

N° d'ordre : 295

50376
1982
3

50376
1982
3

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR INGÉNIEUR

Mention **AUTOMATIQUE**

par

Rachid IKNI

Ingénieur E.N.P.A.



IMAGES ET CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR : APPLICATION A LA CREATION ET A LA FABRICATION EN BONNETERIE



Soutenue le 7 mai 1982 devant la Commission d'Examen :

MM.	P. VIDAL	Président
	J.M. TOULOTTE	Rapporteur
	G. TITTELEIN	Examineur
	R. DVORETZKI	Invité

- **AVANT - PROPOS** -

Le travail présenté dans ce mémoire a été effectué au laboratoire d'Automatique de l'Université des Sciences & Techniques de Lille 1 et à l'Institut Textile de France - Section Nord (I.T.F.-Nord).

J'exprime toute ma gratitude à Monsieur le Professeur Pierre VIDAL 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 Jean-Marc TOULOTTE pour m'avoir guidé avec tant de compétence et de clairvoyance, dans la réalisation de ce travail.

Je tiens particulièrement à remercier Monsieur Guy TITTELEIN, Chef du Service Informatique et Automatique à l'I.T.F.-Nord, pour m'avoir fait profiter de sa grande expérience de la C.A.O. et du textile, et pour avoir accepté de juger ce travail qu'il a vu progresser. Ses judicieux conseils m'ont été toujours d'un grand intérêt.

J'adresse aussi mes plus vifs remerciements à Monsieur Robert DVORTZKI, Professeur à l'I.T.F. Maille/Troyes, pour m'avoir initié, avec beaucoup de compétence, aux techniques de la Bonneterie et pour avoir répondu favorablement à l'invitation de participation au jury.

Que Monsieur VOISIN, Directeur de l'I.T.F. Maille, soit assuré de ma profonde reconnaissance pour avoir considéré ce travail avec bienveillance et pour les encouragements qu'il m'a prodigués.

Un grand merci également à Madame Annick PIGNON, Madame Michèle LELONG et Monsieur Jean HOUZE pour leur contribution amicale et généreuse à l'élaboration matérielle de ce mémoire.

S O M M A I R E

- . INTRODUCTION GENERALE

- . CHAPITRE I : Images, Conception et Fabrication Assistée
par Ordinateur.

- . CHAPITRE II : Noyau de Traitement d'Images.

- . CHAPITRE III: Notions de Bonneterie.

- . CHAPITRE IV : Construction d'un Système C.F.A.O. - Bonneterie
autour du Noyau de Traitement d'Images.

- . CONCLUSION GENERALE.

INTRODUCTION GENERALE

Après avoir été, pendant très longtemps, de simples exportateurs de matières premières, les pays du Tiers-Monde s'équipèrent de métiers et devinrent ainsi de très sérieux concurrents des industries textiles des pays développés, essentiellement dans la production d'articles de grande série et grâce surtout à une main-d'oeuvre abondante et assez bon marché.

Ce phénomène semble irréversible et l'avenir de l'industrie textile des Nations technologiquement avancées se trouve incontestablement dans la production d'articles en faible quantité, mais de grande qualité. Cette qualité ne peut venir que par un incessant renouvellement des produits, une recherche permanente d'effets inédits et cela nécessite un effort de créativité aussi important que soutenu.

La recherche de la qualité est forcément une activité coûteuse en temps donc en argent, or le temps dans l'industrie textile, industrie saisonnière et soumise aux aléas de la mode, est fort précieux. Comment alors concevoir et produire rapidement des articles de haut de gamme ? en s'orientant progressivement vers la technologie de pointe, vers les systèmes informatisés ; telle est l'unique réponse à cette question qui préoccupe aujourd'hui l'ensemble de la profession textile.

Que ce soit en tissage ou en bonneterie, les deux grands secteurs du textile, l'élément fondamental à l'origine de la création d'un nouveau produit est souvent l'image. Ainsi le premier effort de créativité se situe fréquemment au niveau de celle-ci. En effet, plus les images (ou motifs) figurées sur les articles sont originaux et leur disposition judicieuse, plus ces articles sont considérés, en général, de qualité esthétique supérieure.

L'industrie textile n'est pas la seule consommatrice d'images. Il est peu de domaines scientifiques ou techniques actuels qui puissent se passer de l'image en tant que source de création ou support privilégié de l'information. Ainsi toute une technologie de l'image a vu le jour et ne cesse de se développer.

La première partie de cette étude est consacrée entièrement à l'image. Subdivisée en deux chapitres, le premier traite de l'image numérique couleur proprement dite, ses origines, les méthodes de les saisir, de les traiter, de les manipuler, de les exploiter et tout ceci à l'aide de l'outil puissant qu'est l'ordinateur. C'est donc essentiellement un chapitre de synthèse sur cette technique récente et en pleine évolution qu'est l'"imagerie informatique".

Le second chapitre décrit par contre, un noyau de traitement informatisé d'images, réalisé et adapté aux spécificités de l'industrie textile et s'appuyant sur certains principes de base présentés dans le premier chapitre.

La création d'un produit textile ne se limite pas uniquement à la conception d'images ou de motifs. Il existe même toute une classe de produits où l'image ne joue qu'un rôle secondaire, la classe des articles à base d'"armures" ou de "contextures". D'autre part, une série d'opérations fastidieuses, répétitives, ne nécessitant que peu ou pas d'effort créatif, jalonnent le processus de création. La seconde partie de l'étude traite justement d'un système d'aide informatisé à la conception et fabrication d'articles de bonneterie permettant, en particulier, une réduction appréciable en temps de ces opérations, au profit de la créativité.

Comme la première, cette seconde partie comporte aussi deux chapitres, l'un présentant quelques notions fondamentales de bonneterie indispensables à la compréhension du système en question, l'autre décrivant les structures matérielle et logicielle du système d'aide proposé.

Signalons que le tissage a déjà fait l'objet d'une étude antérieure placée dans le cadre d'une action concertée "Automatisation et Grands Systèmes" de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, étude ayant aboutit à la réalisation d'un système d'aide à la fabrication des tissus façonnés. La présente étude s'inscrit tout à fait dans le même cadre et constitue en sorte, le second volet d'un vaste projet d'automatisation complète des processus de conception et fabrication dans l'industrie textile.

CHAPITRE I

IMAGES, CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR.

CHAPITRE I

I.1. INTRODUCTION :.....	I.1.
I.2. NOTION SUR LES IMAGES.....	I.1.
I.2.1. Définition des images.....	I.1.
I.2.1.1. <i>Images et dessins</i>	I.1.
I.2.1.2. <i>Images monochromes et images couleur</i>	I.2.
I.2.2. Perception des couleurs et notions de colorimétrie. I.2.	
I.2.2.1. <i>Les couleurs et leur formation</i>	I.3.
I.2.2.1.1. Synthèse additive et synthèse soustractive. I.3.	
I.2.2.1.2. Classification des couleurs.....	I.4.
I.2.2.1.3. Les lois de la colorimétrie.....	I.4.
I.2.2.2. <i>Perception des couleurs et modèle de vision</i>	I.5.
I.2.2.2.1. La vision achrome et polychrome.....	I.5.
I.2.2.2.2. La perception des couleurs.....	I.6.
I.2.2.2.3. Le modèle de vision.....	I.7.
I.2.2.3. <i>Pseudo-couleurs et fausses couleurs</i>	I.8.
I.2.3. Différents types d'images.....	I.8.
I.2.3.1. <i>L'image réelle ou photographique</i>	I.9.
I.2.3.2. <i>L'image synthétique</i>	I.9.
I.2.3.3. <i>L'image abstraite</i>	I.9.
I.2.4. Méthodes d'acquisition et de numérisation d'images	
couleur.....	I.10.
I.2.4.1. <i>Acquisition d'images réelles</i>	I.10.
I.2.4.1.1. Acquisition à partir de transparence.....	I.10.
I.2.4.1.2. Acquisition directe sur écran vidéo.....	I.12.
I.2.4.2. <i>Acquisition d'images synthétiques</i>	I.13.
I.2.4.2.1. Acquisition de la maquette numérique.....	I.13.
I.2.4.2.2. Analyse de la maquette en fonction de la	
position d'un observateur.....	I.13.
I.2.4.2.3. Analyse de la maquette en fonction de la	
position d'une source lumineuse.....	I.15.

I.2.4.2.4. La prise en compte des textures.....	I.15.
I.2.4.3. <i>Acquisition d'images distraites</i>	I.16
I.2.5. Notions de traitement d'images.....	I.17.
I.2.5.1. <i>Restauration et amélioration d'images</i>	I.17.
I.2.5.1.1. La restauration.....	I.17.
I.2.5.1.2. L'amélioration.....	I.19.
I.2.5.2. <i>Codage d'images</i>	I.21.
I.2.5.2.1. Intérêts.....	I.21.
I.2.5.2.2. Critères de choix d'une méthode.....	I.22.
I.2.5.2.3. Quelques procédés.....	I.22.
I.2.5.3. <i>Analyse d'images</i>	I.25.
I.2.6. Les manipulations d'images.....	I.27.
I.2.6.1. <i>Création d'oeuvres uniques</i>	I.27.
I.2.6.2. <i>Animation d'images</i>	I.28.
I.2.7. Conclusion.....	I.29.
I.3. L'IMAGE COULEUR ET LA C.F.A.O.....	I.29.
I.3.1. Définition d'un système C.F.A.O.....	I.29.
I.3.2. Architecture des systèmes C.F.A.O.....	I.30.
I.3.3. Les organes périphériques d'E/S.....	I.32.
I.3.4. Images et C.F.A.O. : Les systèmes interactifs de visualisation d'images couleur.....	I.33.
I.3.4.1. <i>Le système de visualisation d'images</i>	I.33.
I.3.4.2. <i>La console de visualisation conversationnelle (C.V.C)</i>	I.34.
I.4. CONCLUSION.....	1.35.

I - IMAGES, CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR

I.1. INTRODUCTION :

L'évolution technologique de cette dernière décennie est fortement marquée par une augmentation formidable de la quantité d'images produites et consommées. Cette tendance est elle-même la conséquence d'un second caractère important de l'évolution technologique : la numérisation de l'information. En effet, le développement rapide de l'informatique et des moyens de traitement numérique fait que l'information se présente de plus en plus sous forme numérique plutôt qu'analogique. Le traitement numérique signifie l'utilisation d'ordinateurs, d'où la naissance d'un nouveau concept : images et ordinateurs et son dérivé le plus utilitaire : la C.F.A.O.

Nous verrons tout le long de ce premier chapitre, qu'après avoir pu lire, écrire et compter, l'ordinateur, bien que construit pour effectuer des opérations arithmétiques, est capable de saisir, stocker, retrouver et manipuler des images couleur.

I.2. NOTIONS SUR LES IMAGES :

I.2.1. Définition d'une image :

On peut définir l'image comme la présentation d'informations sous forme structurée, immédiatement compréhensible par l'oeil humain. Le principal intérêt de l'image est la présentation synthétique qu'elle permet de faire, représentation utilisant l'outil d'analyse puissant qu'est le sens de la vision. En effet, l'homme peut saisir en un seul coup d'oeil les dispositions relatives entre les composantes d'une image et les interpréter, d'où l'adage bien connu qu'"une image vaut mieux que mille mots". C'est aussi cette propriété qui fait de l'image la forme la plus ancienne (peintures rupestres) et la plus universelle de message.

I.2.1.1. Images et dessins :

Pour des raisons de différentes technologies et algorithmiques fondamentales d'acquisition et de traitement, on est amené à rajouter une importante restriction à la définition ci-dessus : faire une distinction entre images et dessins.

La meilleure façon de faire cette distinction est de considérer le mode de description de chacun. Une image peut représenter n'importe quoi et exige donc des moyens de description très généraux (point par point, par exemple), tandis qu'aux dessins, classe particulière d'images, une description particulière leur convient.

Il y a essentiellement deux modes de description d'images (et dessins) : soit une description par une fonction $I(x,y)$ définissant la couleur (ou le niveau de gris) en chaque point d'image, soit une description par une collection de graphiques élémentaires (traits, caractères, courbes, symboles particuliers) eux-mêmes fonction de la position (x,y) .

On désigne par image, toute image caractérisée explicitement par sa fonction $I(x,y)$ et par dessin, toute image pour laquelle la fonction $I(x,y)$ est définie implicitement (en terme de primitives graphiques).

I.2.1.2. Images monochromes et images couleur :

Selon que chaque point d'image est caractérisé par son "niveau de gris" (images en noir et blanc) ou par sa couleur, on parlera respectivement d'image monochromatique ou d'image couleur.

Pendant très longtemps, malgré la supériorité incontestable de l'information couleur sur l'information monochromatique due au fait de la grande sensibilité à la couleur de l'oeil humain, qui peut distinguer 160 teintes et 1 000 niveaux d'intensité différents (contre 1 ou 2 douzaines de niveaux de gris) le traitement par ordinateur ne concerna que les images monochromatiques et ceci essentiellement pour des raisons technologiques (capacité mémoire, écrans, etc...). Les besoins en matière de représentation d'images n'ont cessé de croître, l'évolution technologique et algorithmique aidant, l'image couleur s'impose de plus en plus et tout ce chapitre s'y rapporte.

I.2.2. Perception des couleurs et notions de colorimétrie :

Pour pouvoir modéliser (aboutir à un modèle mathématique) l'information couleur d'une image, il a fallu étudier auparavant les différents éléments qui interviennent dans le processus de la vision.

Nous allons essayer, dans ce paragraphe, de résumer l'origine de la couleur des objets, les lois qui la régissent puis comment l'oeil perçoit et transmet cette information au cerveau et la manière dont celui-ci l'analyse.

I.2.2.1. Les couleurs et leur formation :

La lumière est la source unique de couleurs. Les objets ne font qu'émettre ou reproduire (réfléchir, absorber ou transmettre) la lumière qu'ils ont reçue, après avoir éventuellement modifié sa composition spectrale du fait de leurs propriétés physiques.

C'est NEWTON qui le premier en 1666 montra que la lumière était un mélange de composantes en la décomposant sur un prisme puis en recomposant les couleurs obtenues sur un autre prisme (figure I.1.)

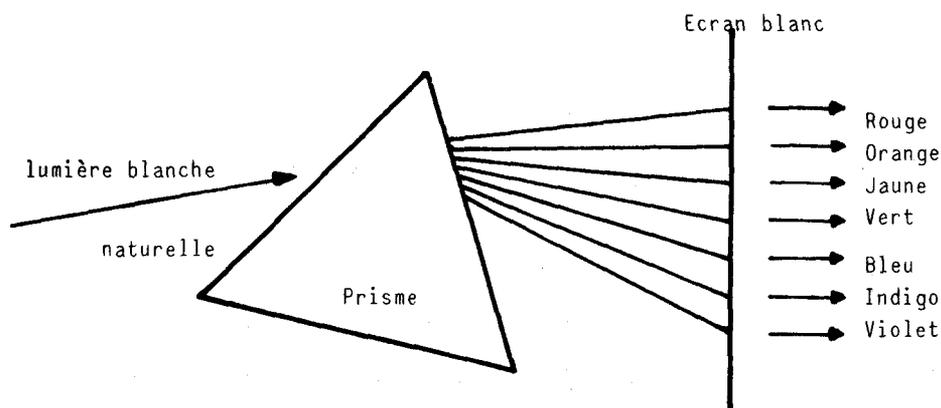


FIGURE.I.1. Expérience du prisme

Les matériaux tirent donc leur coloration de l'absorption ou soustraction de certaines parties du spectre de la lumière qu'ils reçoivent et de la réflexion ou transmission des parties restantes.

I.2.2.1.1. Synthèse additive et synthèse soustractive :

Dans un mélange de matériaux colorés, chaque matériau contribue à soustraire à la lumière incidente une partie de son spectre : c'est le principe de "synthèse soustractive" ou de filtrage sur lequel repose les techniques photographiques (un filtre modifie par transmission sélective, la composition spectrale du rayonnement qui la traverse).

On parle de synthèse additive lorsque d'un mélange de couleurs résulte une sensation de couleur unique grâce à une propriété particulière du sens de la vision permettant d'intégrer la perception simultanée de radiations de différentes longueurs d'onde. A ce propos 3 couleurs : *le rouge, le vert et le bleu* sont reconnues comme primaires additives de la lumière. YOUNG montra que le mélange de ces trois couleurs à des quantités déterminées permet l'obtention de la plus grande gamme de lumières colorées possible (principe

de la technologie des tubes T.V.)

Ainsi par synthèse additive 2 à 2 des 3 primaires, on obtient (figure I.2.)

Bleu + Vert = Cyan

Rouge + Vert = Jaune

Bleu + Rouge = Magenta

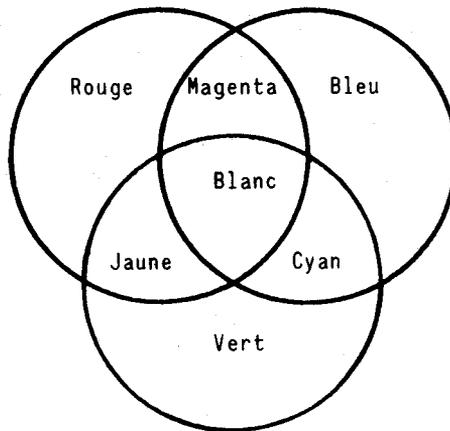


FIGURE I.2. : Synthèse additive.

Comme à quantité égale : rouge + vert + bleu = blanc, donc

blanc - bleu = jaune

blanc - vert = magenta

blanc - rouge = cyan

Les trois couleurs jaune, magenta et cyan sont aussi obtenues par synthèse soustractive de la lumière blanche (et par synthèse additive de matériaux) d'où leur désignation comme primaires soustractives de la lumière.

I.2.2.1.2. Classification des couleurs :

MANSELL en 1915 inventa un système chromatique tridimensionnelle de classement des couleurs à partir de trois paramètres : teinte, luminance et saturation.

- la teinte est la longueur d'onde dominante (λ_d) de la couleur pure la plus proche de la couleur considérée,
- la luminance caractérise l'intensité de la radiation lumineuse incidente (amplitude lumineuse de la source),
- la saturation, mesurée par le facteur de pureté (p) exprime la dilution de couleur pure et de lumière blanche qu'il faut effectuer pour reconstituer la couleur de l'objet.

De ces éléments il découle que la couleur peut être totalement définie par deux paramètres : la chrominance d'une part qui caractérise la teinte et la saturation et la luminance d'autre part.

I.2.2.1.3. Les lois de la colorimétrie :

La colorimétrie, discipline d'étude des sensations colorées, étudie en particulier la manière dont on peut restituer une couleur à partir d'une combinaison des 3 couleurs primaires (synthèse additive).

C'est à GRASSMANN que l'on doit les 3 lois principales de la colorimétrie :

1-Toute couleur peut-être reconstituée par la combinaison de

trois couleurs dites primaires et ceci d'une seule façon (figure 1.3.)

$$m(c) = a(S_1) + b(S_2) + c(S_3)$$

avec

m, a, b, c = valeurs des luminances des sources C, S_1, S_2, S_3

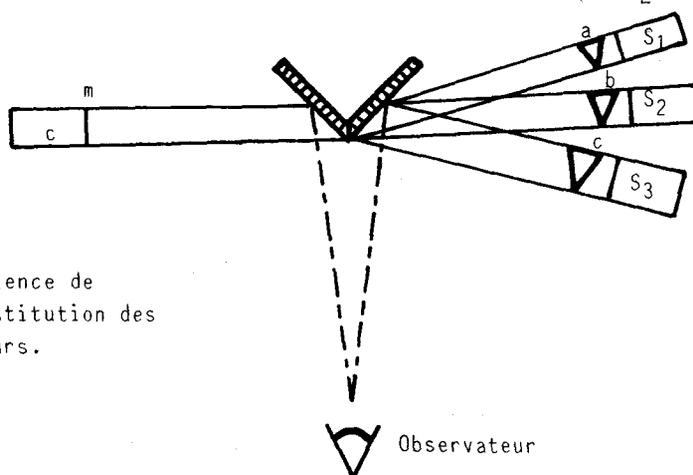


FIGURE 1.3. : Expérience de reconstitution des couleurs.

2-Si l'on fait varier la luminance de chaque couleur (m, a, b et c) dans les mêmes proportions, l'équivalence de la première loi reste valable

$$km(c) = ka(S_1) + kb(S_2) + kc(S_3)$$

3-La luminance d'un mélange de couleur est égale à la somme des luminances des couleurs :

$$\text{si } m(C_1) = a_1(S_1) + b_1(S_2) + c_1(S_3)$$

$$n(C_2) = a_2(S_1) + b_2(S_2) + c_2(S_3)$$

$$\text{alors } m(C_1) + n(C_2) = (a_1 + a_2)(S_1) + (b_1 + b_2)(S_2) + (c_1 + c_2)(S_3)$$

1.2.2.2. Perception des couleurs et modèle de vision :

1.2.2.2.1. La vision achrome et polychrome :

L'oeil, appareil à capter les images, collecte la lumière et la focalise au niveau de la rétine. C'est après la mise au point précise de l'image sur celle-ci (par le cristallin) que commence véritablement le processus visuel : des cellules sensibles de la rétine (ou photodétecteurs) convertissent l'énergie lumineuse en signaux électrochimiques.

Les photorécepteurs en question sont de deux sortes : les bâtonnets et les cônes. Les cônes (7 M environ) moins sensibles à la lumière que les bâtonnets, servent à l'examen détaillé en lumière intense et à la vision des couleurs (vision polychrome ou photopique). En effet, des études récentes ont révélé que chacun d'eux contient un pigment dont la caractéristique d'absorption est fonction de la longueur d'onde et présente un pic soit dans le bleu, soit dans le vert, soit dans le rouge (figure 1.4.). Les cônes sont essentiellement concentrés dans une petite dépression située au centre de la rétine : la fovéa.

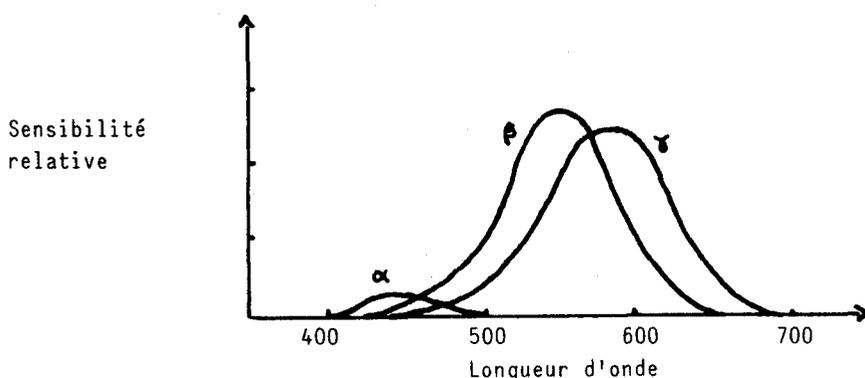


FIGURE I.4. : Absorption spectrale des 3 types de pigments (α , β , γ) présents dans les cônes.

Les bâtonnets (100 M environ), distribués à peu près sur toute la surface de la rétine, non sensibles à la couleur, servent à la vision en lumière faible (vision achrome ou scotopique).

I.2.2.2.2. La perception des couleurs :

En ce qui concerne la transmission récepteurs - cerveau c'est encore le domaine des hypothèses. La théorie la plus admise est celle de HERING. Selon lui il existerait 3 paires de réactions sensorielles uniques : rouge-vert, jaune-bleu et noir-blanc (séparation chromatique et achromatique) et que l'activité mutuellement exclusive de chaque membre de ces paires aurait lieu après l'absorption de la lumière par les photorécepteurs (figure 1.5.)

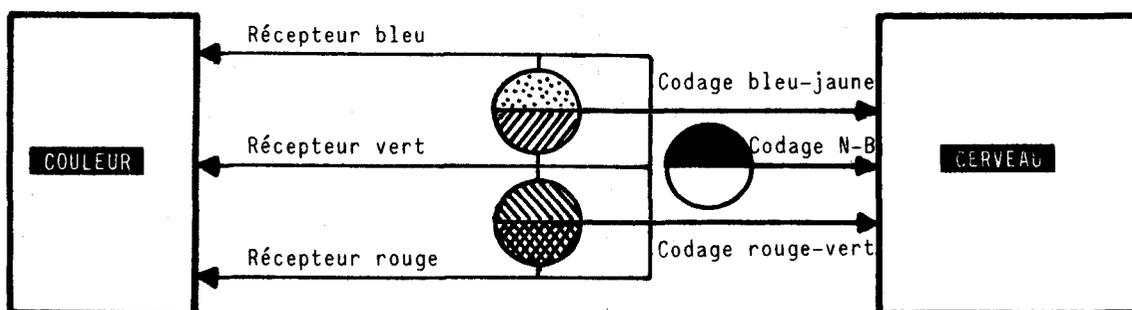


FIGURE I.5. : Modèle trichromatique de vision (théorie mixte).

L'information trichromatique serait donc modifiée dans la rétine et codée en signaux discontinus bicolores par chacun des ganglions rétinienens sensibles à la couleur, pour la transmission aux centres visuels supérieurs (corps grenouillés latéraux et cortex).

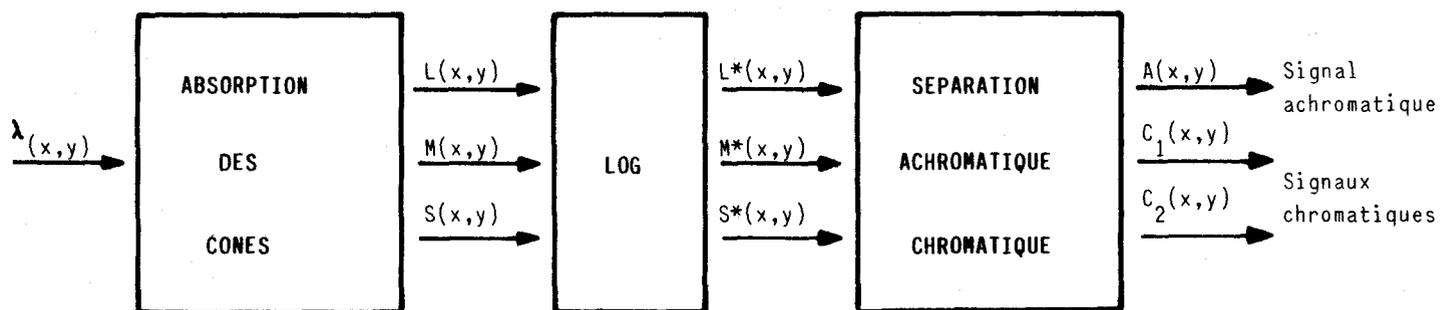
I.2.2.2.3. Le modèle de vision :

Nous venons de voir que la vision photopique est sous-tendue par au moins deux phénomènes distincts :

- une absorption de l'énergie lumineuse par trois types de cônes : les cônes L, M et S,
- une séparation des trois signaux résultants en une composante achromatique (N et B) et deux composantes chromatiques (R-V et J-B)

On a d'autre part découvert (STOCKHAM) que le stade linéaire d'absorption des cônes est suivi, au niveau rétinien, d'un stade non linéaire se modélisant bien à l'aide d'une fonction logarithmique.

Partant de ces trois constatations (et des modèles étudiés par MEESEN puis FREI) FAUGERAS proposa en 1976 le modèle de vision représenté figure I.6.



λ = longueur d'onde de la lumière perçue par l'oeil.

$I^\lambda(x,y)$ = intensité lumineuse au point (x,y) perçue par l'oeil.

FIGURE I.6. : Modèle de vision.

Comme on s'intéresse plus particulièrement aux images couleur présentées à l'observateur sur un écran de télévision, l'image $I^\lambda(x,y)$ peut être définie par rapport au système des trois composantes $R(x,y)$, $V(x,y)$ et $B(x,y)$ définissant chaque point de l'image T.V.

$$\underline{I}^\lambda(x,y) = \left| R^\lambda(x,y), V^\lambda(x,y), B^\lambda(x,y) \right|^T$$

Le modèle de la figure 1.6. est inversible et il est aussi possible de retrouver les coordonnées R, V, B à partir des coordonnées A, C₁, C₂ ce qui est très important pour toute application pratique.

I.2.2.3. Pseudo-couleurs et fausses couleurs :

On désigne par fausse couleur, toute couleur dont la bande lumineuse se situe à l'extérieur du spectre visible (infra-rouge, ultra-violet). L'image en infra-rouge en est un exemple, son intérêt ne réside plus dans la fidélité aux couleurs réelles, mais dans l'information qu'elle contient, plus évidente dans le spectre infra-rouge.

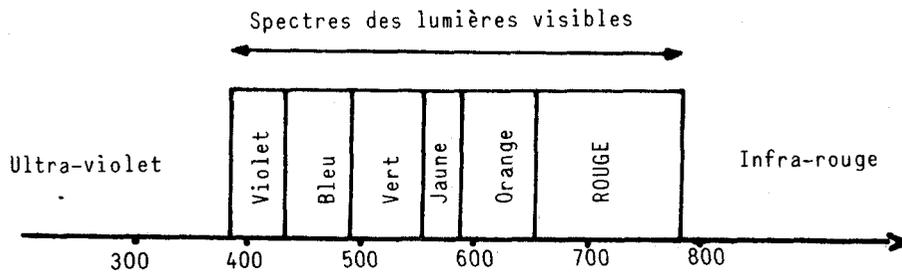


FIGURE I.7. : Spectre des lumières visibles.

En pseudo-couleur, il s'agit de passage d'une image monochromatique dont l'information est souvent difficile à détecter ou à interpréter (exemple: Les radiographies) à une image couleur en assignant une couleur du spectre visible à chaque point élémentaire de l'image en fonction, par exemple, de sa luminance.

I.2.3. Différents types d'images :

Si l'on se base d'une part sur l'origine des images couleur, celles susceptibles d'être affichées sur un écran, ou leur mode de création et d'autre part sur leur destination ou l'utilisation que l'on en fait, il est possible de répartir ces images en trois catégories : les images réelles ou photographiques, les images synthétiques ou réalistes, les images abstraites.

I.2.3.1. L'image réelle ou photographique :

Une telle image peut se définir de façon très générale, comme le produit de techniques basées sur l'interaction du rayonnement de la matière sur l'ensemble des ondes du spectre électromagnétique et enregistrant le résultat de cette interaction sur un support (photochimique, analogique ou numérique).

Ces images planes, sauf dans le cas des vues stéréoscopiques ou d'hologrammes, se veulent la représentation aussi fidèle que possible d'objets de scènes du Monde réel et sont utilisées en tant que telle. C'est le cas de toutes les images saisies par caméra ou autre appareil photographique.

I.2.3.2. L'image synthétique :

C'est aussi une représentation qui approche au maximum le monde tel qu'il est perçu par observateur ou par un appareil photographique, mais à la différence de l'image réelle, elle n'est pas le produit d'une interaction quelconque entre rayonnements de la matière et ondes du spectre électromagnétique, mais celui de procédures informatiques assez complexes (image entièrement calculée).

Sa création est progressive (plusieurs étapes) et l'image obtenue sera plus ou moins réaliste suivant que l'on pourra y inclure plus ou moins de détails donnant l'illusion de la réalité.

Ces images sont très logiquement utilisées en simulation de vues réelles. Citons à titre d'exemple, la production d'images synthétiques représentant des paysages tels qu'ils sont vus lors de l'atterrissage d'un avion, pour la formation de pilotes.

I.2.3.3. L'image abstraite :

C'est l'image générée avec ou sans aucune préoccupation du réel, uniquement à des fins artistiques. Purement fictive, définie seulement par des variations de couleurs, réalisée presque systématiquement sur terminal vidéo, il faut voir en l'image abstraite une structure colorée, produit d'un art nouveau : l'art informatique.

L'art informatique, en pleine expansion, constitue une direction particulière de l'intelligence artificielle. Cet art est basé en grande partie sur des critères de choix de composition explicités de façon assez complète pour être consignés dans un programme informatique.

Étudions à présent l'ensemble des techniques d'acquisition et de numérisation d'images, c'est-à-dire suivant le type d'images, la manière dont s'effectue le prélèvement de données-image, d'un contexte réel ou imaginaire.

I.2.4. Méthodes d'acquisition et de numérisation d'images couleur :

L'acquisition est une opération fondamentale. Une image ne sort pas du néant, au départ il y a toujours des données soit tirées de l'observation du réel, soit fournies par l'homme.

Quelque soit leur origine, les données-image doivent être traduites, pour qu'un traitement informatique puisse leur être appliqué, sous forme d'un tableau bidimensionnel dont chaque élément représente un point de l'image discrétisée et quantifiée ou "pixel" et porte l'information de luminosité des trois composantes primaires R, V, B dont la composition (synthèse additive) permet la restitution de la couleur approchée du point en question.

I.2.4.1. Acquisition d'images réelles :

Il existe deux types de procédés d'acquisition et de numérisation d'images réelles suivant qu'elles sont obtenues à partir d'une transparence sur film (support photographique) ou directement à partir de la scène originale.

I.2.4.1.1. Acquisition à partir de transparence :

La transparence sur film est obtenue tout d'abord à l'aide de "capteurs" (caméras optiques, cellules photoélectriques, etc...), systèmes analogiques captant les résultats de l'interaction de radiations lumineuses avec les objets physiques de la scène originale à reproduire. Dans un second temps, la réponse du capteur est numérisée, c'est-à-dire que la transparence sur film est traduite en une image numérisée (tableau bidimensionnel de points).

On distingue deux catégories de systèmes de numérisation : les systèmes mécaniques et les systèmes à tube cathodique. Dans les systèmes mécaniques (systèmes à table ou à tambour) la transparence et le "senseur" se déplacent mécaniquement pendant que la lecture se fait. Dans les systèmes à tube cathodique ou à "flying-spot", la transparence reste fixe, seul est mobile le "flying-spot", point lumineux sur l'écran du tube cathodique ou faisceau laser dirigé par miroirs.

Dans le système mécanique à table XY, la transparence est fixée sur une table mobile (au moyen de moteurs pas à pas), selon les axes X et Y. Elle intercepte dans son déplacement un faisceau lumineux recueilli par un photo-multiplificateur PM. Le signal électrique délivré par le PM constitue la mesure d'intensité (successivement en R, V et B) en chaque point de l'image numérisée. C'est un système assez précis mais lent.

Le système à tambour est une amélioration du système à table. La transparence est plaquée sur un tambour animé d'un mouvement de rotation rapide et une tête optique animée d'un mouvement de translation vient balayer une génératrice du tambour. Un PM analyse le signal.

Les systèmes à "flying-spot" se caractérisent par leur grande rapidité et dérivent des techniques de prise de vue en télévision. L'image sur le phosphore de l'écran du faisceau électronique est reprise par une lentille et formée par un point de la transparence à étudier. Un PM recueille cette énergie et délivre le signal numérisé. Un système de déflection assure le balayage de la totalité de l'image (figure 1.8.)

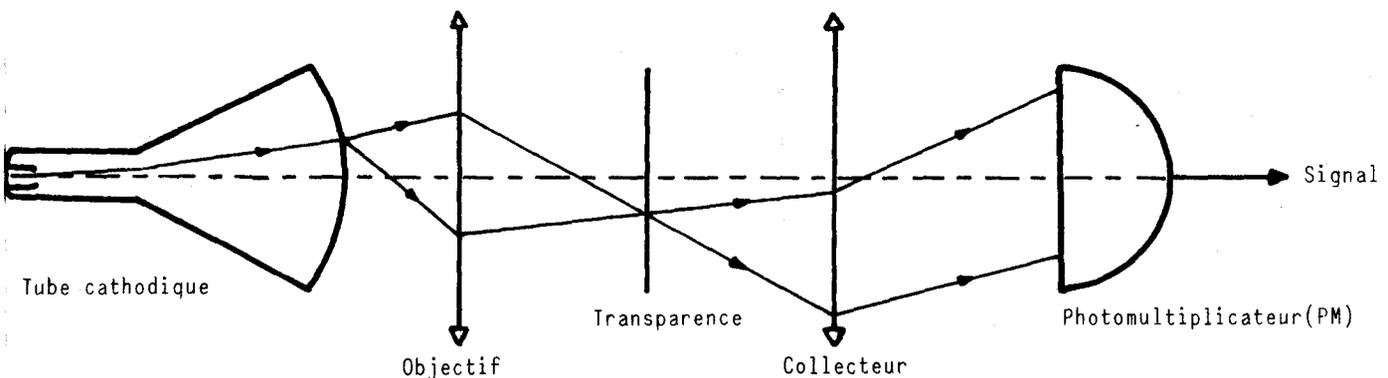


FIGURE I.8. : Système à Flying-Spot.

Quelque soit le procédé utilisé, trois balayages de la transparence, avec à chaque fois un filtre coloré particulier (synthèse soustractive), sont nécessaires pour obtenir les trois luminances en R,V,B qui seront composées pour redonner l'image couleur originale.

L'extraction d'un "signal couleur composite" en une seule lecture est théoriquement possible, mais on bute actuellement sur de nombreuses difficultés techniques pour la réaliser.

I.2.4.1.2. Acquisition directe sur écran vidéo :

Dans ce second type de procédés, l'acquisition et la numérisation se font en une seule fois par caméra de T.V. Ce sont des procédés de saisie rapide, l'image est immédiate, toujours sous forme électrique, si ce n'est sous forme numérique directe. L'étape de la transparence sur film n'existe plus donc il y a moins de perte d'information.

Toutes les technologies de caméras T.V. (ou tubes analyseurs) découlent d'un même phénomène : l'effet photo-électrique qui peut-être défini comme un processus de transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique, sans destruction importante du siège de l'effet. Ainsi à l'intérieur du tube de chaque caméra T.V., se trouve une cible photo-électrique qui transforme l'image lumineuse de la scène à reproduire, formée sur sa surface par l'intermédiaire d'une optique appropriée, en une "image électrique" lui correspondant point par point. Un système électronique permet le balayage de cette cible par un faisceau électronique et d'obtenir un signal électrique comportant toutes les informations sur les luminosités de chacun des points élémentaires de l'image originelle.

Pour obtenir l'information couleur, trois analyseurs distincts (voir figure 1.9.), chacun spécialisé dans une des trois couleurs primaires R, V, B fournissent point par point les informations correspondant aux luminances respectives de ces trois primaires.

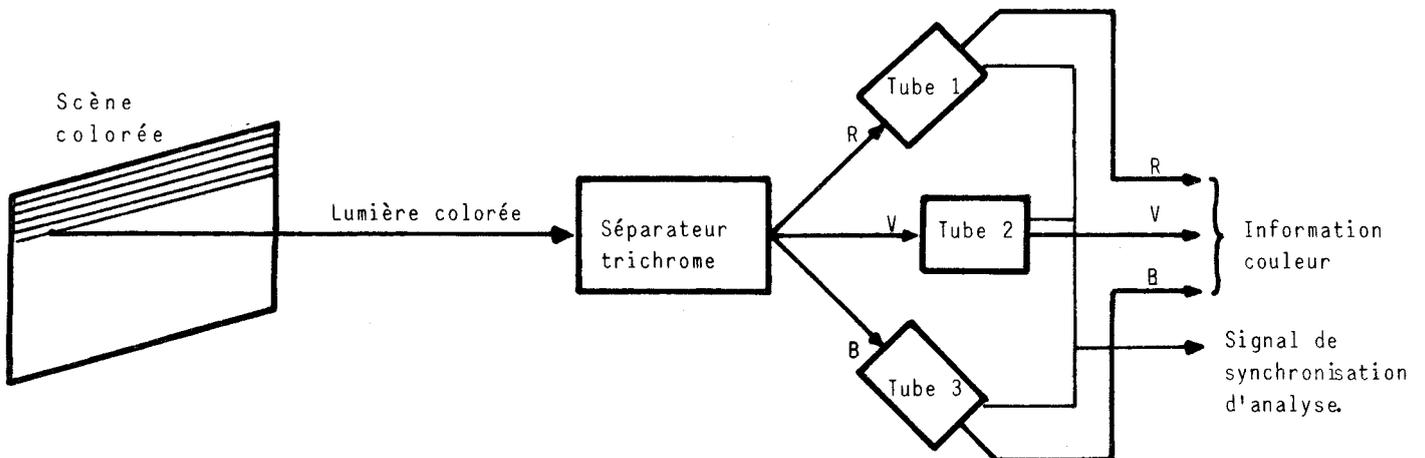


FIGURE I.9. : Schéma d'un système d'acquisition d'une image couleur par caméra TV.

Citons les cinq principaux tubes de caméras de T.V. utilisés :

- le tube-image orthicon ou tube analyseur à électrons lents (très utilisé),
- le tube viticon ou tube analyseur à cible photoconductrice (très utilisé aussi),
- le tube iconoscope ou photicon,
- le tube dissecteur d'image de Farnsworth,
- le tube à transfert de charge CCD ou CID (le plus récent).

I.2.4.2. Acquisition d'images synthétiques :

C'est l'apparition de consoles de visualisation (voir § 1.3.4.2.) utilisant des écrans de télévision qui a permis d'envisager la production de ce type d'images.

On distingue deux phases lors de l'acquisition d'une image synthétique : dans un premier temps on fait l'acquisition d'une "maquette numérique" des objets de la scène que l'on veut représenter. Dans un second temps, cette maquette est analysée en fonction de la position d'un observateur (fictif) de manière à produire une vue de celle-ci. A l'image ainsi obtenue, l'on rajoute ensuite plus ou moins de détails pour renforcer l'aspect réaliste.

I.2.4.2.1. Acquisition de la maquette numérique :

Les objets servant à la construction d'une maquette numérique ont évolué grâce à des progrès permanents dans la recherche des algorithmes. Après la famille des objets dits "en fil de fer", il y a eu celle des objets bordés par des facettes polygonales planes, puis celle des objets à faces quadratiques et enfin la famille d'objets à surfaces courbes ou chaque surface complexe est découpée en surfaces élémentaires définies par quatre courbes frontières. L'équation de chaque courbe est choisie de manière à permettre des facilités de calcul et de modification, et des possibilités de composition (courbes de Bezier, B-splines, etc...)

Construire une maquette consiste à décrire chaque objet de la scène par des surfaces élémentaires particulières et par sa position à l'intérieur de la scène.

I.2.4.2.2. Analyse de la maquette en fonction de la position d'un observateur :

Cette analyse se fait en deux étapes. Dans une première étape on élimine les lignes cachées et dans une seconde étape on calcule les surfaces visibles.

Le problème de l'élimination des lignes cachées est celui de la représentation d'une scène tridimensionnelle sur une surface plane. Dans une représentation du type fil de fer, toutes les arêtes des objets sont visibles

ce qui ne correspond pas à la réalité dans la mesure où certaines parties des objets sont opaques et cachent ce qui est derrière elles. L'élimination des lignes cachées consiste donc en un calcul des surfaces ou portions de surfaces situées en avant pour une position d'observateur donnée, pour permettre la restitution des perspectives (figure 1.10).

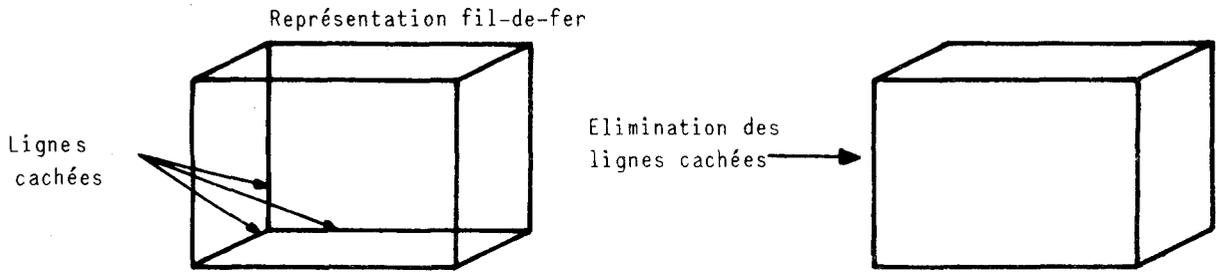


FIGURE I.10. : L'élimination des lignes cachées.

L'algorithme de base utilisé pour ce calcul consiste en une étude de la position relative de chaque arête de la scène par rapport à chaque face : l'arête peut être soit en avant de la face donc visible, soit en arrière de la face donc entièrement ou partiellement cachée par celle-ci. En fonction de ces trois possibilités, un classement de l'ensemble des arêtes est effectué puis les arêtes potentiellement visibles sont étudiées de manière à déterminer exactement ce qui est visible ou pas. Lorsque toutes les arêtes ont été examinées le dessin de la scène est achevé.

Le problème du calcul des surfaces visibles consiste à déterminer quelles facettes d'objets sont visibles pour l'observateur, ce qui implique une comparaison des facettes entre elles et non plus des arêtes par rapport aux facettes. De nombreux algorithmes ont été développés dont les deux plus connus sont ceux de WATKINS (1970) et NEWELL-SANCHA (1972).

Partant du fait que l'image est restituée sur un écran T.V., l'algorithme de WATKINS se fonde sur la notion de balayage et consiste en une construction ligne par ligne de la représentation graphique de la scène. Les points apparaissant sur une ligne correspondent au dessin de la portion de scène constituée par l'intersection des différentes facettes avec un plan de balayage supposé perpendiculaire à l'écran et contenant donc une ligne de balayage T.V.

