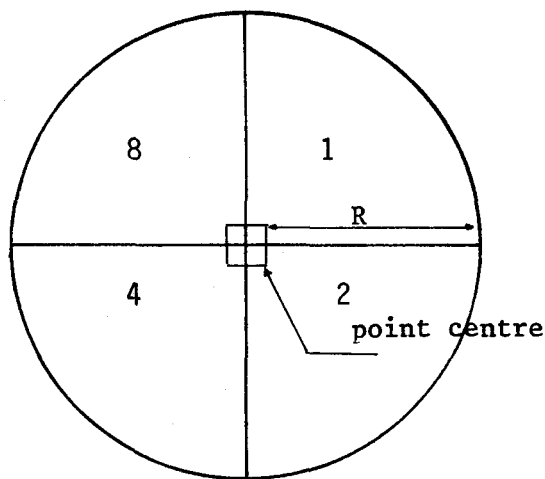


FIGURE V - 15. Paramètres du cercle

Le caractère C sert d'appel à cette fonction. L'opérateur doit ensuite introduire ou désigner les coordonnées du centre puis frapper la valeur du rayon et enfin choisir le ou les quadrants à tracer ou à colorier. Le rayon est le nombre de points entre le centre et la circonférence, le point centre non compris (Fig. V-15). Après génération du contour demandé, le microcalculateur demande s'il faut procéder au surfacage.

Le retour au point d'appel se fait après effacement de la partie écran réservé au dialogue et restitution de la liste des couleurs de l'image. Le point de retour est défini par la position du curseur au moment de l'appel de la fonction.

V - 2.6 Enregistrement de l'image

A tout moment de la conception de l'image, l'opérateur peut arrêter l'introduction de l'image et procéder à son chargement en bibliothèque, il lui suffit de frapper la touche E. Il doit alors indiquer l'état d'introduction. Si celle-ci est déclarée achevée, le micral vérifie l'image point par point. La détection d'un "zéro" provoque l'affichage de la fenêtre dont le premier point est ce "zéro" et retour au programme d'introduction. Un message avertit l'opérateur de l'existence d'un point auquel aucune couleur n'est encore associée. Si chaque point possède une couleur ou si l'introduction est inachevée, il y'a positionnement de l'état d'introduction et la routine d'enregistrement demande le nom de l'image puis les commentaires et les caractéristiques des couleurs. Les commentaires et caractéristiques sont facultatifs, il suffit de faire return pour ne pas en écrire.

Il peut arriver que le volume contenant la bibliothèque ne soit pas en place ou que l'un de ses fichiers ne puisse plus recevoir d'enregistrement. L'état du volume est alors signalé par un message. Pour éviter de recourir au programme S.G.F pour créer un nouveau volume, dans le second cas, et perdre du coup toutes les informations introduites, l'utilisateur peut créer, directement à partir du programme en cours, un nouveau volume. En effet une routine de création et d'initialisation de la bibliothèque est contenue dans le programme d'introduction. Ainsi les erreurs pouvant conduire à une destruction de l'image introduite peuvent être évitées. Après signalisation de l'erreur, le microcalculateur affiche les actions possibles et attend une commande.

V - 2.7 Le menu

Le caractère "G" permet d'afficher l'ensemble des actions et commandes possibles pendant l'introduction d'une image. La visualisation s'effectue sur la partie droite, action après action, à chaque frappe de "return". L'interruption "ESC" est utilisée pour retourner à l'introduction. Il y'a alors effacement de la partie dialogue et affichage de la liste des couleurs.

V - 3 Modification d'images

Le programme de modification est utilisé uniquement pour traiter des images dont l'introduction a été déclarée achevée. Modifier une image c'est changer un de ses paramètres ou la couleur d'un ou de plusieurs points.

Dès son lancement, le programme demande le nom de l'image à modifier. Après vérification de l'existence de l'image en bibliothèque et de l'état de sa conception, une routine charge, en mémoire centrale, les différents enregistrements associés au nom introduit. Il y'a alors affichage de la liste des modifications.