L'algorithme de NEWELL-SANCHA, algorithme à la fois de détermination et de coloration des surfaces visibles, utilise lui le principe de classement des faces par attribution d'un numéro d'ordre en fonction de leur éloignement

par rapport à l'observateur. Après ce classement, on colorie les faces en commençant par celle la plus éloignée de l'observateur jusqu'à celle la plus proche. Chaque tâche de couleur ainsi obtenue peut-être soit entièrement disjointe de la précédente (les faces ne se cachent pas), soit recouvrir partiellement ou totalement la tâche précédente (les faces se cachent partiellement ou totalement). Cet algorithme plus général que le précédent, permet, en particulier, de combiner des colorations entre elles (effets de transparence).

I.2.4.2.3. Analyse de la maquette en fonction de la position d'une source lumineuse :

Les objets ne présentent pas dans la réalité des couleurs uniformes ; elles varient en fonction de la position de la (ou des) source(s) lumineuse(s). Des algorithmes permettent une coloration d'objets de la maquette en tenant compte et de la couleur attribuée à chaque face et de leur position par rapport à une source lumineuse (fictive).

C'est GOURAUD qui le premier proposa de calculer en chaque point d'une facette une luminosité fonction de la couleur de la facette, de l'angle formé avec la direction de la source et des luminosités des facettes adjacentes (procédé d'interpolation linéaire entre les différentes valeurs de luminosité).

Actuellement des techniques de calcul permettent de tenir compte d'autres facteurs liés à l'éclairage de la maquette ; ce sont les calculs de reflets, de transparence, d'opalescence et le plus récent (1976) le calcul des ombres portées (les objets en effet portent des jeux de lumière sur eux-mêmes, mais produisent aussi des ombres sur le sol ou les objets voisins).

I.2.4.2.4. La prise en compte des textures :

C'est le dernier pas franchi vers une presque parfaite illusion de la réalité. Les objets d'une scène réelle présentent presque toujours des variations dues au relief ou aux différences entre les éléments de base.

Une première solution au problème des représentations associées aux différentes textures des objets, consiste en la création d'une bibliothèque de "motifs texturaux" ou d'éléments décoratifs caractéristiques de l'illusion recherchée. L'image est alors obtenue par répétition du motif unitaire correspondant sur chaque surface à colorier, autant de fois que nécessaire. Pour éviter la formation de motifs parasites (alignements géométriques, etc...), cette juxtaposition de "carreaux élémentaires" doit suivre des lois assez complexes (stochastique, etc...).

Cette coloration par juxtaposition de motifs texturaux pose encore un problème de taille, celui de la déformation du motif en fonction de la surface élémentaire. En effet, les surfaces de base des objets sont presque toujours des surfaces gauches alors que les motifs extraits de la bibliothèque sont plans. Des techniques voisines de l'anamorphose ont été développées pour justement réaliser ce "plaquage" de motifs texturaux sur les surfaces d'objets.

Pour conclure ce paragraphe, soulignons que l'acquisition d'images fictives, étant donnée la complexité des algorithmes de calcul, nécessite des temps de calcul considérables sur du matériel assez sophistiqué.

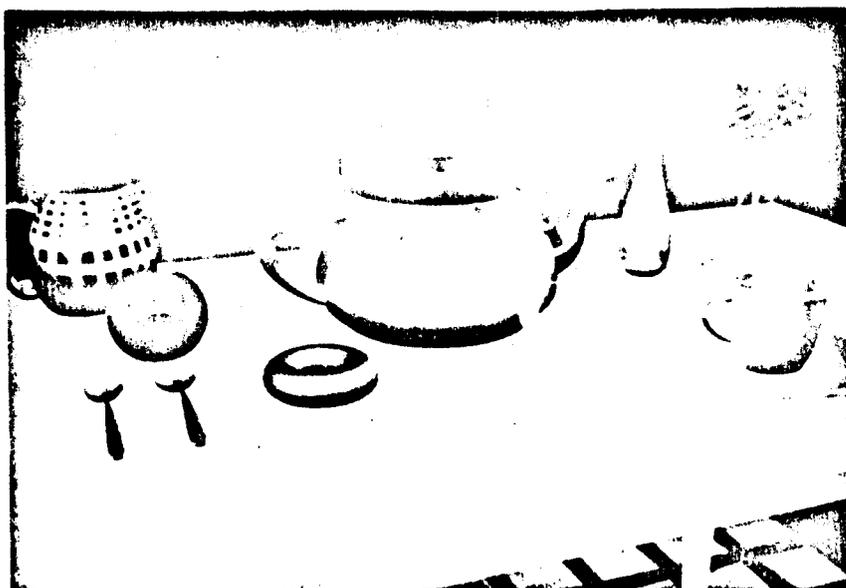


FIGURE I.11. : Exemple d'image synthétique "La table servie".

I.2.4.3. Acquisition d'images abstraites :

Les données d'entrée de ce type d'image peuvent provenir de sources très diverses, il est donc impossible de citer toutes les méthodes d'acquisition d'images abstraites utilisées, chaque "artiste-informaticien" pouvant avoir sa propre source de création. Néanmoins, quelque soit la méthode utilisée, le principe d'acquisition reste fondamentalement le même : l'ordinateur génère une structure colorée (image) à partir de certains développements suivant des règles ou critères de composition formulés par l'artiste-créateur et exprimés sous forme de programmes.

L'expression la plus élémentaire des règles de génération est l'acquisition d'images par coloration de tâches avec comme données d'entrée, des dessins tracés par l'utilisateur sur une tablette graphique et l'indication des couleurs. L'ordinateur dans ce cas là, joue le rôle d'un simple outil de transformation (système PDS : "picture drive systèmes").

Les règles de composition visuelle peuvent être beaucoup plus complexes. C'est le cas des systèmes d'acquisition guidés par des formulations mathématiques et des séquences algorithmiques et utilisant les capacités de traitement numérique de l'ordinateur. Citons à titre d'exemple, les images abstraites générées à partir de l'algorithme du "jeu de la vie" de CONWAY, avec comme données d'entrée juste une population initiale décrite en points sur un écran, celles générées à partir de sons musicaux (traitement des lignes et des couleurs en s'appuyant sur des rapports d'harmonie) ou à partir de fonctions mathématiques ("lignes de niveau" définies par des séries continues, par exemple).

L'image une fois acquise doit souvent être traitée pour être effectivement utilisable. Voici dans le paragraphe qui suit, quelques notions sur le traitement numérique d'images.

I.2.5. Notions de traitement d'images :

Dans le traitement numérique d'images on distingue trois grandes rubriques. La première concerne les problèmes de restauration et d'amélioration, la seconde ceux de réduction d'information et de codage et la troisième enfin, les problèmes d'analyse d'images.

I.2.5.1. Restauration et amélioration d'images :

I.2.5.1.1. La restauration :

Ne concernant que les images du type photographique, c'est l'un des premiers problèmes résolu par traitement numérique d'images.

Quelque soit le degrés de perfection du système d'acquisition et de numérisation d'images réelles utilisé, l'image restituée n'est qu'une version dégradée de l'image originale. En effet, les capteurs, les organes de numérisation (et de transmission) introduisent des distorsions dont l'effet est de brouiller l'information saisie. Le problème de restauration consiste à retrouver à partir de la version dégradée, une estimation de l'image originale.

Grossièrement, la procédure utilisée pour résoudre le problème est de construire, à partir d'une description quantitative des systèmes de saisie, de numérisation et de restitution de l'image, une modélisation des dégradations, puis de développer des méthodes de traitement pour réaliser le modèle inverse (figure 1.12.).

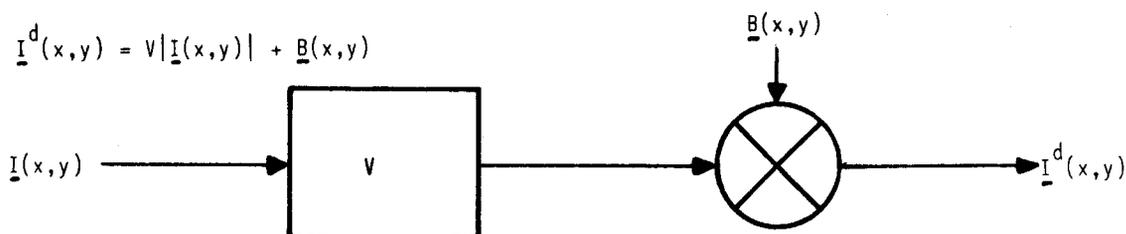


$$\underline{I}^d(x,y) = |\underline{I}_A^d(x,y), \underline{I}_{C_1}^d(x,y), \underline{I}_{C_2}^d(x,y)|^T$$

$$\hat{\underline{I}}(x,y) = |\hat{\underline{I}}_A(x,y), \hat{\underline{I}}_{C_1}(x,y), \hat{\underline{I}}_{C_2}(x,y)|^T$$

FIGURE I.12. : Schéma de principe de la restauration.

Deux approches sont possibles pour cette modélisation : l'approche "a priori" et l'approche "à posteriori". La première est une approche déterministe. La dégradation se modélise par :



$$\underline{I}^d(x,y) = v|\underline{I}(x,y)| + \underline{B}(x,y)$$

où $\underline{B}(x,y)$ est un bruit additif et $v\{\cdot\}$ un opérateur linéaire ou pas. On cherche à obtenir une estimée $\hat{\underline{I}}(x,y)$ de l'image $\underline{I}(x,y)$ par la détermination de l'opérateur inverse $v^{-1}\{\cdot\}$ ou d'une approximation de cet inverse. Cette approche se base sur la mesure directe des caractéristiques du système d'imagerie (acquisition, numérisation, restitution).

La seconde approche est une approche stochastique. Elle est la plus répandue et n'utilise que l'image dégradée $\underline{I}^d(x,y)$ pour l'estimation du modèle inverse de dégradation $v^{-1}\{\cdot\}$ (déconvolution aveugle). On définit pour cela une distance entre les deux images, généralement une distance aux moindres carrés du type :

$$\mathcal{E}_B = E \{ |\underline{I}(x,y) - \hat{\underline{I}}(x,y)|^2 \}$$

et l'on cherche une estimée (linéaire ou pas) $\hat{I}(x,y)$ de $I(x,y)$ qui minimise l'erreur de reconstruction.

D'un point de vue théorique, ces deux approches ne diffèrent ainsi que par la façon dont on récupère l'information relative à la dégradation.

La tendance actuelle est à la restauration d'images non plus seulement en tenant compte des caractéristiques propres à l'image et au système d'imagerie, mais aussi de celles du système visuel humain. De nombreux chercheurs se sont ainsi intéressés à la restauration non stationnaire d'images dont l'idée de base est de ne filtrer que le bruit perçu par l'observateur et non tout le bruit réellement présent dans l'image, de façon à diminuer la puissance des filtres au bénéfice d'une perte de résolution réduite de l'image de sortie.

I.2.5.1.2. L'amélioration :

Comme pour la restauration, ce problème ne concerne que les images réelles. Elle a pour but de transformer l'image restituée en une image plus satisfaisante à un observateur humain ou en une image sur laquelle on a mis en valeur les éléments importants en vue d'une application spécifique. Le mot spécifique est important, il signifie que chaque technique d'amélioration est établie en fonction d'un problème particulier. Parmi les principaux problèmes traités par les techniques de mise en valeur d'images figure l'accentuation ou l'atténuation du contraste.

Les approches utilisées peuvent se répartir en deux catégories : les méthodes fréquentielles et les méthodes spatiales. Les techniques de traitement des premières citées sont basées sur la modélisation de la transformée de FOURIER de l'image. Les méthodes spatiales se réfèrent à l'image elle-même, et les techniques de cette catégorie reposent sur la manipulation directe des "pixels" de l'image.

Le théorème de convolution constitue le principe de base des méthodes fréquentielles. Soit $g(x,y)$ l'image formée par convolution d'une image $i(x,y)$ et d'un opérateur à position invariante $h(x,y)$.

$$g(x,y) = h(x,y) * i(x,y)$$

Par application du théorème de convolution à chaque composante de $i(x,y)$ (A, C_1, C_2 ou R, V, B), on obtient :

$$G(u,v) = H(u,v) \cdot I(u,v)$$

$R, V, B \qquad \qquad R, V, B$

G, H et I étant les transformées de FOURIER respectives des fonctions g, h et i . La transformée $H(u,v)$ est parfois appelé la "fonction de transfert" du processus.

I.2.5.2. Codage d'images :

Les représentations d'images sous forme numérique nécessitent beaucoup de "bits". Dans plusieurs applications, il est important de tenir compte des représentations d'une image ou de l'information contenue dans une image avec le minimum de bits. En théorie de l'information, on parle de "codage" d'images.

I.2.5.2.1. Intérêts :

D'un point de vue pratique, l'avantage du codage est de permettre une transmission plus rapide d'images individuelles et une réduction de la capacité de stockage (fondamentale dans les applications C.F.A.O.). Comme pour l'amélioration d'images, les techniques de codage sont très orientées vers des applications spécifiques. En effet, même si l'objectif est toujours la réduction de données, le choix d'une méthode de codage parmi d'autres est fonction du problème à résoudre.

Les applications en compressions de données sont motivées par le besoin de réduction d'espace de stockage (mémoire). A propos de ce problème, il est important d'utiliser des techniques de codage qui permettent une reconstitution totale des données-image à partir de leur forme codée ou un "décodage" parfait.

Vue que l'image numérisée se présente sous la forme d'un tableau matriciel de dimensions $n \times m$ par exemple, si l'on suppose chaque pixel codée sur q bits, l'espace de stockage nécessaire s'évalue de la façon suivante :

$$S = n \times m \times q$$

Si $n = m = 2000$ (format courant d'images du type réel) et $q = 8$ (256 couleurs possibles), alors :

$$S = 2000 \times 2000 \times 8 = 32.10^6 \text{ bits soit } 4 \text{ M d'octets.}$$

C'est une quantité de mémoire énorme, on comprend mieux ainsi la nécessité d'une méthode de codage pour réduire l'espace mémoire.

Les applications en transmission d'images sont motivées par contre, par la nécessité de temps de transmissions acceptables que ce soit d'un périphérique (organe de saisie) vers l'ordinateur ou dans le sens contraire (vers l'organe d'affichage).

Le temps de transmission théorique est donné par la formule suivante :

$$t = \frac{q}{v} = \frac{\text{quantité d'information à transmettre}}{\text{vitesse de transmission}}$$

On s'aperçoit ainsi que pour réduire le temps t , il suffit de réduire la quantité q de données à transmettre, par une technique de codage appropriée, tout en préservant un taux de fidélité acceptable à la restitution (ce qui constitue une grosse contrainte).

I.2.5.2.2. Critères de choix d'une méthode :

Plusieurs méthodes peuvent à priori, permettre de coder une même image, le tout est de choisir la bonne, celle susceptible de donner les meilleurs résultats. Voici les principaux critères qui peuvent intervenir dans le choix d'une méthode.

- L'adéquation de la méthode à l'application envisagée. On stocke et l'on transmet une image pour des raisons précises, autrement dit il y a toujours une application en aval de l'image et la méthode de codage utilisée doit faciliter les actions prévues sur celle-ci.

- Taux de compression de données satisfaisant. On sait que c'est un des deux objectifs clés du codage. Ce taux de compression peut s'évaluer à l'aide de la relation suivante :

$$T(\%) = \frac{q(IM)}{q(IC)} \times 100 = \frac{\text{quantité de données saisies de l'image}}{\text{quantité de données de l'image codée}} \times 100$$

- Temps de traitement en codage ou en décodage acceptables. Il faut que la complexité des algorithmes de codage et de décodage soit en rapport avec la puissance de calcul de l'ordinateur et les types de périphériques associés. Cette notion de temps de codage et de restitution d'image est, comme on le verra par la suite, fondamentale en visualisation interactive.

I.2.5.2.3. Quelques procédés :

Les procédés de codage pour la transmission d'images sont nombreux. Il y en a moins pour la réduction d'espace de stockage car ce problème n'a commencé à mobiliser les chercheurs que depuis quelques années (surtout après l'avènement de la C.F.A.O.). Ces procédés se répartissent donc en deux catégories : les procédés de codage point par point orientés vers la transmission, les procédés de codage spacial orientés surtout vers le stockage.

La plus simple des méthodes de codage point par point (pour images réelles) est celle du PCM (Pulse Code Modulation) ou les trois signaux continus R, V, B sont échantillonnés et quantifiés séparément ou simultanément. Plusieurs techniques de numérisation de ces signaux ont été développées permettant de réduire sensiblement le nombre de niveaux de quantification donc le nombre de données transmises sans dégradations visibles de l'image (quantifica-

tion non linéaire, addition de pseudo-bruit, etc...). Précisons que les trois signaux R, V, B n'ayant pas la même sensibilité aux bruits (ajoutés) leur quantification ne se fait pas nécessairement avec la même précision. Pour la quantification, par exemple, de la totalité de la longueur de la bande de fréquence, une quantification du signal B sur 4 bits, du signal R sur 5 bits et du signal V sur 6 bits suffit.

Une autre méthode de codage point par point utilisée avec succès est le codage par transformation d'espace. Une transformation linéaire ou non (FOURIER, HADAMARD, SLANT, KARHUMEN, LOEVE, etc...) est appliquée à l'image pour produire un ensemble de nouveaux coefficients (définissant une nouvelle matrice mais dans un autre espace) qui sont quantifiés, codés et transmis. A la réception, la transformation inverse est appliquée pour la restitution de l'image (figure 1.14.).

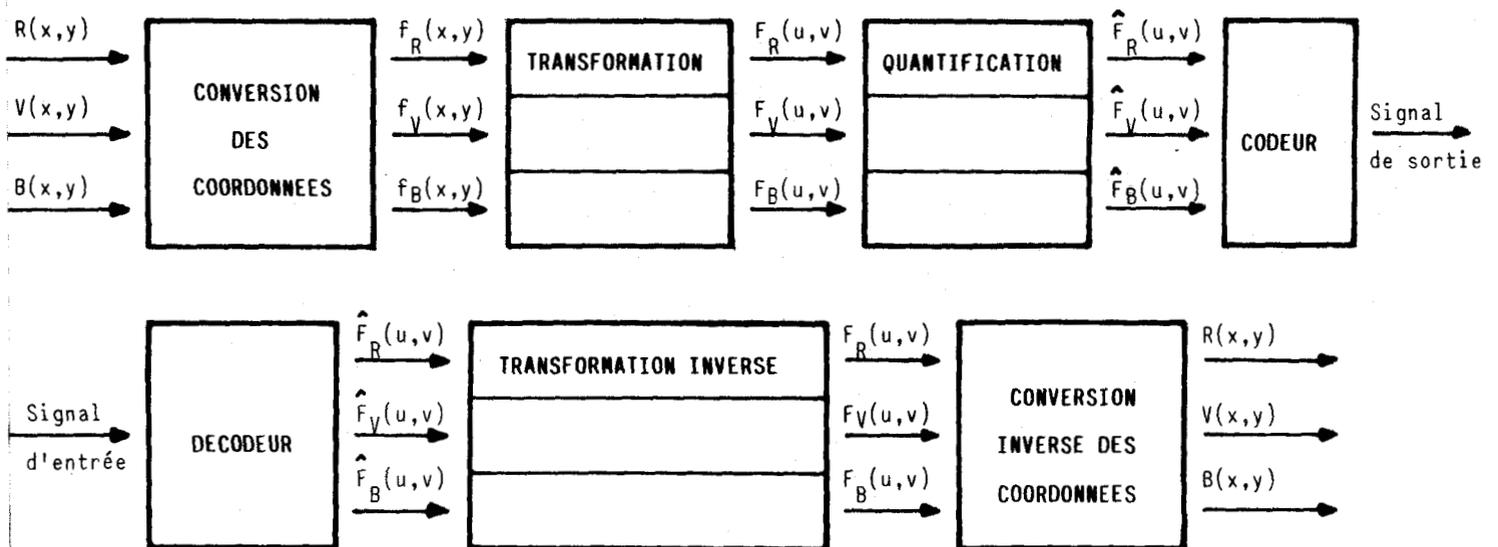


FIGURE I.14. : Schéma de principe du codage par changement d'espace.

Avec la méthode de codage par transitions nous abordons les procédés de codage spacial ou procédés géométriques. Son principe consiste en une prise en compte uniquement des variations de couleur sur chaque ligne de l'image numérisée, ces variations étant détectées par variation des valeurs des coefficients du tableau matériel représentant l'image. Il suffit alors de coder les points de variations définis par les couples (position, couleur) (figure 1.15.).

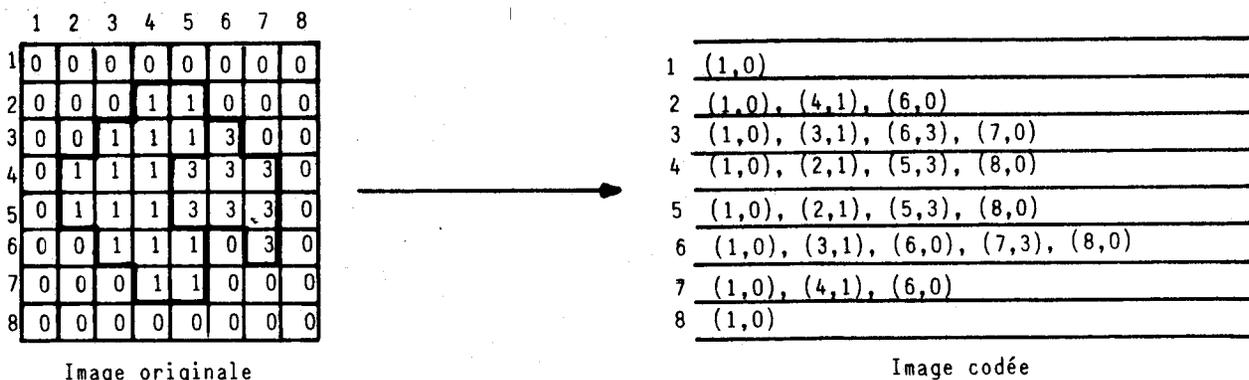
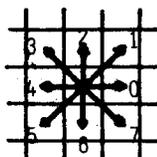


FIGURE I.15. : Exemple de codage par transitions.

On devine que ce procédé est d'autant plus efficace que l'image est simple, sans trop de variations de couleurs. Ce n'est pas le cas des images réelles, mais souvent celui des images abstraites.

Le procédé de codage par tâches utilisant la théorie de FREEMAN, a fait ses preuves aussi. Une tâche étant définie par un contour et une couleur, on choisit sur chaque contour de l'image un point de départ défini par sa position (x_0, y_0) dans le tableau matriciel, puis l'on passe d'un point du tableau au point suivant du contour à l'aide d'un code de direction jusqu'au retour au point origine (x_0, y_0) . Dans un réseau rectangulaire plan, FREEMAN définit 8 directions possibles lors du parcours d'un contour (3 bits de code) :



La couleur de la zone délimitée par le contour est associée à son point origine, les données de stockage consistent donc en un ensemble de couples (origine, code du contour) (figure 1.16.).

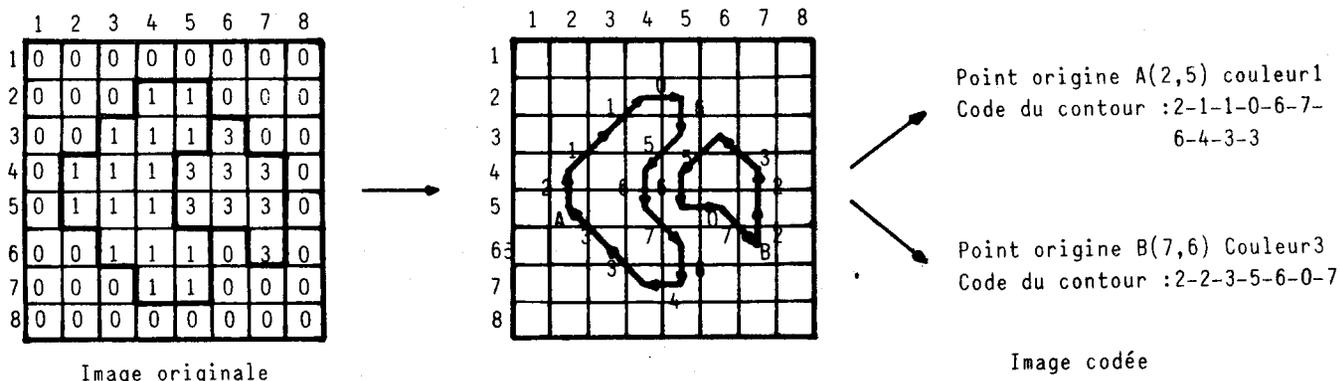


FIGURE I.16 : Exemple de codage par tâches.

La même remarque que pour le procédé précédent s'applique à cette méthode, à savoir que plus le nombre de tâches est faible donc plus l'image est simple, plus le taux de compression de donnée est élevé.

I.2.5.3. Analyse d'images :

Analyser une image c'est en extraire l'"information utile" qu'elle renferme, ou mettre en évidence certains phénomènes ou caractères intéressants en éliminant l'information superflue. Ce domaine du traitement d'images se distingue de ceux de la restauration, de l'amélioration et du codage en ce que le produit final n'est pas en général une image, mais plutôt un ensemble d'informations d'aide à la prise de décision ou une modélisation abstraite de l'image. Cette remarque nous permet d'exclure d'emblée du processus d'analyse, les images synthétiques entièrement calculées et les images abstraites dont l'intérêt réside justement dans l'image toute entière (pas d'informations superflues).

L'analyse d'image part de l'hypothèse que toute image peut-être décrite par des constituants simples et leurs relations les uns, les autres, et qu'à une classe de problèmes correspond une structure particulière d'image. Le résultat de l'analyse est une description D d'une image $I(x,y)$ contenant des informations utiles à la résolution d'un problème spécifique. Cette description peut contenir les informations suivantes :

- une description symbolique complète de l'image basée sur ses composants élémentaires et leurs relations (analyse morphologique et structurale),
- une liste de différents objets particuliers contenus dans l'image (analyse de scène, reconnaissance des formes),
- une classification d'une image comme appartenant à une classe spécifiée (classification automatique, analyse statistique).

La configuration type d'un système d'analyse est représentée sur la figure 1.17.

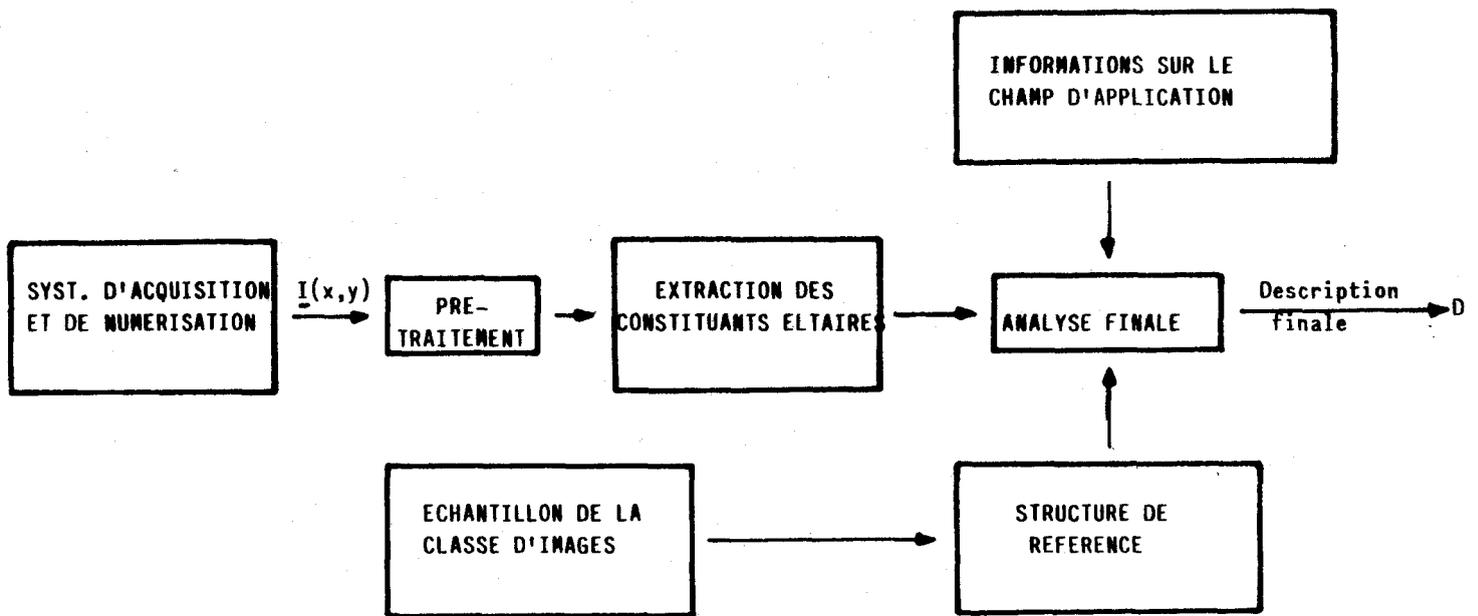


FIGURE I.17. : Configuration type d'un système d'analyse.

La phase de prétraitement consiste en une restauration et amélioration de l'image numérisée (voir paragraphe précédent) soit en une préparation de l'image à l'analyse.

La phase clé est celle de l'extraction d'images primitives, pour la description des aspects intéressants de l'image. Cette extraction nécessite une segmentation ou une division de l'image et pour ceci deux approches possibles. La première approche part du fait que dans la plupart des cas, les lignes de contours apportent une information substantielle sur un objet. Par exemple, on peut facilement distinguer un avion d'une automobile seulement à partir de leurs contours respectifs. Ainsi, de nombreuses méthodes d'extraction de contours des objets d'une image ont vu le jour.

La seconde approche part de la constatation suivante : les contours seuls ne suffisent pas à caractériser un objet dans plusieurs cas. Par exemple, sur une photo aérienne, les contours ou frontières d'un lac ou d'une forêt ne donnent qu'une petite information sur l'objet. Donc il est souvent nécessaire d'extraire non plus des contours, mais des régions entières de l'image, caractérisées par leur homogénéité dans le sens de leurs couleurs ou dans celui de leurs propriétés texturales (une région peut présenter une homogénéité dans les textures, mais non dans les couleurs ou vis versa).

Plusieurs applications d'images nécessitent la classification des objets ou des régions qui ont pu être isolés par segmentation. Grossièrement, le principe des méthodes de classification numérique est le suivant : si un objet (une région, une forme en général) doit être classé, un vecteur caracté-

ristique C est extrait de la forme (par descripteurs de FOURIER, caractéristiques de frontières, etc...) et associé par une fonction spéciale (fonctions de décision, fonctions de discrimination) à un entier k caractérisant l'ensemble des formes de la classe Ω_k :

$$\underline{C} \rightarrow k \in \{1, 2, \dots, K\}$$

L'analyse finale proprement dite consiste à attribuer un sens à ces constituants élémentaires de manière à ce que la description résultante D de l'image soit globalement correcte. Non seulement chaque objet isolé doit avoir un sens propre indépendamment des autres, mais aussi un sens par rapport au contexte de l'image et aux informations disponibles sur le champ d'application.

Avant de clore ce paragraphe sur l'image, quelques lignes sur les traitements propres aux images synthétiques et abstraites : les manipulations.

I.2.7. Les manipulations d'images :

Manipuler des images c'est en composer ou générer de nouvelles à partir d'une ou plusieurs images préexistantes (déjà mémorisées dans l'ordinateur). La structure numérique des images, l'extrême souplesse de la programmation et l'accessibilité permanente à tous les paramètres d'images autorisent toutes sortes de manipulations. La seule limitation réside dans la rapidité de calcul de l'ordinateur, le temps d'exécution de la manipulation ayant une répercussion directe à la fois sur le coût de l'image produite et sur son utilisation (en visualisation interactive, un opérateur ne peut attendre trop longtemps l'affichage de la nouvelle image sur son écran, par exemple).

On peut considérer que les manipulations d'images sont de deux sortes : les manipulations d'images pour la création d'oeuvres uniques et celles pour la génération d'images animées.

I.2.6.1. Création d'oeuvres uniques :

Les manipulations d'images pour la création d'oeuvres uniques, les seules réalisables sur images réelles, consistent en des modifications ou des réarrangements des données-image stockées (dans un fichier en mémoire). Le mixage d'images est l'exemple type de modification de données-image. L'opérateur de mixage est en général de la forme :

$$m(I_1, I_2) = \frac{a I_1 + b I_2}{a + b} \quad \text{avec } a > 0, b > 0 \text{ et } I_1, I_2: 2 \text{ images en mémoire.}$$

Par cet opérateur, la couleur d'un point (x_p, y_p) de l'image résultante est la moyenne pondérée des couleurs au même point (x_p, y_p) des deux images I_1 et I_2 . Ces mixages permettent des effets de transparence et une plus grande diversification des teintes.

Par réarrangement global ou sélectif des données-image, c'est-à-dire par modification de l'ordre d'affichage de certains points d'images, on peut obtenir la quasi-totalité des effets de transformations géométriques planes (translation, rotations, homothéties, symétries). Par exemple, une relecture en sens inverse des données-image engendre un effet de rotation à 90° de l'image originale. De plus, par une lecture sélective de données d'une ou plusieurs images, combinée ou pas avec un changement de taille du point élémentaire affiché, on peut aboutir à des effets de découpage (affichage partiel d'images), de grossissement, de réduction, d'incrustation, etc...

I.2.6.2. Animation d'images :

L'animation d'images s'applique aux images synthétiques et aux images abstraites générées à partir d'une formulation mathématique pour la raison suivante : chaque nouvelle image produite est en fait entièrement calculée à partir du même modèle que l'image source (maquette numérique pour l'image synthétique, expressions mathématiques pour l'image abstraite) mais en modifiant la valeur de certains paramètres (paramètres de position de l'observateur ou de la source lumineuse pour les images synthétiques, paramètre de position ou de couleur pour les images abstraites).

Suivant le degré de complexité des programmes, la puissance de calcul de l'ordinateur et l'application concernée, on distingue deux modes de génération d'images animées : le mode automatique et le mode interactif. Dans le mode automatique, on part soit d'une image de départ et d'un processus de génération qui fait varier les différents paramètres entre des limites fixes, soit d'une image de départ et d'une image d'arrivée, un "interpolateur" se chargeant alors du calcul de toutes les images intermédiaires (à partir de la connaissance de tous les mouvements absolus ou relatifs des objets ou parties d'objets de la scène).

Dans le mode interactif, l'opérateur modifie, en temps réel, les paramètres des programmes de calcul d'images en fournissant des informations à partir d'un dispositif d'entrée spécial (manche à balais, clavier, boule

roulante, etc...), au vu des résultats obtenus.

I.2.7. Conclusion :

Nous avons pu constater jusqu'ici que non seulement l'ordinateur permet la production d'images particulières, mais aide aussi à analyser, agencer, combiner les images produites grâce à son aptitude à réaliser des développements programmés, à mettre en oeuvre les algorithmes complexes.

Nous avons évoqué l'aspect utilitaire des images en traitant surtout de l'analyse d'images réelles. En effet, si une petite partie des images n'est créée qu'à des fins plastiques, la grande majorité ne constitue que le premier maillon d'une chaîne de production ou de conception de nouveaux produits industriels. Nous allons aborder, dans le paragraphe qui suit, le mode d'exploitation des images à l'aide de l'ordinateur dans ce que l'on désigne par Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (C.F.A.O.)

I.3. L'IMAGE COULEUR ET LA C.F.A.O. :

I.3.1. Définition d'un système C.F.A.O. :

De nombreuses définitions ont été données à la C.F.A.O., celle de C.A. LANG (1974) nous semble la plus complète : "la C.F.A.O. est l'ensemble des techniques qui se préoccupent de la création de données qui décrivent l'objet à concevoir, de la manipulation de ces données, afin d'aboutir à une forme achevée de conception et de la génération des informations nécessaires à la fabrication de cet objet, à partir des données de description de la conception mémorisées dans l'ordinateur".

Née dans les années 1965-1970, le premier objectif (très ambitieux) de la C.F.A.O. était de substituer aux processus de création intellectuelle, des processus automatisés. Devant l'immense difficulté de la tâche, les prétentions furent abaissées et on ne parla plus, dès lors, que d'assistance dans la conception et la fabrication. Ainsi, la notion de substitution de l'homme par la machine céda la place à celle de collaboration homme-machine : la C.F.A.O. devint une technique dans laquelle homme et machine sont associés pour la résolution d'un même problème.

Avant d'étudier la manière dont est structuré un système C.F.A.O. pour permettre cette collaboration (et dialogue) homme-machine, ajoutons que l'implantation d'un processus de création traditionnel à automatiser dans un système informatique passe par sa formalisation sous forme

d'algorithmes suffisamment complets pour qu'ils puissent être traduits en programmes informatiques. Ce sont ces mêmes programmes qui, une fois installés dans la mémoire de l'ordinateur, réaliseront le traitement et la manipulation des données de création. Associés aux programmes propres à l'ordinateur assurant ses fonctions de base (dialogue, gestion, graphiques, etc...), ils constituent le "logiciel" résident du système C.F.A.O.

I.3.2. Architecture des systèmes C.F.A.O.

Du point de vue matériel, un système C.F.A.O. est l'accumulation d'un ensemble de périphériques ou organes d'entrée-sortie, autour d'un organe central ; l'Ordinateur.

Suivant le mode de traitement de l'information et les moyens mis à la disposition du "concepteur" pour communiquer avec l'ordinateur, on peut distinguer 4 types d'architecture de systèmes C.F.A.O.

- Système centralisé : Le mode de traitement de l'information est le traitement par lots. L'utilisateur prépare les données d'entrée par lots (bandes magnétiques, cartes perforées, etc...) puis par une simple opération de lecture par un périphérique spécialisé (lecteur de bandes, de cartes, etc...), ces données sont introduites dans l'ordinateur. La machine les traite et les résultats sont imprimés (opération d'écriture) sur un périphérique dit de sortie de façon à ce que l'utilisateur puisse les examiner à loisir (figure 1.18.).

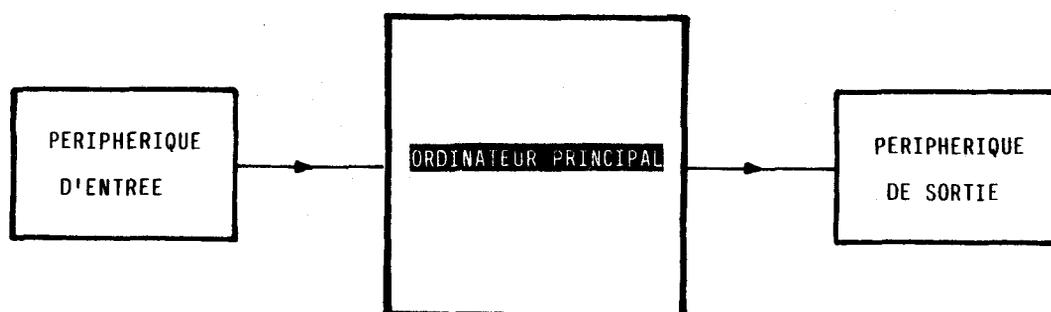


FIGURE I.18. : Schéma de principe d'un système centralisé.

- Système-réseau : le mode de traitement de base est le traitement de l'information à distance. Un certain degré d'interaction entre l'utilisateur et l'ordinateur est introduit par utilisation de l'ordinateur à partir d'un périphérique éloigné (télétype, console graphique, etc...) via une ligne téléphonique (accès au réseau d'une société de service) (figure 1.19.).

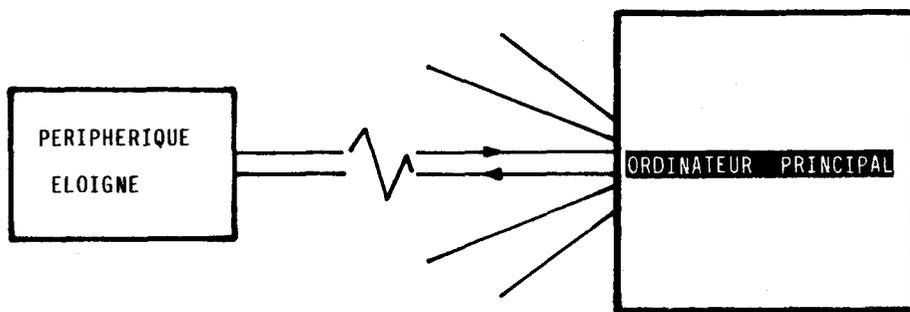


FIGURE I.19. : Schéma de principe d'un système réseau.

Ce périphérique ou terminal éloigné est en général utilisé pour la mise en oeuvre de programmes qui ne nécessitent et ne produisent qu'une faible quantité de données, mais exige par contre un petit niveau d'interaction utilisateur-ordinateur.

- Système à intelligence locale : L'information est traitée localement par un terminal intelligent qui conserve lui-même une liaison à grande vitesse pour accéder à l'ordinateur central ou réseau de service. Un terminal intelligent consiste, en général, en un mini-ordinateur auquel sont associés plusieurs périphériques d'entrée ou/et sortie (figure 1.20.).

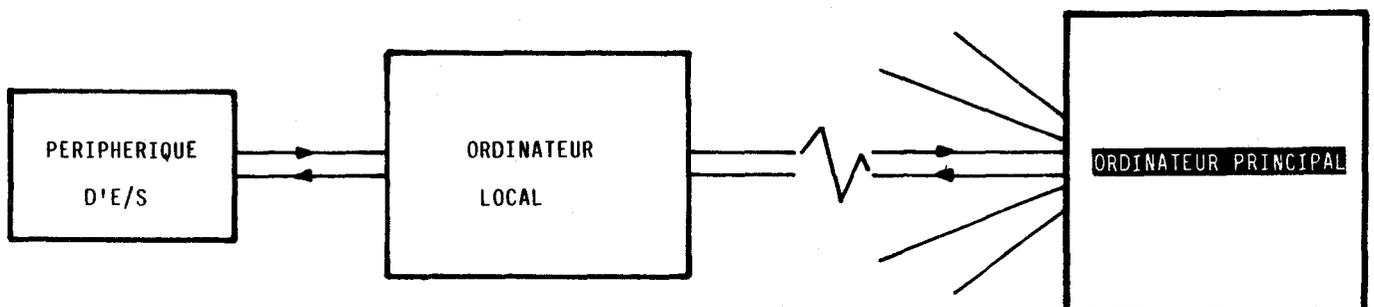


FIGURE I.20. : Schéma de principe d'un système à intelligence locale.

L'utilisation de ce terminal intelligent est semblable à celle du terminal éloigné sauf qu'un plus large éventail de systèmes de communication peut être utilisé et une plus grande quantité de données traitées.

- Système autonome : Dans ce système totalement indépendant, l'information est traitée "on-line", c'est-à-dire que l'utilisateur communique directement avec l'ordinateur à travers ses organes périphériques (les temps de réponse sont ainsi énormément raccourcis) (figure 1.21.).

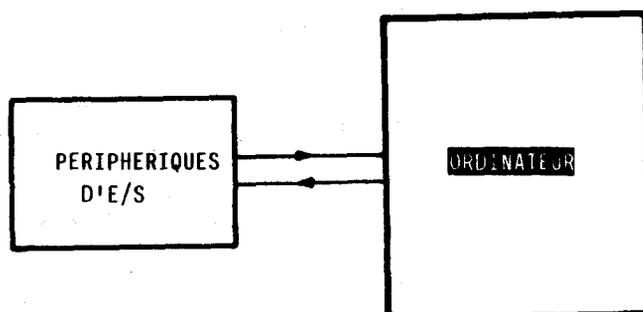


FIGURE I.21. : Schéma de principe d'un système autonome.

Le système autonome est utilisé chaque fois qu'un haut degré d'interaction est nécessaire.

I.3.3. Les organes périphériques d'E/S :

Tout organe périphérique assure une ou plusieurs des trois fonctions suivantes :

- la fonction de collecte et d'entrée de données,
- la fonction de sortie de résultats,
- la fonction de désignation ou de dialogue.

Le lecteur de carte est l'exemple type d'organe assurant une fonction unique : la fonction d'entrée ; de même que l'imprimante assure uniquement la fonction de sortie (impression de résultats sur papier).

La tablette graphique par contre permet d'assurer deux fonctions (au moins). D'une part elle permet l'entrée de données dans l'ordinateur par transcription d'un graphique quelconque (placé à plat sur celle-ci ou dessiné directement par l'opérateur) à l'aide d'un stylo, en données numériques (coordonnées en x, y de points), d'autre part, grâce à ce même stylo, elle permet de désigner sur un écran de visualisation un point particulier.

Il en est de même pour le télétype qui permet et l'entrée de données sous forme de textes alphanumériques et la sortie de résultats sous la même forme, ou sous forme graphique.

La console graphique interactive est de loin, le périphérique le plus fréquemment utilisé en C.F.A.O., vu l'importance du graphisme dans tout processus de conception d'une part et le fait qu'elle permet d'assurer à elle seule, les trois fonctions de base, d'autre part. Une console de ce genre est en fait l'association de trois périphériques en un seul : le clavier alphanumérique pour l'entrée de données ou l'envoi de commandes, l'écran graphique pour l'affichage de textes ou de graphiques, un réticule ou boule roulante ou manche à balais, etc....pour la désignation de points, d'objets ou de fonctions sur un "menu".

Il existe encore bien d'autres périphériques d'E/S, tous plus ou moins conçus pour des applications spécifiques. La visualisation d'images couleur nécessite, comme nous allons le voir, un périphérique spécial : la C.V.C.

I.3.4. Images et C.F.A.O. : Les systèmes interactifs de visualisation d'images couleur :

Le principe de tout système de C.F.A.O. repose sur une entité fondamentale : la "base de données". L'ordinateur doit, en effet, pouvoir stocker dans un organe prévu à cet effet (disques durs, rubans perforés, etc...) les données au fur et à mesure qu'il les reçoit. Il doit aussi pouvoir emmagasiner certains résultats de ses traitements qui peuvent servir de nouvelles données de base. Ces données traduites en mots binaires, peuvent représenter des nombres ou des phrases (lettres structurées), mais aussi des images couleur puisque par numérisation et codage, celles-ci peuvent s'exprimer sous forme de données numériques structurées.

Les systèmes C.F.A.O. automatisant des processus de création à base d'images, et ce sont les plus nombreux, ont donc fort logiquement, des bases de données-image. Pour en arriver là, toute une technologie de visualisation d'images (couleur) puisées dans une base de donnée, a dû être développée.

I.3.4.1. Le système de visualisation d'images :

Topologiquement, un système de visualisation d'images est une chaîne de traitement dont une extrémité est l'ordinateur ou processeur numérique et l'autre, un dispositif d'affichage qui est souvent un simple tube à rayons cathodiques du genre tube de télévision couleur (figure 1.22.). Un organe intermédiaire assure la mise en forme ou traduction des données de l'image à visualiser.

Dans les premiers systèmes développés, l'organe de traduction se résumait à une paire de convertisseurs digitaux-analogiques transformant l'information numérique en tensions de modulation des faisceaux lumineux issus des trois canons R,V,B. Sous la pression de besoins de plus en plus complexes, rapidement cet organe a évolué pour devenir un véritable calculateur spécialisé : le "processeur graphique", unité de contrôle chargée de piloter les dispositifs d'affichage sur un écran. Il assure en sorte, l'interface entre le processeur numérique et l'unité d'affichage et certaines fonctions de visualisation pour alléger la programmation et le nombre d'informations transmises de ou vers l'ordinateur. Ceci est très important, surtout dans les systèmes C.F.A.O. autonomes ou la prise en charge par le processeur graphique des tâches de gestion d'écran et de mémoire d'entretien (mémoire de rafraîchissement) et de contrôle des commandes de visualisation, soulage considérablement l'ordinateur unique et souvent de puissance moyenne (miniordinateur) du système. Il en résulte ainsi de bien meilleurs temps de réponse.

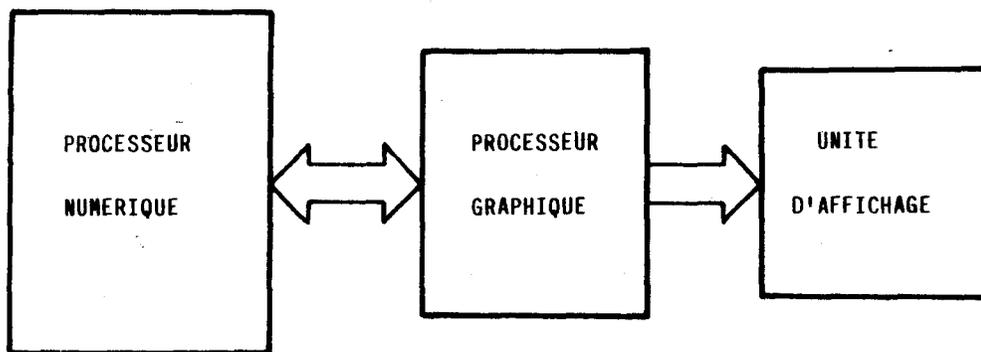


FIGURE I.22. : Schéma de principe d'un système de visualisation.

I.3.4.2. La console de visualisation conversationnelle (C.V.C.) :

Une console de visualisation conversationnelle est l'ensemble constitué par un processeur graphique, une unité d'affichage et un dispositif d'interaction pour le dialogue homme-machine.

La structure type d'un système de C.F.A.O. muni d'une telle console est schématisée par la figure 1.23.

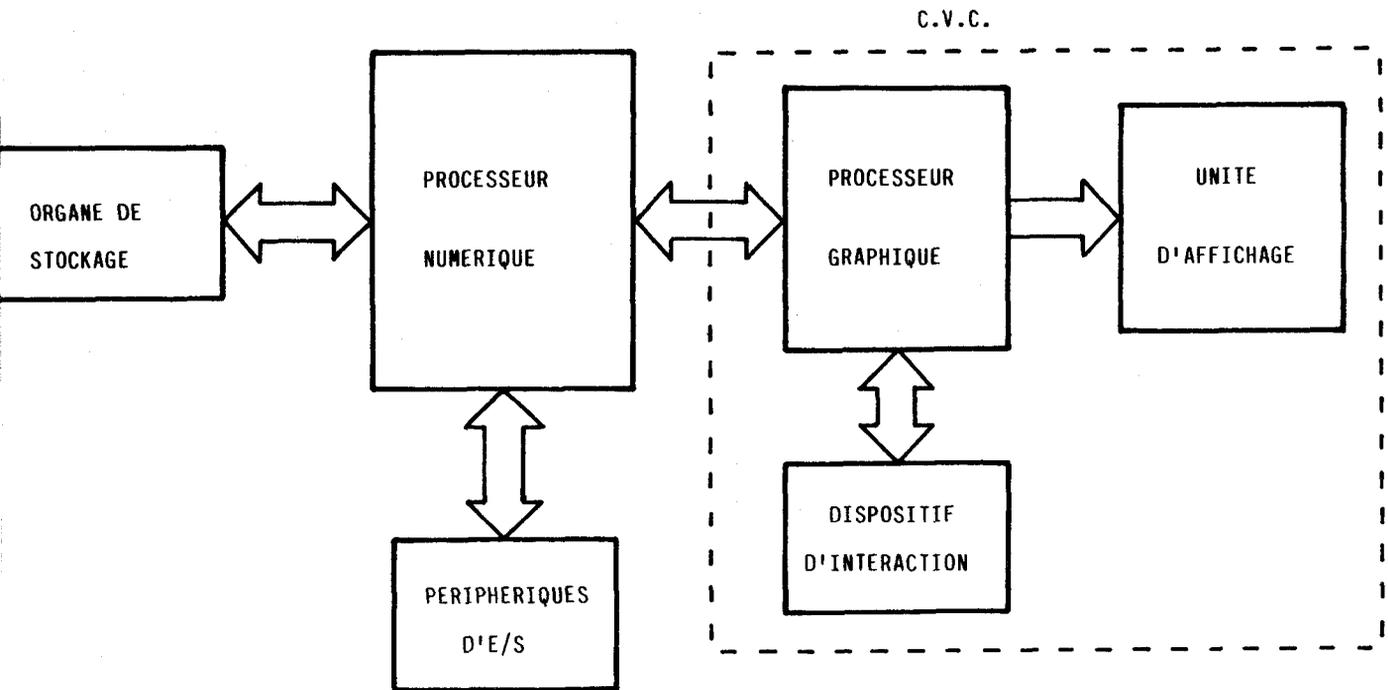


FIGURE I.23. : Architecture d'un système C.F.A.O. à C.V.C.

L'unité d'affichage, élément terminal d'une console de visualisation conversationnelle, joue un rôle non négligeable quant à la qualité de l'image affichée. Les trois paramètres suivantes la caractérisent :

- ses dimensions qui affectent directement la taille maximale de l'image affichable,
- sa résolution qui détermine le nombre total de points adressables de l'écran, donc le nombre de points maximum de l'image,
- sa précision qui mesure l'écart entre la position programmée du point et celle affichée.

L'apport de la couleur est assurée par des tubes CRT spéciaux, les plus utilisés sont le tube à masque (tube T.V.) et le tube à pénétration. L'inconvénient de la technologie des tubes CRT c'est que l'image doit être constamment entretenue d'où la nécessité d'une mémoire d'entretien contenant l'image point par point et dont la relecture périodique (~ 15 fois/s) permet le rafraîchissement de l'écran.

I.4. CONCLUSION :

Le mariage entre l'image couleur, sa richesse en information, sa puissance évocatrice mais aussi sa complexité impliquant des traitements souvent lourds et une exploitation difficile et l'ordinateur aux immenses capacités de calcul, a engendré un outil de création exceptionnel : le système

de C.F.A.O. à console de visualisation couleur conversationnelle.

Les répercussions de la C.F.A.O. dans l'industrie vont croissantes. Même certaines industries réputées traditionnelles prennent (non sans heurts) cet important virage technologique. C'est ainsi le cas de l'industrie du textile, où l'image occupe une place prépondérante dans les processus de création de nouveaux articles. Le chapitre qui suit est une description d'un moyen de traitement par ordinateur, réalisé justement pour l'aide à la création d'images dans l'industrie textile.

CHAPITRE II

NOYAU DE TRAITEMENT D'IMAGES.

CHAPITRE II

II.1. INTRODUCTION.....	II.1.
II.2. L'IMAGE DANS L'INDUSTRIE TEXTILE.....	II.1.
II.2.1. Type d'images utilisé.....	II.1.
II.2.2. Traitement traditionnel de l'image source.....	II.2.
II.2.3. Conclusion.....	II.4.
II.3. STRUCTURE MATERIELLE DU NOYAU.....	II.4.
II.3.1. Structure matérielle choisie.....	II.4.
II.3.2. Caractéristiques techniques.....	II.5.
II.4. STRUCTURE LOGICIELLE DU NOYAU.....	II.6.
II.4.1. Acquisition et modification interactive d'images	II.6.
II.4.1.1. Base de simulation.....	II.6.
II.4.1.2. Le fichier <IMAGE>.....	II.7.
II.4.1.2.1. Rôle.....	II.7.
II.4.1.2.2. Structure.....	II.8.
II.4.1.2.3. Principales routines de gestion.....	II.8.
II.4.1.3. Acquisition et modification interactive des contours d'une image.....	II.8.
II.4.1.3.1. Remarques sur les contours.....	II.8.
II.4.1.3.2. Modes opératoires et algorithme d'acquisition.....	II.9.
II.4.1.3.3. La routine utilitaire TRAVEC	II.10.
II.4.1.3.4. Modifications de contours.....	II.11.
II.4.1.4. Coloration interactive des zones.....	II.12.
II.4.1.4.1. Remarque préliminaire.....	II.12.
II.4.1.4.2. Modes opératoires et algorithme de coloration.....	II.14.
II.4.1.4.3. Principaux utilitaires de coloration ..	II.15.

II.4.1.4.4. Modification de couleurs -- Modes.....	II.15.
opérateurs et algorithme.....	II.15.
II.4.1.4.5. Principaux utilitaires de modification..	II.16.
II.4.1.5. Le programme principal JAQMOD	II.16.
II.4.2. Codage et stockage des images.....	II.18.
II.4.2.1. Quelques rappels sur le codage d'image.....	II.18.
II.4.2.2. Type de codage adopté - La routine STODIS ..	II.18.
II.4.2.3. Bibliothèque d'images ou base de données.....	II.19.
II.4.2.3.1. Structure.....	II.19.
II.4.2.3.2. Principaux utilitaires de gestion.....	II.23.
II.4.2.4. Procédure de chargement d'une image en	
bibliothèque.....	II.23.
II.4.2.4.1. Le programme principal CHAFIC	II.23.
II.4.2.4.2. Exemple.....	II.23.
II.4.2.5. Procédure de récupération d'une image	
en bibliothèque.....	II.25.
II.4.2.5.1. Le programme principal SORDES	II.25.
II.4.2.5.2. Exemple.....	II.26.
II.4.3. Manipulations d'images.....	II.27.
II.4.3.1. Les rotations et symétries de motifs.....	II.27.
II.4.3.1.1. Nature et intérêts.....	II.27.
II.4.3.1.2. Principaux utilitaires.....	II.27.
II.4.3.1.3. Le programme principal ROTSYM	II.29.
II.4.3.2. Les découpages, superpositions et réparti-	
tions d'images ou de motifs.....	II.29.
II.4.3.2.1. Nature et intérêts.....	II.29.
II.4.3.2.2. Le programme principal SORMOT	II.31.
II.4.3.2.3. Le programme principal REPMOT	II.33.
II.5. CONCLUSION.....	II.35.

II - NOYAU DE TRAITEMENT D'IMAGES

II.1. INTRODUCTION :

La créativité en textile consiste à produire de nouveaux articles pour répondre soit à des impératifs techniques, soit à des désirs de nouveautés - phénomène de la mode. Ces produits peuvent être obtenus par les biais suivants :

- nouveautés dans la nature des fils,
- nouveautés dans les modes d'entrelacement des fils : armures et contextures,
- nouveautés dans les gammes de coloris utilisés,
- nouveautés dans la forme des motifs représentés.

L'industrie du textile, industrie de la mode par excellence, change régulièrement ses produits ; les articles d'une saison écoulée se vendent très difficilement. C'est dans les changements de gamme de coloris et de motifs, donc d'images, que le caractère saisonnier est le plus marqué, caractère allant à l'encontre de la grande lenteur des processus de création traditionnels. En effet, dans cette industrie (comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs), les temps de traitement manuel des images, afin d'en extraire des motifs utilisables, sont considérables. Une réduction de ces temps équivaldrait à une réduction d'autant des délais de création d'articles à base de celles-ci.

Le noyau de traitement d'images par ordinateur que nous présentons dans ce chapitre, devrait permettre à son utilisateur potentiel : le créateur styliste, de bénéficier à son tour de certains progrès technologiques en mettant à sa disposition un outil de travail adapté à ses besoins.

II.2. L'IMAGE DANS L'INDUSTRIE TEXTILE :

II.2.1. Type d'images utilisé :

L'image-source utilisée dans l'industrie textile est à priori tout à fait quelconque. Représentée sur un support classique, papier ou toile, elle peut aussi bien figurer une scène réaliste (natures mortes, portraits, etc...)

ou de simples motifs géométriques (losanges, carrés, rayures, etc...).

En d'autres termes c'est soit une image du type réel, soit une image du type abstrait. En fait, en plus de la grande influence de la mode, tout dépend de la destination du produit textile qui "reçoit" l'image : les images réalistes ou complexes sont plutôt destinées aux articles de tapisserie et de décoration, alors que celles à motifs géométriques abstraits plutôt aux articles vestimentaires.

Avec les considérations esthétiques de choix de l'image-source, interviennent aussi des considérations de coûts de réalisation et de faisabilité de l'article dérivé. En effet, plus l'image est complexe, que ce soit du point de vue des formes ou de celui des couleurs, plus la réalisation de l'article qui en découle est difficile et coûteuse. Dans l'industrie de la bonneterie (un des deux secteurs principaux du textile) par exemple, l'image (une fois traitée) ne doit pas comporter de points de couleur isolés, plus d'une douzaine de couleurs différentes ou de 4 couleurs distinctes par ligne (de préférence le même nombre de couleurs par ligne) dans le cas contraire, elle est inutilisable pour de multiples raisons explicitées dans le chapitre IV.

II.2.2. Traitement traditionnel de l'image source :

Ce traitement consiste en une transformation de l'image originale en une image-textile caractérisée par :

- une description en points avec limitation de tailles (rarement plus de 500 points par dimension),
- une réduction du nombre maximum de couleurs à une douzaine, avec pas plus d'un certain nombre de couleurs distinctes par ligne d'image,
- l'absence de points de couleur isolés.

Dans le langage propre à l'industrie textile, cette transformation est appelée "mise en carte" de l'image. Elle consiste en une discrétisation minutieuse de l'image source, entité "continue". On utilise pour cela, un transparent à quadrillage normalisé correspondant à la "jauge" du métier prévu pour la réalisation de l'article (ce qui permet d'avoir une idée des dimensions exactes de l'image une fois reproduite sur l'article). En fait chaque division du quadrillage est sensée représenter un "point textile" ("pris" ou "laissé" en tissage, "maille" en bonneterie). Ce transparent est ensuite plaqué sur l'image (son support), et l'opérateur (créateur-styliste) remplit chaque carreau avec la couleur dominante de celui-ci, c'est-à-dire que la couleur attribuée est celle occupant le plus de surface sur le carreau concerné. En cas de litige, c'est à l'opérateur de juger de la bonne couleur à attribuer (figure II.1.).

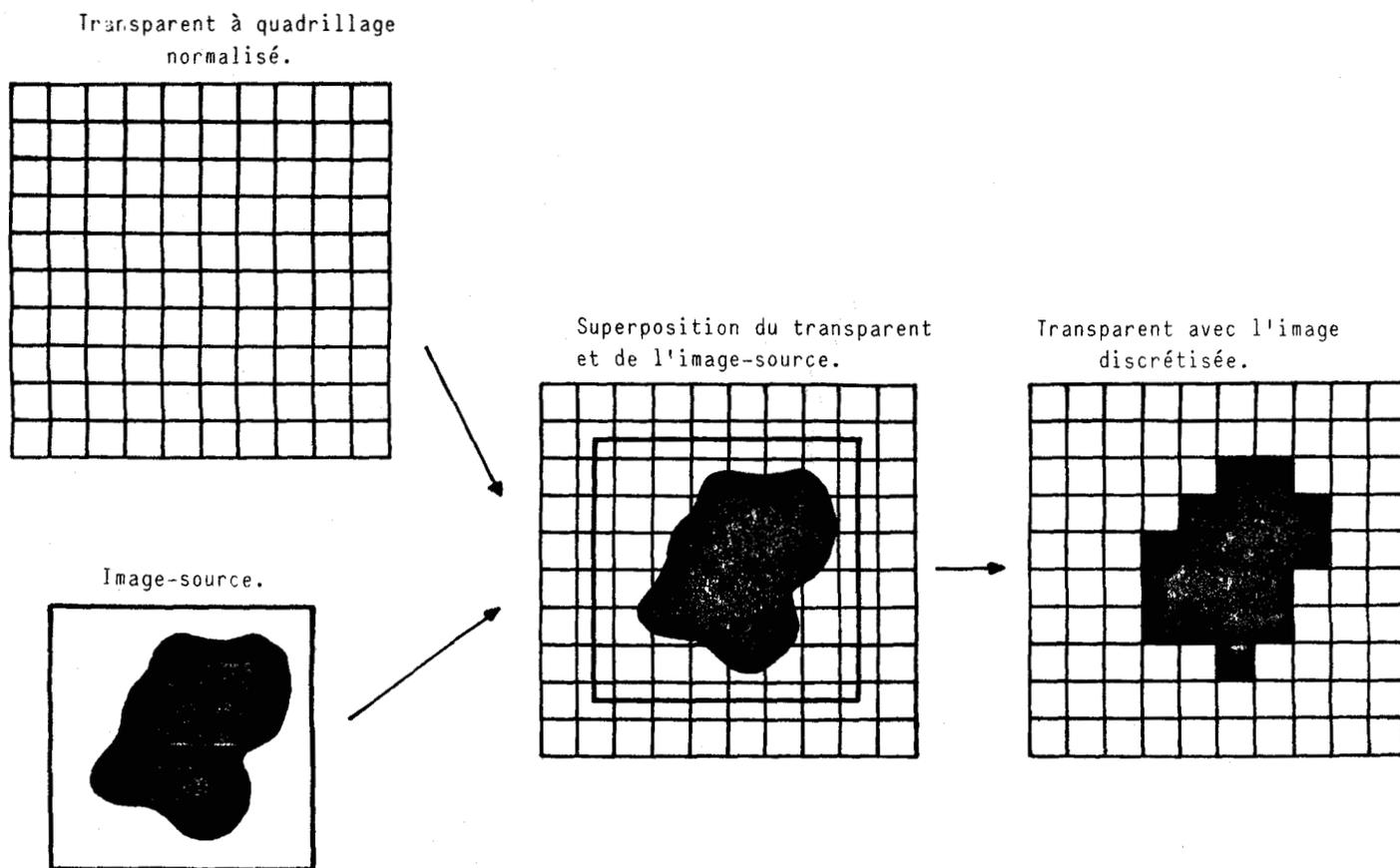


FIGURE II.1. : Exemple de mise en carte d'une image.

Malgré son apparente simplicité, c'est une transformation longue et fastidieuse, nécessitant de nombreux réajustements pour éviter de trop grosses déformations des contours de l'image.

Une fois l'image source transcrite sous forme de "mise-en-carte" sur le transparent, la seconde phase du processus consiste en une suppression s'il y a lieu, des points de couleurs isolés (ou si l'image a des proportions importantes, des petites tâches isolées) qui risqueraient de compromettre la réalisation ou l'équilibre du produit textile.

La dernière phase, enfin, est celle de la vérification du nombre de couleurs utilisées et de la répartition de celles-ci par ligne d'image. Si le nombre de couleurs est excessif, il faut essayer d'en éliminer en les remplaçant successivement par une de celle que l'on a décidé de retenir, et ceci sans trop altérer l'aspect original de l'image. C'est donc une phase très délicate. Le problème ne se pose pas lorsque l'opérateur a lui-même créé l'image-source en tenant compte de toutes les contraintes citées.

Remarquons que la réduction du nombre de couleurs d'une image est assimilable à une opération d'accentuation des contrastes présentée au cours du premier chapitre, de même que la mise en carte de l'image correspond tout à fait à une opération de numérisation simple. Ces deux opérations sont donc réalisables par traitement numérique classique d'image.

II.2.3. Conclusion :

D'une manière générale, le procédé de traitement manuel des images est un procédé long et coûteux. Entre l'instant où l'image-source est choisie et l'instant où celle-ci est sous forme utilisable, il s'écoule un temps considérable, dépensé par un personnel spécialisé. La répercussion sur les prix de revient des articles dérivant de ces images est évidente.

Il existe actuellement toute une technologie (matérielle et algorithmique) de traitement numérique d'images couleur. Les paragraphes qui viennent décrivent justement, un noyau de traitement et de manipulation d'images par ordinateur qui peut convenir parfaitement à l'industrie du textile (entre autres).

II.3. STRUCTURE MATERIELLE DU NOYAU :

II.3.1. Structure matérielle choisie :

Dans la recherche de la structure matérielle la mieux appropriée à un système de traitement d'images dans le textile, il nous fallait tenir compte, bien sûr, de l'utilisation aval de ces images, car l'image ne constitue que la première phase du processus de création d'un produit textile.

Une étude antérieure, effectuée dans le cadre du contrat D.G.R.S.T. "Automatisation et Grands Systèmes" N° 76.7.0332, a permis de concevoir un premier système d'aide à la création de tissus façonnés, construit autour d'un calculateur PDP 11/34. Il était donc intéressant d'essayer d'adapter ce système aux nouvelles tâches de traitement d'images, par l'incorporation de nouveaux périphériques au processeur numérique et son unité de disques.

Vue la nature des images à traiter, notre choix s'est fixé, en définitive, sur le matériel suivant :

- une table à digitaliser comme organe d'entrée et de désignation, moyen le plus proche de la façon naturelle de tracer des dessins - une surface plane et un stylo-et suffisamment adapté au degré de complexité de nos images,

- une console graphique conversationnelle couleur, en remplacement de l'ancienne, avec un processeur graphique assez évolué pour les raisons que l'on sait (voir chapitre précédent) pilotant une unité d'affichage couleur, d'une résolution d'écran adéquate.

La figure II.2. donne une représentation schématique de la structure matérielle choisie pour notre système de traitement d'images pour la création dans l'industrie textile :

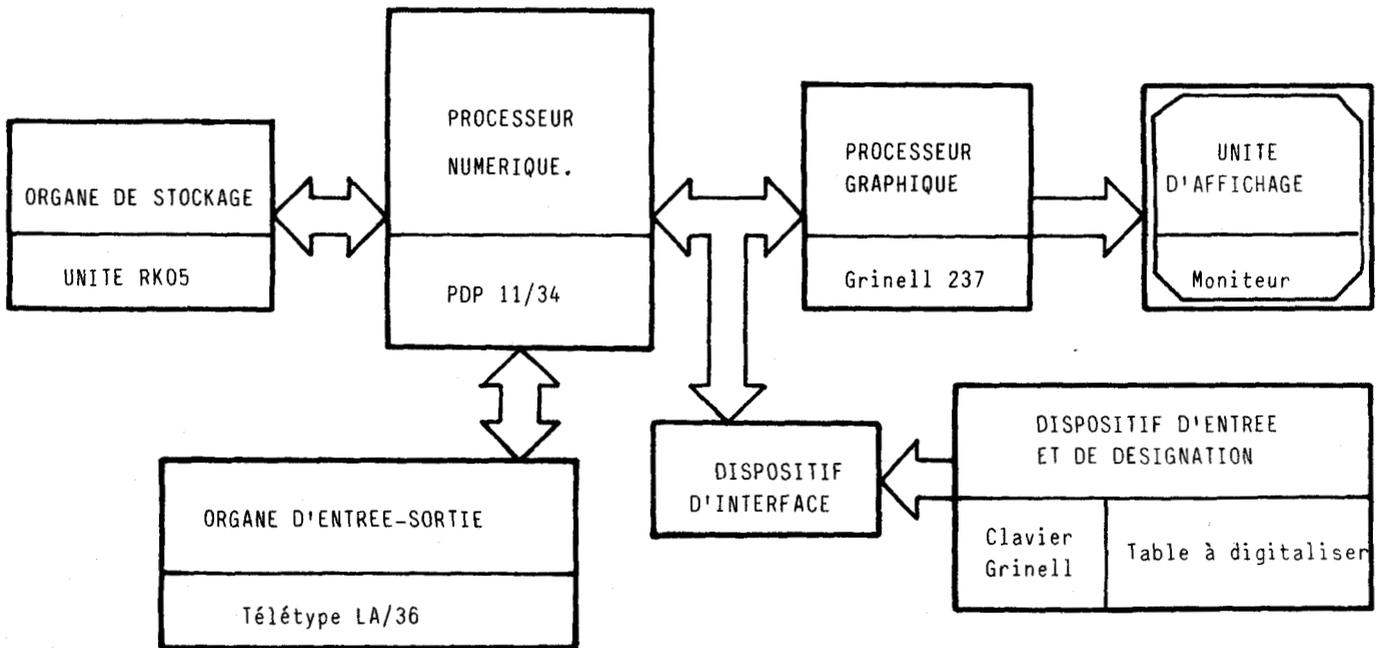


FIGURE II.2. : Structure matérielle du système de traitement.

II.3.2. Caractéristiques techniques :

- Le calculateur PDP 11/34 : 32K mots de 16 bits. Multiplication division sur 16 bits câblés.

- La console graphique conversationnelle GRINELL 237 : 512 x 512 pixels, 4 plans mémoire permettant de donner 16 valeurs différentes à la couleur de chaque pixel. Une vidéo look up table réalisant la conversion entre la valeur choisie et la couleur effective sur l'écran (4096 couleurs possibles).

- la table à digitaliser de dimensions 28 x 28 cm utilisant un stylo plutôt qu'une lampe pour conserver au dessinateur un outil qui lui est habituel,

- le télétype LA/36 pour l'édition à bonne vitesse (300 bauds) de résultats numériques sur papier.

Cette structure correspond tout à fait à celle d'un système C.F.A.O. du type autonome (voir chapitre I). Elle se justifie entièrement par le haut niveau d'interaction recherché.

Ce système n'est pas encore installé pour diverses raisons dont notamment une recherche longue et difficile d'un matériel adapté sur le marché, des temps de livraison et d'installation considérables et des problèmes de compatibilité et d'interface avec le calculateur. Tous les résultats présentés n'ont été que simulés sur la structure matérielle déjà existante (C.F.A.O. tissage) à savoir l'absence de table à digitaliser, une console graphique interactive à écran mémoire (noir et blanc et résolution de 1024 x 780 points) avec un clavier incorporé et un jeu de réticules comme moyen de désignation : la TEKTRONIX 4012.

On sait que l'automatisation de tout processus de création traditionnel nécessite sa formulation sous forme de programmes informatiques. Le paragraphe qui suit consiste en une description sommaire de ces programmes et de la manière dont ils sont structurés pour la réalisation de ce noyau.

II.4. STRUCTURE LOGICIELLE DU NOYAU :

II.4.1. Acquisition et modification interactive d'images :

II.4.1.1. Bases de simulation :

La table à digitaliser prévue, comme moyen d'entrée du système, est simulée par l'écran de la console Tektronix et son stylo pointeuse, moyen de désignation, par le jeu de réticules de la même console (figure II.3.).

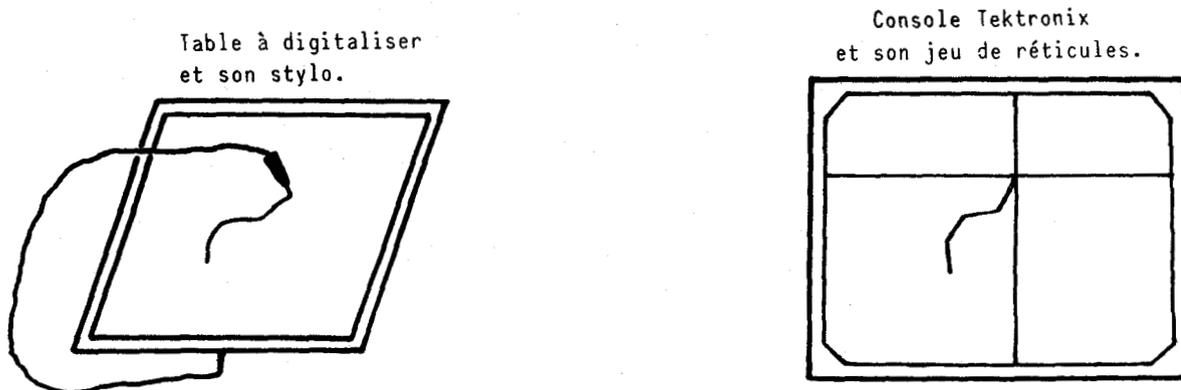
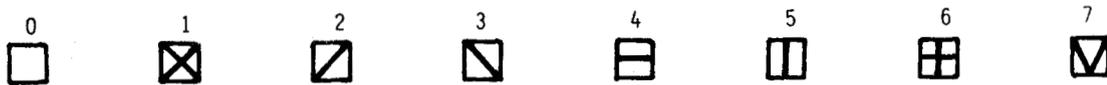


FIGURE II.3. : Matériel de simulation.

Les couleurs sont simulées sur l'écran par des caractères graphiques codés de |0| à |7| :



II.4.1.2. Le fichier <IMAGE> :

II.4.1.2.1. Rôle : La structure logicielle étudiée doit permettre le traitement d'images allant jusqu'à 4 000 points par dimension (par tranches de 500 x 500 points vu les limitations en résolution de l'écran). En simulation, nous nous sommes volontairement limités à des images de 200 points maximum par dimension.

Pour réduire les temps de traitement, une copie de l'image point par point est nécessaire, à tout instant, en mémoire. Avec une image de 200 x 200 points et à raison d'un mot machine (16 bits) par code couleur, une capacité mémoire de $200 \times 200 = 40.10^3$ mots, soit 40.K mots serait nécessaire pour sa conservation, or notre processeur numérique a une capacité limite de 28 K mots, il était donc impossible d'envisager une copie d'image intégrale en mémoire centrale. Par contre, une conservation d'une ligne d'image ne nécessite que 200 mots (500 dans le cas non simulé) d'où l'idée d'un fichier <IMAGE> comme copie permanente de l'image affichée, point par point, en mémoire de masse (unité de disque) avec à chaque instant une ligne de l'image, celle contenant le point de travail, en mémoire du calculateur.

En résumé, chaque ligne d'image est d'abord traitée en mémoire centrale puis soit affichée, soit copiée dans un fichier extérieur : le fichier <IMAGE>.

II.4.1.2.2. Structure : Trois bits sont suffisants pour le codage de 8 couleurs. Plutôt que d'utiliser un mot entier (16 bits) pour coder un seul point et perdre ainsi 81 % de mémoire, il était préférable de grouper les points (de couleur) par 5, c'est-à-dire utiliser un seul mot machine pour coder les couleurs de 5 points d'image successifs. La taille du fichier <IMAGE> est ramenée ainsi à la dimension de $200 \times 200/5 = 8 \text{ K}$ mots, soit environ 32 blocks de disque (1 block = 256 mots). Structuré en 200 enregistrements de 40 mots, donc à raison d'un enregistrement par ligne, ce fichier est du type à "accès direct" mais au niveau de l'enregistrement et non pas du mot. Vu que d'une part, les capacités d'adressage du processus ne le permettent pas (bus d'adresse de 16 bits donc 65 536 mots adressables) et que d'autre part le traitement d'une ligne, au niveau du point, se fait en mémoire centrale.

II.4.1.2.3. Principales routines de gestion : Elles sont au nombre de 4.

. La routine |ECRLIG| permet le chargement d'une ligne d'image dans le fichier <IMAGE>, via la mémoire centrale et par paquets de 5 données par mot. Vu la structuration du fichier, le numéro de la ligne correspond directement au numéro de l'enregistrement où il faut la charger.

. La routine |LECLIG| est la routine inverse de la précédente, c'est-à-dire qu'elle permet de charger un enregistrement quelconque du fichier <IMAGE>, donc une ligne d'image, en mémoire centrale et à raison d'une donnée par mot.

. La routine |NEFLIG| réalise l'effacement total d'un enregistrement du fichier <IMAGE>.

. La routine |COPDIS| sert à la création d'un "duplicata" du fichier <IMAGE>, toujours en mémoire de masse mais sous un nouveau nom. L'utilité de cette routine apparaîtra mieux par la suite.

II.4.1.3. Acquisition et modification interactive des contours d'une image :

II.4.1.3.1. Remarques sur les contours : Par contours nous entendons frontières entre les tâches ou zones de différentes couleurs constituant une image. En fait du point de vue traitement, les contours eux-mêmes sont considérés comme des "zones unitaires" et une couleur leur est affectée (couleur |1|).

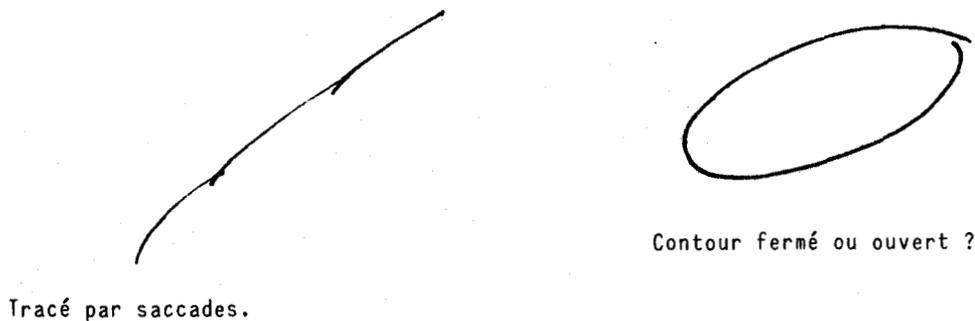
Les contours ne sont pas forcément fermés, mais dans ce cas là, ils ne délimitent pas de zones et ce ne sont que de simples traits.

L'idée de considérer une image comme un ensemble de zones colorées juxtaposées découle des deux éléments suivants :

- les images utilisées dans le textile se prêtent assez bien à une telle décomposition,
- ce procédé est très proche de la méthode de travail des artistes-créateurs d'images textiles qui distinguent formes et couleurs de motifs, les deux constituant deux efforts de création distincts, mais complémentaires.

II.4.1.3.2. Modes opératoires et algorithme d'acquisition :

. Mode opératoire prévu : L'opérateur trace ses contours sur la table à digitaliser, à l'aide du stylo, de la même manière que sur tout autre support traditionnel (papier ou toile) avec, néanmoins, quelques contraintes pour éviter toute ambiguïté comme dans les deux cas qui suivent :



Au bas de la table sont réservées deux cases spéciales (figure II.4.) où l'opérateur vient pointer pour indiquer :

- le début des tracés : case |D|
- la fin des tracés : case |F|

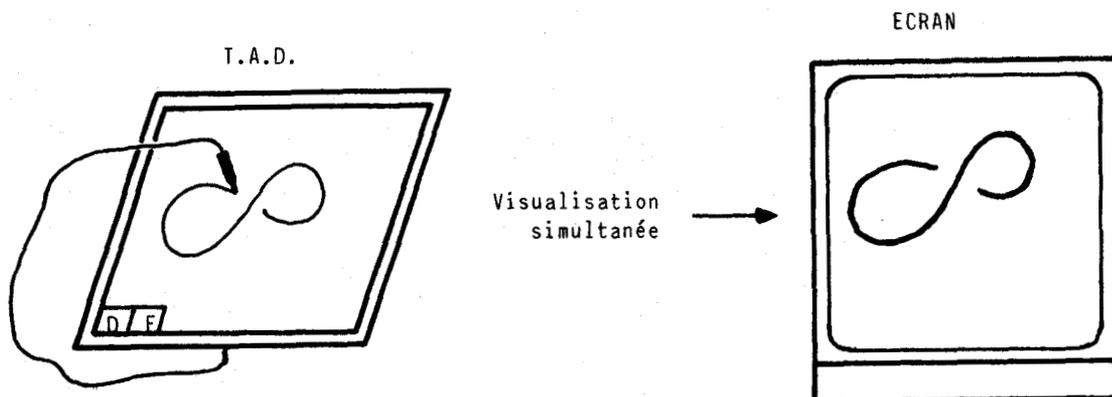


FIGURE II.4. : Mode opératoire réel d'acquisition de contours.

Les contours tracés sont visualisés simultanément sur l'écran permettant ainsi à l'opérateur un suivi de son travail.

. Mode opératoire simulé : L'opérateur choisi au préalable, les dimensions de son image, en nombre de lignes et de colonnes. Une grille apparaît alors sur l'écran de la console Tektronix qui se place en mode graphique. A l'aide du jeu de reticules, l'opérateur construit progressivement ses contours par pointés successifs sur la grille (figure II.5.)

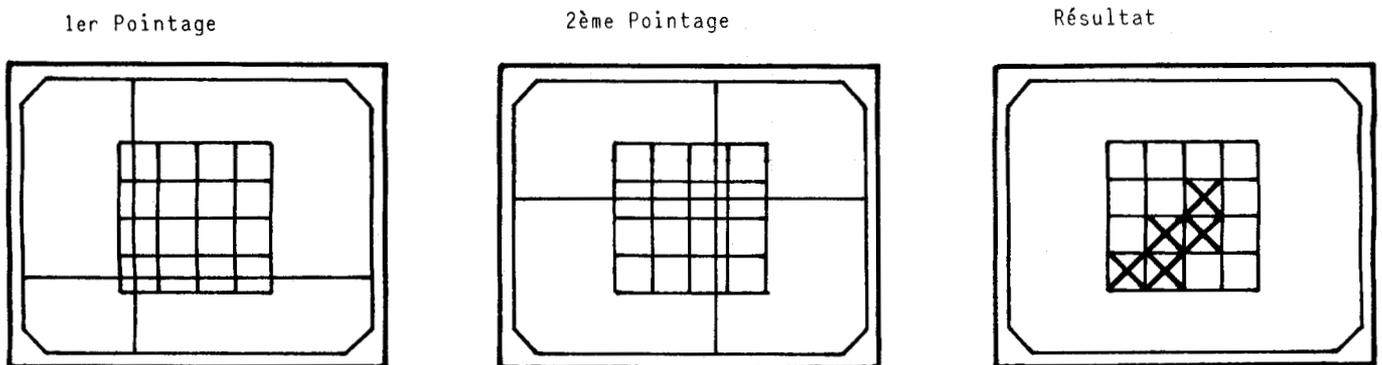


FIGURE II.5. : Mode opératoire simulé d'acquisition de contours.

. Algorithme d'acquisition - La routine |JAQARD| : Une fois la grille tracée sur l'écran (routine |INIGRI|), l'opérateur dispose de trois commandes pour réaliser ses tracés :

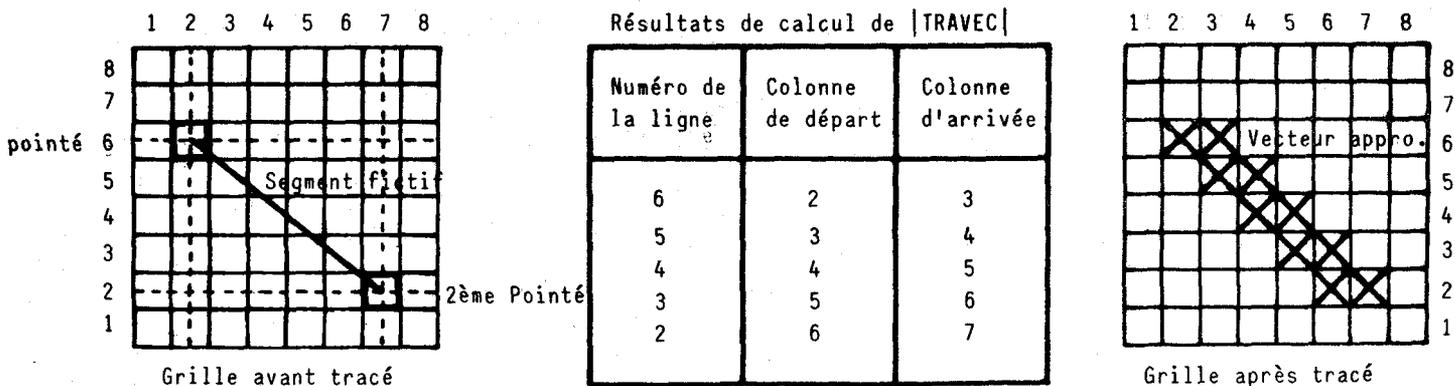
- la commande <E> : pour le tracé d'un "vecteur éteint" de l'avant dernière position pointée à la dernière. Cette commande sert donc à initialiser les tracés de contours.

- la commande <W> : pour le tracé d'un "vecteur allumé", c'est-à-dire d'un "segment" (tracé en escalier, en fait) de contour entre l'avant dernière position pointée et la dernière.

- la commande <F> : indique la fin d'acquisition des contours et le retour au programme principal |JAQMOD| pour la suite de l'acquisition.

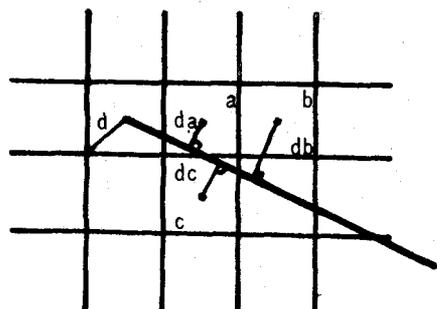
II.4.1.3.3. La routine utilitaire |TRAVEC| : La grille, de même que l'écran, est une structure discrète et un vecteur, une entité continue. La routine |TRAVEC| élabore l'approximation d'un segment de tracé sur la grille ou, plus précisément, le nombre de points allumés (points de contour) pour chaque ligne de grille concernée par le tracé comme l'illustre l'exemple de la figure II.6.

FIGURE II.6. : Exemple de discrétisation d'un vecteur.



La détermination de l'appartenance ou non, d'un élément de la grille au vecteur approché, se fait par la comparaison de la distance du centre de l'élément au segment fictif à la demi-diagonale de l'élément ; si la première est supérieure à la seconde, l'élément n'appartient pas au vecteur approché.

Exemple :



$|d|$ longueur de la demi diagonale d'un élément.

- $d_a < d \rightarrow$ élément a appartient au tracé
- $d_b > d \rightarrow$ élément b n'appartient pas au tracé, il y a passage à la ligne suivante et à l'élément c immédiatement en dessous du dernier élément de la ligne précédente appartenant au tracé (a).
- $d_c < d \rightarrow$ élément c appartient au tracé etc,.....

Les points déterminés pour chaque ligne et constituant le vecteur approché sont chargés par les routines |LECLIG| dans le fichier <IMAGE>.

II.4.1.3.4. Modifications de contours :

Mode opératoire prévu : L'opérateur entoure le zone où les contours doivent être effacés, après pointage dans une troisième case réservée à cet effet au bas de la table à digitaliser. A l'intérieur de la zone délimitée, les contours s'effacent sur l'écran et l'opérateur peut poursuivre ses tracés (figure II.7.).