V - 3.1 Différentes modifications

Les modifications que peut apporter l'opérateur sont au nombre de 7. Leur liste apparaît à l'écran sous la forme suivante :

- 1 - Nom de l'image
- 2 - Commentaires : image
- 4 - Dimensions (M,N)
- 8 - Nombre de couleurs
- 16 - Les couleurs (une par une avec leur code)
- 32 - Caractéristiques couleur (pour chaque couleur)
- 64 - Au niveau du point.

A chaque affichage d'un paramètre, l'opérateur peut introduire la nouvelle valeur ou frapper la touche "Retour chariot" pour passer au suivant. Dans ce cas, l'ancienne valeur est visualisée. Une fois toutes les modifications affichées, l'utilisateur peut choisir une ou plusieurs autres modifications, annuler ou valider celles qui sont déjà données. Le choix s'effectue par sommation d'indices. 127 possibilités sont ainsi offertes à l'opérateur. Le nombre 128 permet l'élimination de l'image.

Le chiffre "0" sert de validation aux modifications précédentes.

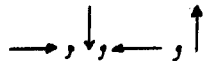
La touche "ESC" annule toutes les modifications déjà choisies.

A noter que la modification de certains paramètres entraîne celle d'autres paramètres ou des données. Ainsi la diminution du nombre des couleurs conduit-elle à l'élimination d'une ou plusieurs couleurs. De même l'augmentation du nombre de lignes ou de points par ligne nécessite l'introduction de nouveaux points. Pour éviter tout oubli de l'opérateur, le programme gère les modifications de telle manière qu'au choix de l'une d'elles soient réalisées toutes les autres modifications impliquées.

V - 3.2 Modifications au niveau du point

Pour effectuer des changements au niveau du point, l'image est affichée comme pour l'introduction. Un ensemble de commande sont alors disponible. Ces commandes gérées par une routine en langage machine sont :

- 1,2, ..., C1 pour introduire la couleur d'un point



pour déplacer le curseur respectivement vers la droite, le bas, la gauche et le haut.

- D : pour colorier un tableau
- E : fin des modifications au niveau du point
- F : changement de fenêtre
- G : pour visualiser le menu.

Remarque

Aucune modification n'est effective avant validation
C'est la frappe du caractère "0" zéro qui provoque
l'enregistrement en bibliothèque de l'image.

V - 4 Conclusion

La préparation des images nécessitent des programmes assez longs, avec de nombreux renvois liés à leurs structures conversationnelles. Dans leur élaboration, nous avons tenu compte principalement de la qualité du dialogue homme-machine. Les temps d'exécution doivent être courts. Ceci influe considérablement sur l'opérateur. Les capacités du matériel mis en oeuvre ne permet pas d'utiliser des algorithmes complexes de génération et de traitement d'images. L'acquisition d'un système de visualisation graphique en couleur, plus adéquats aux traitements et surtout plus performant permettra de libérer le Micral des tâches d'introduction, pour être utilisé à la gestion et aux traitements plus complexes d'image.

CONCLUSION

Au terme de cette étude faite dans le cadre d'une action de prédéveloppement, il est intéressant de constater la possibilité de réaliser un outil d'aide à la conception des images et commande d'une machine d'impression sur un matériel de faible coût.

Ce prototype constitue la partie de base autour de laquelle pourront venir se greffer d'autres éléments, notamment une console graphique pour une visualisation couleur, plus appropriée au traitement d'images, un système à microprocesseur pour la conduite de l'imprimante afin de libérer le microcalculateur et l'utiliser à des tâches de traitement plus complexes. D'autres programmes spécifiques pourront s'ajouter au noyau déjà en place.

- BIBLIOGRAPHIE -

I - LIVRES

/1/ ADAMS J.A. - ROGERS D.F

" Mathematical éléments for computer graphics "

Edit. McGRAW-HILL , 1976

/2/ BESANT C.B.

" Computer aided design and manufacture "

Edit. ELLIS HORWOOD , 1980

/3/ BROSSARD I.

" Technologie des textiles "

Edit. DUNOD , 1977

/4/ CARRASCO R. - LAURET J.

" Cours fondamental de télévision "

Edit. RADIO , 1978

/5/ CHASEN S.H.