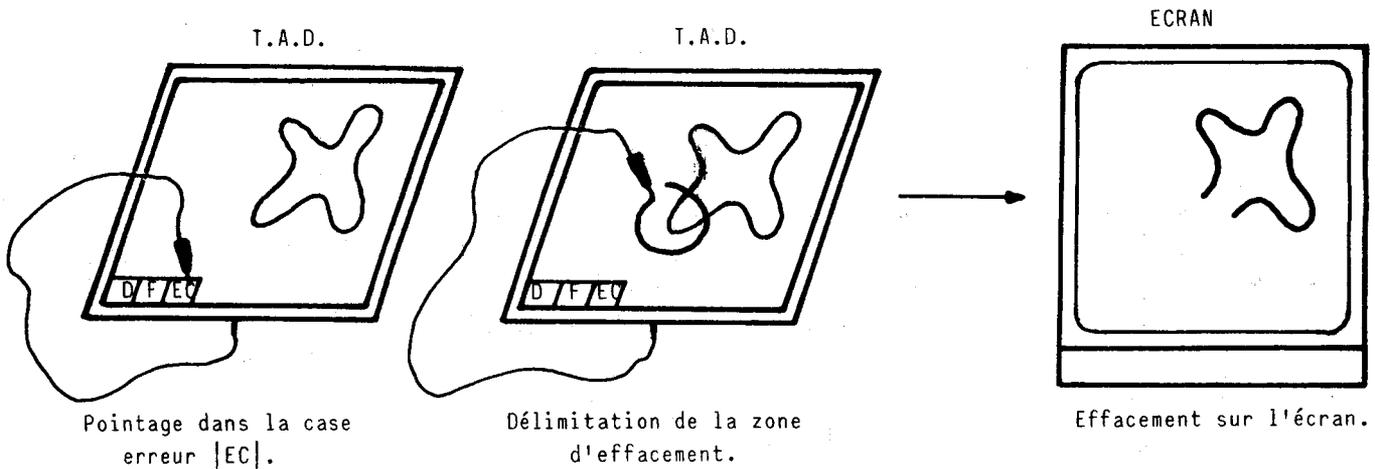


FIGURE II.7. : Mode opératoire réel d'effacement de zone.

. Mode opératoire simulé : Le pointage de la zone d'effacement s'effectue directement sur l'écran à l'aide des réticules. L'opérateur pointe les deux extrémités du rectangle délimitant la zone d'effacement, tous les contours tracés dans celle-ci disparaissent et il peut reprendre ses tracés.

L'effacement de contours consiste en un remplacement de la couleur du contour, qui a toujours pour code |1|, par la couleur de fond codée |0|, nous reviendrons donc sur les modifications de contours lorsque nous traiterons des modifications de couleurs.

II.4.1.4. Coloration interactive de zones :

II.4.1.4.1. Remarque préliminaire : A la fin de la phase précédente, l'image affichée sur l'écran (et chargée dans le fichier <IMAGE>) consiste donc un ensemble de traits délimitant, ou pas, des zones. Cette image est en fait elle-même une image colorée particulière, pour les raisons déjà exposées. L'opérateur peut la conserver telle qu'elle s'il le désire, en demandant une copie (routine |COPDIS|) du fichier <IMAGE>.

II.4.1.4.2. Modes opératoires et algorithmes de coloration :

. Mode opératoire prévu : L'opérateur pointe une première fois, avec le stylo, sur la table à digitaliser, à l'intérieur de la zone à colorer, une seconde fois sur un des codes-couleur de la palette de coloris utilisée et toujours sur la table à digitaliser, code correspondant à la couleur choisie pour la zone. Un tout premier pointage dans une case spéciale |C| au bas de la table lance le processus de coloration (figure II.8.).

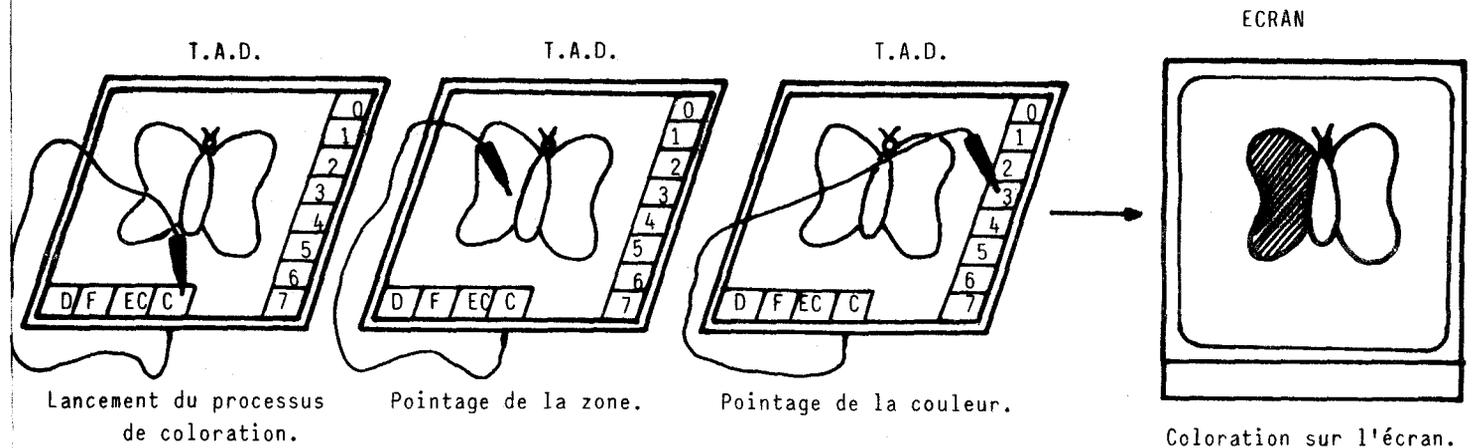


FIGURE II.8. : Mode opératoire réel de coloration de zone.

. Mode opératoire simulé : Le pointage se fait directement sur l'écran, à l'intérieur de la zone et toujours à l'aide des réticules, et chaque pointage est suivi du code $\{0,1,2,\dots,7\}$ de la couleur à affecter.

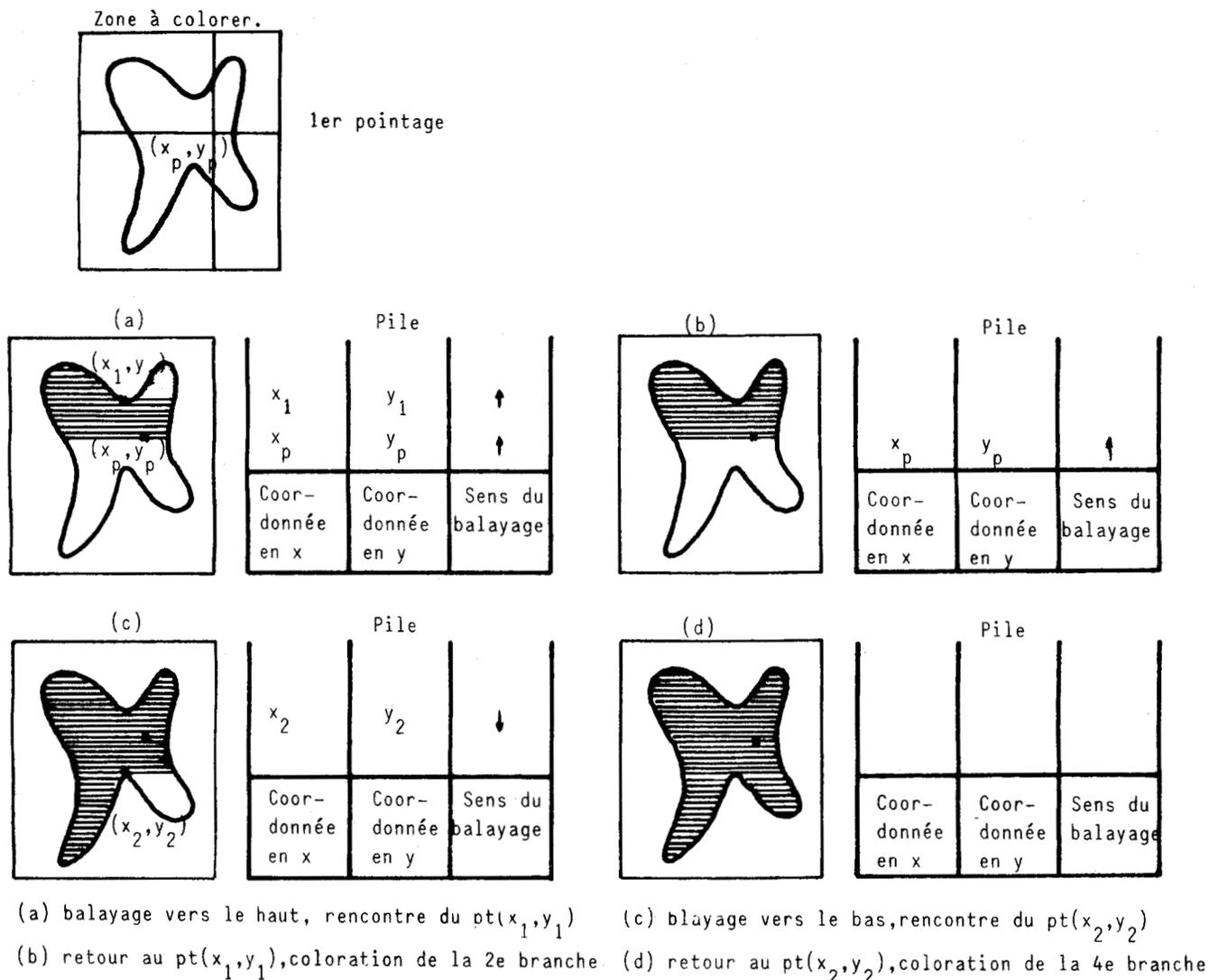
. Algorithme de coloration : Le but à atteindre était de pouvoir colorier une zone tourmentée quelconque, à partir d'un seul pointé aléatoire dans la zone, et sans qu'il puisse subsister des parties non colorées, ou que la coloration s'étende à des zones voisines ayant un (ou plusieurs) point(s) de contour en commun (ce problème est équivalent à celui du Robot cherchant une sortie dans un labyrinthe).

L'essentiel de l'algorithme repose sur une structure de pile-des-branches, une zone d'image étant assimilée à un ensemble de branches. Chaque branche est définie dans la pile par le premier point de la branche rencontré lors du balayage ascendant ou descendant de la zone. Les branches sont traitées successivement, dans l'ordre inverse de leur repérage (structure de pile LIFO). La coloration de zone s'achève une fois toutes les branches traitées.

Le balayage s'effectue d'abord vers la gauche du point désigné, puis vers la droite et s'arrête à chaque rencontre du contour (point de couleur $|1|$). Au cours de ce balayage tous les points de couleur de fond ($|0|$) sont remplacés par des points de la couleur choisie pour la zone.

Le traitement se fait, comme toujours, ligne par ligne, à partir du fichier <IMAGE> vers la mémoire centrale et de la mémoire centrale vers le fichier <IMAGE> dont le contenu est constamment affiché sur l'écran (figure II.9.)

FIGURE II.9. : Exemple illustrant l'algorithme de coloration de zones.



II.4.1.4.3. Principaux utilitaires de coloration :

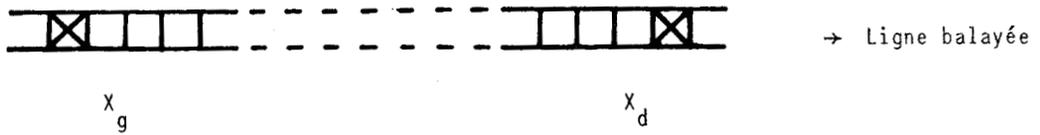
. Les routines |LECBRA| et |ECRBRA| gèrent la pile. Les données de pile sont au nombre de trois.

- la coordonnée en x du point de branche.
- la coordonnée en y du point de branche,
- le sens du balayage lors du repérage du point (haut ou bas).

Ces trois informations sont codées sur deux mots-machine uniquement, donc chaque enregistrement de la pile a une longueur de deux mots.

La routine |LECBRA| permet de lire un enregistrement de la pile, celui qui est au sommet (structure Last In First Out), et d'en extraire les trois données. Par contre, la routine |ECRBRA| permet de faire l'inverse, c'est-à-dire regrouper les trois données de pile en deux mots-machine, et charger l'enregistrement obtenu au sommet de la pile.

. Les routines |XGAUCH| et |XDROIT| interviennent lors du balayage de la zone. |XGAUCH| donne la frontière gauche de la zone au niveau de la ligne balayée et |XDROIT| la frontière droite.



II.4.1.4.4. Modification de couleurs - Modes opératoires et algorithme :

. Mode opératoire prévu : L'opérateur pointe tout d'abord, une fois, à l'intérieur d'une case particulière |MC| au bas de la table, indiquant ainsi que le système doit se placer en mode "modification de couleurs", puis pointe successivement, pour chaque modification à effectuer, une fois sur la zone concernée, une fois sur la table des codes pour transmettre le code de la couleur de remplacement (figure II.10.).

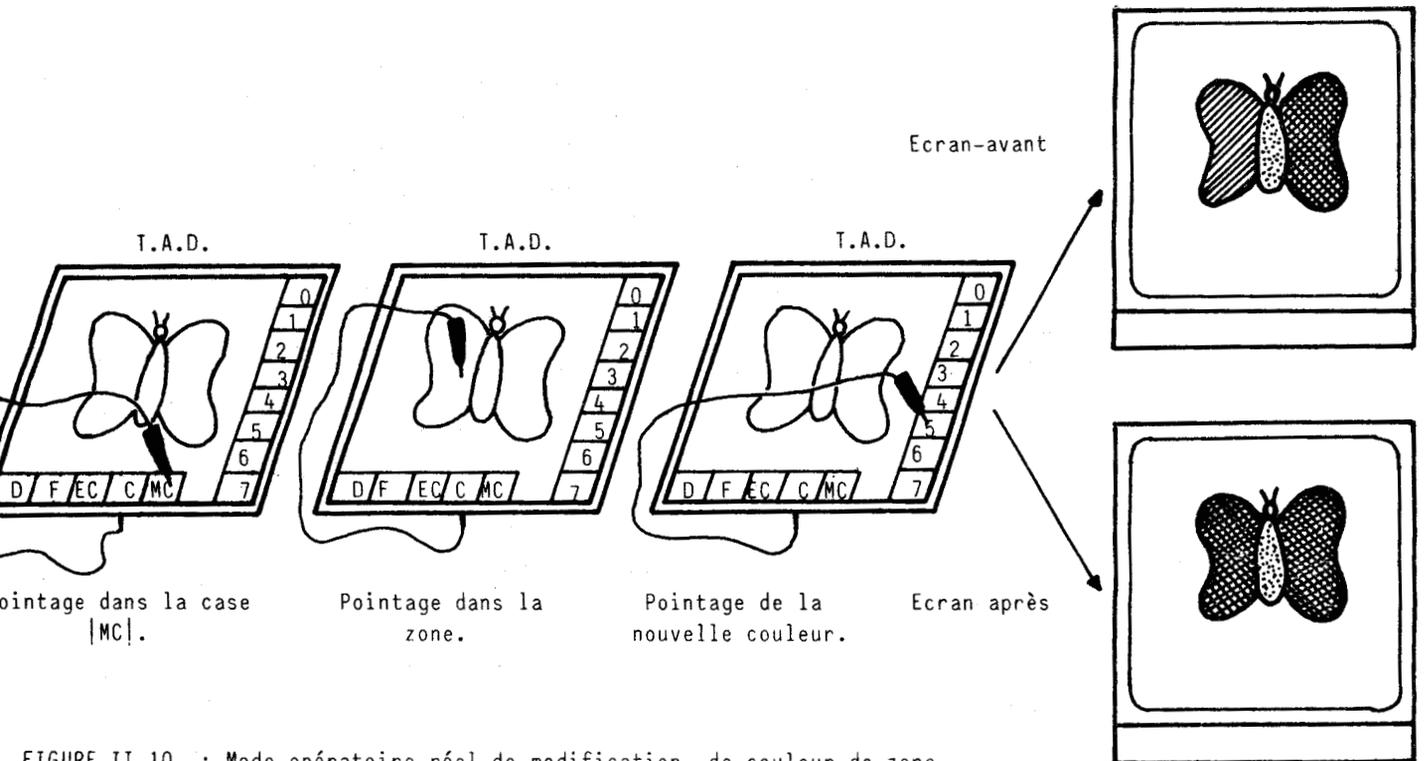


FIGURE II.10. : Mode opératoire réel de modification de couleur de zone.

. Mode opératoire simulé : Pour des impératifs de temps d'exécution, une distinction est faite entre une modification de couleur au niveau d'un seul point ou une modification de couleur au niveau d'une zone toute entière. L'opérateur doit fournir après chaque pointage sur la zone (avec les réticules) :

- l'indication de changement de point ou de zone,
- la couleur du point désigné,
- la nouvelle couleur à affecter.

. Algorithme : il ne diffère en rien de l'algorithme de coloration, déjà présenté, à part que :

- la couleur à remplacer n'est plus forcément la couleur de fond (code |0|),
- la frontière de la zone n'est plus forcément un contour (code |1|).

II.4.1.4.5. Principaux utilitaires de modification :

. Les routines |XGNCOU| et |XDNCOU| sont l'équivalent des routines |XGAUCH| et |XDROIT|. Elles déterminent pour chaque ligne, les limites à gauche et à droite de la nouvelle couleur.

. La routine |COUPOI| permet de retrouver la couleur d'un point désigné sur l'image, à l'aide des réticules.

. Les routines |ECOLOR| et |ECRPOI| sont les deux routines de modification de couleur. La première modifie toute une ligne, la seconde un point unique, puis elles chargent le résultat dans le fichier <IMAGE>.

II.4.1.5. Le programme principal |JAQMOD| :

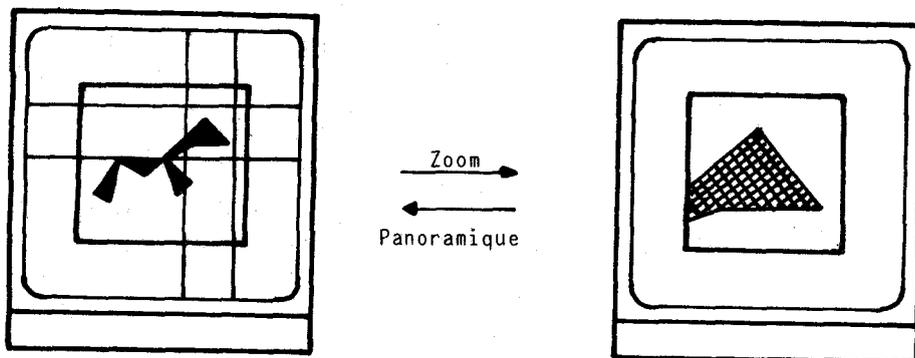
Ce programme regroupe l'ensemble des opérations d'acquisition et modification interactive de motif. Sept commandes possibles :

- Les commandes |E| , |W| et |F| déjà présentées pour le tracé des contours (routine |JAQARD|).

- La commande |O| qui réalise un zoom sur l'image. Il suffit alors de pointer, avec les réticules, les deux extrémités de la fenêtre d'image à grossir, et cette fenêtre est affichée sur tout l'écran (figure II.11.) -

- La commande |P| qui fait le travail inverse de la précédente, c'est-à-dire le passage de la fenêtre à la totalité de l'image ou un panoramique.

FIGURE II.11. : Zoom et panoramique.



- La commande |C| est la commande de coloration de zones. Une fois dans ce mode, il est demandé à l'opérateur de pointer la zone et d'indiquer la couleur à y placer (code entre |0| et |7|), la coloration a lieu juste après et l'opérateur peut pointer d'autres zones.

- La commande |R| sert aux modifications de couleurs de zones. L'opérateur doit appuyer sur la touche |P| pour un changement de couleur de point, |D| pour un changement de couleur de zone, suivie de la nouvelle couleur et après avoir positionné correctement les réticules, |V| pour une visualisation à jour.

- La commande |B|: une fois l'image colorée, les contours sont encore visibles (ce qui donne à l'image un aspect cartographique) ; l'opérateur peut y remédier en affectant au contour une couleur (routine |COLCON|). La commande |B| est justement la commande de coloration des contours. Une fois dans ce mode, l'opérateur peut soit choisir de colorer les contours, dans une fenêtre (touche |F|) ou sur toute l'image (touche |T|) puis d'affecter au contour soit :

- la couleur immédiatement en-dessus |touche |M||,
- la couleur immédiatement en-dessous |touche |B||,
- la couleur à gauche du contour |touche |G||,
- la couleur à droite du contour |touche |D||,
- une couleur quelconque |touche entre |0| et |7||.

. REMARQUES :

- Il est toujours possible de récupérer les contours de l'image si l'on a pris la précaution de demander un duplicata du fichier <IMAGE> avant d'entamer les colorations.

- L'image affichée est constamment remise à jour, en fonction des actions modifiant le contenu du fichier <IMAGE>.

- A l'intérieur d'une fenêtre de travail (conséquence d'un zoom), toutes

les commandes citées sont autorisées.

II.4.2. Codage et stockage des images :

Les images constituant la base de données du système, il est indispensable de pouvoir les stocker, dans une bibliothèque, pour pouvoir les réutiliser à volonté.

Nous avons calculé auparavant, que même à raison de 5 informations par mot, il fallait déjà 32 blocks pour une seule image de 200 x 200 points, donc si l'on veut pouvoir conserver une centaine d'images, 3 200 blocks de mémoire seraient indispensables, ce qui est énorme ; d'où la nécessité de coder nos images pour arriver à un espace de stockage raisonnable.

II.4.2.1. Quelques rappels sur le codage d'image :

Rappelons brièvement, les principaux critères de choix d'une méthode de codage.

- Critère d'adéquation aux types d'images : une image existant sous forme initiale, point par point dans notre cas, il s'agit de déterminer si la méthode est compatible ou non avec cette forme.

- Critère d'adéquation aux actions : le type de codage choisi doit permettre toutes les actions envisagées sur l'image.

- Critère de réduction de l'espace de stockage : le codage doit entraîner un certain taux de compression des données.

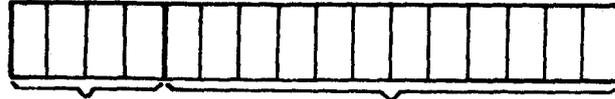
- Critère d'évaluation des difficultés de codage et décodage : si les processus de codage et de décodage sont trop longs et trop complexes, les temps de réponse du système deviennent prohibitifs.

Tous ces critères sont plus ou moins antagonistes et le tout est de trouver le compromis équitable.

II.4.2.2. Type de codage adopté - la routine |STODIS| :

Les considérations précédentes nous ont amené à opter pour le codage dont la description suit. C'est un codage du type "par transitions". Chaque enregistrement du fichier <IMAGE>, soit chaque ligne de l'image, est décompressé puis chargé en mémoire centrale (|LECLIG|). La routine |STODIS| effectue, alors une recherche des transitions de couleur d'une colonne à la suivante. A chaque transition repérée correspond une information de codage constituée par le couple [code de la couleur, numéro de la colonne de transition] et placée dans un seul mot-machine de la manière suivante :

- 4 bits haut : code de la couleur,
- 12 bits bas : numéro de la colonne de transition.



Code-couleur Numéro de la colonne

Cette répartition permet de traiter des images ayant jusqu'à 16 couleurs (4 bits de code) et de taille allant jusqu'à 4096 colonnes (12 bits).

Les données de stockage ainsi déterminées sont chargées dans un block de 256 mots, en mémoire centrale et celui-ci, une fois plein, est vidé dans un fichier de la bibliothèque comme on le verra par la suite.

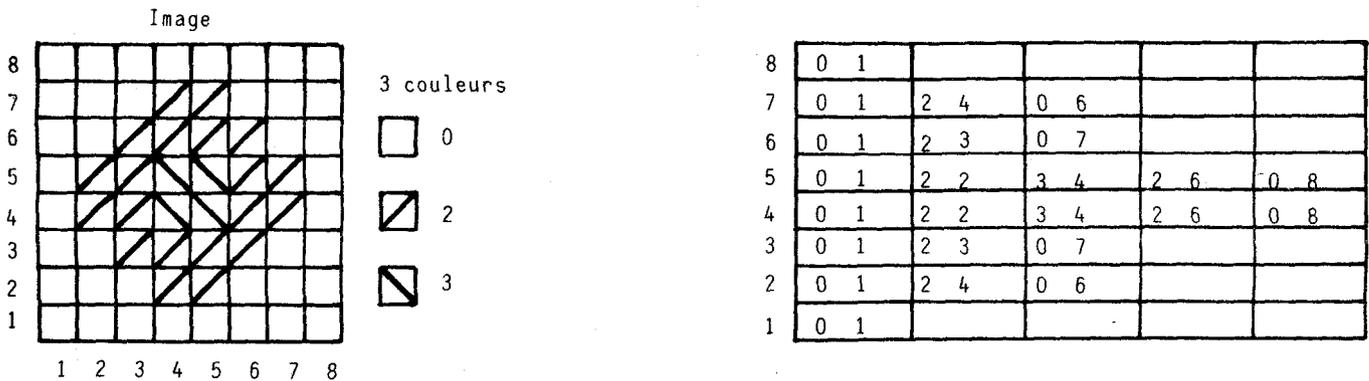


FIGURE II.12. : Exemple illustrant la méthode de codage d'image.

Ce mode de codage nous semble le seul, pour le moment, qui concilie le mieux le critère de réduction d'espace de stockage avec celui d'adéquation aux actions, en particulier la possibilité d'accès à un point quelconque de l'image avec un temps de réponse raisonnable.

Remarquons que plus le nombre de points isolés de l'image est faible et plus les zones de couleurs sont étendues, plus le taux de compression est élevé.

II.4.2.3. Bibliothèque d'images ou base de données :

II.4.2.3.1. Structure : La bibliothèque d'images s'articule autour de trois fichiers distincts, mais interdépendants.

- Le fichier <DOMMOT> : (figure II.13.) C'est le fichier de stockage des données de codage nécessaires à la restitution de l'image. Il est chargé séquentiellement lors du codage. Les différents enregistrements qui le composent se succèdent de manière continue. Chaque enregistrement élémentaire, de longueur 16 bits, renferme la valeur d'une transition soit une donnée de codage.

Les images étant de complexité variable, cette complexité se traduit par un nombre fluctuant d'enregistrements élémentaires. Ceux-ci sont organisés en blocks de 256 unités et chacun de ces blocks constitue un enregistrement de base de ce fichier.

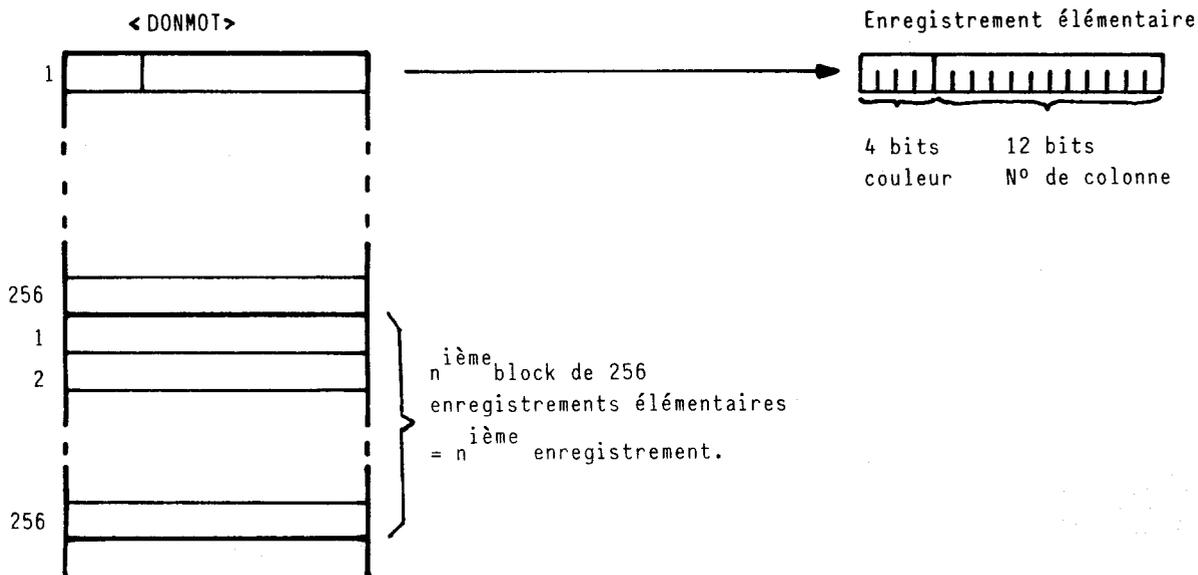


FIGURE II.13. : Schéma de structure du fichier <DONMOT>.

On accède à un quelconque des enregistrements de ce fichier par l'intermédiaire d'un second fichier : le fichier <CENTRA>.

- Le fichier <CENTRA> : (figure II.14.) Ce fichier renferme les informations utiles à la récupération des données-image dans le fichier qui précède.

Dans ce fichier, à accès séquentiel, les enregistrements sont organisés en groupes et chaque groupe est associé à une image stockée dans <DOMMOT>. Ces groupes d'enregistrements sont donc aussi fonction de la complexité de l'image et par suite de longueur variable.

Tout enregistrement d'un groupe (sauf le premier) est de longueur unitaire égale à 5 mots, est lui-même associé à un paquet de 1 lignes de l'image correspondante et renferme les 5 informations suivantes :

- 1 - numéro du paquet de ligne concerné,
- 2 - numéro du block de <DONMOT> contenant la première ligne du paquet précédent,
- 3 - numéro de la première ligne de l'image comprise dans ce block,
- 4 - numéro de la dernière ligne de l'image comprise dans ce block,
- 5 - position dans le block du début de la première ligne du paquet concerné.

Le premier enregistrement de <CENTRA> ne fait partie d'aucun groupe, il ne contient qu'une seule information.

- la position du premier block disponible dans <DONMOT> en vue du chargement d'une nouvelle image.

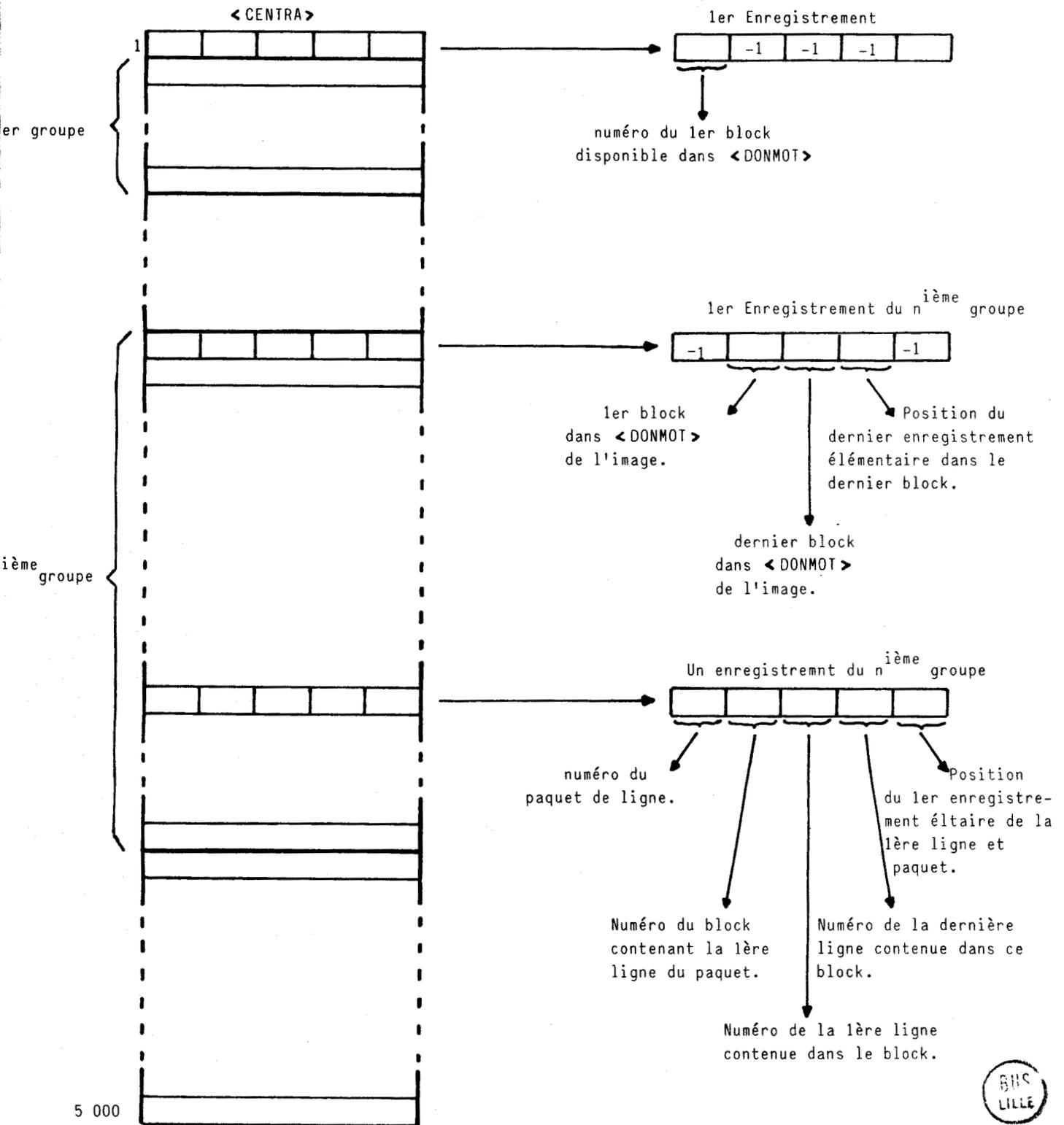


FIGURE II.14. : Schéma de structure du fichier <CENTRA> .



On peut accéder à un quelconque groupe de ce fichier grâce à un troisième fichier : le fichier <FICREN>.

- Le fichier <FICREN> : (figure II.15.) C'est le FICHier de REnseignement proprement dit donnant les caractéristiques de l'image et la position de son premier enregistrement dans le groupe qui lui est associé dans <CENTRA>.

Mis sous forme d'un fichier direct, il permet l'accès à un quelconque de ses enregistrements par un indice correspondant au numéro d'ordre de l'image dans la bibliothèque.

Un enregistrement du fichier <FICREN>, sauf le premier, donne accès aux quatre informations suivantes :

- 1 - nombre total de lignes de l'image,
- 2 - nombre total de colonnes de l'image,
- 3 - nombre total de lignes par paquet,
- 4 - position du premier enregistrement associé à ce motif dans <CENTRA>.

Le tout premier enregistrement de ce fichier ne contient, aussi, qu'une seule information :

- la première position disponible dans <CENTRA>.

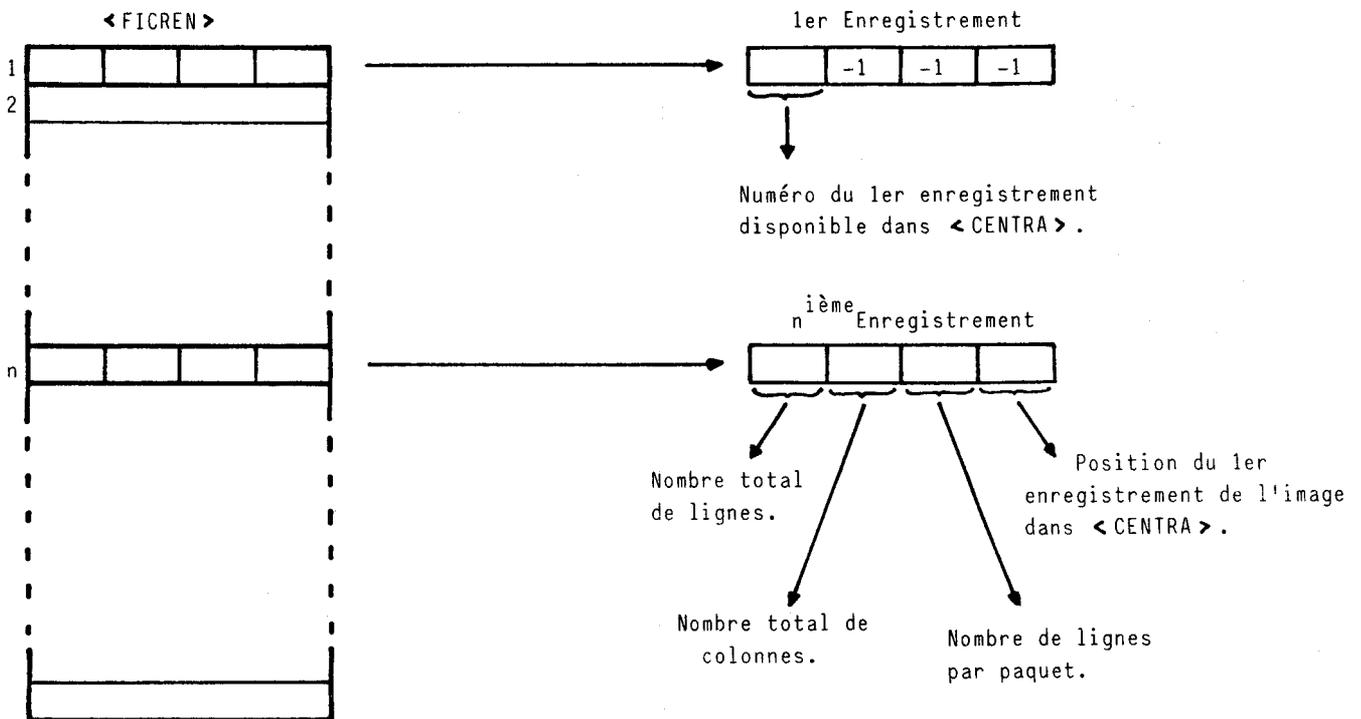


FIGURE II.15. : Schéma de structure du fichier < FICREN > .

II.4.2.3.2. Principaux utilitaires de gestion :

- . La routine |ECLEBL| permet soit l'écriture d'un block de données en mémoire centrale dans le fichier <DONMOT>, soit l'opération inverse, c'est-à-dire la lecture d'un enregistrement quelconque de <DONMOT> en mémoire centrale.
- . La routine |EXMOT| vérifie l'existence d'une image en bibliothèque
- . La routine |MOTSER| donne toutes les informations concernant une image en bibliothèque.
- . La routine |RENSBI| permet un listing complet du contenu de la bibliothèque, ou plus précisément du fichier <FICREN>, soit toutes les indications sur les images en bibliothèque et ceci sur l'écran ou sur papier, au gré de l'opérateur.
- . La routine |CONFC| réalise une "compression" des fichiers par récupération des espaces inutiles ou vides entre les enregistrements.
- . Le programme |GERFIC| centralise l'ensemble des opérations de gestion et en particulier le retrait ou la destruction d'images de la bibliothèque.

II.4.2.4. Procédure de chargement d'une image en bibliothèque :

II.4.2.4.1. Le programme principal |CHAFIC| : Ce programme réalise le chargement d'une image en bibliothèque, c'est-à-dire le remplissage des trois fichiers (routine |REMFIC|) <DONMOT>, <CENTRA> et <FICREN>.

L'image est supposée déjà traitée dans le fichier <IMAGE>. A la question "Quel numéro affectez-vous à ce motif ?", l'opérateur doit répondre par un nombre compris entre 2 et 100. La routine |EXMOT| vérifie si le numéro introduit n'a pas déjà été affecté, alors le fichier <FICREN> est mis à jour puisque l'on dispose de toutes les informations nécessaires à son remplissage et le processus de codage du contenu du fichier <IMAGE> est lancé (routine |STODIS|). Au fur et à mesure qu'un block de données est prêt, il est chargé (par |ECLEBL|) dans <DONMOT>, à partir de la première position disponible dans ce fichier. A chaque fois qu'un nombre de lignes égal au nombre de lignes par paquet choisi pour l'image a été traité, le fichier <CENTRA> est "gratifié" d'un enregistrement supplémentaire.

Les opérations de chargement s'achèvent une fois le fichier <IMAGE> entièrement traité.

II.4.2.4.2. Exemple : Soit à charger l'image de la figure II.12. Supposons que les contenus des fichiers <FICREN> et <CENTRA> soient les suivants :

< FICREN >

1	12	-1	-1	-1
2	52	37	10	2
3	-1			
4	30	30	10	8
5	-1			

< CENTRA >

1	8	-1	-1	-1	-1
2	0	0	4	213	-1
3	1	0	1	7	1
4	2	1	8	22	54
5	3	1	8	22	81
6	4	3	37	46	131
7	5	4	47	52	160
8	0	5	7	45	-1
9	1	5	1	8	171
10	2	6	9	23	193
11	3	7	24	30	212
12	-1	-1	-1	-1	-1

} Groupe de l'image N°2
} Groupe de l'image N°3

Supposons aussi que l'opérateur affecte le numéro 3 à l'image et choisit un chargement avec paquet de 2 lignes.

. Le premier mot du troisième enregistrement du fichier <FICREN> contient la valeur |-1|, cela signifie que le numéro 3 n'a pas encore été attribué à une image. L'affectation est donc correcte.

. Le premier mot du premier enregistrement du fichier <FICREN> contient la valeur |12|, cela signifie que le premier enregistrement disponible dans le fichier <CENTRA> est le 12^{ième}.

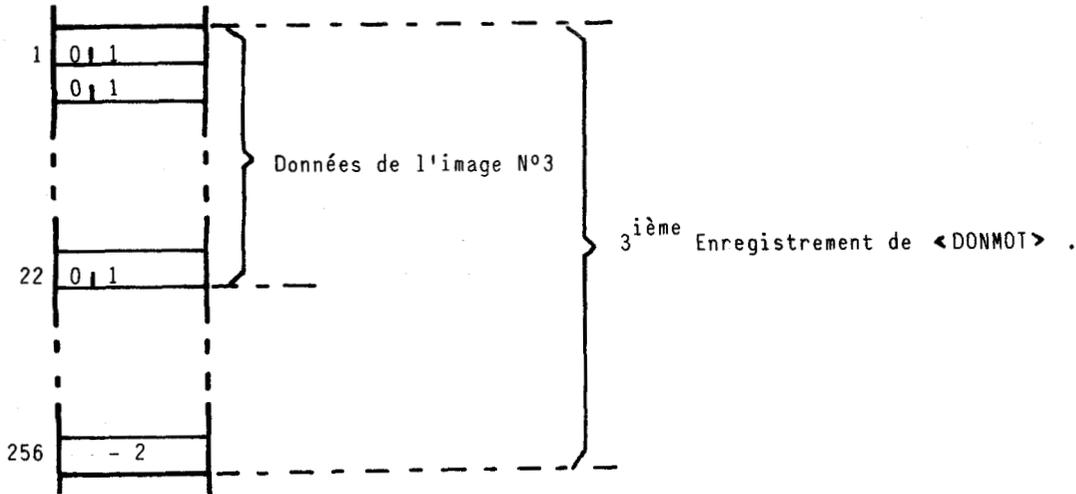
On sait de plus que notre image fait 8 lignes et 8 colonnes. Nous sommes donc en possession des quatre informations nécessaires au remplissage (du 3^{ième} enregistrement) du fichier <FICREN> :

< FICREN >

1				
2				
3	8	8	2	12
4				

. Le premier mot du premier enregistrement du fichier <CENTRA> contient la valeur |8|, cela signifie que le 8^{ième} block (ou enregistrement) du fichier <DONMOT> est le premier disponible.

Le nombre de données de codage (déterminées par la routine |STODIS|) pour notre image s'élève à 24 et $24 < 256$. Il n'y a donc qu'un seul block à charger dans le troisième enregistrement du fichier <DONMOT> :



Sachant que le nombre de lignes par paquet est de 2 (d'où $4+1 = 5$ enregistrements de plus dans <CENTRA>), en fin de chargement, les nouveaux contenus des fichiers <CENTRA> et <FICREN> sont les suivants :

< CENTRA >

	9	-1	-1	-1	-1
12	0	8	8	24	-1
13	1	8	1	8	1
14	2	8	1	8	5
15	3	8	1	8	13
16	4	8	1	8	21
17	-1	-1	-1	-1	-1

< FICREN >

1	17	-1	-1	-1
2				
3	8	8	2	12

II.4.2.5. Procédure de récupération d'une image en bibliothèque :

II.4.2.5.1. Le programme principal |SORDES| : C'est le programme principal de récupération, totale ou partielle, d'une image en bibliothèque.

A la question "Numéro du motif ?", l'opérateur doit indiquer le numéro affecté (lors du chargement) à l'image. La routine |EXMOT| examine s'il existe bien une image portant ce numéro. Si oui, le processus de récupération est lancé. A partir de ce numéro, on a accès au groupe d'enregistrements concernant l'image dans le fichier <CENTRA>. Le premier enregistrement du groupe indique le premier et le dernier enregistrement de l'image dans <DONMOT>. Il ne reste plus qu'à charger successivement les blocks de données en mémoire. Chaque block

chargé est décodé, les données de décodage sont regroupées par 5 puis chargées à leur tour dans le fichier <IMAGE> (routine |ECRLIG|).

Les opérations de récupération s'achèvent avec le remplissage total du fichier <IMAGE> et l'affichage de son contenu.

Pour une récupération partielle, il suffit alors d'indiquer, en plus du numéro de l'image, la définition de la fenêtre ou de la portion d'image soit (figure II.16.) :

- la première colonne de l'image à visualiser (P.C),
- la dernière colonne de l'image à visualiser (D.C),
- la première ligne de l'image à visualiser (P.L),
- la dernière ligne de l'image à visualiser (D.L).

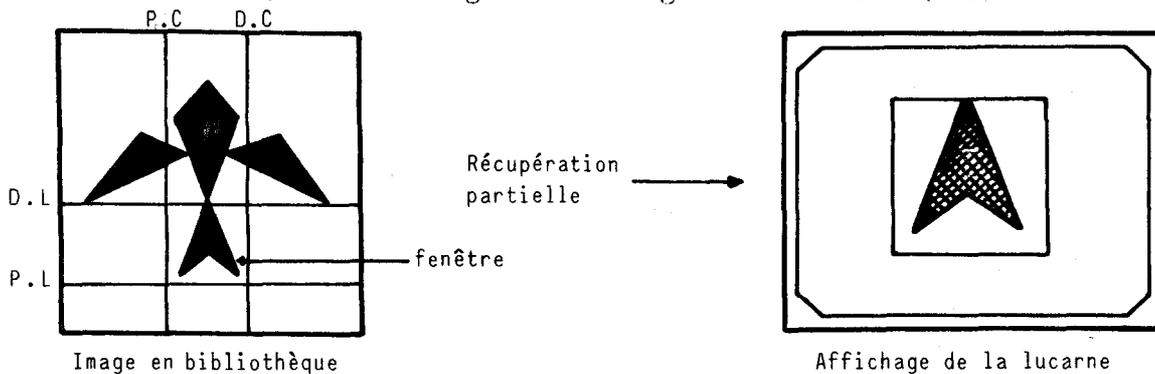


FIGURE II.16. : Exemple de récupération partielle d'image.

. Remarques :

- Si $P.C = P.L = 1$, $D.C = \text{max. de colonnes}$, $D.L = \text{max. de lignes}$, alors on retrouve une récupération totale qui n'est donc qu'un cas particulier de la récupération partielle.

- C'est dans la récupération partielle que la structure en paquet de lignes dans <CENTRA> trouve toute sa justification : la réduction du temps d'exécution.

II.4.2.5.2. Exemple : Soit à récupérer totalement l'image N° 3 chargée dans l'exemple précédent.

. Le 4^{ième} mot du 3^{ième} enregistrement de <FICREN> contient la valeur |12| ce qui signifie que le premier enregistrement du groupe correspondant à l'image 3 est le 12^{ième} dans <CENTRA>.

. Le 2^{ième} et le 3^{ième} mot du 12^{ème} enregistrement du fichier <CENTRA> contiennent, tous les deux, la valeur |8|. Cela signifie que l'image ne fait qu'un seul block et le contenu de cet enregistrement est chargé en mémoire, décodé, puis transféré dans le fichier <IMAGE>.

Soit à récupérer la 7^{ième} ligne de l'image N° 3. Le 3^{ième} mot du 3^{ième} enregistrement de <FICREN> contient la valeur |2|, ainsi le chargement s'est effectué à raison de deux lignes par paquet. La 7^{ième} ligne appartient donc au 4^{ième} paquet.

Le (12+4 = 16) ^{ième} enregistrement de <CENTRA> indique que le 4^{ième} paquet de l'image est contenu dans le 3^{ième} enregistrement de <DONMOT> (2^{ième} mot de l'enregistrement) de l'image, et que le premier enregistrement élémentaire du paquet est le 21^{ième} de l'enregistrement, d'où une récupération aisée de cette 7^{ième} ligne après chargement du block en mémoire et son traitement.

II.4.3. Manipulations d'images :

Ces manipulations se répartissent en deux grandes familles :

- les rotations et symétries de motifs,
- les découpages, superpositions et placements de motifs.

II.4.3.1. Les rotations et symétries de motifs :

II.4.3.1.1. Nature et intérêts : A partir d'un motif de base, les programmes réalisés donnent à l'opérateur la possibilité d'effectuer une ou plusieurs des manipulations suivantes :

- les rotations à $\pi/2$, π , $3\pi/2$,
- les symétries par rapport à l'axe horizontal ou vertical du motif.

Ces manipulations permettent d'obtenir, directement et rapidement, à partir d'un même motif, 7 motifs dérivés intervenant très souvent dans la composition d'images, sans avoir à les réintroduire. Il arrive, en effet, très souvent que sur une même image, un même motif est répété plusieurs fois mais dans des positions différentes (figure II.17.).

II.4.3.1.2. Principaux utilitaires : Tous ces motifs dérivés sont réalisés à partir de manipulations des données du motif de base emmagasinées dans les fichiers de la bibliothèque. Cinq routines utilitaires clés :

. La routine |SYVRT1| réalise le passage d'un codage ligne par ligne, effectué lors du chargement, en un codage colonne par colonne. Le résultat de cet inversion correspond à une symétrie par rapport à l'axe vertical de la première rotation du motif.

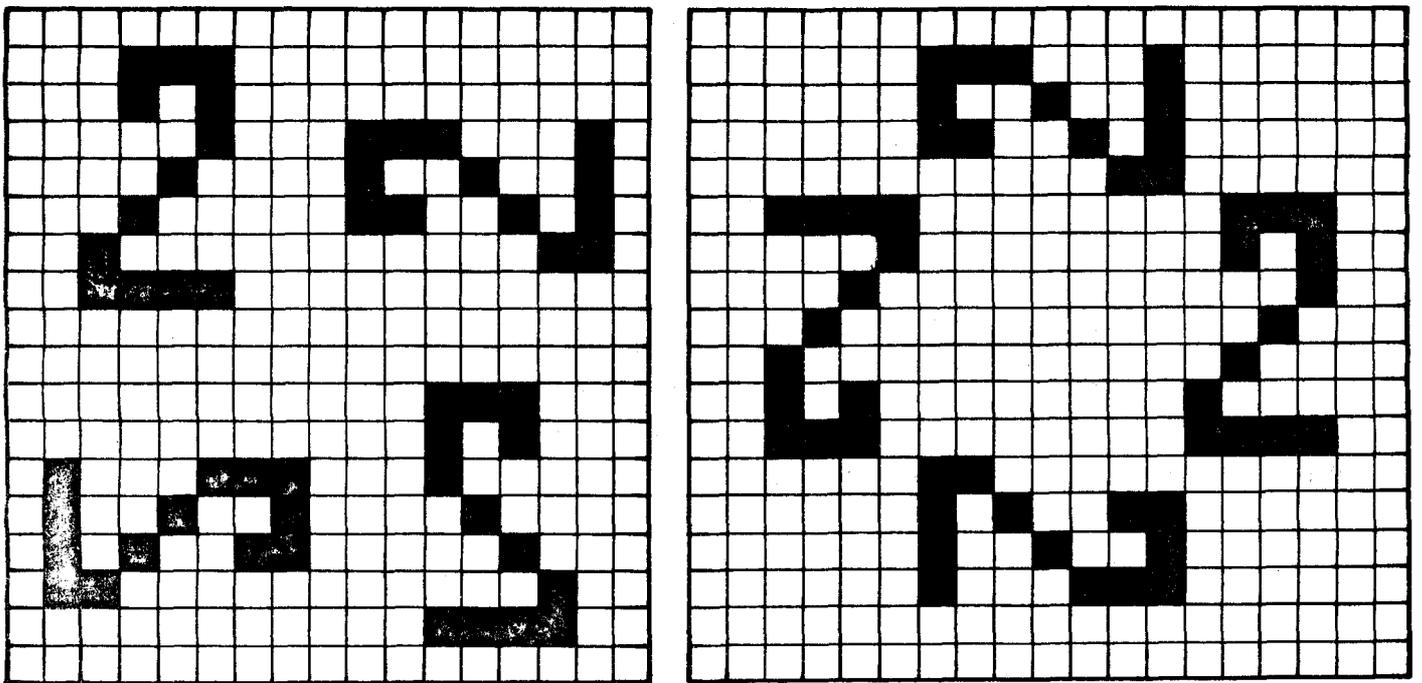
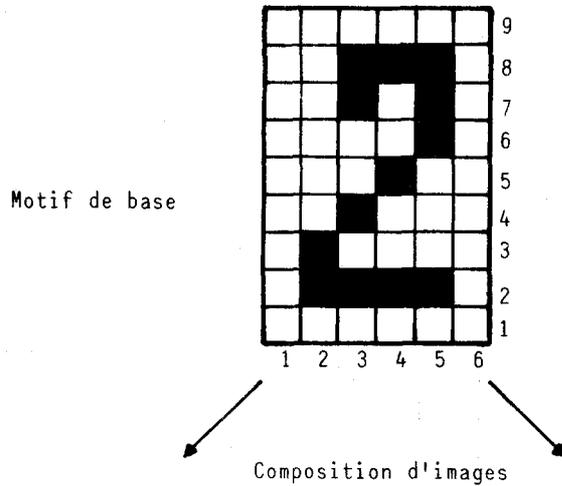


FIGURE II.17. : Exemple de composition d'images à partir d'un même motif .

. La routine |SYMVER| réalise une symétrie par rapport à l'axe vertical du motif, ceci par décodage de chaque ligne de motif puis le recodage de celle-ci mais en sens inverse, c'est-à-dire de la droite vers la gauche, vu que ce type de symétrie correspond à une inversion de l'ordre des colonnes.

. La routine |SYMHOR| réalise une symétrie par rapport à l'axe horizontal du motif. Le codage reste inchangé mais l'ordre des lignes est inversé, la première devient la dernière, etc....

. La routine |ROTA2| réalise une rotation de 180° du motif. Contrairement à la routine précédente, le codage des lignes est aussi inversé, de la droite vers la gauche, en plus de l'inversion de l'ordre des lignes.

. La routine |MANSER| Si l'opérateur désire conserver le motif dérivé, il faut que tous les fichiers de la bibliothèque soient chargés en conséquence. La routine |MANSER| réalise justement le remplissage de ces fichiers en fonction des nouvelles données calculées par les routines précédentes (chargées dans un fichier tampon) et du numéro affecté au motif dérivé.

II.4.3.1.3. Le programme principal |ROTSYM| : Ce programme lancé, à la question "Numéro du motif à manipuler ?", l'opérateur répond en introduisant le numéro adéquat (vérification par |EXMOT|) et une liste de 7 commandes possibles apparaît sur l'écran (routine |COMMAN|). Chacune de ces commandes porte un numéro d'ordre allant de 1 à 7, permettant ainsi à l'opérateur d'indiquer la manipulation désirée.

- . 1 - Rotation de 90°.
- . 2 - Rotation de 180°.
- . 3 - Rotation de 270°.
- . 4 - Symétrie par rapport à l'axe vertical.
- . 5 - Symétrie par rapport à l'axe horizontal.
- . 6 - Rotation à 90° suivie d'une symétrie par rapport à l'axe vertical.
- . 7 - Rotation à 90° suivie d'une symétrie par rapport à l'axe horizontal.

Ces 7 manipulations correspondent aux 7 positions possibles, en excluant les rotations et les symétries à angle quelconque, d'un motif (figure II.18).

L'opérateur enfonce la touche portant le numéro de la manipulation voulue (exemple : touche |1| → rotation de 90°). L'action, souvent combinée, des routines |SYVRT1|, |SYMVER|, |SYMHOR| et |ROTA2| réalise la manipulation choisie et le motif dérivé est visualisé sur l'écran.

Si l'opérateur répond par l'affirmative à la question "Voulez-vous conserver ce motif ?", il lui est demandé d'affecter un numéro d'ordre à ce motif pour qu'il puisse être stocké en bibliothèque (routine |MANSER|).

II.4.3.2. Les découpages, superpositions et répartitions d'images ou de motifs :

II.4.3.2.1. Natures et intérêts : Il est possible de construire des images originales à partir d'anciens motifs ou images en bibliothèque, rapidement et sans grands efforts par :

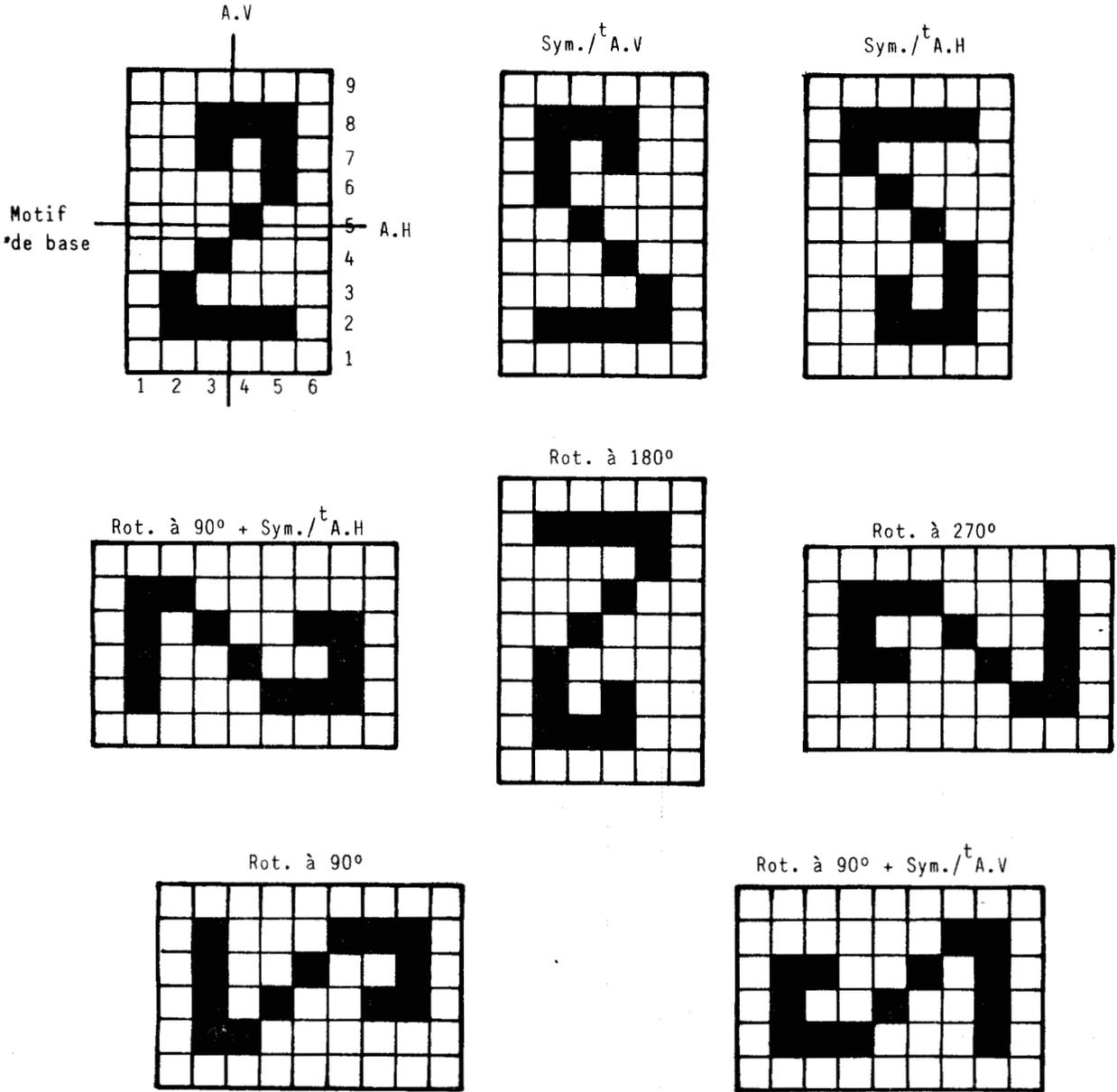


FIGURE II.18 : Les 7 positions possibles d'un même motif d'image.

- découpage de fenêtres dans une image puis par le placement des lucarnes obtenues sur une surface de fond que l'on définit au préalable (dimensions) comme l'illustre l'exemple de la figure II.19,

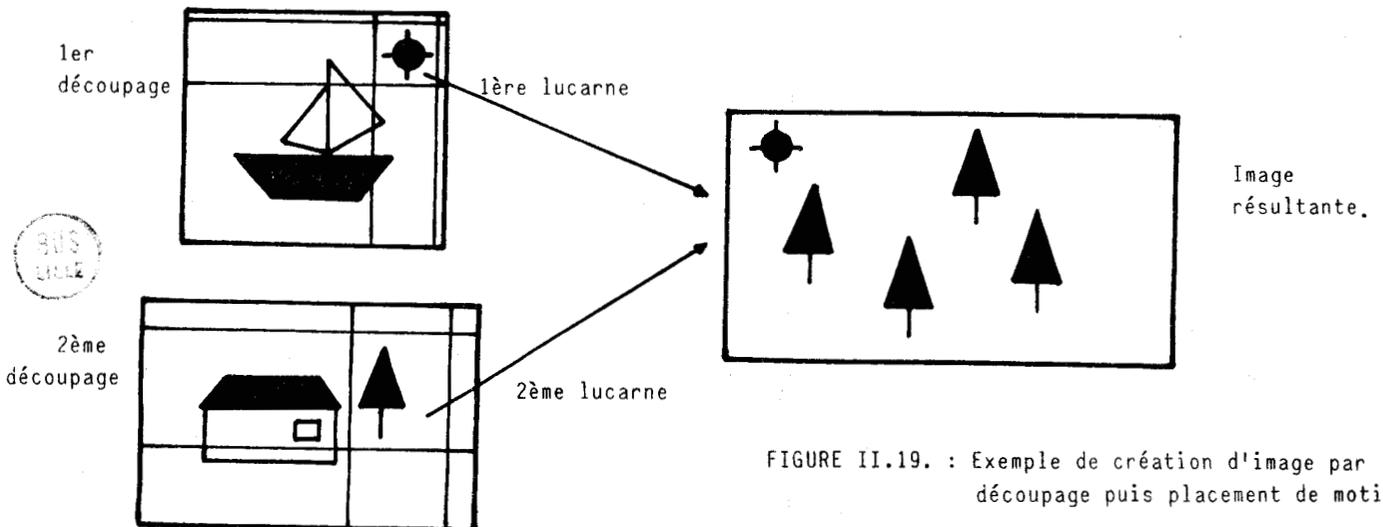


FIGURE II.19. : Exemple de création d'image par découpage puis placement de motifs.

- superposition, totale ou partielle, d'images comme l'illustre l'exemple de la figure II.20.

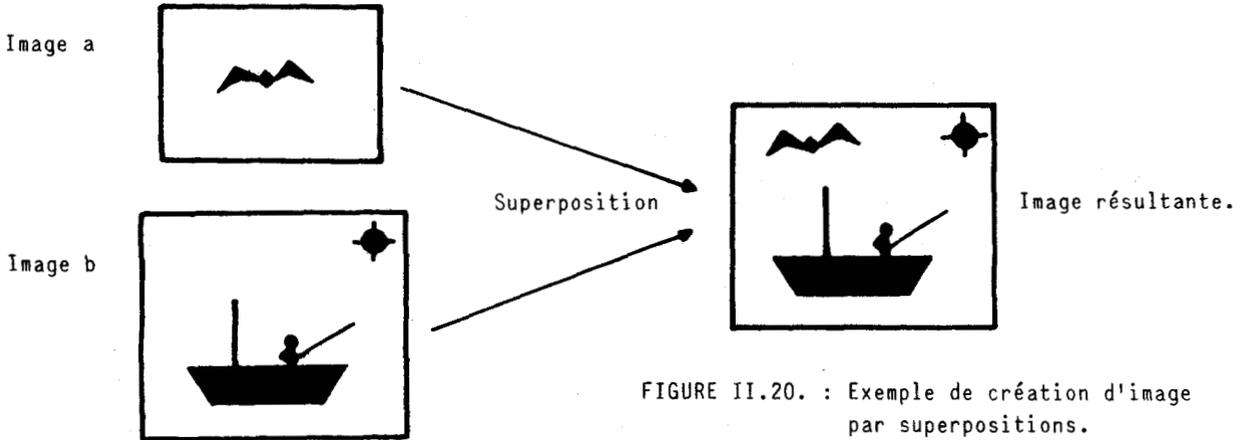


FIGURE II.20. : Exemple de création d'image par superpositions.

Ces deux exemples montrent l'intérêt de pouvoir réaliser de telles manipulations.

II.4.3.2.2. Le programme principal |SORMOT| : C'est le programme réalisant l'ensemble des opérations de découpage et placement d'images (ou motifs d'images).

A la question "Numéro du motif à traiter ?", l'opérateur répond par le numéro d'ordre de l'image de travail. Il doit alors définir sa fenêtre de découpage en donnant les quatre indications suivantes :

- le numéro de la première colonne de la fenêtre |P.C|,
- le numéro de la dernière colonne de la fenêtre |D.C|,
- le numéro de la première ligne de la fenêtre |P.L|,
- le numéro de la dernière ligne de la fenêtre |D.L|.

Ces quatre informations introduites dans le système, il est ensuite demandé à l'opérateur quel type d'"isolation" veut-il réaliser, il a le choix entre :

- une isolation du type |0|,
 - une isolation du type |1|,
 - une isolation du type |2|.
- . Une isolation du type |0| correspond à un découpage de l'image.

Le résultat du découpage peut-être placé à un endroit désigné d'une image "vide", de dimensions définies au préalable, car il est demandé à l'opérateur d'indiquer :

- la position de la première colonne de la lucarne |P.P.C|,
- la position de la dernière colonne de la lucarne P.D.C|,
- la position de la première ligne de la lucarne P.P.L|,
- la position de la dernière ligne de la lucarne P.D.L|.

Le résultat s'affiche sur l'écran, après le traitement des données en mémoire et le remplissage en conséquence du fichier <IMAGE> (figure II.21.).

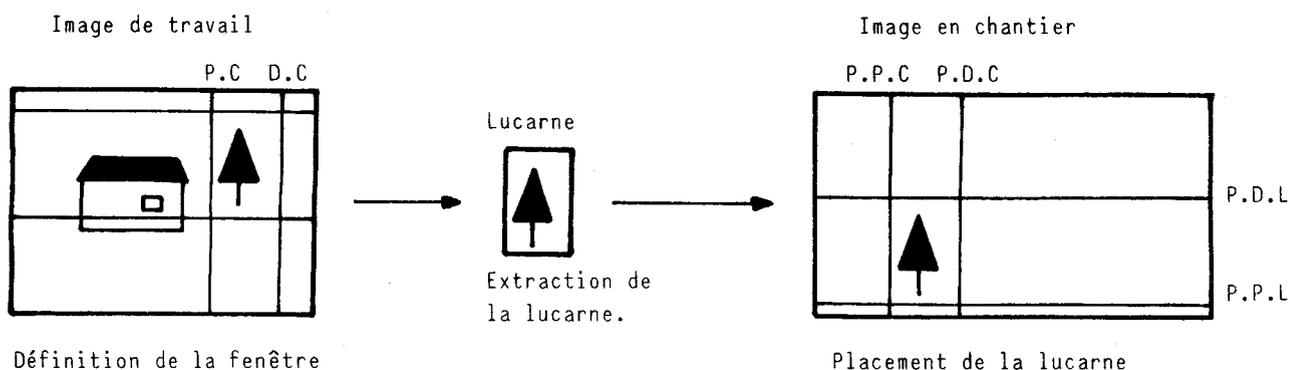


FIGURE II.21. : Exemple de création d'image par découpages puis placements de lucarnes.

L'opérateur peut répéter plusieurs fois ces opérations, effectuer d'autres découpages sur la même image de travail, ou sur de nouvelles, et faire suivre chacun de ceux-ci par un placement sur l'image "en chantier".

. Une isolation du type |1| correspond à un effacement dans l'image de travail, de la fenêtre définie. Ceci permet une rectification rapide d'une erreur de placement (figure II.22.).

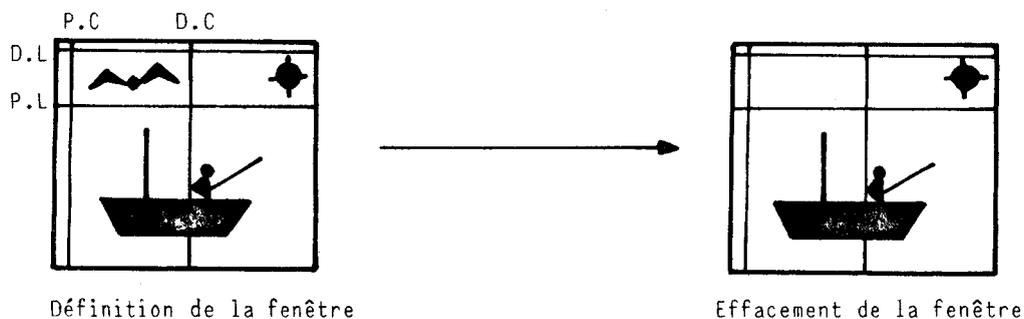


FIGURE II.22. : Exemple d'effacement de fenêtre d'une image.

De même que précédemment, l'opérateur peut effectuer autant d'effacements qu'il désire, le fichier <IMAGE> étant à chaque fois remis à jour en conséquence.

. Une isolation du type 2 correspond à une superposition. L'opérateur doit alors indiquer :

- le numéro de la deuxième image de travail (car il en faut forcément 2),

- la position de la fenêtre de superposition sur cette image (si ce n'est l'image tout entière),

- le code de la couleur qui devient transparente.

Par couleur transparente, nous entendons la couleur qui s'efface au profit de celle qui lui est superposée ceci pour permettre, en particulier, une fusion des couleurs de fond (figure II.23.).

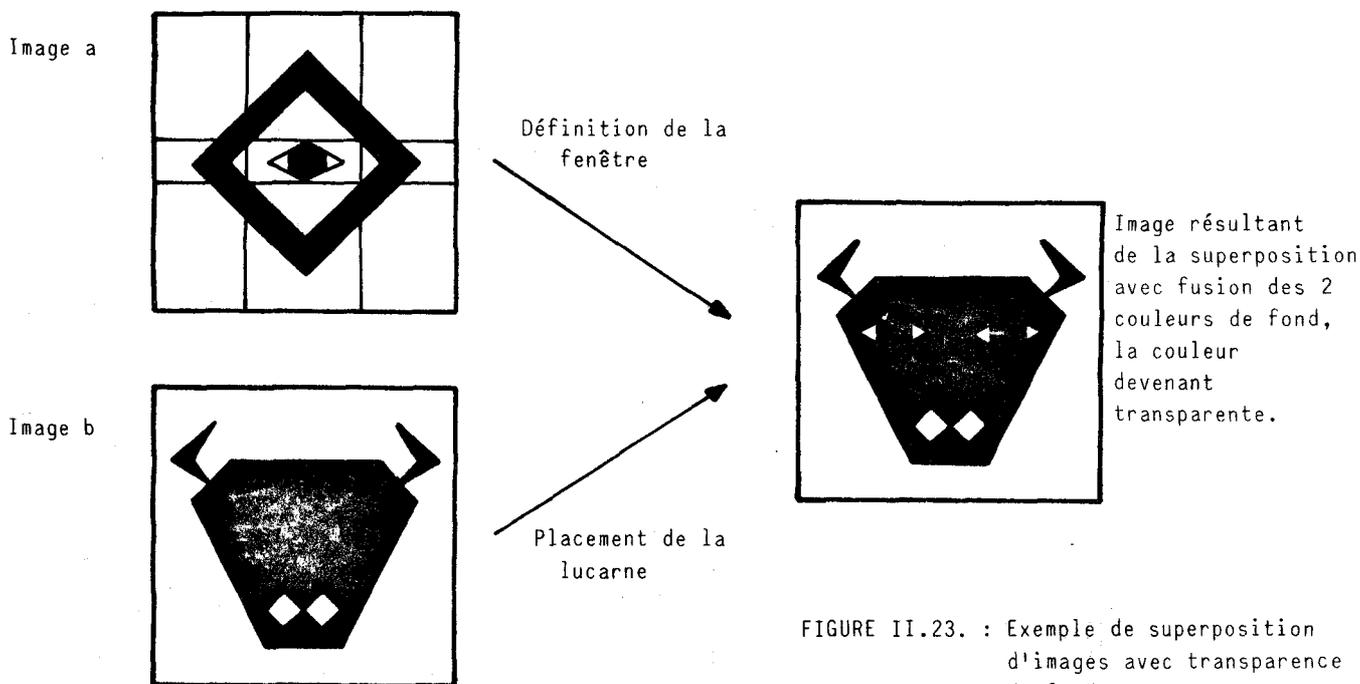


FIGURE II.23. : Exemple de superposition d'images avec transparence de fond.

L'opérateur peut décider, dans tous les cas, de conserver le résultat de la manipulation, un numéro est alors affecté à l'image et le contenu du fichier <IMAGE> est traité puis chargé en bibliothèque.

II.4.3.2.3. Le programme principal |REPMOT| : C'est le programme réalisant la multi-répartition d'un même motif d'image sur une seconde image.

L'opérateur commence par définir le motif à répartir et l'image de fond. Une fois, cette dernière affichée, il ne reste plus à l'opérateur qu'à désigner avec les réticules, un point (de la grille) et à envoyer sa commande.

Une commande de ce programme est de la forme générale :

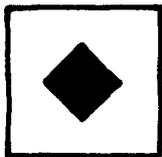
$$n_H | H | n_B | B | n_> | > | n_< | < | | L | | V |$$

n_H , n_B , $n_>$ et $n_<$ étant des entiers positifs.

.|L| indicateur de centrage horizontal, |V| indicateur de centrage vertical,

. n_H est le nombre de motifs vers le haut, à partir du point désigné,

- . n_B est le nombre de motifs vers le bas, à partir du point désigné,
- . $n_{<}$ est le nombre de motifs à gauche du point désigné,
- . $n_{>}$ est le nombre de motifs à droite du point désigné.



Motif à répartir

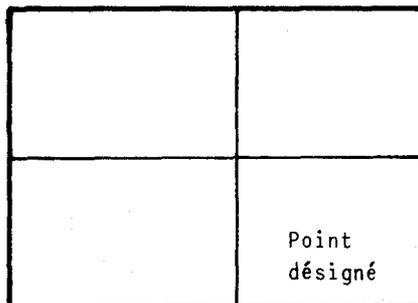
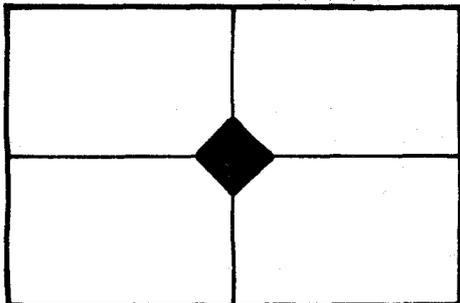
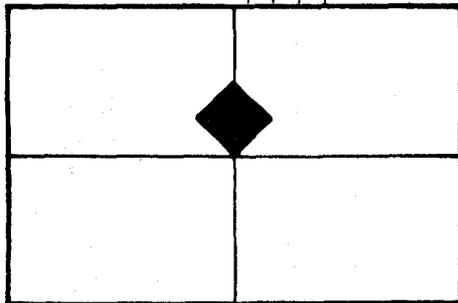


Image de fond

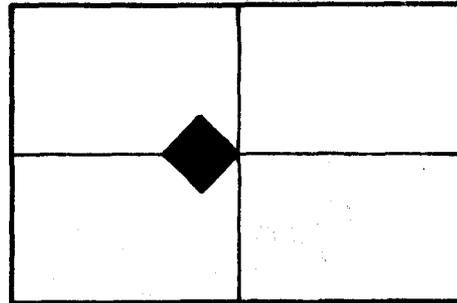
Commande : |V| |L|



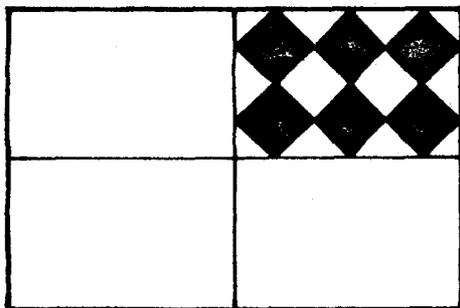
Commande : |H| |V|



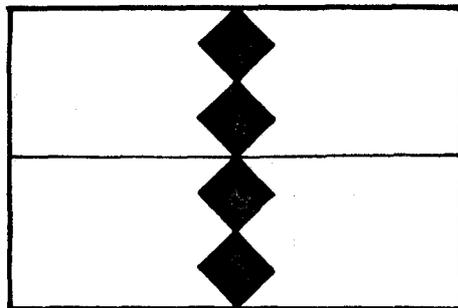
Commande : | | |L|



Commande : 2|H| 3| |



Commande : 4|V| |L|



Commande : 3|V| 3|L|

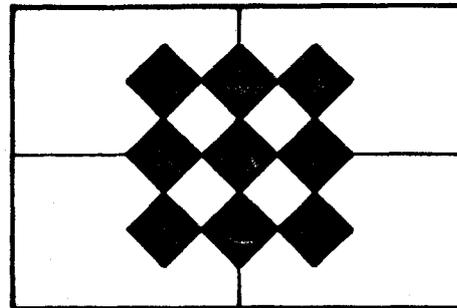


FIGURE II.24. : Exemple de multirépartition de motifs sur image de fond.

Après chaque commande, une visualisation de l'effet obtenu s'opère et il est demandé à l'opérateur s'il souhaite le conserver.

REMARQUES :

- Les principaux utilitaires intervenant dans les programmes |SORMOT| et |REPMOT| ont été, pour la plupart, déjà décrits au cours des pages précédentes.

- Toutes les manipulations présentées sont cumulables et peuvent être exécutées dans un ordre quelconque.



II.5. CONCLUSION :

Ce noyau de traitement, malgré certaines insuffisances en matière de codage relevées lors des essais de simulations, devrait conduire un utilisateur quelconque à créer, modifier, composer, superposer, stocker des images assez rapidement et assez aisément, images à la base de nombreux processus de création en textile.

Ce n'est que lors des essais avec des professionnels de la création ou stylistes, sur une structure matérielle telle que nous l'avions définie, qu'il sera réellement possible de juger de l'efficacité d'un tel système d'aide, et d'élaborer, en conséquence, plus finement le mode interactif des commandes.

Ajoutons que la structure très modulaire du logiciel se prête sans difficulté à l'adjonction de nouvelles fonctions de traitement si cela s'avérait nécessaire.

Un système de C.F.A.O. utilisant ce noyau de traitement a été développé pour l'automatisation du processus de création d'articles de bonneterie, avant de décrire ce système, voici dans le chapitre qui suit, quelques notions fondamentales de bonneterie.

CHAPITRE III

NOTIONS DE BONNETERIE.

CHAPITRE III

III.1. INTRODUCTION.....	III.1.
III.2. LA MAILLE.....	III.2.
III.3. ORGANES NECESSAIRES A LA FORMATION DE LA MAILLE.....	III.3.
III.3.1. Les aiguilles.....	III.3.
III.3.2. Les organes auxiliaires.....	III.4.
III.4. LE TRICOT.....	III.4.
III.4.1. Tricot trame.....	III.4.
III.4.2. Tricot chaîne.....	III.5.
III.4.3. Caractéristiques fondamentales d'un tricot...	III.5.
III.4.4. Différences tricots trame, tricots chaîne....	III.6.
III.5. LES FORMATIONS DE MAILLES.....	III.7.
III.5.1. Formation avec aiguilles à bec.....	III.7.
III.5.1.1. <i>Tricot trame</i>	III.7.
III.5.1.2. <i>Tricot chaîne</i>	III.9.
III.5.2. Formation avec aiguilles à clapet.....	III.10.
III.5.2.1. <i>Tricot trame</i>	III.10.
III.5.2.2. <i>Tricot chaîne</i>	III.11.
III.5.3. Comparaison tricot trame - tricot chaîne....	III.13.
III.6. LES METIERS A TRICOTER.....	III.13.
III.6.1. Disposition des organes de tricotage.....	III.13.
III.6.2. Différents types de métiers.....	III.14.
III.6.1.1. <i>Les métiers rectilignes</i>	III.14.
III.6.1.2. <i>Les métiers circulaires</i>	III.15.
III.6.1.3. <i>Autres métiers</i>	III.15.
III.6.3. Les jauges de métiers.....	III.15.

III.7. REPRESENTATIONS GRAPHIQUES D'UN TRICOT.....	III.16.
III.7.1. Aspect "visuel" du tricot.....	III.16.
III.7.1.1. Représentation des entrelacements réels	III.16.
III.7.1.2. Représentation par "mise-en-carte".....	III.17.
III.7.2. Aspect technique de la formation de mailles..	III.18.
III.7.2.1. Représentation schématique des entre-	
lacements ou graphiques de contextures	III.18.
III.7.2.1.1. Représentation des tricots trame	III.18.
III.7.2.1.2. Représentation des tricots chaîne	III.20.
III.7.2.2. Représentation du travail des aiguilles	
sur grille.....	III.21.
III.8. FACTEURS DE FAÇONNAGE DES TRICOTS.....	III.22.
III.8.1. Facteurs de façonnage pour les tricots trame.	III.22.
III.8.1.1. La serre.....	III.22.
III.8.1.2. Le fil.....	III.22.
III.8.1.3. L'aiguille.....	III.23.
III.8.1.4. Les éléments dérivés.....	III.24.
III.8.1.5. Les traitements ultérieurs.....	III.26.
III.8.1.5.1. Le chevalement.....	III.26.
III.8.1.5.2. Le report.....	III.27.
III.8.2. Facteurs de façonnage pour les tricots chaîne	III.29.
III.8.2.1. La serre.....	III.29.
III.8.2.2. Le fil.....	III.29.
III.8.2.3. L'aiguille.....	III.29.
III.8.2.4. Les éléments dérivés.....	III.29.
III.9. PROCESSUS DE MISE EN FABRICATION D'UN TRICOT.....	III.30.
III.9.1. Remarque préliminaire.....	III.30.
III.9.2. Phases de conception d'un tricot.....	III.31.
III.9.2.1. Tricots à effets de coloration.....	III.31.
III.9.2.2. Tricots à effets de relief.....	III.32.
III.9.3. Phases de réalisation de l'échantillon de	
tricot.....	III.33.
III.9.4. Phases de réalisation du tricot.....	III.34.
III.10. CONCLUSION.....	III.34.

III - NOTIONS DE BONNETERIE

III.1. INTRODUCTION :

Sous l'appellation "bonneterie" on peut regrouper toutes les industries textiles dont la fabrication est basée sur une structure à mailles.

La connaissance de la maille remonte à des temps très éloignés. La première apparition officielle de la maille date de l'an 1254, année où le Pape Innocent IV fut enterré avec des gants tricotés. C'est de l'utilisation au Moyen Age des aiguilles et du crochet pour la confection presque exclusive de bas et de bonnets qu'est venu le nom de bonneterie donné en France à cette industrie.

Pendant très longtemps le domaine d'exploitation de la bonneterie se limita au secteur de l'habillement (sur-vêtements, sous-vêtements et articles chaussants). De plus en plus l'industrie de la maille s'attaque à des domaines réservés de tout temps à d'autres modes de fabrication, notamment au tissage. Citons à titre d'exemples :

- L'ameublement, secteur en pleine expansion représenté par la production de rideaux, voilages, teintures, recouvrement de sol ou muraux.

- L'industrie, secteur très diversifié allant de la fabrication des revêtements de siège automobile à celle des filtres des stations de conditionnement ou d'épuration et des filets de pêche.

Sans aucun doute, l'industrie de la bonneterie est un secteur en pleine évolution et il est difficile de préjuger de ses possibilités futures (il existe déjà certaines applications dans les constructions aéropatiales). Ce phénomène peut s'expliquer par des raisons autres que le souci de chaque industriel d'étendre son champ d'action, donc de s'attacher à l'étude de nouveaux débouchés.

La base même de la structure tricotée, modifiée par les artifices techniques et le savoir-faire du bonnetier, permet son adaptation à des fins multiples.

D'autre part, l'apparition de produits nouveaux dans les matières premières, surtout dans le domaine des textiles synthétiques, apporte autant

d'atouts supplémentaires au technicien qui sait les adapter et les exploiter.

Enfin le potentiel de production du matériel qui par sa conception de base toujours améliorée, atteint des niveaux remarquables.

Ce chapitre présente les notions fondamentales concernant la réalisation industrielle d'un tricot ainsi que le vocabulaire propre à cette industrie.

III.2. LA MAILLE :

Par définition, la maille résulte du passage d'une boucle de fil au travers d'une autre boucle (figure III.1.)

- On distingue essentiellement 3 étapes dans la formation de la maille :
- formation de 2 boucles, l'une d'elle sera désignée comme "l'élément primaire",
 - passage de la nouvelle boucle au travers de l'élément primaire,
 - serrage de la maille.

Le problème de la formation de la maille consiste donc à provoquer le bouclage du fil (alimentation), à tirer cette boucle au travers de l'élément primaire (cueillage), à déterminer la grandeur de la nouvelle maille (serrage).

Suivant le sens de passage de la boucle, on distingue 2 types de mailles :

- maille endroit : sens de passage arrière-avant,
- maille envers : sens de passage avant-arrière.

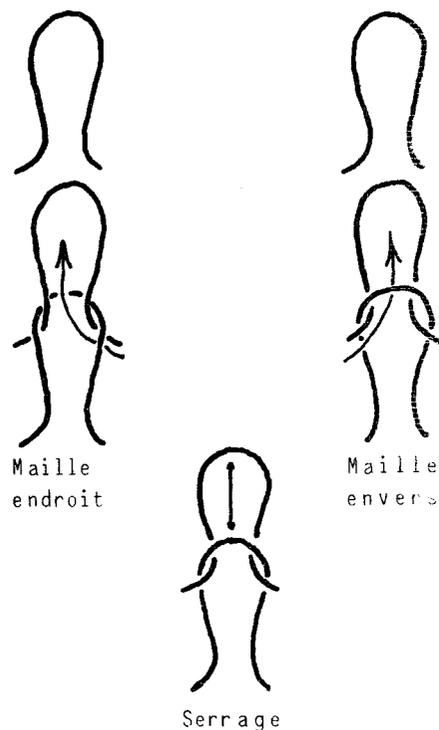


FIGURE III.1. : La maille.

III.3. ORGANES NECESSAIRES A LA FORMATION DE LA MAILLE :

Techniquement, la maille est produite par une aiguille conçue de manière à assurer, seule ou avec l'aide d'organes auxiliaires, les différentes phases de formation déjà citées : alimentation, passage au travers, serrage.

III.3.1. Les aiguilles :

Elles peuvent se regrouper en 2 classes principales :

- l'aiguille à bec : Tige de section ronde ou mi-plate, galbée à une extrémité pour former la tête. Celle-ci présente une pointe (bec) située au-dessus d'un évidement de la tige, le "chas". La tige peut présenter une saillie : le "talon" (fig. III.2.),

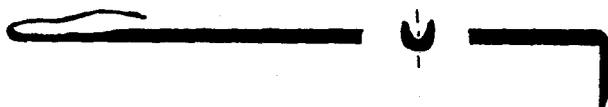


FIGURE III.2. : Exemple d'aiguille à bec.

- l'aiguille à clapet : Formée d'un corps tréfilé ou estampé présentant à son extrémité : le "crochet". Suivant le cas, la tige est profilée à l'autre extrémité de manière à présenter une saillie : le "talon". Une rainure dans la tige reçoit une languette de métal articulée par rivet : le "clapet", suivant sa position, peut soit fermer le crochet de l'aiguille, soit l'ouvrir en se rabattant sur la tige (fig. III.3.).

. aiguille estampée



. aiguille à maille retournée (MR)

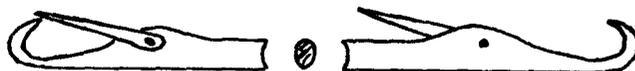


FIGURE III.3. : Exemples d'aiguilles à clapet.

III.3.2. Les organes auxiliaires :

L'aiguille à bec exige, pour la formation de la maille, l'intervention d'organes auxiliaires :

- les platines de cueillage assurant la formation des boucles,
- les platines d'abattage des boucles.

A ces organes il faut ajouter, entre autre :

- les guide-fils ou passettes assurant la distribution des fils (alimentation),
- les gaches ou dents mobiles d'abattage des boucles.

III.4. LE TRICOT :

Toute surface textile composée de mailles forme un ensemble dénommé structure tricotée ou simplement tricot.

Un tissu nécessite toujours au moins deux éléments pour sa constitution :

- un élément chaîne composé d'une série de fils parallèles placés longitudinalement par rapport au tissu,
- un élément trame composé d'un fil venant s'entrecroiser en va-et-vient, avec l'élément chaîne, perpendiculairement à celui-ci.

Par contre, pour constituer un tricot, un seul élément est nécessaire et suffisant. On peut donc employer l'un ou l'autre des deux elts, trame ou chaîne, d'où la classification des tricots en deux grandes classes :

- tricot trame ou à mailles cueillies,
- tricot chaîne ou à mailles jetées.

III.4.1. Tricot trame :

Le fil d'alimentation unique est placé perpendiculairement au sens longitudinal du tricot et par suite, perpendiculairement aux aiguilles. Le "cueillage", c'est-à-dire la saisie du fil par chacune des aiguilles s'effectue :

- au moment du passage du fil devant les aiguilles, si c'est le fil qui se déplace (tricoteuses rectilignes ou à MR),
- au moment du passage de chaque aiguille devant le fil, si se sont les aiguilles qui se déplacent (métiers circulaires).

III.4.2. Tricot chaîne :

La chaîne est constituée par une série de fils placés longitudinalement par rapport au tricot. Ces fils sont en nombre au moins égal au nombre d'aiguilles en travail sur la machine et se présentent parallèlement aux aiguilles devant former les mailles. Pour que le cueillage soit possible, il faut que, grâce à un mouvement auxiliaire, chaque fil vienne se placer en croisant sur l'aiguille qui lui correspond : c'est le mouvement de "jetage".