" Géométric principles and procédures for computer
graphic applications "

Edit. PRENTICE-HALL , 1978

/6/ GONZALEZ R.C. - WINTZ P.

" Image processing "

Edit. ADDISON-WESLEY PUBLISHING , 1977

/7/ LE FUSTEC M.

" Technologie des matières et industries textiles "

Edit. EYROLLES , 8^{ème} édition , 1979

/8/ LUCAS M. - MORVAN P.

" Images et ordinateur

introduction à l'infographie interactive "

Edit. LAROUSSE , 1976

/9/ NEWMAN W.M. - SPROUL R.F.

" Principles of interactive computer graphics "

Edit. MCGRAW-HILL , 2^{ème} édition , 1979

/10/ PAIR C. - GAUDEL M.C.

" Les structures de données et leur représentation en mémoire "

Edit. INSTITUT DE RECHERCHE D'INFORMATIQUE ET D'AUTOMATIQUE , 1979

/11/ C.E.A.-E.D.F.-I.N.R.I.A. école d'été d'informatique

" La réalisation des logiciels graphiques interactifs "

Edit. EYROLLES , 1982

II- THESES

/1/ DESSIMOZ J.D.

" Traitement des contours en reconnaissances des formes visuelles :
application en robotique "

Thèse de Docteur ès sciences techniques, E.P.F. de LAUSANNE , 1980

/2/ LELIEVRE J.L.

" Processus d'acquisition et de traitement d'images en temps réel :
application à l'inspection automatique d'un matériau textile "

Thèse de Docteur-ingénieur , LILLE , 1979

/3/ MARC O.

" Relation entre le comportement des couleurs d'impression au vaporisage
et leurs caractéristiques physico-chimiques "

Thèse de Docteur-ingénieur , MULHOUSE , 1973

/4/ MERIAUX M.

" Etude et réalisation d'un terminal graphique couleur tridimensionnel
fonctionnant par taches "

Thèse de Docteur-ingénieur , LILLE , 1979

/5/ RIVES P.

" Contribution au développement de la reconnaissance des formes en robotique "

Thèse de Docteur 3^{ème} cycle , MONTPELLIER , 1979

/6/ TITTELEIN G.

" Conception assistée par ordinateur : application à l'automatisation
des opérations de fabrication de tissus façonnés "

Thèse de Docteur-ingénieur , LILLE , 1979

/7/ WICK P.

" Relation entre propriétés réologiques des couleurs et qualité
d'impression textile "

Thèse de Docteur-ingénieur , STRASBOURG , 1970

III-PUBLICATIONS , REVUES

/1/ ACKLAND B.O. - WESTE N.H.

" The edge flag algorithm - a fill method for raster scan displays "

I.E.E.E. Trans. on Computer , janvier 1978

/2/ ANDERSON W.M.

" Advances in interactive graphics systems architecture "

Computer , 1980

/3/ ANDREWS H.C. - PATTERSON C.L.

" Outer product expansions and their uses in digital image processing "

I.E.E.E. Trans. on Comp. , février 1976

/4/ ARMONI M.

" Color graphics and imaging systems "

Digital Design , avril 1978

/5/ ATHERTON P.R.

" A method of interactive visualization of CAD surface models
on color video display "

Computer Graphics ; août 1981

/6/ BLINN F.J. - NEWELL M.E.

" Texture and reflection in computer generated images "

Comm. of the ACM , octobre 1976

/7/ BRASSEVILLE M.

" Détection de contours : méthodes et études comparatives "

Annal. des Télécom. , novembre-décembre 1979

/8/ BRASSEVILLE M. - ESPIAU B. - GASNIER J.

" Edge detection using sequential methods for change in level

- Part I : A sequential edge detection algorithm "

I.E.E.E. Trans. on Acous. , Spee., and Sign. processing , février 1981

/9/ BRASSEVILLE M. - ESPIAU B. - GASNIER J.

" Edge detection using sequential methods for change in level

- Part II : Sequential detection of change in mean "

I.E.E.E. Trans. on Acous. , Spee. and Sign. processing , février 1981

/10/ BRESENHAM J.