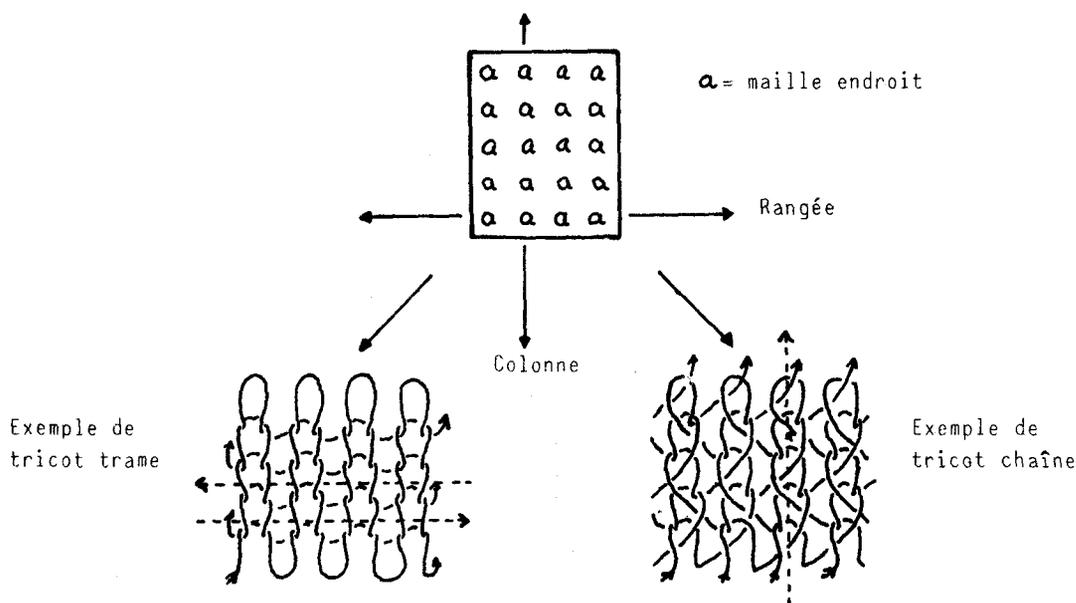


FIGURE III.4. : Tricot trame et tricot chaîne.

III.4.3. Caractéristiques fondamentales d'un tricot :

- Aspect : La catégorie du tricot (trame ou chaîne), la nature des mailles (endroit ou envers) et leurs dispositions dans la rangée et dans la colonne suffisent déjà à estimer l'aspect : la structure tricotée peut présenter un aspect "uni" ou à "côtes", posséder un endroit et un envers distincts ou être réversible.

- Serre : Elle exprime la grandeur de la maille dans le tricot. On la détermine habituellement en comptant, sur une longueur de référence, le nombre de colonnes et le nombre de rangées de mailles.

- Armure ou contexture : C'est la cellule unitaire représentative du tricot. Elle groupe tous les éléments nécessaires et suffisants pour identifier un tricot donc pour assurer sa mise en fabrication.

- Démaillabilité : Faculté d'une maille libre de se dégager de l'ensemble où elle était primitivement intégrée. Cette libération accidentelle ou provoquée, amène une réaction de débouclage plus ou moins importante en fonction de nombreux paramètres comme la contexture, la serre, le coefficient de frottement du fil, etc....

- Défilabilité : Un tricot est défilable s'il est possible de le décomposer par simple traction du fil qui l'a formé.

D'autres caractères physiques sont mesurés sur le tricot : perméabilité, absorption, extensibilité, élasticité, poids/m², etc...

III.4.4. Différences tricots trame , tricots chaîne :

Un simple regard sur la figure de la page précédente permet de constater qu'il suffit d'une simple traction sur l'extrémité du fil à la rangée supérieure du tricot trame (suivant la flèche) pour démolir successivement toutes les boucles. Le tricot trame, de par son principe même de formation, est donc facilement défilable. Le tricot chaîne par contre, ne l'est qu'à condition d'assurer la traction sur l'ensemble des fils le composant ce qui est déjà moins aisé.

Tout tricot, trame ou chaîne, est démaillable. Toutefois, la contexture chaîne réduit et annule même par sa conception, cette propriété. Néanmoins, cette démaillabilité, grave défaut, peut-être atténuée, dans les tricots trames, grâce à des liages spéciaux.

A l'heure actuelle, les destinations de ces deux classes de tricots sont presque identiques, avec quant même quelques exclusivités de part et d'autre :

- en tricots trame : bas, chaussettes, pulls, fourrures et sous-vêtements masculins,
- en tricots chaîne : sous-vêtements féminins, tulles tricotés, dentelles, filets de pêche, draperies.

III.5. LES FORMATIONS DE MAILLES :

III.5.1. Formation avec aiguilles à bec :

III.5.1.1. Tricot trame :

Voici illustrées par les schémas de la figure III.5., toutes les phases de la formation :

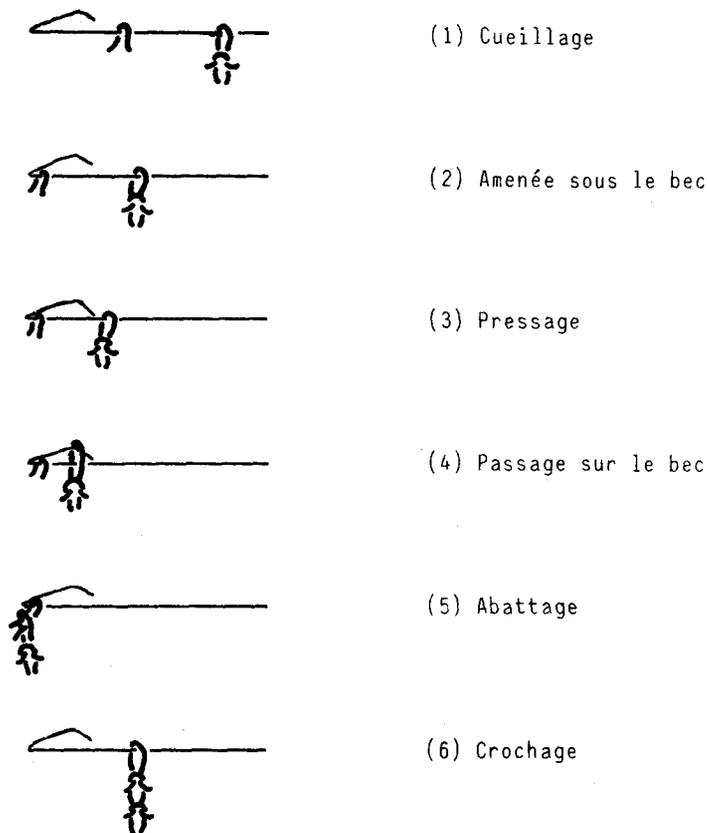


FIGURE III.5. : Schémas du cycle de formation d'une maille de tricot trame avec une aiguille à bec.

(1) Cueilage : un fil présenté au-dessus de la tige des aiguilles est bouclé par des platines de cueillage (organe auxiliaire).

(2) Amenée sous le bec : la boucle cueillie est déplacée le long de la tige, passe sous le bec et se place à l'intérieur du crochet (l'ancienne maille se déplace aussi dans le sens).

(3) Pressage : le bec est abaissé par pression à l'intérieur du chas. La boucle cueillie est ainsi séparée de l'ancienne maille et l'oeillet est formé.

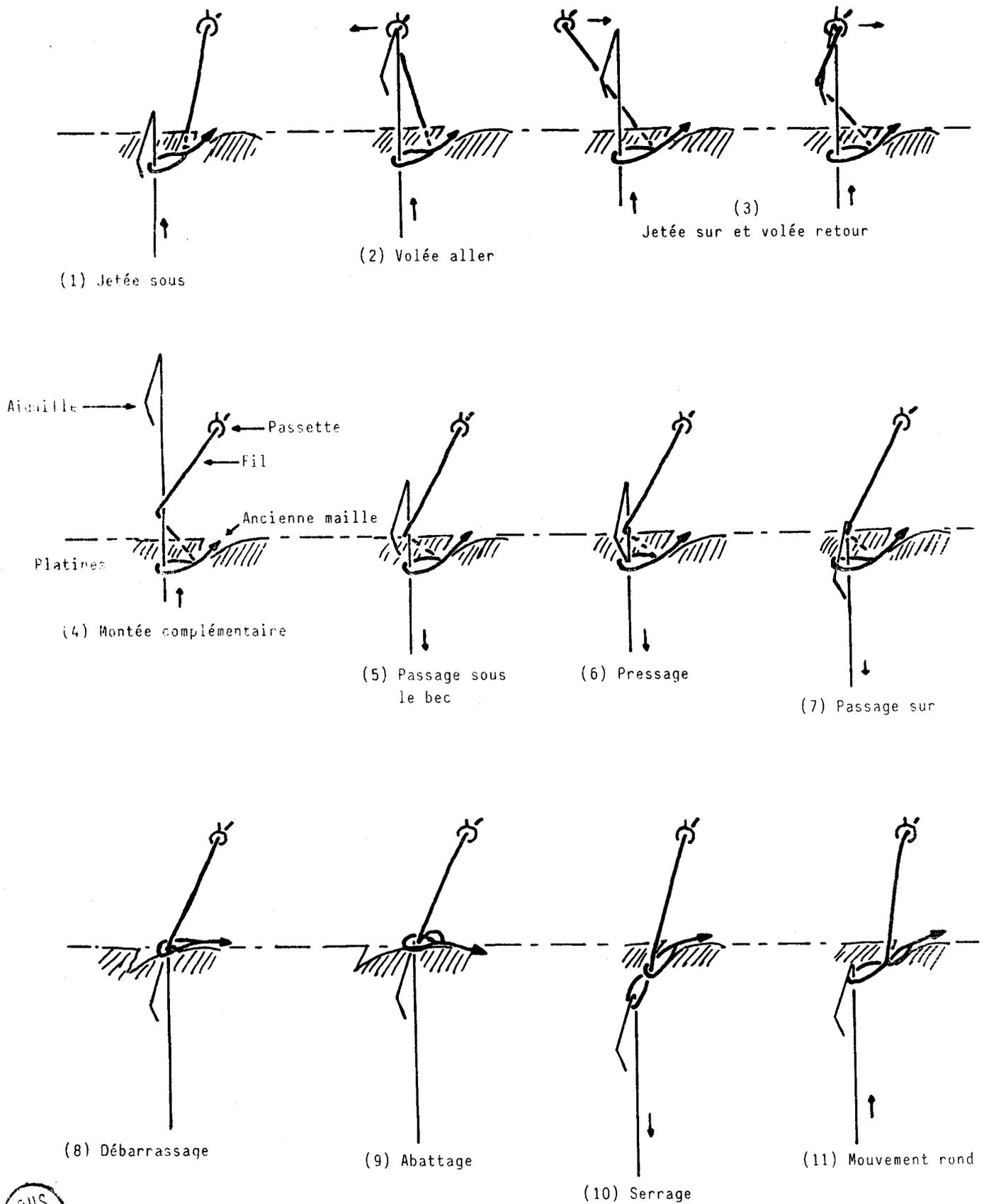


FIGURE III.6. : Schémas du cycle de formation d'une maille de tricot chaîne avec une aiguille à bec.



(4) Passage sur le bec : l'ancienne maille est déplacée vers l'extrémité de la tête de l'aiguille et le bec étant fermé, la maille passe au-dessus de l'oeillet.

(5) Abattage : l'ancienne maille quitte l'aiguille et "s'abat" sur la boucle.

(6) Crochage : l'aiguille reprend sa position initiale en tirant sur la tête de la maille, le tricot est ensuite repoussé hors du crochet, sur la tige de l'aiguille.

III.5.1.2. Tricot chaîne :

Les schémas de la figure III.6. illustrent toutes les phases de la formation.

Le fil est enfilé au départ dans une tige à oeillet appelée "passette". Les passettes groupées sur un même support définissent une "barre". Tous les fils appartenant aux passettes d'une même barre décrivent la même trajectoire autour de l'aiguille au moment du tricotage.

(1) Jetée-sous : translation des passettes au dos des aiguilles qui amorcent leur mouvement d'ascension.

(2) Volée-aller : la tête de l'aiguille est au niveau des oeillets des passettes. Le mouvement d'ascension s'achève et les passettes passent du côté des becs d'aiguilles.

(3) Jetée sur et volée retour : la passette effectue un mouvement de translation devant le bec d'aiguille (jetée sur), le fil est jeté sur le bec. Les passettes passent ensuite entre les aiguilles pour reprendre leur position initiale (volée retour).

(4) Montée complémentaire : la passette a repris sa place au dos de l'aiguille. Le fil est jeté sur le bec et passe sur la tige de l'aiguille du fait de la remontée de celle-ci.

(5) Passage sous le bec : la fonture descend et le fil jeté passe sous le bec.

(6) Pressage : une lame de presse assure la fermeture des becs avant que l'ancienne maille atteigne la pointe du bec.

(7) Passage sur : le mouvement de descente des aiguilles se poursuit et l'ancienne maille passe au-dessus des becs fermés.

(8) Débarrassage : la fonture descend encore. Les platines, immobiles auparavant, reculent. Leur profil assure le glissement de l'ancienne maille vers la boucle.

(9) Abattage : les têtes d'aiguilles se trouvent entre les platines et l'ancienne maille abandonne l'aiguille.

(10) Serrage : tirage de la longueur de fil voulue en fonction de la serre du tricot choisie.

(11) Mouvement rond : mouvement combiné de montée d'aiguille et d'avancement de platine ce qui assure le maintien de la nouvelle maille et évite le renfilage de l'aiguille.

III.5.2. Formation avec aiguilles à clapet :

III.5.2.1. Tricot trame :

Voici d'abord sur la figure III.7., les schémas d'illustration des différentes phases de formation.

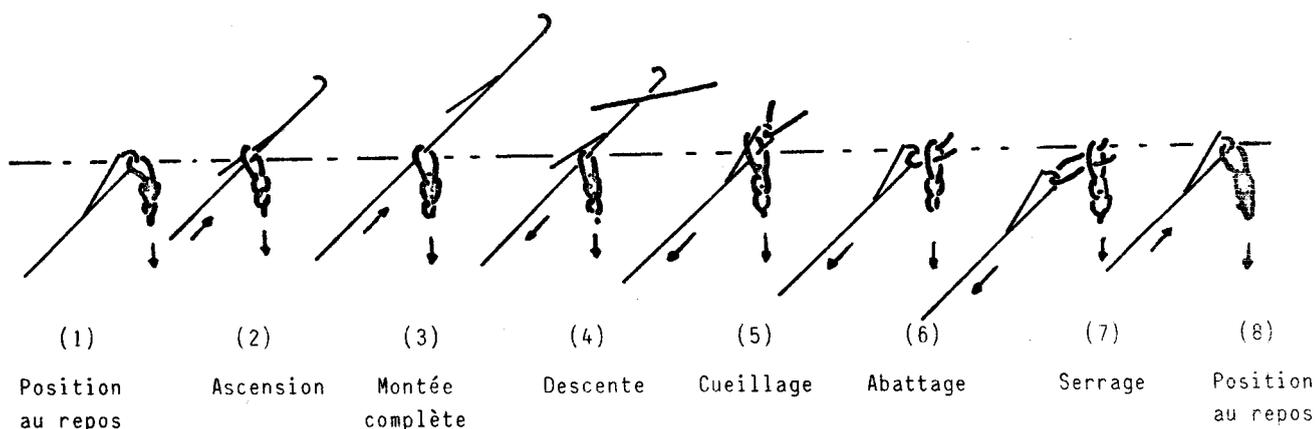


FIGURE III.7. : Schémas du cycle de formation d'une maille de tricot trame avec une aiguille à clapet.

(1) Position repos : c'est la position occupée par l'aiguille en "non tricotage". La tête affleure les dents d'abattage et une maille se trouve dans le crochet fermé par le clapet.

(2) Ascension de l'aiguille : un organe mécanique (came d'ascension) commande le mouvement de montée de l'aiguille, et au cours de ce déplacement l'ancienne maille provoque l'ouverture du crochet en rabattant le clapet sur la tige.

(3) Montée complète : le mouvement d'ascension continue, la maille qui se trouve sur le clapet ouvert tombe sur la tige.

(4) Descente : commandée par une came de chute, l'aiguille descend. Un fil est présenté par un guide-fil devant le crochet de l'aiguille. L'ancienne maille passe sous le bord du clapet et force celui-ci à pivoter.

(5) Cueillage : le fil alimenté est emprisonné dans l'oeillet formé dès que le clapet est rabattu. L'aiguille en continuant sa descente tire une certaine longueur de fil et forme la boucle.

(6) Abattage : l'oeillet traverse l'ancienne maille. Dès que celle-ci quitte l'aiguille pour tomber sur la boucle, il y a abattage. La boucle cueillie est devenue maille.

(7) Serrage : le mouvement de descente se poursuit, l'aiguille tire au travers de l'ancienne maille une longueur de fil (fonction du niveau de descente).

(8) Reprise de la position repos : les organes de tricotage reprennent leur position initiale, le plus souvent par traction sur le tricot.

III.5.2.2. Tricot chaîne :

Ci-après suivent, sur la figure III.8., les schémas des différentes phases de la formation.

(1) Accrochage : avant d'amorcer le mouvement d'ascension des aiguilles, un peigne mobile s'avance au dessus des dents d'abattage (au-dessus du tricot accroché aux aiguilles).

(2) Ascension des aiguilles : la "fonture" (portant les aiguilles) s'élève. Le tricot maintenu par les dents du peigne d'accrochage, provoque l'ouverture des crochets en rabattant les clapets.

(3) Décrochage : le peigne mobile recule, les aiguilles terminent leur ascension. C'est la montée complète.

(4) Volée aller : la passette traverse le champ des aiguilles, elle passe du côté crochet.

(5) Jetée sur : par un mouvement de translation, la passette se déplace devant le crochet de l'aiguille : elle "jette" son fil sur le clapet ouvert.

(6) Volée retour : c'est le mouvement inverse. Le fil est rabattu contre l'aiguille et les passettes reprennent leur position du côté du dos des aiguilles.

(7) Descente de la fonture : les aiguilles alimentées descendent. Les anciennes mailles glissent sous le clapet et assurent la fermeture du crochet.

(8) Abattage : l'ancienne maille quitte la tête de l'aiguille pour tomber sur les pieds de la boucle enfermée dans le crochet.

(9) Serrage : l'aiguille descend sous le niveau des dents d'abattage et tire la quantité de fil déterminant la serre de la nouvelle maille.

(10) Jetée sous : c'est le mouvement de translation des passettes au dos des aiguilles.

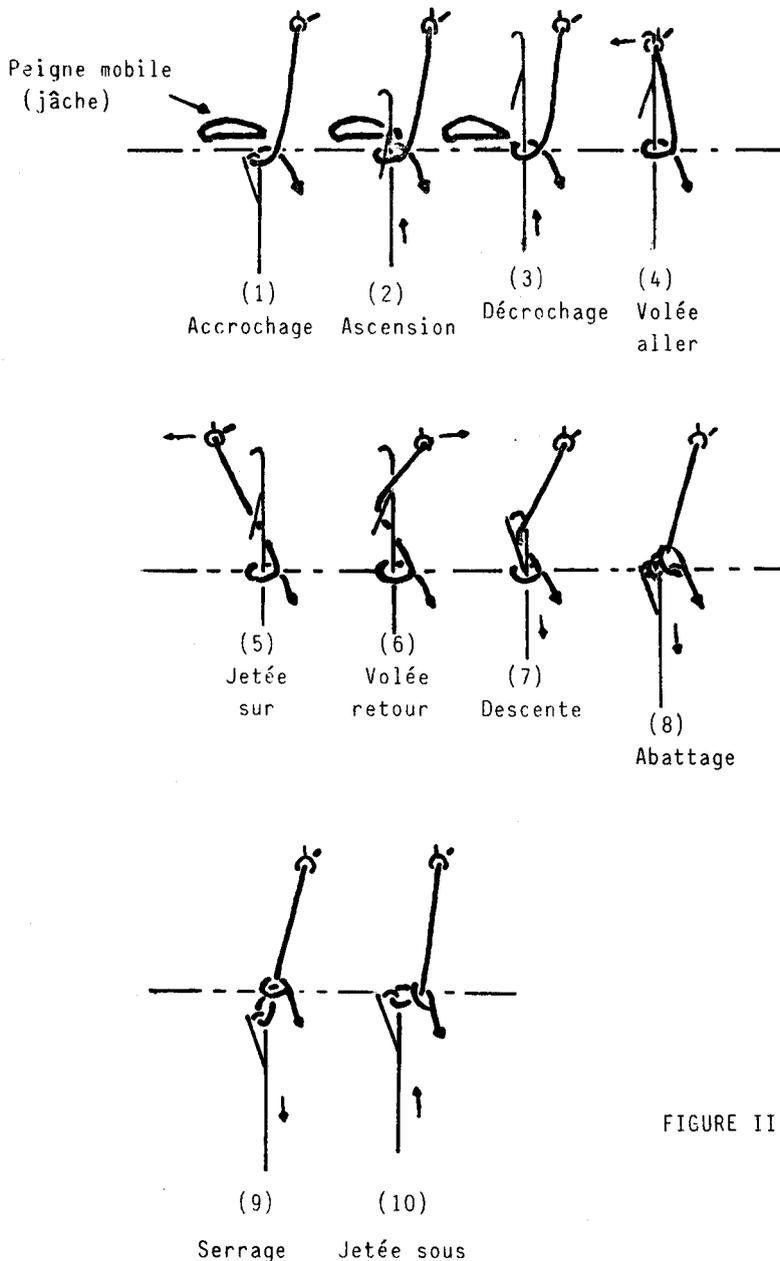


FIGURE III.8. : Schémas du cycle de formation d'une maille de tricot chaîne avec une aiguille à clapet.

III.5.3. Comparaison tricot trame - tricot chaîne :

Remarquons, tout d'abord, que quelque soit la technique utilisée et la classe de tricots, quatre conditions doivent être réunies pour produire une maille :

- présence d'une ancienne maille sur l'aiguille,
- alimentation de l'aiguille,
- passage de la boucle alimentée au travers de l'ancienne maille,
- serrage.

En tricot trame, quelque soit le type d'aiguille employée, le fil a un rôle passif. Sa présence nécessaire à l'alimentation n'intervient pas dans les autres phases de la formation produites par les mouvements combinés de l'aiguille ou du tricot.

En tricot chaîne, tout au contraire, c'est le fil alimenté par la passette qui a le rôle actif d'alimentation de l'aiguille et de façonnage de la structure tricotée.

Le temps de formation est plus long en tricot trame qu'en tricot chaîne, car le même fil doit se présenter successivement devant chacune des aiguilles actives et le temps de bricolage d'une rangée entière est fonction de la durée de ce déplacement alors que pour la seconde catégorie de tricots, chaque aiguille est alimentée par un fil indépendant (en principe 1 fil par aiguille active) et les mouvements des passettes-aiguilles étant simultanés, la durée de tricotage de la rangée est donc celle de la formation d'une maille.

La préparation du métier, par contre, est plus longue en tricot chaîne qu'en tricot trame. En effet, un seul fil suffit en tricot trame (une seule bobine d'alimentation) alors que pour les tricots chaîne, les fils doivent être préparés par ourdissage (comme pour le tissage).

III.6. LES METIERS A TRICOTER :

III.6.1. Disposition des organes de tricotage :

L'ensemble des aiguilles groupées sur un même support détermine une "fonture". Celle-ci est soit rectiligne, soit circulaire.

Les aiguilles appartenant à une fonture tricotent le même type de maille, "endroit" ou "envers". Il s'ensuit que tout le matériel équipé d'une seule fonture ne peut produire que des structures tricotées "unies".

Le tricot à "côtes" est formé en alternant des colonnes de mailles de types différents dans le même tricot. Pour sa réalisation, il est nécessaire que les aiguilles soient disposées suivant cette alternance, donc que certaines d'entre elles tricotent des mailles droits et d'autres des mailles envers. Ces aiguilles appartiennent donc à des fontures distinctes.

Toute machine à deux fontures, rectilignes ou circulaires, est appelée : métier à côtes.

Dans le cas du tricot à mailles retournées (MR), la même aiguille peut fabriquer une maille droit ou une maille envers. La forme de l'aiguille est appropriée à cette technique. Ce matériel présente aussi deux fontures situées dans le même plan, rainures face à face, de manière à permettre le passage de l'une dans l'autre.

III.6.2. Différents types de métiers :

Le matériel de bonneterie est très diversifié. Les métiers peuvent être classés en fonction de leur forme, de leur technique de tricotage, du type d'aiguilles, du type de contextures réalisables, etc... De façon générale, on répertorie les métiers de la manière suivante :

III.6.2.1. Les métiers rectilignes :

Machines tricoteuses à aiguilles à clapet ou tricoteuses à mailles retournées, ces machines peuvent être à simple ou à double fonture. Les fontures sont rectilignes. Un "chariot" mobile contenant les cames de tricotage se déplace parallèlement à celle-ci et transmet les mouvements désirés aux aiguilles. Il entraîne dans son déplacement un ou plusieurs "guide-fils" alimentant les aiguilles.

Les guide-fils mobiles sur une ou plusieurs lames de guidage constituent le "rayeur".

Le chariot peut contenir deux systèmes de cames. On parlera alors de métier "double-chute" permettant le tricotage de deux rangées de mailles par course.

Les sélections d'aiguilles, modifications de position des cames, choix du guide-fil, mouvement de chevalement, etc... sont programmés sur un support spécial : une chaîne de cartons perforés, un film, une bande magnétique et autres, en fonction du degré de sophistication du métier. Les ordres inscrits sur ce support sont lus et transmis mécaniquement ou électriquement (métiers électroniques) aux organes concernés.

III.6.2.2. Les métiers circulaires :

Dans le cas de métiers à simple fonture, celle-ci est constituée par un cylindre et les aiguilles sont disposées suivant les génératrices. Cette fonture peut-être horizontale et s'appelle alors "plateau" ou "disque". Dans cette version, les aiguilles sont disposées radialement.

Dans le cas de métiers à double fonture, les aiguilles sont disposées en un cylindre et un plateau, ce dernier formant "couvercle" au cylindre. Ce type de métier est dit aussi "circulaire à côte".

Le métier circulaire à double cylindre est la version circulaire du métier à MR. Chaque fonture cylindrique se trouve en vis à vis, les rainures de l'une en face des rainures de l'autre et ainsi l'aiguille à MR pourra passer d'un cylindre à l'autre.

III.6.2.3. Autres métiers :

Certains métiers, bien qu'appartenant à l'une des trois catégories précédentes, sont désignés par des appellations propres correspondant le plus souvent soit au nom de l'inventeur, soit au type de tricot. Les principaux sont les suivants :

- Métier COTTON : métier rectiligne, 1 fonture et à aiguilles à bec.
- Métier RACHEL : métier rectiligne ou circulaire, à 1 ou 2 fontures, équipé d'aiguilles à clapet et travaillant suivant la technique chaîne.
- Métier chaîne : mêmes caractéristiques que le précédent, mais les aiguilles sont à bec.

. REMARQUE : On répartit suivant les métiers à tricoter en métiers "mécaniques" ou métiers "électroniques". Les seconds se distinguent par le système de sélection électromagnétique des aiguilles (on reviendra sur la sélection dans les pages qui suivent).

III.6.3. Les jauges de métiers :

Les machines à tricoter sont équipées, en fonction de leur destination, d'un nombre variable N d'aiguilles sur une longueur L de fonture.

Le rapport $\frac{N}{L}$ fournit une indication sur la finesse du tricotage. Ce rapport correspond à la densité d'aiguilles ou jauge.

Les unités de mesure de N et L différent suivant les pays d'où l'existence de plusieurs systèmes de jauge.

. REMARQUE : La jauge d'un métier est toujours donnée en ne considérant qu'une seule fonture.

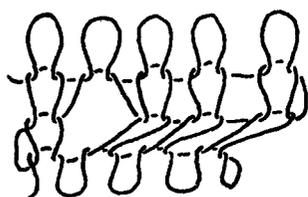
III.7. REPRESENTATIONS GRAPHIQUES D'UN TRICOT :

Dans la représentation graphique d'un tricot, deux types de considérations entrent en jeu : où l'on cherche à représenter l'aspect "visuel" du tricot où l'on ne s'intéresse qu'à l'aspect "technique" de la formation des mailles. Pour avoir donc une idée précise du tricot, il est évident que les deux représentations sont nécessaires.

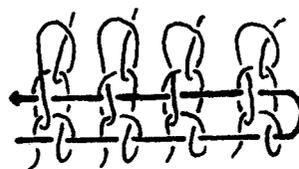
III.7.1. Aspect "visuel" du tricot :

III.7.1.1. Représentation des entrelacements réels :

Ce type de représentation tient compte de l'entrelacement réel des fils entre eux (figure III.9.),



Tricot trame



Tricot chaîne

FIGURE III.9. : Exemples de représentation d'entrelacements réels de tricots.

Cette représentation a l'avantage de donner une idée exacte sur la nature des entrelacements, les types de mailles et les contraintes subies par les fils. Mais, dans la pratique, ce mode de représentation s'avère long, fastidieux et souvent même inutile.

III.7.1.2. Représentation par "mise en carte" :

Dans les tricots qui tirent leur aspect principal d'une opposition de couleurs entre des mailles voisines, sur l'une ou sur les deux faces du tricot, il est d'usage de ne représenter que les mailles d'une seule face à la fois en reconstituant le motif coloré. Cette représentation ou "mise en carte" s'effectue sur du papier quadrillé (voir Chapitre II) et est strictement analogue à celle utilisée pour les "armures factices" dans le Tissage (figure III.10.).

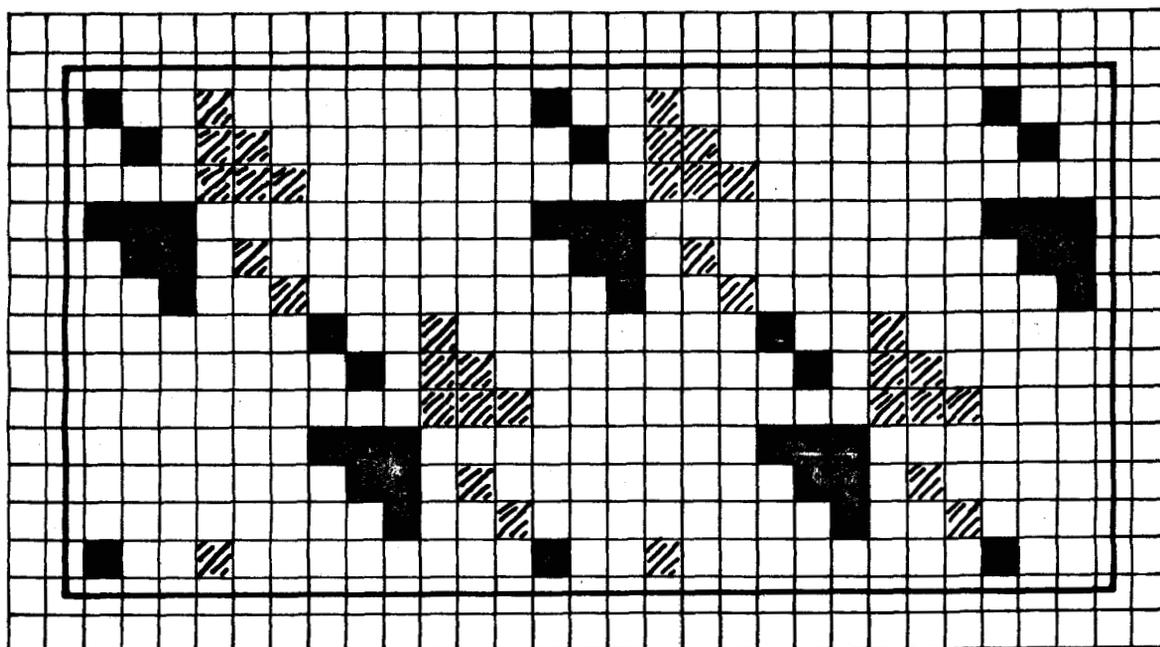


FIGURE III.10. : Exemple de représentation d'un tricot par "mise en carte".

Cette représentation est très utilisée surtout pour les "tricots Jacquards", soit pour les tricots où l'aspect du motif coloré importe le plus et où la nature des entrelacements (les contextures) est secondaire.

III.7.2. Aspect "technique" de la formation des mailles :

Ces représentations tiennent compte du travail des aiguilles.
Les deux principales sont les suivantes :

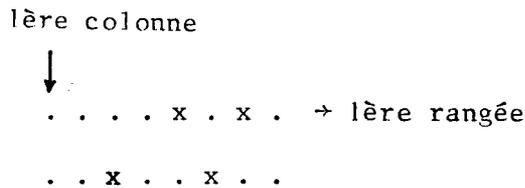
III.7.2.1. Représentation schématique des entrelacements ou graphiques de contextures :

Dans la réalisation de la plupart des tricots, on est amené à sélectionner, une fois pour toute, certaines aiguilles devant former les mailles à l'exclusion des autres. Cette sélection sera représentée en figurant les aiguilles "actives" des fontures par des "points" situés à l'emplacement supposé de chacune d'elles et les aiguilles supprimées ou constamment inactives par des "croix".

III.7.2.1.1. Représentation des tricots trame : La symbolisation des aiguilles est fonction du nombre de fontures nécessaires à l'exécution du tricot et nous aurons pour chaque rangée :

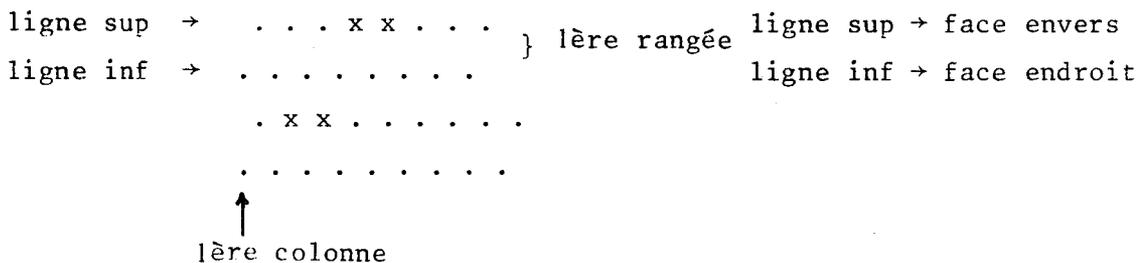
- une seule ligne de points ou de croix pour un tricot sur une fonture,

Exemple :



-- deux lignes de points ou de croix "quiconcés" pour un tricot sur deux fontures,

Exemple :



- deux lignes de points ou de croix en "vis à vis" pour un tricot à mailles retournées.

Exemple :
 lère colonne
 ↓
 ligne sup →
 ligne inf → . x . x . x . } lère rangée

La symbolisation de la trame d'alimentation (fig. III.11) est figurée sous la forme d'un trait plein ou interrompu qui :

. entoure complètement, en croisant, le point correspondant à une aiguille formant maille sur la fonture avant ou arrière :



fonture avant



fonture arrière

. contourne le point correspondant à une aiguille qui cueille sur la fonture avant ou arrière :



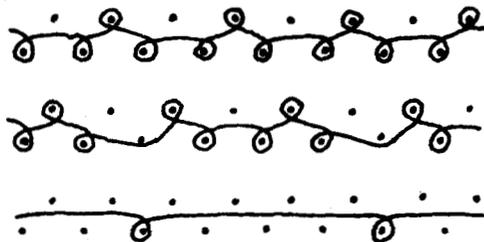
fonture avant



fonture arrière

. passe en dehors des points représentant une aiguille immobile momentanément et des croix.

FIGURE III.11. : Exemple de représentation schématique des entrelacements (ou graphique de contexture) d'un tricot trame.



On représente ainsi l'évolution des trames sur tout un raccord. Cette représentation a l'avantage de la simplicité et de la rapidité, mais comme chaque ligne ou double ligne vise à représenter le liage tel qu'il apparaît en coupe transversale au niveau d'une rangée, on n'a aucun renseignement sur l'aspect "de face" du tricot.

III.7.2.1.2. Représentation des tricots chaîne : Elle est similaire à celle des tricots trames. La symbolisation des aiguilles se fait par l'intermédiaire d'une "grille support" formée de points symbolisant les aiguilles aux rangées successives.

Exemple :

rangée 4 → → aiguilles d'une des fontures
 rangée 3 →
 rangée 2 →
 rangée 1 →

L'assimilation de la "jetée" par un arc de circonférence coiffant le point, donc l'aiguille, donne une représentation simplifiée du travail effectif de la passette lors de cette phase (figure III.12.)

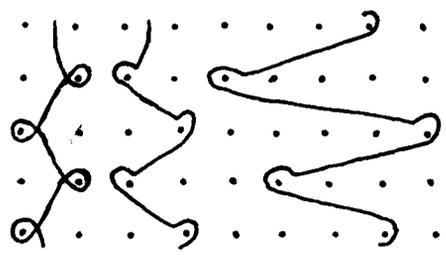
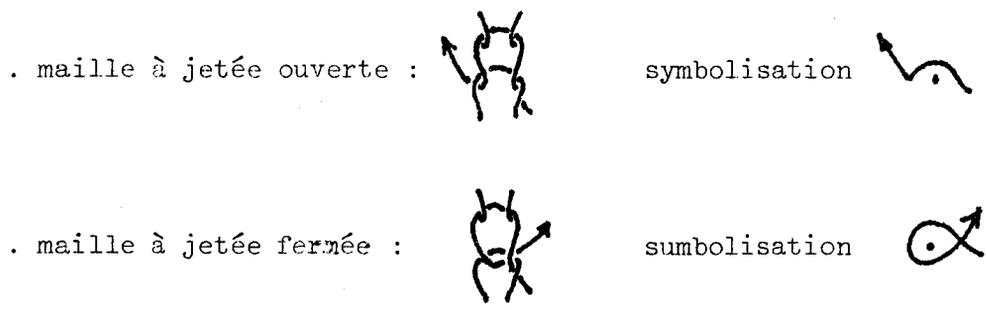


FIGURE III.12. : Exemple de représentation schématique des entrelacements d'un tricot chaîne.

. Signes conventionnels :

- x pour les aiguilles d'endroit formant mailles
- + pour les aiguilles d'envers formant mailles
- o pour les aiguilles d'endroit cueillant sans abattre
- pour les aiguilles d'envers cueillant sans abattre
- pour les aiguilles d'endroit et d'envers restant immobiles.

. Remarque : Il n'existe aucune normalisation concernant ce mode de représentation.

III.8. FACTEURS DE FAÇONNAGE DES TRICOTS :

Le créateur-bonnetier dispose de certains éléments pour chaque technique de tricotage. L'emploi de ces éléments en "combinaisons" successives ou simultanées entraîne la création de nouvelles structures maillées.

III.8.1. Facteurs de façonnage pour les tricots trame :

III.8.1.1. La serre :

La longueur du fil tiré par l'aiguille au serrage détermine la grandeur de la maille produite par cette aiguille. On peut donc faire apparaître dans la surface tricotée des mailles de grandeurs différentes en vue de créer des effets particuliers.

. *Exemple* : tricots peluche.

III.8.1.2. Le fil :

Élément très important du façonnage, chacune de ses caractéristiques (nature, titre, couleur, etc...) peut modifier l'aspect et les propriétés du tricot.

Deux techniques de tricotage utilisent le façonnage par le fil : la technique de vanisage et la technique intarsia.

Dans la technique *vanisage* l'aiguille est alimentée par deux fils de nature ou de couleurs différentes. En limitant les zones de tricot où interviennent les deux fils, par le choix de leur mode de superposition, il est possible de créer des motifs variés.

Dans la technique *intarsia* l'article présente des couleurs différentes juxtaposées et chacune de celles-ci est tricotée avec un seul fil dont la course d'alimentation est limitée à la largeur de la zone.

III.8.1.3. L'aiguille :

La jauge peut être assimilée à un élément de façonnage car l'écartement variable des aiguilles implique des modifications d'aspect du tricot.

Tout arrangement de mailles de nature différente (endroit ou envers) dans la rangée correspond à une disposition précise des aiguilles qui les fabriquent. Créer donc le façonnage par l'aiguille nécessite de pouvoir la situer là et quand on la désire, d'où le problème très complexe de la sélection des organes de tricotage.

Citons les principaux modes de sélections :

- . Sélection totale des aiguilles d'une fonture, ce qui revient à empêcher la formation de maille sur une des fontures.

- . Sélection par placement d'aiguilles. Il s'agit de placer les aiguilles suivant un ordre défini, maintenant les unes dans la zone de travail, en supprimant les autres.

- . Sélection par différence de hauteur de talon. Les aiguilles placées en fonction de l'effet à produire, leur sélection se fait en fonction de la hauteur du talon.

- . Sélection par variation de la position du talon sur l'aiguille. Les aiguilles présentent des longueurs de tiges différentes.

- . Sélection par organes auxiliaires. Un organe auxiliaire (clavette, poussoir, jack) est couplé à l'aiguille et les modes de sélection précédents sont appliqués à cet organe.

- . Sélection Jacquard. La sélection est libre, chaque aiguille pouvant être programmée indépendamment des autres.

L'aiguille est certainement l'élément le plus déterminant dans le façonnage de la maille pour les tricots trame.

III.8.1.4. Les éléments dérivés :

Une modification du mouvement de l'aiguille pendant son travail ou un non-respect des conditions de formation de maille simple engendre la création d'éléments dérivés de façonnage dont les principaux sont : *le retournement, la charge, la boucle, l'abandon, le flotté.*

. Le retournement consiste à inverser le sens de tirage de la boucle dans la même colonne (donc pour une même aiguille à MR). Cette technique permet ainsi d'obtenir une succession de mailles endroit et de mailles envers aussi bien dans le sens rangée que dans le sens colonne. Cette disposition confère aux tricots qui en résultent une déformabilité, une élasticité dans les deux sens, ce qui fait qu'ils sont très appréciés pour les articles de layette surtout. De plus, le fait de pouvoir juxtaposer dans un tricot, des zones unies de nature différente et des effets de mailles retournées, permet la création de nombreux effets de relief.

. La charge consiste en une absence de séparation entre l'ancienne maille et la boucle cueillie. Le fil n'est donc pas transformée en maille, mais conserve sa nature "boucle". Celle-ci vient se poser sur la tête de la maille précédente.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour arriver à ce but :

- absence de chute sur la tige, donc montée incomplète de l'aiguille; c'est la charge "sous-clapet", dont les différentes phases apparaissent sur les schémas de la figure III.14.

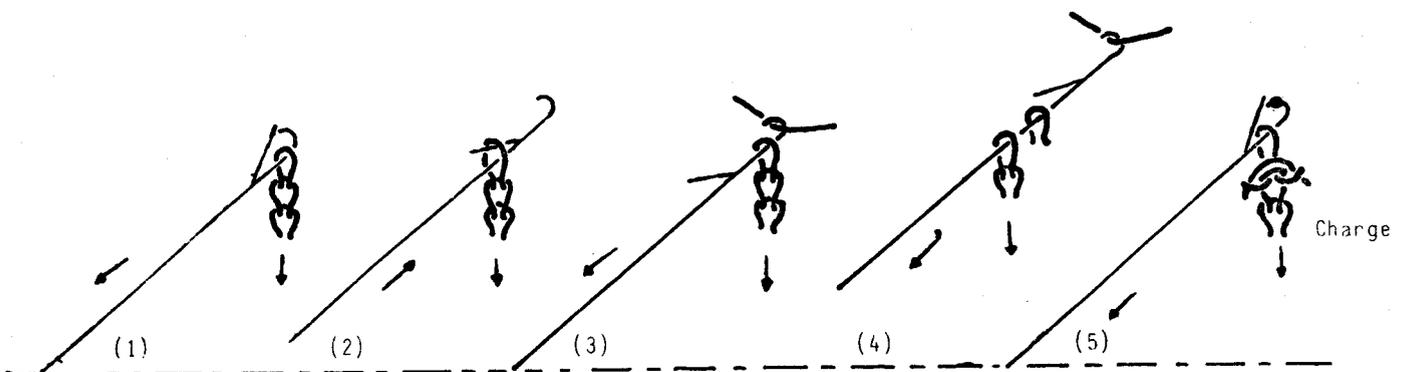


FIGURE III.14. : Schémas du cycle d'obtention d'une charge "sous-clapet".

On s'aperçoit bien qu'en phase (2) l'aiguille effectue une demi-ascension, c'est-à-dire que son mouvement s'arrête alors que l'ancienne maille repose encore sous le clapet de l'aiguille.

C'est la technique de charge la plus utilisée car elle est sûre et fatigue peu le fil.

- pas d'abattage, donc descente incomplète de l'aiguille ; c'est la charge "sur-clapet", dont voici illustrées sur la figure III.15. les différentes phases :

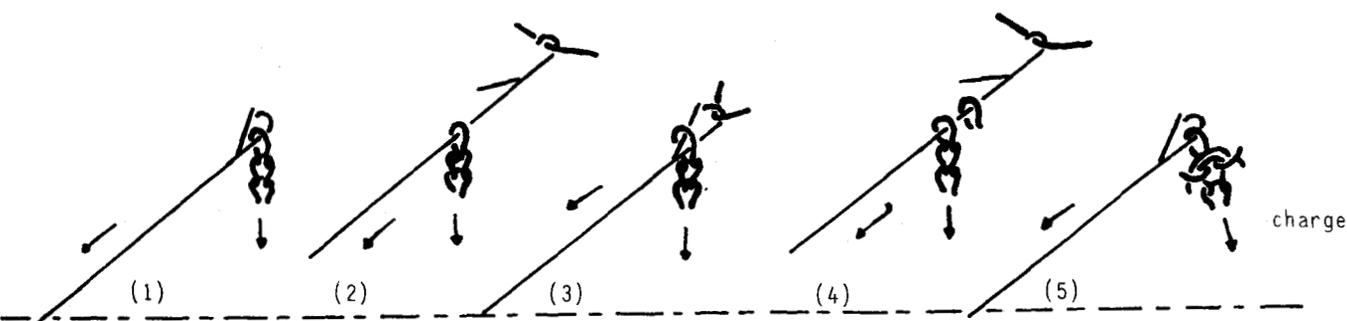


FIGURE III.15. : Schémas du cycle d'obtention d'une charge "sur-clapet".

En phase (3), l'aiguille après avoir effectué une ascension complète, interrompt son mouvement de descente juste avant l'abattage de l'ancienne maille qui repose toujours sur le clapet fermé.

- non pressage dans le cas d'aiguille à bec (se référer à la formation de maille avec aiguille à bec).

L'ensemble formé par l'addition d'une boucle de fil sur la tête de maille donne une maille double et la répétition de cette opération fournit une maille multiple.



Maille double



Maille multiple

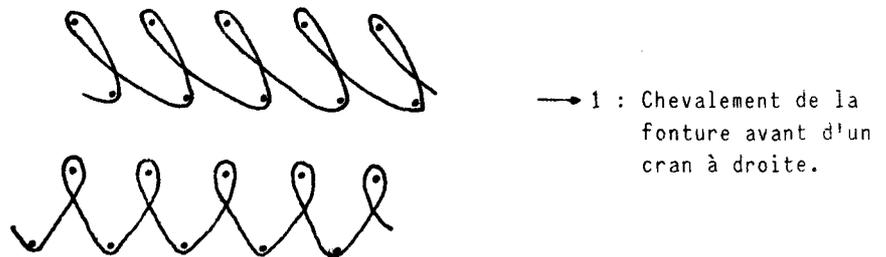
Cette technique de charge est l'un des éléments de façonnage le plus exploité tant son effet est varié : augmentation du relief du tricot, augmentation de l'épaisseur, déformation des mailles par la charge d'où effet de "perle", indémaillabilité. etc....

III.8.1.5. Les traitements ultérieurs :

Ils n'interviennent qu'après la formation de la maille soit hors du cycle de tricotage. Ce sont le chevalement et le report.

III.8.1.5.1. Le chevalement consiste en un déplacement latéral d'une fonture par rapport à l'autre ce qui entraîne le changement de placement relatif des aiguilles de ces fontures. Cette technique appliquée à des contextures à côtes uniquement, provoque l'inclinaison des mailles portées par les aiguilles au moment du chevalement. Cet effet est d'autant plus accentué que la contexture est asymétrique (pas de compensation envers-endroit) et que l'amplitude du chevalement est grande.

Exemple :



Si l'on chevaie la fonture où l'on vient d'abattre les mailles, le sens d'inclinaison de celle-ci sera le même que celui du chevalement.

Voici le tableau résumant les différents cas possibles de chevalement dans le cas de métier rectiligne.

Amplitude du chevalement	Chevalement de la fonture avant		Chevalement de la fonture arrière	
	à gauche	à droite	à gauche	à droite
après avoir abattu sur fonture avant	Inclinaison à gauche	Inclinaison à droite	Inclinaison à droite	Inclinaison à gauche
après avoir abattu sur fonture arrière	Inclinaison à droite	Inclinaison à gauche	Inclinaison à gauche	Inclinaison à droite

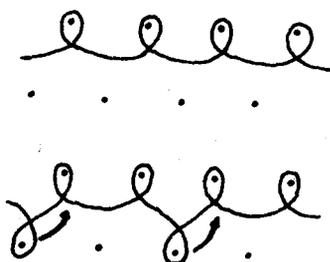
Le chevalement peut avoir aussi comme unique but la modification du placement relatif des aiguilles pour des raisons diverses, justifiées soit par la contexture, soit par le placement lui-même, soit par l'opération qui suit : le report.

III.8.1.5.2. Le report : c'est le traitement le plus riche en effets. Il consiste en un prélèvement de la maille, puis en son transfert sur un autre organe de tricotage.

Sans trop entrer dans les détails on distingue deux techniques de report :

- Le report transversal qui consiste en un transfert d'une ou plusieurs mailles des aiguilles d'une fonture sur les aiguilles de l'autre fonture. Cette technique est surtout utilisée pour la transition d'une contexture côte à une contexture à l'uni (travail sur une fonture unique) ou l'obtention d'effets de mailles retournées.

Exemple :



. Les flèches symbolisent les reports.

Toutes les mailles endroit sont transférées, ce qui permet de libérer la fonture avant et de ne tricoter que sur la fonture arrière (tricotage à l'uni).

Ce type de report nécessite un chevalement d'une des fontures d'un demi cran de façon à ce que les aiguilles des deux fontures soient les unes en face des autres pour que les mailles puissent "basculer" d'une aiguille à celle d'en face.

- Le report latéral (ou par poinçonnage) qui consiste en un transfert d'une maille (ou plusieurs) d'une aiguille à une aiguille voisine sur la même fonture. En plus de son caractère anti-démaillabilité, cette technique de report a des utilisations multiples.

A l'intérieur du panneau de tricot, elle permet des effets de "jour" ou des torsades (figure III.16.).



FIGURE III.16. : Exemple d'effet de jour obtenu par report latéral de maille.

En lisière de panneau, elle permet l'augmentation ou la diminution de la largeur de travail (= largeur de panneau) donc une mise en forme de l'article (technique du "fully fashioned").

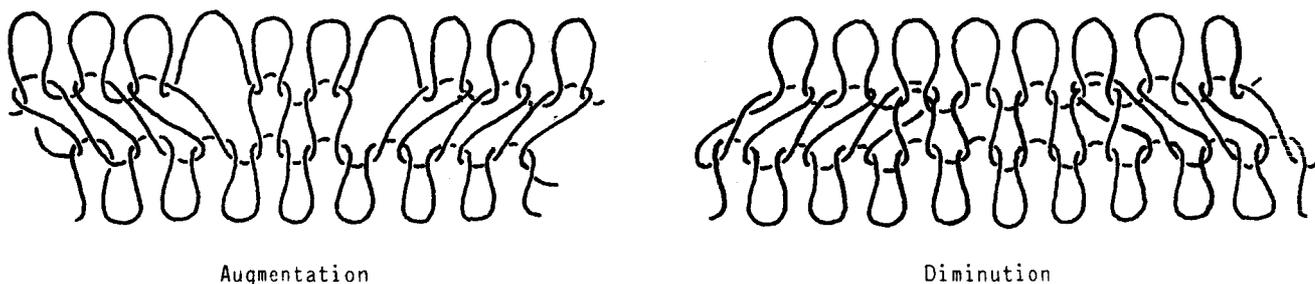


FIGURE III.17. : Exemple d'effets d'augmentation et de diminution par report latéral de mailles.

III.8.2. Facteurs de façonnage pour les tricots chaîne :

La plupart des éléments de façonnage, pour cette classe de tricots, sont identiques à ceux de la classe précédente. Le façonnage dépend généralement du fil, vu que les mouvements des aiguilles sont en principe constants. De plus, la technique chaîne par elle-même ne permet aucun traitement ultérieur.

III.8.2.1. La serre :

Trois paramètres déterminent la serre du tricot : ce sont le fil, l'aiguille et le serrage (mouvement de descente après abattage). On peut obtenir des effets de serrage locaux en agissant sur le fil soit en freinant ou en augmentant son débit.

III.8.2.2. Le fil :

En plus de ce qui a été dit pour les tricots trame, il est possible, lors de l'opération de l'ourdissage, d'arranger les dispositions particulières de bobines en jouant sur les caractéristiques des différents fils et d'arriver ainsi à des rangées de tricotage différenciées.

Rappelons aussi que le fil est l'élément de façonnage principal dans les tricots chaîne. En effet, son déplacement rangée par rangée par rapport aux aiguilles ("jetée-sous" combinée ou non avec un "jetée sur") détermine la contexture du tricot.

III.8.2.3. L'aiguille :

Ses mouvements étant constants, ils ne contribuent pas au façonnage proprement dit. Son rôle est donc essentiellement passif.

Les seules possibilités sont soit de dégarnir partiellement la fonture en enlevant certaines aiguilles, soit de ne pas alimenter en fil quelques aiguilles pourtant laissées en activité.

III.8.2.4. Les éléments dérivés :

. Le retournement n'est pas réalisable car dans un métier chaîne traditionnel, une même aiguille ne peut tricoter successivement une maille endroit, puis une maille envers.

. L'effet trame est un effet produit par un fil ne travaillant qu'en "jetée sous" (voir paragraphe IV.5.). Sa liaison dans le tricot ne se fait donc pas en "maille", vu l'absence de "jetée sur" mais par "pinçage" entre les mailles (figure III.18.)

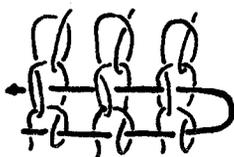


FIGURE III.18. : Exemple d'effet de trame.

. L'effet de presse correspond à l'effet de charge dans les tricots trame . Sur métier chaîne à aiguille à bec, le non pressage global ou local entraîne la formation d'une charge vu l'absence de séparation entre la boucle et l'ancienne maille (utilisation d'une lame de presse taillée qui permet d'isoler les charges, sur certaines aiguilles seulement).



FIGURE III.19. : Exemple d'effet de presse.

. L'effet crêpe consiste, sur métier à deux fontures, à interrompre, pendant un certain nombre de rangées, le tricotage sur l'une ou l'autre des fontures. On obtient ainsi des effets semblables à ceux obtenus lors du passage d'une structure à côtes à une structure à l'uni(ou vis versa) dans les tricots trame , c'est-à-dire essentiellement des effets de "bourrelets" ou de "joncs".

En conclusion, puisque l'élément de façonnage principal en tricotage chaîne est le fil, plus le nombre de barres à passettes du métier est important, plus le nombre d'effets possibles est élevé et la richesse de composition est grande.

III.9. PROCESSUS DE MISE EN FABRICATION D'UN TRICOT :

III.9.1. Remarque préliminaire :

Dans toute l'étude qui suit, il n'est plus question, implicitement, que des tricots trame pour métiers rectilignes. En effet, les tricots trame et chaîne étant si fondamentalement différents avec, en particulier, l'absence

de base commune en matière de représentation, il était difficilement possible de mener deux études en parallèle vu surtout le temps dont nous disposions.

Le choix de cette catégorie de tricots, plutôt que l'autre, nous a été suggéré par les professionnels de la bonneterie consultés, estimant pour cette classe de tricots des besoins plus pressants.

III.9.2. Phases de conception d'un tricot :

Remarquons tout d'abord que lors de la phase de conception d'un tricot, le créateur-bonnetier fait en général abstraction de tout ce qui est aspect technique de sa réalisation pour ne se préoccuper que du "rendu" visuel final du tricot et de certaines propriétés souhaitées (légèreté, élasticité, etc....).

La réalisation d'un tricot quelconque nécessite de solides connaissances des techniques de tricotage et du matériel de production.

Des deux constatations précédentes l'on déduit que très souvent les "créateurs" (phase "artistique") et les réalisateurs (phase "pratique") d'articles de bonneterie ne sont pas les mêmes personnes d'où l'importance des différentes représentations graphiques de tricots comme outils de transfert d'informations et de dialogue.

Les processus de conception différent nettement selon que le tricot tire son aspect de la nature des motifs figurés, c'est-à-dire des "effets de coloration" ou des entrelacements (contextures) choisis, soit des "effets de relief". Il est très rare que le créateur-bonnetier recherche, pour un même article, à la fois les deux types d'effets pour éviter toute impression de surcharge.

III.9.2.1. Tricots à effets de coloration :

Cet aspect peut s'obtenir par trois techniques distinctes :

- la technique de vanisage ou création de motifs colorés par superposition adéquate de fils de couleurs distinctes (alimentation de certaines aiguilles à certains moments par deux fils différents suivant un ordre de superposition précis),

- la technique intarsia ou les motifs colorés sont obtenus par juxtaposition de fils de couleur (chacune des zones de motif est tricotée avec un seul fil dont la course d'alimentation est limitée à la largeur de la zone concernée),

- la technique Jacquard qui consiste, quant à elle, à tricoter une rangée de tricot avec autant de fils de couleur que n'en comporte la ligne de motif (à représenter) correspondante grâce à des passages successifs de chariot (un passage par fil de couleur) combinés avec une sélection appropriée d'aiguilles en action.

Elles se caractérisent toutes les trois par l'utilisation, presque exclusive, du fil et de l'aiguille comme éléments de façonnage.

La technique Jacquard étant de loin la plus utilisée, nous nous y intéresserons plus particulièrement.

Le type de tricot résultant se caractérise par l'apparition d'un motif coloré, sans relief (pas de façonnage par éléments dérivés), sur une face ou sur les deux, ce motif pouvant être quelconque et comprendre jusqu'à quatre couleurs distinctes par rangée (voir chapitre II).

- Le motif image :

La première phase du processus de création, pour ce type de tricot, la plus importante aussi, celle nécessitant le plus d'efforts de créativité, est la phase de recherche du motif, autant du point de vue formes que choix des différents coloris.

- La mise en carte :

Une fois le motif élaboré, la seconde phase du processus consiste en sa mise en carte.

Ces deux phases ont fait l'objet d'une description assez approfondie au cours du chapitre II.

- Représentations graphiques des entrelacements - contextures :

A partir de cette mise en carte, on élabore, rangée par rangée, les représentations graphiques des liages en fonction de la catégorie technique choisie pour le tricot, ce choix imposant les propriétés physiques, la "tenue" de celui-ci. Cette phase consiste donc en une détermination de l'évolution du travail des aiguilles.

III.9.2.2. Tricots à effets de relief :

Pour ce type de tricots, deux procédures de création possibles :

- soit on symbolise les effets de relief souhaités par une représentation approximative, en deux dimensions, sur papier, puis on essaye de trouver les éléments de contexture correspondant à chaque relief,

- soit on réalise des "combinaisons" de contextures classiques, c'est-à-dire dont les effets de relief sont déjà connus (torsades, bourrelets, point de riz, etc....), à la manière des esquisses en tissage.

Dans les deux cas, les seuls facteurs de façonnage qui interviennent sont le serrage, les éléments dérivés ou les traitements ultérieurs.

Rajoutons que la démarche dans la recherche de ce type d'effets n'a rien de "déterministe". Le "concepteur" procède un peu par "improvisations", se laissant guider par son intuition, un peu à la manière des compositeurs de musique. Disposant d'un certain nombre d'outils de façonnage, il essaye de les "composer" entre eux, mais ce n'est qu'à l'échantillonnage qu'il peut juger des effets de sa "composition".

III.9.3. Phases de réalisation de l'échantillon de tricot :

Une fois que le tricot est exprimé sous forme de contextures graphiques traduisant le mode d'évolution du couple fil-aiguille, l'opérateur-machine, par examen de ces graphiques, doit pouvoir :

- déterminer les caractéristiques minima du matériel nécessaire à la fabrication du tricot : nombre de fontures, modes de sélection d'aiguilles, etc....

- choisir le type de métier à utiliser et fixer les données techniques de réalisation (Ce choix sera surtout dicté par les possibilités du matériel disponible dans chaque atelier).

- élaborer le support de commande du métier choisi ; selon les cas : le carton, la bande perforée, la bande magnétique, etc....

- monter et régler les organes de tricotage sur le métier sélectionné.

Précisions qu'en plus des graphiques d'entrelacements, le "concepteur" doit aussi transmettre à l'opérateur-machine toutes les indications sur les fils à utiliser, la jauge et le serrage. Muni de toutes ces données, la réalisation de l'échantillon de tricot ne pose plus de grandes difficultés, les métiers à tricoter ayant atteint actuellement un assez haut niveau d'automation.

III.9.4. Phases de réalisation du tricot :

A la vue et à l'examen de l'échantillon, le "concepteur" peut alors :

- soit se déclarer satisfait et décider une modification des données de fabrication ; ce qui revient souvent à relancer le processus de mise en fabrication à partir du début bien qu'un même motif puisse servir de base à de multiples variantes d'échantillonnage (surtout pour les tricots à effets de coloration où l'on ne modifie souvent que le choix des coloris),
- soit se déclarer satisfait et alors lancer le processus de réalisation du tricot proprement dit.

Dans le secteur de l'habillement, de loin le plus important, ce dernier processus débute par le calcul des patronnages. Déterminer un patronnage consiste en la détermination des dimensions des différents panneaux de tricot constituant l'article en fonction des différentes tailles. Pour chaque patronnage, les panneaux sont représentés à l'échelle du papier de mise en carte, dans leurs dimensions et formes réelles (aux échelles près). Ces dimensions sont ensuite traduites en nombre de rangées et de colonnes de mailles tricotées, diminuées ou augmentées des échelles de serre calculées au préalable sur l'échantillon tricoté.

III.10. CONCLUSION :

Entre l'instant où une idée de produit germe dans l'esprit du créateur-bonnetier et l'instant où celui-ci est enfin réalisé, un temps considérable s'écoule. De nombreuses modifications interviennent à chaque phase du processus ainsi que de fréquents retours en arrière avec, bien sûr, remise en question, parfois totale, du travail déjà effectué.

Le temps, dans l'industrie du textile surtout, est fort précieux ; les collections d'articles sont saisonnières et on ne peut suspendre le rythme des saisons. Face aux impératifs de la production, le créateur-bonnetier se trouve ainsi, comme dans beaucoup d'autres domaines de la création, fortement pressé, donc forcément limité dans son action créative.

Ce chapitre sur les notions élémentaires de bonneterie est loin de présenter, dans ses moindres détails, l'ensemble du processus de conception et fabrication d'un tricot, il facilite néanmoins la compréhension de notre dernier chapitre traitant d'un système C.F.A.O. en bonneterie.

CHAPITRE IV

CONSTRUCTION D'UN SYSTEME C.F.A.O. - BONNETERIE
AUTOUR DU NOYAU DE TRAITEMENT D'IMAGES.

CHAPITRE IV

IV.1. INTRODUCTION.....	IV.1.
IV.2. DEFINITION D'UN CAHIER DES CHARGES.....	IV.2.
IV.3. ORGANISATION DU SYSTEME D'AIDE AUTOUR DU NOYAU DE TRAITEMENT D'IMAGES.....	IV.3.
IV.3.1. Définition de la structure matérielle du système.....	IV.3.
IV.3.2. Définition de la structure logicielle du système.....	IV.5.
IV.4. MISE EN OEUVRE DU SYSTEME.....	IV.8.
IV.4.1. Aide à la conception des tricots à effets de reliefs.....	IV.9.
IV.4.1.1. <i>Représentation des contextures</i>	IV.9.
IV.4.1.1.1. Cas d'une rangée de mailles.....	IV.9.
IV.4.1.1.2. Cas d'une rangée de reports.....	IV.12.
IV.4.1.1.3. Cas de chevalement.....	IV.14.
IV.4.1.2. <i>Acquisition de contextures</i>	IV.14.
IV.4.1.2.1. Modes opératoires.....	IV.14.
IV.4.1.2.2. Principaux utilitaires d'acquisition	IV.16.
IV.4.1.2.3. Le programme principal d'acquisition ACQLON	IV.17.
IV.4.1.3. <i>La bibliothèque de contextures</i>	IV.17.
IV.4.1.3.1. Structure.....	IV.17.
IV.4.1.3.2. Utilitaires de gestion.....	IV.19.
IV.4.1.4. <i>Procédure de chargement de contextures en bibliothèque</i>	IV.20.
IV.4.1.4.1. Principaux utilitaires de chargement	IV.20.
IV.4.1.4.2. La routine principale de chargement REFIGR	IV.20.

IV.4.1.5. Procédure de récupération de contextures en bibliothèque.....	IV.22.
IV.4.1.5.1. Principaux utilitaires de récupéra- tion.....	IV.22.
IV.4.1.5.2. La routine principale de récupéra- tion VISCON	IV.23.
IV.4.1.6. Modification de contextures en bibliothè- que - Le programme MODGRA	IV.23.
IV.4.1.7. Détermination de représentations approchées de tricots à partir de leurs contextures - Le programme APVICO	IV.25.
IV.4.2. Aide au placement de motifs sur panneaux de tricots.....	IV.27.
IV.4.2.1. Acquisition de panneaux.....	IV.28.
IV.4.2.2. Le programme principal de placement PLAMOT	IV.29.
IV.4.3. Optimisation du choix d'un métier.....	IV.30.
IV.4.3.1. Quelques considérations sur les métiers (rectilignes).....	IV.30.
IV.4.3.2. Acquisition d'une maquette de tricot - Le programme ACQMAQ	IV.34.
IV.4.3.3. Détermination des caractéristiques minima du matériel nécessaire à la réalisation d'une maquette.....	IV.36.
IV.4.3.3.1. Principaux utilitaires de détermina- tion.....	IV.36.
IV.4.3.3.2. Le programme principal LARMET	IV.36.
IV.4.4. Aide à l'élaboration d'un support de commande de métier.....	IV.38.
IV.4.4.1. Placement de base d'ensembles aiguilles - clavettes et cycle d'évolution des cames..	IV.38.
IV.4.4.1.1. Détermination du placement de base...	IV.39.
IV.4.4.1.2. Détermination de la chaîne de cartons Jacquard - Le programme LARMOT	IV.40.
IV.4.4.1.3. Détermination du cycle d'évolution des cames - Le programme MOVLAM	IV.42.

IV.4.4.2. <i>Affectation des couleurs et le cycle de marche des guide-fils</i>	IV.44.
IV.4.4.2.1. Définition d'un graphique de marche des guide-fils.....	IV.45.
IV.4.4.2.2. Notion de cycle de marche des guide-fils.....	IV.46.
IV.4.4.2.3. Détermination du cycle de marche des guide-fils - Le programme CAMGF ...	IV.48.
IV.5. CONCLUSION.....	IV.50.

IV - CONSTRUCTION D'UN SYSTEME C.F.A.O. - BONNETERIE AUTOUR DU NOYAU DE TRAITEMENT D'IMAGES.

IV.1. INTRODUCTION :

Le noyau de traitement d'images, étudié et présenté, dans le Chapitre II, nous a permis de mesurer l'apport, non négligeable, d'un système d'aide informatisé en matière de création de motifs-image.

Comme on a pu le constater, au cours du chapitre précédent, la création de motifs ne constitue qu'une phase d'un processus de création d'articles tricotés long et complexe. C'est de ces deux constatations qu'est née, en grande partie, l'idée d'un système d'aide généralisé à l'ensemble des opérations de création en bonneterie.

Dans un premier temps, il s'agissait d'établir un plan d'étude et de définir ainsi des tâches prioritaires. Dans cette perspective, des rencontres avec les représentants de la profession ont été organisées et nous avons pu recueillir leurs observations et leurs suggestions. De l'exposé de leurs problèmes nous avons pu réaliser jusqu'à quel point la lenteur et les coûts élevés des processus de créations constituent un véritable goulot d'étranglement. En effet, tout l'effort technologique de cette dernière décennie s'est porté, essentiellement, sur la réalisation de nouveaux métiers à tricoter de plus en plus performants. Ces métiers ont atteint, aujourd'hui, un degré de sophistication tel que les possibilités de tricotage sont devenues pratiquement illimitées. Le bonnetier se trouve donc disposant d'un matériel appréciable dont il ne peut tirer le maximum de profits ou, dans le contexte plus général, une industrie de la bonneterie placée dans une situation caractérisée par les trois éléments suivants :

- des moyens de production sophistiqués autorisant la réalisation d'articles aussi complexes que variés,
- un marché en évolution de plus en plus rapide,

- un processus de création lent et coûteux, encore à l'état artisanal, en marge de la technologie moderne.

De tout ceci, une seule conclusion s'imposait : faire bénéficier la création en bonneterie, à son tour, du progrès technique en mettant à la disposition des stylistes-créateurs un outil informatique moderne, d'une utilisation aisée, leur laissant toute latitude dans leur créativité, tout en les délivrant des soucis de calcul, de faisabilité, leurs permettant, en un mot, une utilisation rationnelle des moyens de production existants, et cet outil, dont la description fait l'objet de ce dernier chapitre, ne pouvait être autre que ce que l'on désigne (voir chapitre I) par système de Conception et de Fabrication Assistée par Ordinateur (C.F.A.O.).

IV.2. DEFINITION D'UN CAHIER DES CHARGES :

Les besoins étant recensés, les objectifs fixés, il nous fallait dresser, dans un second temps, le cahier des charges pour définir clairement le cadre de notre étude.

Plusieurs esquisses de cahier des charges ont été proposées puis remises en question en fonction des difficultés rencontrées lors des études de faisabilité. En définitive le cahier retenu s'articule autour des cinq points suivants :

. 1 - Aide à la conception de tricotés à effets de coloration :

Représenter sur un écran ce type de tricotés, ou plus précisément, donner à l'opérateur la possibilité de recopier ou créer une image sur un écran, par le biais d'une tablette graphique et de faire des recherches de "combinaisons" de couleurs. En fait, une application directe du noyau de traitement d'images.

. 2 - Aide à la conception de tricotés à effets de relief :

Représenter sur un écran des schémas d'entrelacements ou graphiques de contextures, toujours par le biais d'une tablette graphique, puis à partir de ceux-ci, aboutir à une visualisation, même approximative, du tricot correspondant.

. 3 - Aide au placement des motifs, couleurs ou reliefs, sur panneaux de tricot : Représenter sur un écran les panneaux avec les répartitions de motifs choisis, l'aspect d'un panneau étant totalement tributaire de ces répartitions. Ceci constitue aussi une application directe du noyau de traitement d'images, surtout dans la mesure où un relief peut-être "simulé" par un motif approprié.

. 4 - Optimisation du choix d'un métier : Déterminer, à partir des caractéristiques du tricot, le matériel minimum nécessaire à sa réalisation, soit le type de métier le plus adéquat et ceci pour permettre une utilisation plus rationnelle des métiers disponibles.

. 5 - Elaboration d'un support de commande de métier : Déterminer, à partir des caractéristiques du tricot et du métier choisi pour le produire, les éléments principaux de commande à savoir : la répartition de base des ensembles aiguilles-clavettes, le cycle d'évolution des cames, l'affectation des guide-fils aux couleurs et leur cycle de marche.

Les problèmes de création en bonneterie sont certainement plus nombreux que ne le laisserait supposer ce cahier des charges, mais il s'agissait, avant tout, d'asseoir le système, c'est-à-dire de construire le noyau de base sur lequel viendrait se greffer une nouvelle fonction à chaque nouveau besoin exprimé. Pour pouvoir se prêter à cette évolution progressive, le système devrait présenter une structure agrégative ou modulaire de manière à ce que toute incorporation de module puisse se faire sans remise en question de l'ensemble.

IV.3. ORGANISATION DU SYSTEME D'AIDE AUTOUR DU NOYAU DE TRAITEMENT D'IMAGES :

IV.3.1. Définition de la structure matérielle du système :

On sait que tout système C.F.A.O. est l'accumulation, autour d'une unité centrale de calcul, d'organes d'entrée, de sortie et de désignation. Le choix de ces trois types d'organes est fonction des réponses apportées aux trois questions qui suivent :

- Que veut-on entrer ? C'est-à-dire quelles informations ou données veut-on introduire dans le système ? La réponse à cette question définit l'organe d'entrée.

- Sous quelles formes faut-il afficher les résultats ? La réponse à celle-ci définit les organes de sortie.

- Quel niveau d'interaction désire-t-on . La réponse à cette dernière définit enfin les organes de désignation ou de dialogue.

En fait, le problème est un peu plus complexe que cela car d'une part les différents types d'organes doivent être compatibles entre eux et avec l'unité de calcul et que d'autre part plusieurs organes peuvent assurer une même fonction, interviennent alors des considérations de performance, de fiabilité et de coût.

Le cahier des charges dressé, spécifiait :

- La possibilité d'entrée des images, des graphes de contextures et des données alphanumériques. Vu la nature des images et des graphes, une tablette graphique pouvait faire l'affaire et pour les données alphanumériques, un simple clavier.

- La possibilité de visualiser ces images et ces graphes sur un écran et d'agir directement sur ceux-ci, d'où la nécessité d'un système de visualisation couleur, graphique et **interactif**.

- La possibilité de disposer d'un document renfermant les données calculées, données de commande par exemple. On avait le choix entre un système de hard-copy (trop cher) ou un télétype.

Le résultat de tout ceci et ce n'est pas un hasard, est que la structure matérielle choisie pour le noyau de traitement d'images (figure IV.1.) convient totalement comme support matériel du système C.F.A.O. Bonneterie.

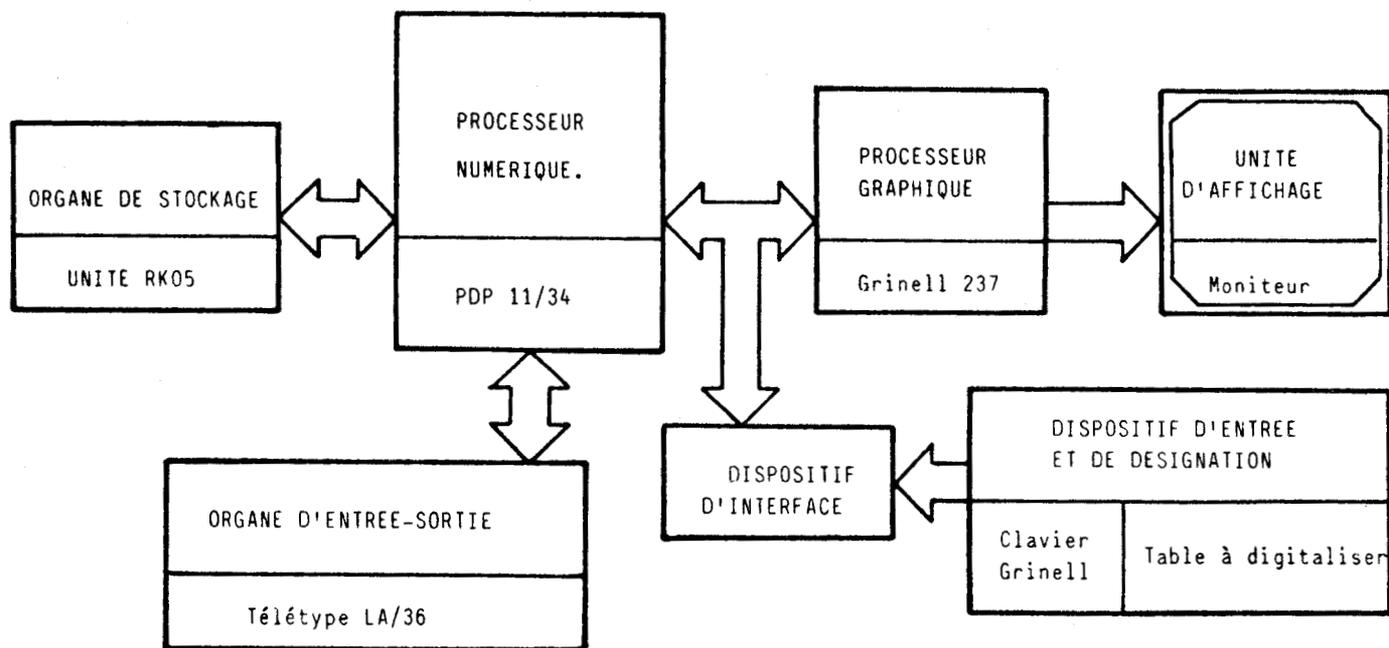


FIGURE IV.1. : Structure matérielle du système C.F.A.O. - Bonneterie.

IV.3.2. Définition de la structure logicielle du système :

Le cahier des charges déterminé, le matériel choisi, il ne restait plus qu'à définir la structure logicielle du système, c'est-à-dire comment les différents modules doivent s'organiser entre eux et autour de la base de données commune. Le schéma de la figure IV.2. illustre la structure adoptée.

Nous distinguons nettement sur ce schéma, les cinq modules de traitement correspondants aux cinq tâches du cahier des charges :

MODULE 1

MODULE 2

MODULE 4

MODULE 5

MODULE 3

Programmes d'introduction, de modification ou de manipulations de motifs ou panneaux

Programme et codage et de stockage de motifs ou panneaux

Programme de placement interactif de motifs sur panneaux

Visualisation des effets du placement

Programme de gestion de la bibliothèque

Visualisation de motifs ou panneaux en bibliothèque



Programme d'extraction de la texture d'un motif (Jacquard)

Visualition de maquette sous forme de motifs ou sous forme graphique

Programme interactif de création de maquettes de tricot

Programme d'optimisation du choix d'un métier

Programme de détermination de représentations approchées de tricots

Classe de métier à utiliser et placement de base d'aiguilles

Caractéristiques du métier

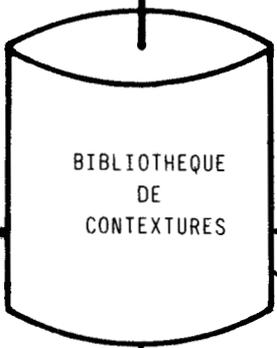
Programme de détermination du cycle de marche des guide-fils

Cycle de marche des guide-fils

Caractéristiques du métier

Programme de détermination du cycle d'évolution des cames

Cycle d'évolution des cames



Visualisation de contextures en bibliothèque

Programme de gestion de la bibliothèque

Programme de codage et de stockage de contextures

Programmes interactifs d'introduction et modifications de contextures



FIGURE IV.2. : Schéma synoptique de la structure logicielle du système C.F.A.O. - Bonneterie.

. Le module 1 d'acquisition et de traitement d'images (et panneaux) soit le noyau de traitement d'images du Chapitre II avec comme élément central : la bibliothèque d'images.

. Le module 2 de placement de motifs d'images sur panneaux avec comme élément central, la bibliothèque de panneaux. Un panneau n'étant en fait qu'un motif particulier, cette bibliothèque est incluse dans celle des motifs.

. Le module 3 d'acquisition et de traitement de graphiques de contextures, soit le noyau tricotage avec comme élément central : la bibliothèque de contextures.

. Le module 4 d'optimisation du choix d'un métier avec le programme d'acquisition de maquettes. Une maquette est l'esquisse d'un tricot, soit la répartition des différentes contextures le composant.

. Le module 5 d'élaboration du support de commande d'un métier avec, en particulier, les programmes de détermination des cycles de marche des guide-fils et d'évolution des cames.

Sur ce schéma apparaît aussi la manière dont sont interconnectées les trois bibliothèques constituant la base de données du système et le rôle prépondérant que joue le noyau de traitement d'images (module 1) dans l'articulation du système.

IV.4. MISE EN OEUVRE DU SYSTEME :

Nous allons nous efforcer de décrire, dans ce paragraphe, assez sommairement, l'ensemble des programmes et sous-programmes mis en oeuvre pour la réalisation des différentes fonctions du système.

Nous ne reviendrons pas sur le traitement d'images, ce module ayant fait l'objet de tout un chapitre.

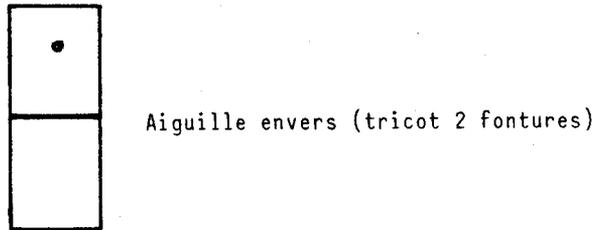
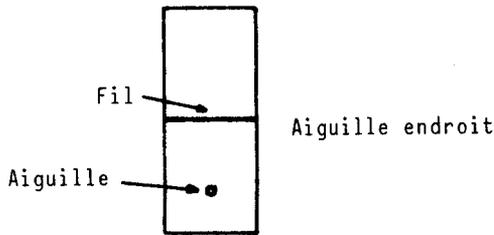
IV.4.1. Aide à la conception des tricots à effets de reliefs :

IV.4.1.1. Représentation des contextures :

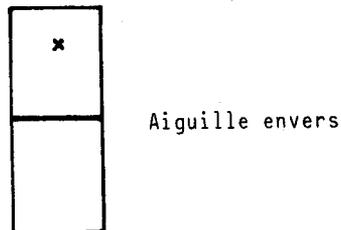
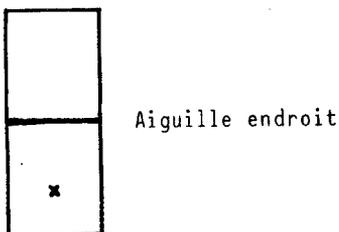
Une contexture est une succession de rangées de mailles et de reports.

IV.4.1.1.1. Cas d'une rangée de mailles : Du paragraphe (III.7.) nous avons retenu que trois types d'évolutions sont possibles pour le couple fil-aiguille :

. Soit l'aiguille reste immobile au moment du passage du fil, donc pas de cueillage. Les représentations schématiques de cet évolution, suivant que l'aiguille appartienne à la fonture avant ou arrière, sont les suivantes :



Si l'aiguille a été carrément supprimée, les représentations deviennent :



. Soit l'aiguille cueille le fil, lors du passage de celui-ci, mais sans que ce cueillage ne soit suivi d'un abattage ou précédé d'une chute (mouvement incomplet). Il y a formation d'une charge. Les représentations schématiques sont dans ce cas :



Aiguille endroit



Aiguille envers

. Soit l'aiguille cueille le fil, ce cueillage étant suivi d'un abattage. Il y a alors formation d'une maille (mouvement complet) et les représentations correspondantes sont celles qui suivent :

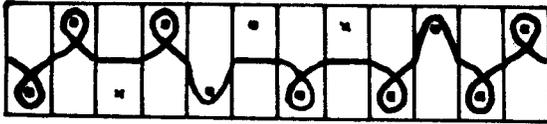


Aiguille endroit

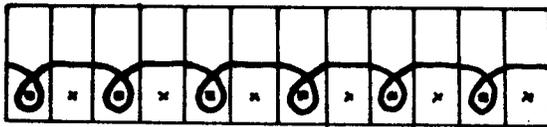


Aiguille envers

Toute rangée de mailles d'une contexture de tricot peut se représenter par la succession des 8 petits graphiques ci-dessus (figure IV.3.).



Rangée de mailles pour un tricot à côtes

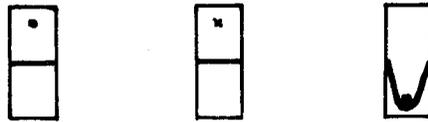


Rangée de mailles pour un tricot à l'uni (Jersey)

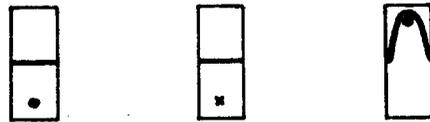
FIGURE IV.3. : Exemples de représentation d'une rangée de mailles à l'aide de primitives graphiques.

Lorsque le bonnetier désire tracer une rangée de mailles, il commence, en général, par tracer les points (ou croix) symbolisant les emplacements d'aiguilles puis un trait continu symbolisant le fil. Il peut alors :

. soit passer en dessous de "l'aiguille" ou de son emplacement normal :



. soit passer en dessus de "l'aiguille" ou de son emplacement normal :



. soit entourer "l'aiguille" :



Partant de cette constatation, nous avons décidé de coder dans les mémoires du calculateur par :

- . |010| un passage de fil par dessus une aiguille,
- . |100| un passage de fil par dessous une aiguille,
- . |110| un passage de fil entourant l'aiguille,
- . |000| un passage au-dessus ou au-dessous de l'emplacement d'une aiguille supprimée.

De plus une aiguille pouvant appartenir à l'une ou l'autre des deux fontures, dans le cas d'une contexture à côtes, nous mettons à |1| le bit de poids 1 pour une aiguille envers.

Exemple :

|010| passage de fil par dessus une aiguille d'envers.

|011| passage de fil par dessus une aiguille d'endroit.

Pour une contexture unie nous considérons simplement que toutes les aiguilles sont des aiguilles d'endroit.

A chaque type d'évolution du couple fil-aiguille, nous associons ainsi un code binaire sur 3 bits et toute rangée de mailles peut se traduire par une suite de ces codes (figure IV.4.).

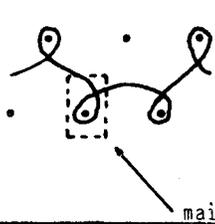
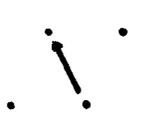
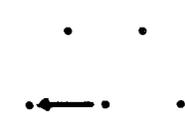
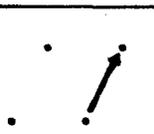
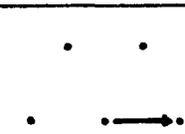
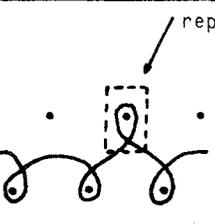
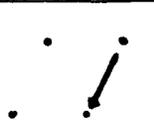
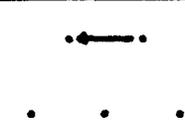
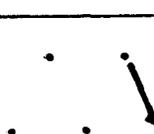
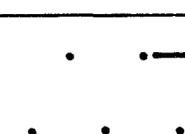
Rangée de mailles										
Codes	111	110	001	110	101	100	111	010	111	110
Equivalences décimales	7	6	1	6	5	4	7	2	7	6

FIGURE IV.4. : Exemple de codage d'une rangée de mailles.

. REMARQUE : Tous les codes pour aiguilles envers sont pairs et vis versa. Cette particularité nous sera d'une grande utilité, chaque fois qu'il s'agira de déterminer à quelle fonture appartient une aiguille.

IV.4.1.1.2. Cas d'une rangée de reports : Une rangée de reports est une rangée de travail où les seules actions réalisées sont des reports (voir chapitre I).

Sachant que le report peut se faire de la fonture avant vers la fonture arrière, ou inversement, vers la droite ou vers la gauche, il y a 8 cas de report à considérer (figure IV.5.).

Types de mailles		Reports possibles	
		Reports transversaux	Reports latéraux
Maille endroit		 <p>A-R et D-G</p>	 <p>LA et D-G</p>
		 <p>A-R et G-D</p>	 <p>LA et G-D</p>
Maille envers		 <p>R-A et D-G</p>	 <p>LR et D-G</p>
		 <p>R-A et G-D</p>	 <p>LR et G-D</p>

A = Avant G = Gauche LA = Latéral avant
 R = Arrière D = Droite LR = Latéral arrière.

FIGURE IV.5. : Les 8 cas de reports de mailles possibles.

En ne codant que l'aiguille portant la maille à reporter et en tenant compte du fait que sur une rangée de reports, il peut exister des aiguilles sur lesquelles aucun report n'intervient ou des aiguilles supprimées, cela fait au total 12 possibilités. Un codage binaire sur 4 bits est donc nécessaire et l'affectation des différents bits est la suivante :

. bit de poids 8 : indicateur de report de mailles. Ce bit est à |1| quand la maille portée par l'aiguille concernée est à reporter, à |0| dans le cas contraire.

. bit de poids 4 : indicateur de type de report. Ce bit est à |1| s'il s'agit d'un report transversal, à |0| dans le cas contraire.

. bit de poids 2 : indicateur de sens de report. Ce bit est à |1| lorsque le report se fait vers la gauche, à |0| dans le cas contraire.

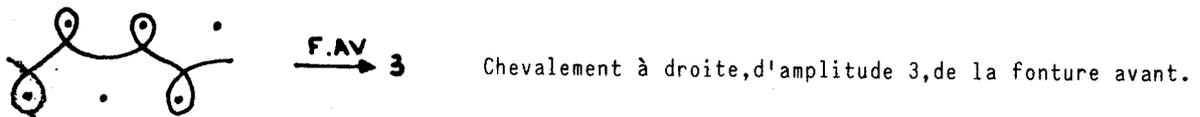
. bit de poids 1 : indicateur de type d'aiguille. Comme pour une rangée de mailles, ce bit est à |1| s'il s'agit d'une aiguille endroit et à |0| dans le cas contraire.

Rangée de mailles avec reports	
Rangée de reports correspondante	
Codes	0011 0100 1000 0100 1111 0010 1100 1010 1100 0111 0011 0010
Equivalences décimales	3 4 1 2 15 8 3 10 3 14 3 2

FIGURE IV.6. : Exemple de codage d'une rangée de reports de mailles.

IV.4.1.1.3. Cas de chevalement : Sur une représentation de contexture peuvent figurer des indications de chevalement représentées, en général, par une flèche suivie d'un nombre, en marge de la dernière rangée de mailles avant le chevalement, la flèche indiquant le sens et le nombre, l'amplitude du chevalement de la fonture avant ou arrière.

Exemple :



IV.4.1.2. Acquisition de contextures :

IV.4.1.2.1. Modes opératoires : Dans le mode opératoire réel, l'opérateur trace sur la tablette à digitaliser, rangée par rangée, la contexture à introduire dans le système, en traçant d'abord les emplacements d'aiguilles, puis les fils d'entrelacement comme on opère traditionnellement. Une visualisation à jour des tracés se fait simultanément sur l'écran (fig.IV.7.).