" A linear algorithm for incremental digital digital of circular arcs "

Comm. of the ACM , février 1977

/11/ BRIOT M.

" Notion sur la perception de l'environnement d'un robot "

Rapport CNRS , TOULOUSE , 1981

/12/ BURCHI R.S.

" Interactive graphics today "

IBM Syst. Journal , mai 1980

/13/ BUTLAND J. - BUTLAND S.D.

" An easy to use graphe drawing package "

Computer , février 1980

/14/ CATMULL E.

" A hidden--urface algorithm with anti-aliasing "

Publ. AFCET , 1980

/15/ CHAIKIN G.M.

" An algorithm for high-speed curve génération "

Computer Graphics and Image Prpcessing , mars 1974

/16/ COLONNA J.F.

" De l'informatique à l'art visuel "

Publ. AFCET , 1980

/17/ CROW F.C.

" The aliasing problem in computer-générated shaded images "

Comm. of the ACM , novembre 1977

/18/ CROW F.C.

" Shadow algoritms for computer graphics "

SIGGRAPH'81 Proceedings

/19/ DANIELSON P.E.

" Incremental curve génération "

I.E.E.E. Trans. on Computer , septembre 1970

/20/ DILL J.C.

" An application of color graphics to the display of surface curvature "

Computer Graphics , août 1981

/21/ DUBE P.

" Preliminary specifications of Spline curves "

I.E.E.E. Trans. on Computer , avril 1979

/22/ EARNSHAW R.A.

" Line génération for incremental and raster devices "

SIGGRAPH'81 Proceedings

/23/ EIBL J.

" Impression sur textile par projection de couleurs "

L'industrie textile , juin 1979

/24/ EIBL J.

" Systèmes d'impression par jets "

L'industrie textile , février 1979

/25/ EIBL J.

" Les dessins pour impression sur textiles "

L'industrie textile , mai et juillet-août 1976

/26/ FELDMAN J.A.

" Artificial intelligence and scene analysis "

Publ. CEA-EDF-IRIA école d'été d'informatique , 1980

/27/ GRAVE M.

" Etude d'un système graphique bâti autour d'une mémoire d'image "

Publ. AFCET , 1980

/28/ GROVER M.

" Hardware for visual information "

Computer Aided Design , octobre 1977

/29/ GUEDJ R.A.

" La visualisation graphique : dispositifs et méthodes "

Rapport ENST , 1979

/30/ GRIFFITH H. - GEAR C.W.

" Raster-scan hidden surface algorithm techniques "

SIGGRAPH'81 Proceedings

/31/ HELL

" Documentation technique sur le système TDP (textile data processing) "

/32/ HORN B.K.P.

" Circle génération for display devices "

Comp. Graph. and Im. Proces. , mai 1976

/33/ HUANG T.S. - SCHREIBER W.F. - TRETIAK O.J.

" Image processing "

Proce. of the I.E.E.E. , novembre 1971

/34/ HUITRIC H. - NAHAS M.

" Composition et traitement d'images digitales à des fins plastiques "

Publ. AFCET , 1980

/35/ JAIN A.K

" Image data compression : a review "

Proceed. of the I.E.E.E. , mars 1981

/36/ JARVIS J.F.

" Two simple windowing algorithms "

Software-Practice and Experience , mai 1975

/37/ JOBLOVE G. - GREENBERG D.

" Color spaces for computer graphics "

Computer Graphics , mars 1978

/38/ JOMAIN B.

" Les matières colorantes et leurs applications sur textiles "

L'industrie textile , avril 1981

/39/ JOMAIN B.

" L'impression sur textiles "

L'industrie textile , janvier 1982

/40/ JORDAN B.W. - LENNON W.J. - HOLM B.D.

" An improved algorithm for the génération of nonparametric curves "

I.E.E.E. Trans. on Computer , décembre 1973

/41/ JORDAN B.W.

" A cell organised raster display for line drawing "

Comm. of the ACM , février 1974

/42/ KAMEYAMA M. - HIGUCHI T.

" A new digital image processor using multiple-valued logic

Proceed. The twelfth international symposium on multiple-valued logic ,

27 mai 1982

/43/ KUTSUZAWA J. - YASUD H. - KIRA K.

" A computer driven color display device and its application "

NHK Technical Monograph , mars 1975

/44/ LANE J.M. - CARPENTIER L.C. - WHITTET T. - BLINN J.F.

" Scan line methods for displaying parametrically defined surfaces "

Comm. of the ACM , janvier 1980

/45/ LIEBERNAM H.

" How to color in a coloring book "

Computer Graphics , mars 1978

/46/ LIMB J.O. - RUBINSTEIN C.B. - THOMPSON J.E.

" Digital coding of color video-signals : a review "

I.E.E.E. Trans. on Communications , novembre 1977

/47/ LOUTREL P.P.

" A solution to the hidden-line problem for computer drawn polyhedra "

I.E.E.E. Trans. on Computer , mars 1970

/48/ MAITRE H.

" Système d'entrée/sortie d'images "

Rapport ENST , 1979

/49/ MODESTINO J.W. - FRIES R.W.

" Edge détection in noisy images using recursive digital filtering "

Comp. Graph. and Image Processing , juin 1976

/50/ MYERS W.

" Interactive computer graphics : poised for take off "

Computer , janvier 1978

/51/ MYERS W.

" Computer graphics : the human interface "

Computer , juin 1980

/52/ MYERS W.

" Interactive computer graphics : flying high "

Computer , juillet et août 1979

/53/ MYERS W.

" Computer graphics : a two way-street "

Computer , juillet 1980

/54/ MYERS W.

" Computer graphics : reaching the user "

Computer , mars 1981

/55/ NETRAVALI A.N. - LIMB J.O.

" Picture coding : a review "

Proceed. of the I.E.E.E. , mars 1980

/56/ NEVATIA R.

" A color edge détector "

SIGGRAPH'81 Proceedings

/57/ NEWMAN W.M.

" Trends in graphic display design "

I.E.E.E. Trans. on Computer , décembre 1976

/58/ OHLSON M.

" System design considérations for graphics input devices "

Computer , novembre 1978

/59/ PELLERIN S.

" Graphic display systems adding dimension to computer I/O "

Digital design , juillet 1977

/60/ PREVOT C.

" Reconnaissance artificielle des formes sur les méthodes de
détection de contour "

Le nouvel automatisme , mars 1982

/61/ RIESENFELD R.F. - GORDON W.J.

" BERNSTEIN-BEZIER methods for the computer aided design of free
form curves and surfaces "

Jou. of the Asso. of Computing machinery , avril 1974

/62/ RIESENFELD R.F.

" On CHAKIN's algorithm "

Comp. Graph. and Image Processing , avril 1975

/63/ RUMSEY J.R. - WALKER R.S.

" A practical approach to implementing line printer graphics "
SIGGRAPH'81 Proceedings

/64/ SUENAGA Y. - KAMAE T. - KOBAYASHI T.

" A high-speed algorithm for the génération of straight lines
circular arcs "

I.E.E.E. Trans. on Computer , octobre 1979

/65/ TRUCKENBROD J.R?

" Effective use of color in computer graphics "
Computer Graphics , août 1981

/66/ VANSAY P.

" Evaluation des moyens d'entrée/sortie graphiques pour la conception
assistée par ordinateur "
A2i , avril 1977

/67/ VIVIER B.

" Structure des équipements de visualisation graphique et le langage
de visualisation "
L'onde électrique , juin 1969

/68/ WEILER K. - ATHERTON P.

" Hidden surface removal using polygon area sorting "
SIGGRAPH'81 Proceedings

/69/ WILLIAMS R.

" Image processing and computer graphics "
Comp. Graph. and Image Processing , octobre 1979

/70/ ZAVIDOVIQUE B. - STAMON G.

" Considération sur des méthodes de détection de contour
en traitement d'images "

Laboratoire d'intelligence artificielle - BESANCON , 1979

/71/ ZYSMAN J.

" De l'impression sur textile "

L'industrie textile , mai et juin 1966

/72/ L'INDUSTRIE TEXTILE

" Les machines modernes en impression "

L'industrie textile , février 1972