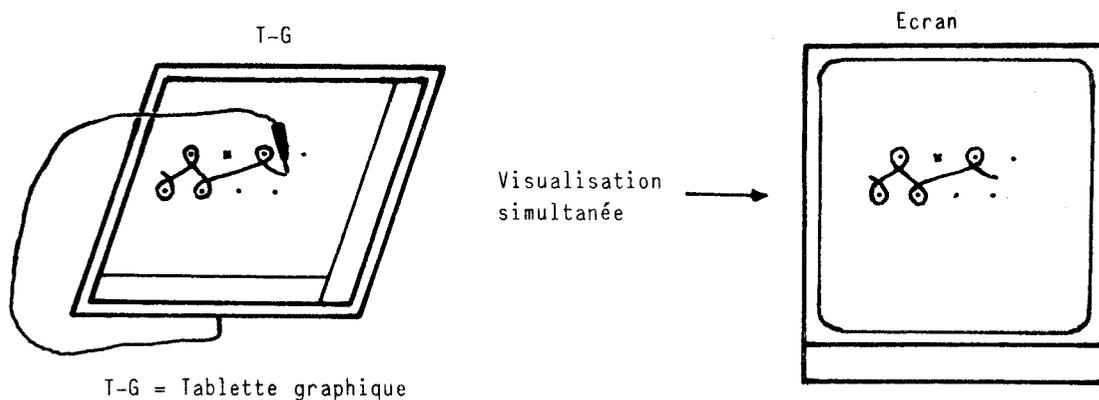


FIGURE IV.7. : Schéma du mode opératoire réel d'acquisition de contextures.

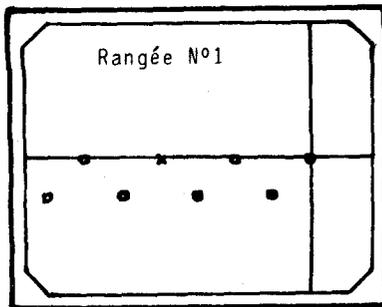
A la suite de chaque rangée tracée, l'opérateur indique, en pointant dans des cases spéciales réservées à cet effet sur la table :

- s'il y a répétition de la rangée tracée, si celle-ci est reproduite un certain nombre de fois dans la contexture,
- s'il y a chevalement de la foncture avant ou arrière, puis le sens et l'amplitude de celui-ci,
- si la rangée doit être suivie d'une rangée de reports, puis les reports par pointage sur les mailles à reporter, chacun de ceux-ci étant suivi de la nature du report : transversal ou latéral.

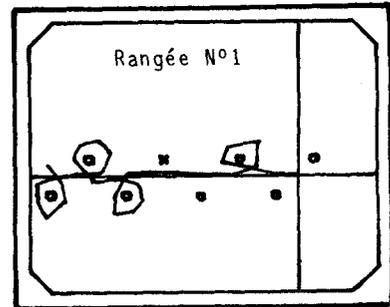
En mode opératoire simulé (sur le même système que le noyau de traitement d'images), l'opérateur indique, en réponse aux questions qui lui sont posées :

- le nombre de rangées différenciées de mailles ou de reports de la contexture,
- le type de contexture, unie ou à côtes (simple ou double fonture),
- le nombre de colonnes de mailles du tricot ou le nombre d'aiguilles en action sur les fontures.

Puis, après avoir indiqué les chevalements de fonture avant ou arrière s'il y a lieu, à l'aide du jeu de réticules, l'opérateur trace, pour chaque rangée, les emplacements d'aiguilles (pointage unique à chaque position) et ensuite les fils d'entrelacement par pointés successifs (figure IV.8.).



1ère Phase : Tracé des positions d'aiguilles.



2ème Phase : Tracé du fil d'entrelacement.

FIGURE IV.8 : Schémas du mode simulé d'acquisition de contextures.

En fin de tracé de rangée, il est demandé à l'opérateur :

- le facteur de répétition de la rangée ($|0|$ si la rangée ne doit pas être répétée),
- si la prochaine rangée est une rangée de reports. En cas de réponse affirmative, l'opérateur doit pointer pour chaque report, une fois sur l'aiguille supportant la maille à reporter, puis une fois sur l'aiguille de réception de celle-ci.

IV.4.1.2.2. Principaux utilitaires d'acquisition :

. La routine `|EXAIG|` trace sur l'écran un petit carré "■" à l'emplacement d'une aiguille existante, une croix "X" si celle-ci est supprimée.

. La routine `|POSFL|` détermine la position du fil par rapport à chaque (emplacement d')aiguille, c'est-à-dire si le fil passe en dessus, en dessous ou entoure l'aiguille.

. La routine `|CODGRA|` code une rangée de mailles en fonction des positions déterminées par la routine précédente et du type d'aiguille : envers ou endroit.

. La routine |REPRAN| détermine, pour chaque rangée de reports, la nature des différents reports : transversale ou latérale.

. La routine |CODREP| code une rangée de reports, en fonction des renseignements fournis par la routine précédente et du type d'aiguille.

IV.4.1.2.3. Le programme principal d'acquisition |ACQCON| : Ce programme réalise, à l'aide de toutes les routines ci-dessous, l'algorithme d'acquisition déjà présenté (mode opératoire simulé). L'opérateur dispose, en particulier, des trois commandes qui suivent :

- la commande |E| pour le tracé d'un "□" à l'emplacement pointé (aiguille existante),

- la commande |S| pour le tracé d'un "X" à l'emplacement pointé (aiguille supprimée),

- la commande |F| indiquant au système que le tracé de rangée est terminé.

Dès la réception de cette dernière commande, la rangée de mailles ou de reports est codée et le résultat de ce codage est chargé dans un tableau en mémoire. L'écran est ensuite réinitialisé et l'opérateur peut tracer la rangée de contexture suivante et ainsi de suite jusqu'à la dernière. Il est alors demandé à l'opérateur d'affecter un numéro d'ordre à la contexture s'il désire la conserver. La procédure de chargement en bibliothèque est lancée et le programme d'acquisition s'achève avec la fin de celle-ci.

IV.4.1.3. La bibliothèque de contextures :

IV.4.1.3.1. Structure : Cette bibliothèque est composée de deux fichiers. Le premier <RENGRA> (figure IV.9.) contient les caractéristiques de chaque contexture et les informations nécessaires à leur restitution. Mis sous forme d'un fichier direct, il permet l'accès à un quelconque de ces enregistrements par un indice : le numéro de la contexture. Un enregistrement élémentaire, dans ce fichier, à une longueur de 5 mots (5 x 16 bits) et renferme, dans l'ordre, les 5 informations suivantes :

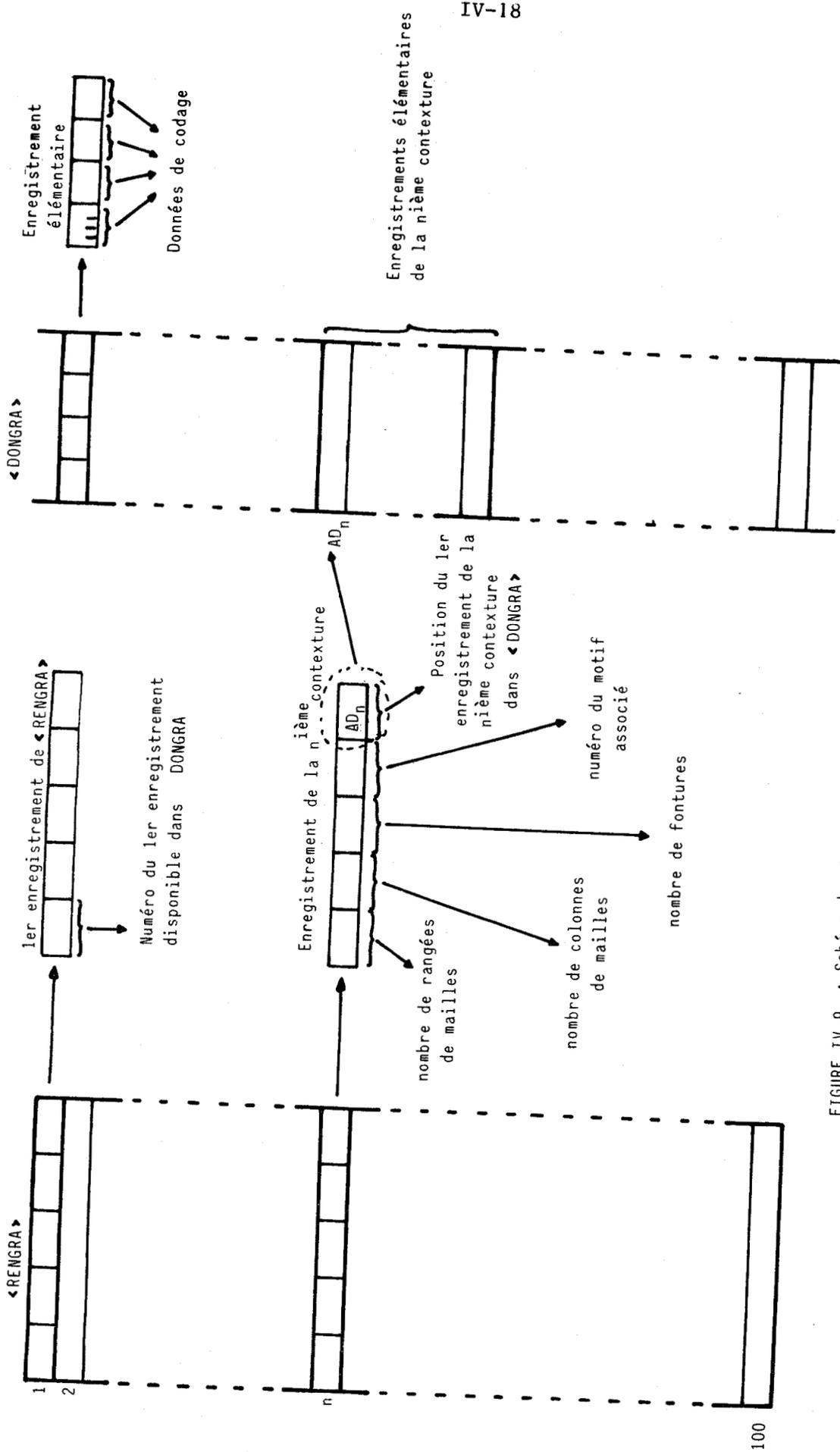


FIGURE IV.9. : Schéma de structure de la bibliothèque de contextures.



- 1 - nombre de rangées de mailles (différenciées) de la contexture,
- 2 - nombre de colonnes de mailles de la contexture,
- 3 - nombre de fontures (1 ou 2) ou type de contexture
(unie ou à côtes),
- 4 - numéro du motif associé (s'il y a lieu) à la contexture dans
la bibliothèque de motifs,
- 5 - position du 1er enregistrement associé à cette contexture
dans le second fichier.

Le second fichier <DONGRA> (figure IV.9.) contient les données de contextures soit les données calculées par les routines |CODGRA| et |CODREP| auxquelles s'ajoutent, pour chaque rangée de mailles, les informations de répétition et de chevalement. Dans un souci d'économie de mémoire, ces données sont regroupées à raison de 4 par mot-machine, soit 4 bits par donnée. Ce fichier est chargé séquentiellement, les différents enregistrements se succédant de manière ininterrompue. Les contextures étant de dimensions variables, les enregistrements sont donc aussi de longueur variable d'où la nécessité de transiter par le fichier <RENGRA> pour accéder à un enregistrement particulier (un enregistrement par contexture).

Le tout premier enregistrement de <RENGRA> ne contient, contrairement aux autres, qu'une seule information, la première position disponible dans le fichier <DONGRA> .

IV.4.1.3.2. Utilitaires de gestion :

. La routine |EXGRA| vérifie si le numéro d'ordre N affecté à une contexture à charger n'a pas déjà été attribué. C'est le cas lorsque le 1er mot du N^{ième} enregistrement du fichier <RENGRA> contient la valeur |-1|. Inversement, elle permet de vérifier si une contexture existe bien en bibliothèque.

. La routine |REBIGR| autorise un "listing" complet du contenu du fichier <RENGRA> , soit les 4 informations (nombre de rangées et de colonnes de mailles, nombre de chutes, numéro du motif associé) sur toutes les contextures en bibliothèque et ceci sur l'écran ou sur le papier.

. La routine |COMGRA| réalise une compression des fichiers par récupération des espaces vides ou inutiles entre les enregistrements.

. Le programme |GEBIGR| regroupe l'ensemble des opérations de gestion et en particulier, celles de destruction de contextures en bibliothèque (mise à |-1| du contenu du 1er mot de l'enregistrement correspondant dans le fichier <RENGRA>).

IV.4.1.4. Procédure de chargement de contextures en bibliothèque :

IV.4.1.4.1. Principaux utilitaires de chargement :

. La routine |REDESP| effectue le regroupement des données à raison de 4 par mot de 16 bits par une combinaison d'opérations de "masquage", de "décalage", de "OU" et de "ET" logiques.

. La routine |ECDGR| permet l'écriture ou la lecture d'un certain nombre de mots de 4 données de codage de contexture, à partir d'une position spécifiée, dans le fichier <DONGRA>.

IV.4.1.4.2. La routine principale de chargement |REFIGR| : En fin d'acquisition, la contexture existe sous forme entièrement codée, par les routines |CODGRA| et |CODREP| , dans un tableau en mémoire centrale. A la suite de l'affectation d'un numéro d'ordre à la contexture, la routine |EXGRA| vérifie tout d'abord si ce numéro est disponible. Si oui, la procédure de chargement est lancée. Les données du tableau en question sont transformées, par la routine |REDESP| , en mots de 4 données de codage qui sont à leur tour chargés, au fur et à mesure, dans un second tableau en mémoire.

L'accès au premier enregistremnt du fichier <RENGRA> renseigne sur la première position disponible dans le fichier <DONGRA>. La routine |ECDGR| peut alors aller charger le contenu du second tableau dans ce dernier fichier, à partir de cette position.

Disposant des quatre informations nécessaires, le fichier <RENGRA> peut ensuite, à son tour, être mis à jour. Cette remise à jour s'effectue en deux temps : on charge d'abord les quatre informations dans les quatre premiers mots de l'enregistrement du fichier dont le numéro est celui affecté à la contexture, puis on modifie le 1er mot du 1er enregistrement en fonction de la nouvelle première position disponible dans le fichier <DONGRA> (déterminée en rajoutant à l'ancienne valeur, le nombre de mots-données de la contexture).

Contexture à charger

3		x 2	0	6
2		-	-	-
1		x 4	3	0
		FR	FCV	FCR

Contenu du tableau A

3	7	6	5	2	7	6	2	0	2
2	15*	0	3	2	3	14	3	2	-
1	7	2	7	6	3	2	4	11	0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

(-6+8) points to cell (3,9)
(3+8) points to cell (1,9)

Contenu du Tableau B

7	0	2	0	2
6	6	7	2	5
5	6	7	-	2
4	3	14	3	2
3	3	0	15	0
2	11	4	2	3
1	6	7	2	7

FR = Facteur de répétition
 FCV = Facteur de chevalement avant
 FCR = Facteur de chevalement arrière

* |15| indicateur de rangée de reports
 * «abcd» mot de 16 bits formé par concaténation des 4 codes a,b,c et d.

On suppose que le numéro du motif associé à la contexture est 112, que le numéro affecté à la contexture est 4 et que le contenu du fichier «RENGRA» est le suivant :

«RENGRA»

1	117	-1	-1	-1	-1
2	5	8	2	25	1
3	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	16	1	101	63
5	2	4	2	-1	114

- . Le 1er mot du 4ème enregistrement contient la valeur |-1|, le numéro 4 est donc disponible.
- . le 1er mot du 1er enregistrement contient la valeur |117|, on peut donc aller charger dans «DONGRA» à partir du 117ème enregistrement.

Voici donc les contenus des deux fichiers après chargement :

«RENGRA»

1	*123	-1	-1	-1	-1
2	5	8	2	25	1
3	-1	-1	-1	-1	-1
4	3	6	2	112	117
5	2	4	2	-1	104

* 123 = 117 + 6

«DONGRA»

117	6	7	2	7
118	11	4	2	5
119	3	0	15	0
120	3	14	3	2
121	6	7	-	2
122	6	7	2	5
123	0	2	0	2
124	-2			



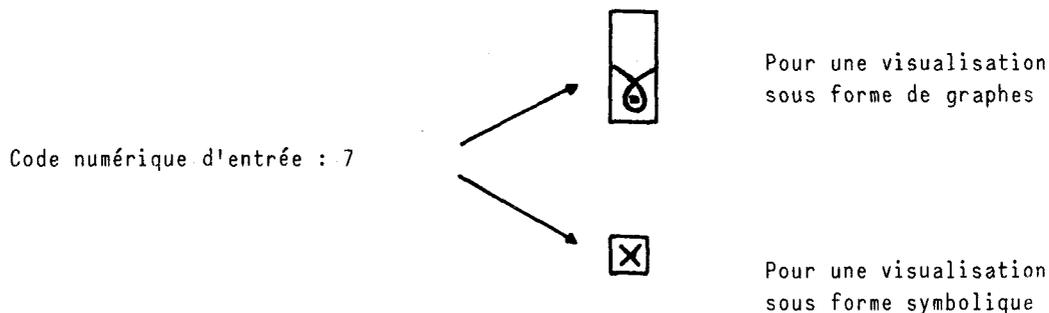
FIGURE IV.10. : Exemple de codage d'une contexture en vue d'un chargement en bibliothèque.

IV.4.1.5. Procédure de récupération de contextures en bibliothèque :IV.4.1.5.1. Principaux utilitaires de récupération :

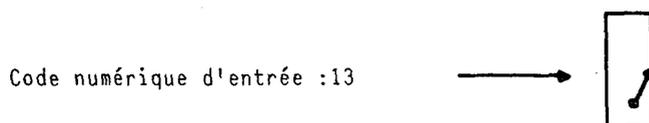
. La routine |ISENGR| détermine puis charge dans un tableau en mémoire centrale (par la routine |EURDGR|) tous les mots-données du fichier <DONGRA> relatifs à la contexture à récupérer.

. La routine |RECDON| effectue la fonction inverse de la routine |REDESP| soit l'extraction d'un mot-données des quatre données qu'il renferme.

. La routine |TRSYGR| exécute, pour chaque code numérique d'entrée, le tracé sur l'écran de la figure graphique associée à ce code lors du codage de rangées de mailles.

Exemple :

. La routine |IRRARP|, équivalente à la précédente, exécute le tracé de la figure graphique associée à un code numérique d'entrée lors du codage de rangées de reports.

Exemple :

IV.4.1.5.2. La routine principale de récupération |VISCON| :

A la question "Numéro de la contexture ?" l'opérateur doit répondre par l'envoi du numéro affecté à la contexture à récupérer lors de son chargement en bibliothèque. La routine |EXGRA| examine, ensuite, s'il en existe bien une portant ce numéro. Si oui, il est alors demandé à l'opérateur s'il désire une représentation sous forme de graphes d'entrelacement (commande |G|) ou sous forme symbolique (commande |S|). Sous cette dernière forme l'opérateur a le choix entre une visualisation sur l'écran ou une impression sur papier. Grâce au numéro de la contexture, la routine |ISENGR| accède aux fichiers <RENGRA> puis <DONGRA> et charge ainsi tous les mots-données de celle-ci dans un tableau (A) en mémoire centrale. De chaque élément de ce tableau est extrait, par la routine |RECDON|, les quatre données de codage qu'il renferme, données à leur tour chargées dans un second tableau (B) de dimensions égales aux nombres de rangées et de colonnes de mailles (+3) de la contexture.

A la fin de cette phase, on est en possession de la totalité de la contexture sous forme d'une table de codes numériques. C'est alors qu'interviennent les routines |TRSYGR| et |TRRARP| qui tracent sur l'écran (ou sur le papier), les figures graphiques associées aux différents codes de la table, chaque tracé étant précédé d'un repositionnement correct du curseur. En fin de rangée de mailles est imprimé, de plus, à chaque fois, le facteur de répétition de celle-ci et l'indication de chevalement, valeurs contenues dans les trois dernières colonnes du tableau (B).

IV.4.1.6. Modification de contextures en bibliothèque -

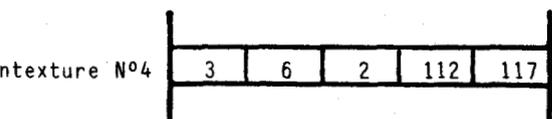
Le programme |MODGRA| :

Ce programme lancé, il est demandé à l'opérateur d'indiquer le numéro de la contexture à modifier, numéro vérifié toujours par la routine |EXGRA|. Il apparaît ensuite, sur l'écran, un "listing" de toutes les commandes possibles de ce programme, 8 au total :

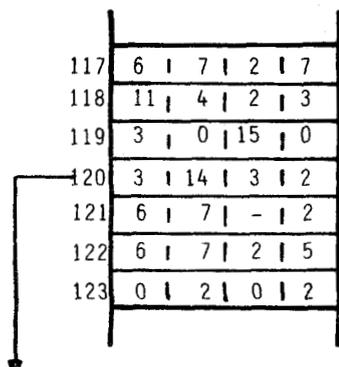
- La commande |R| réalise un effacement de l'écran puis une visualisation, sous forme graphique, par la routine |VISGRA|, de la contexture à modifier. En mode opératoire simulé, la console se place en mode graphique et le jeu de réticules apparaît sur l'écran.

Soit à récupérer la texture de l'exemple de la figure IV.10.

< RENGRA >



< DONGRA >



. le 1er mot de l'enregistrement contient la valeur |3| et le second la valeur |6|. Ceci signifie que la texture comprend 3 rangées de mailles ou de reports de 6 colonnes, ce qui fait : $3 \times (6+3) = 27$ données de codage soit : $27 : 4 = 7$ enregistrements à récupérer dans le fichier < DONGRA > .

. le dernier mot contient la valeur |117|, les 7 enregistrements sont donc chargés à partir de la 117ième position dans le fichier < DONGRA > .

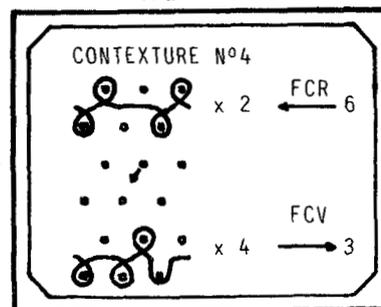
Contenu du tableau A

7	0	2	0	2
6	6	7	2	5
5	6	7	-	2
4	3	14	3	2
3	3	0	15	0
2	11	4	2	3
1	6	7	2	7

Contenu du tableau B

3	7	6	5	2	7	6	2	0	2
2	15	0	3	2	3	14	3	2	-
1	7	2	7	6	3	2	4	11	0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ecran



Visualisation sous forme graphique

FIGURE IV.11. : Exemple de récupération d'une texture stockée dans la bibliothèque.

- La commande |P| indique une modification d'un facteur de répétition de rangée de mailles pointé avec les réticules. Il est demandé alors à l'opérateur la nouvelle valeur de ce facteur en remplacement de l'ancienne.

- La commande |H| est identique à la précédente, mais concerne un facteur de chevalement.

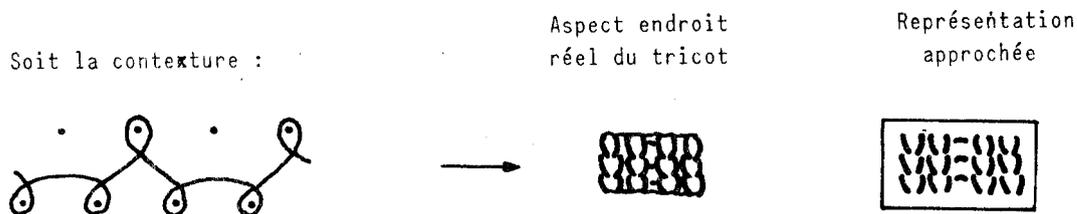
- La commande |M| force l'aiguille pointée à faire maille, la commande |C| à faire charge et la commande |I| à rester immobile.

- La commande |V| assure une visualisation à jour de la contexture.
- La commande |F| signifie l'arrêt des modifications. En affectant un numéro à la nouvelle contexture, l'opérateur peut la conserver en bibliothèque.

Notons enfin qu'en mode opératoire réel, les pointages se font sur la tablette avec le stylo.

IV.4.1.7. Détermination de représentations approchées de tricots à partir de leurs contextures en bibliothèque - Le programme |APVICO|:

Les fils, une fois tricotés, subissent, en fonction de leur nature physique et des liages réalisés, de nombreuses contraintes physiques quasiment impossibles à prévoir de façon exhaustive. Les conséquences les plus fréquentes de ces contraintes sont des déformations de mailles, souvent recherchées, et un "effacement" partiel ou total de certaines mailles au profit des mailles voisines.



- . On remarquera que dans l'aspect réel, la maille envers est presque complètement noyée du fait de la tendance naturelle du fil à retrouver son état initial, soit à se redresser dans le sens des deux flèches dessinées sur le graphe.

FIGURE IV.12. : Différences entre aspect réel et aspect approché d'un tricot.

L'aspect visuel d'une structure tricotée est donc fonction du degrés de "souplesse" du fil utilisé et de la manière dont les différentes mailles interagissent entre elles. Vue la trop grande difficulté de la prise en compte de ces facteurs, nous parlons de représentations approchées, c'est-à-dire dans l'hypothèse d'absence d'interaction de mailles les unes sur les autres et de souplesse maximale du fil.

Le programme |APVICO| détermine cette représentation approchée. L'opérateur doit commencer, comme toujours, par indiquer le numéro de la contexture du tricot à représenter (vérification par |EXGRA|). Comme pour une récupération normale, la contexture est traduite ensuite sous forme de tableau de codes numériques.

L'opérateur doit, alors, préciser le facteur de grossissement (1, 2 ou 3) et sur combien de raccords, verticalement et horizontalement, désire-t-il la représentation.

A chaque donnée de codage d'une rangée de mailles est associée une primitive graphique parmi 6 autres constituant l'approximation visuelle du liage (figure IV.13.).

Nature des liages	Codes	Primitives graphiques associées
Maille endroit	7	
Maille envers	6	
Charge endroit	3	
Charge envers	4	
Flotté endroit	1 ou 5	
Flotté envers	2 ou 0	

FIGURE IV.13. : Tableau des primitives graphiques associées pour l'approximation visuelle d'un liage.

Le tableau des codes est donc balayé, autant de fois que le nombre de raccords voulu et à chaque code d'une rangée de mailles, la routine |TRAPVI| exécute, en fonction du facteur de grossissement choisi, le tracé de la forme graphique associée.

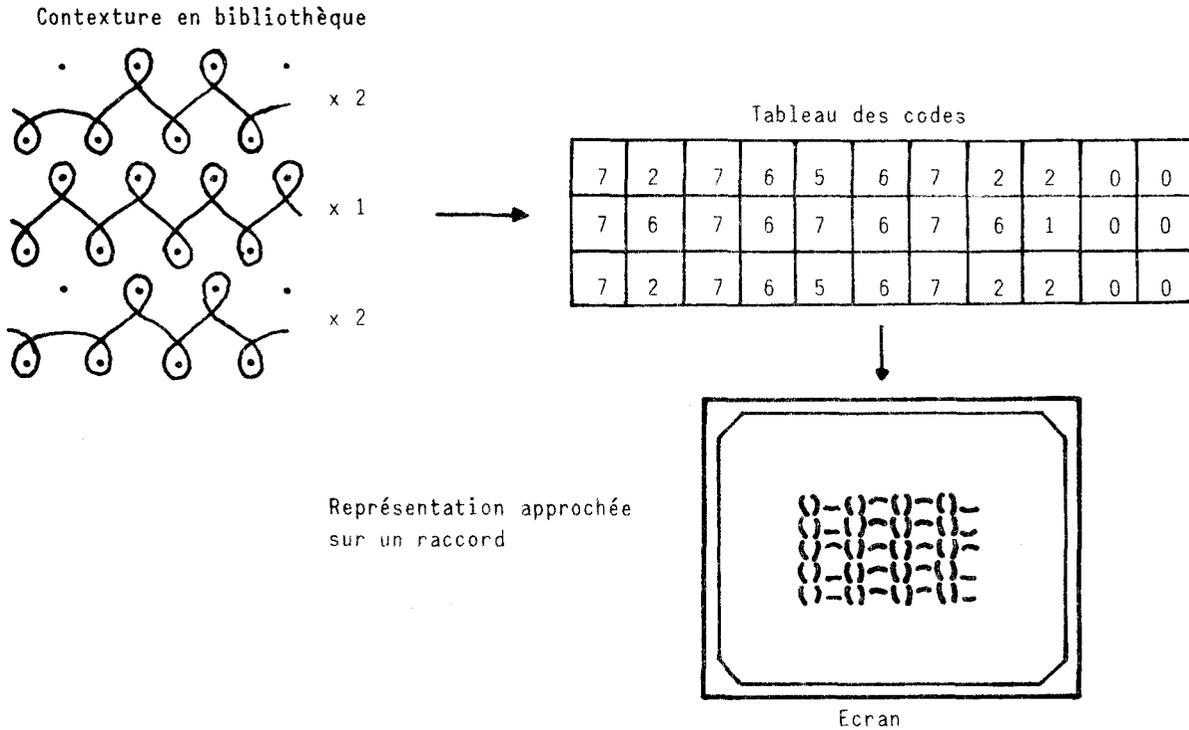


FIGURE IV.14. : Exemple de représentation approchée de contexture.

. REMARQUE : Par ce mode de détermination, seules les représentations de tricots à base de contextures simples sont acceptables (assez proches de l'aspect réel). C'est pour cette raison que nous avons laissé à l'opérateur la possibilité de tracer sur la tablette graphique, l'aspect visuel (s'il est connu !) d'une contexture, comme s'il s'agissait d'un motif quelconque. Cet aspect serait alors chargé en bibliothèque de motifs d'où la notion de motif associé à une contexture.

IV.4.2. Aide au placement de motifs sur panneaux de tricots :

C'est de la nature des motifs , de leurs tailles, de leurs positions sur un panneau que découle l'aspect final de celui-ci (fig. IV.15.).

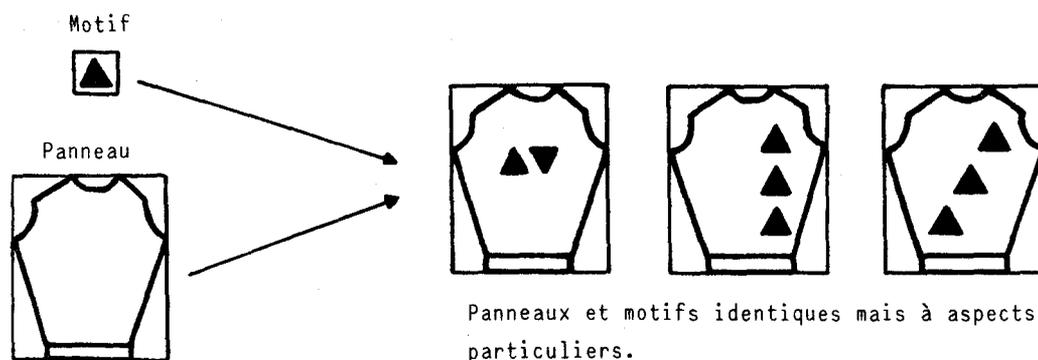


FIGURE IV.15. : Illustration de l'influence de la disposition des motifs sur l'aspect d'un panneau de tricot.

Les contextures des panneaux et des motifs différent toujours, le panneau constituant le fond étant souvent de couleur et de tricotage régulier alors que les motifs présentent, en général, de multiples nuances ou des reliefs.

IV.4.2.1. Acquisition de panneaux :

L'acquisition se fait exactement de la même manière que pour un motif quelconque (voir Chapitre II). En mode opératoire réel, l'opérateur trace le panneau, pour un patron de référence et aux échelles près, en grandeurs réelles (sinon le placement n'aurait plus de sens), sur la tablette graphique avec visualisation simultanée sur l'écran (figure IV.6.)

En mode opératoire simulé, l'acquisition se fait directement sur l'écran (routine |JAQARD|) à l'aide des réticules.

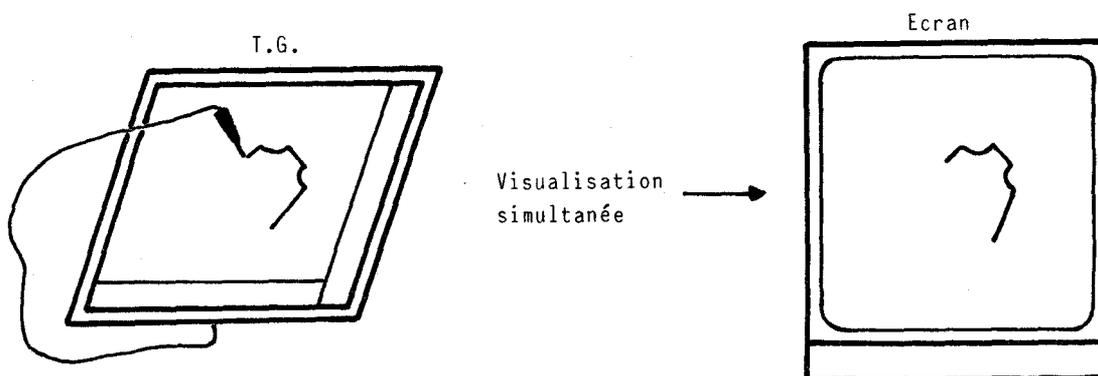


FIGURE IV.16. : Schéma du mode réel d'acquisition de panneaux.

IV.4.2.2. Le programme principal de placement |PLAMOT| :

Toujours du fait qu'un panneau est assimilé à un motif particulier, l'opération de placement de motifs sur panneau se ramène ainsi à une opération de superposition de motifs , problème déjà étudié dans le noyau de traitement d'images. C'est pour cette raison que l'on retrouve dans le programme |PLAMOT|, la routine |REPMOT| comme élément central.

L'opérateur doit indiquer successivement le numéro du panneau et celui du motif à placer (négatif s'il s'agit d'une motif associé à une contexture), numéros vérifiés par la routine |EXMOT|. Le panneau peut-être "vierge" ou avec déjà des motifs placés. Celui-ci s'affiche ensuite sur l'écran, la console se place en mode graphique et les réticules apparaissent.

Une commande du programme |PLAMOT| , faisant appel à la routine |REPMOT| , est par conséquent de la forme (voir paragraphe III.3.3.2.3.) :

$$n_H | H | n_B | B | n_> | > | n_< | < | | L | | V |$$

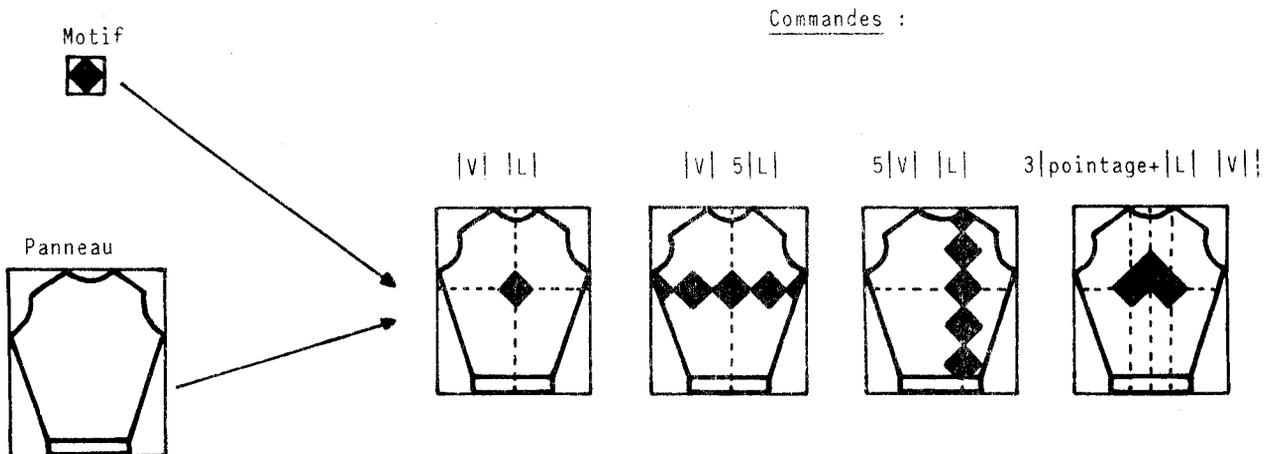


FIGURE IV.17. : Exemples de commandes de placement de motifs.

Précisons que l'opérateur peut faire subir une quelconque transformation du noyau de traitement d'images au motif avant de le placer.

Chaque envoi de commande est suivi d'une visualisation de l'effet obtenu et l'opérateur peut choisir entre :

- effectuer un nouveau placement_commande |N|,
- conserver le panneau avec ses effets de motifs_commande |C|,
- effacer les derniers placements effectués, c'est-à-dire annuler l'effet de la dernière commande envoyée_commande |P|,
- effacer tous les placements effectués, soit récupérer le panneau sous sa forme originale _commande |T|.

S'il désire effectuer un nouveau placement, il lui est demandé de préciser avec quel motif : le même ? ou un nouveau ? et dans ce cas son numéro.

S'il désire conserver le panneau sous sa forme affichée, il lui suffit de lui attribuer un numéro d'ordre (entre 100 et 120) et celui-ci sera chargé en bibliothèque de panneaux (de motifs).

IV.4.3. Optimisation du choix d'un métier :

Une maquette de tricot peut souvent être réalisable sur des métiers de types différents, le but de ce programme est de rechercher puis de proposer à l'opérateur les caractéristiques minima du matériel nécessaire à sa réalisation.

IV.4.3.1. Quelques considérations sur les métiers (rectilignes) :

D'une façon générale, une tricoteuse rectiligne est l'accumulation (voir Chapitre III et figure IV.18) :

- d'une ou deux fontures rectilignes garnies d'aiguilles à clapet,
- d'un chariot mobile supportant les cames de tricotage, se déplaçant parallèlement aux fontures et assurant les mouvements d'ascension et de chute des aiguilles,
- de guide-fils mobiles sur une ou plusieurs barres de guidage (ou rayeur) entraînés par le chariot pour l'alimentation des aiguilles en fil.

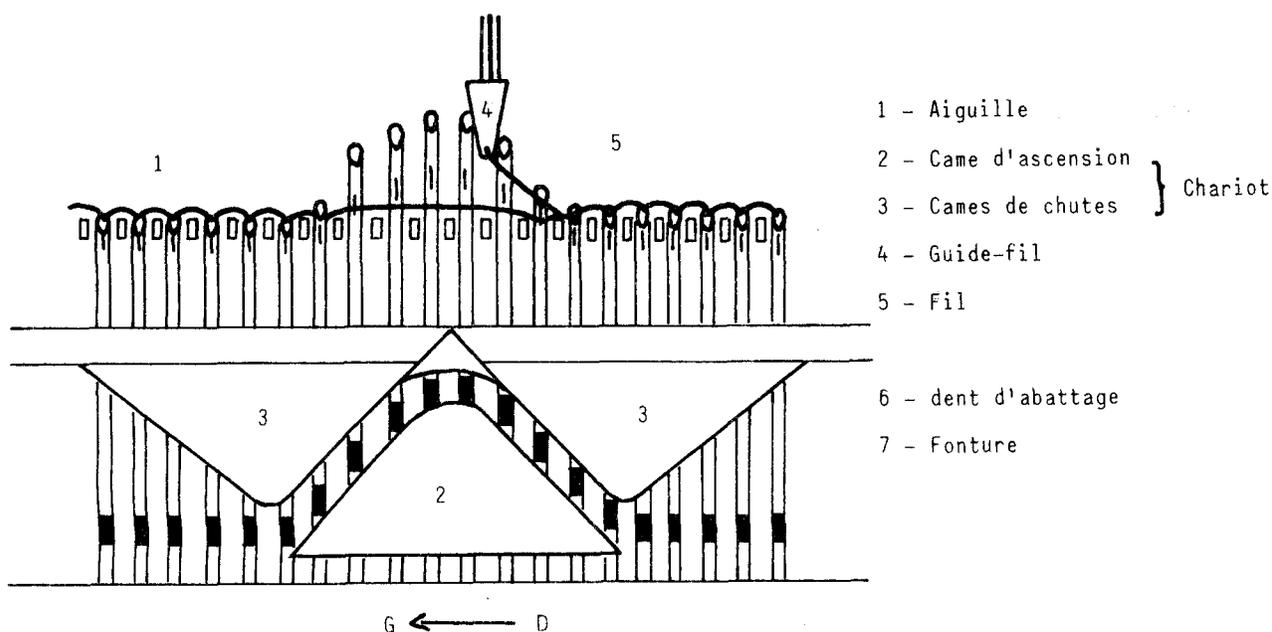


FIGURE IV.18. : Schéma des principaux éléments d'une tricoteuse rectiligne.

Les possibilités de tricotage d'un métier résultent en grande partie d'une combinaison de possibilités de sélection d'aiguilles et de guide-fils. Les possibilités de sélection de guide-fils, autorisant l'utilisation de fils de teintes différentes ou le tricotage couleur, se mesurent simplement en nombre de barres de guidage et en nombre de guide-fils par barre du rayeur. C'est en fonction des possibilités de sélection d'aiguilles que l'on répartit les différents métiers en 7 classes, sachant que le passage d'une classe à celle qui suit signifie des possibilités de sélection, donc de tricotage, supérieures.

. Classe 1 : Pour cette classe de métiers (en voie de disparition) toutes les aiguilles sont identiques et la seule possibilité de sélection est la neutralisation de la formation de maille sur toute une fonture. Le jeu de cames est à deux niveaux, un niveau haut pour la mise en action des aiguilles et un niveau bas pour la mise au repos.

. Classe 2 : Les cames sont aussi à deux niveaux et les aiguilles de même type. La sélection est obtenue par placement fixe, c'est-à-dire par "dégarnissage" des fontures ou suppression d'aiguilles.

. Classe 3 ou classe des tricoteuses à l'uni. La sélection y est obtenue par placement d'aiguilles à talons de hauteurs différentes combiné avec le relèvement à 3 niveaux des cames d'ascension (façon-métier). La sélection est donc étagée, le tricotage ne pouvant se faire sur les aiguilles à talon bas uniquement, car la came ne peut atteindre les talons les plus courts sans en même temps agir sur les plus longs.

. Classe 4 ou classe des machines à l'uni - dites sélectives - sur lesquelles la contrainte citée plus haut a été supprimée grâce à l'emploi de cames de triage (ou pont d'inversion) permettant de mettre en action les aiguilles à talons bas à l'exclusion de celles à talons hauts - et des tricoteuses huit-serrures. Dans ce dernier genre de métier, pour échapper à la contrainte précédente, on utilise un placement en aiguilles courtes et aiguilles longues possédant chacune leur propre jeu de cames (à 3 niveaux) ou serrure. Il est ainsi possible de tricoter séparément sur les aiguilles longues ou courtes ou sur les deux en même temps en mettant les serrures inférieures ou supérieures ou les deux à la fois en action.

. Classe 5 ou classe des tricoteuses genre 8 serrures simples. Elles diffèrent des précédentes par le fait que chaque aiguille est remplacée par un ensemble aiguille courte plus clavette située dans la même division, en arrière de l'aiguille et qui en constitue ainsi le prolongement. L'aiguille et la clavette peuvent avoir des talons hauts ou bas et disposent de leur propre jeu de cames.

. Classe 6 : Les métiers sont identiques à ceux de la classe 5, sauf que les clavettes peuvent être sans talon ce qui fait, en tout, 6 ensembles distincts aiguilles-clavettes (au lieu de 4).

. Classe 7 ou classe des tricoteuses genre 8 serrures multiples ou mini-Jacquard. Elles se distinguent par le fait que chaque clavette disposent de plusieurs talons (jusqu'à 10) pouvant occuper des positions différentes sur sa tige. Les combinaisons de sélection sont ainsi augmentées en proportion du nombre de disposition pour les différents talons de la clavette.

. Classe 8 ou classe des tricoteuses à sélection Jacquard caractérisées par la possibilité de sélectionner une aiguille en particulier à l'exclusion de toutes les autres ou possibilités de sélection maximales. Il va de soi que plus l'on progresse dans les classes de métiers, plus les prix augmentent. Ils font souvent plus que doubler d'une classe à l'autre. Ceci explique le fait qu'un atelier moyen de production sera équipé, en grande partie, de tricoteuses de classes moyennes, d'où la nécessité d'utiliser celles des classes supérieures, les Jacquards en particulier, qu'à bon escient.

Rajoutons enfin que certains métiers sont à fontures mobiles, donc autorisent le chevalement et que d'autres sont équipés à chariots à serrures de reports. De plus la plupart des métiers sont asymétriques, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas équipés des mêmes possibilités de sélection sur les deux fontures, ce qui est tout à fait logique vu que le travail des aiguilles d'envers est presque toujours régulier (donc nécessitant un système de sélection simple) ce qui est moins souvent le cas pour les aiguilles d'endroit.

IV.4.3.2. Acquisition d'une maquette de tricot - Le programme

ACQMAQ :

Une maquette est la représentation (traditionnellement sur papier) de la succession des différents effets de relief ou de couleurs sur un panneau de tricot et en proportions réelles (figure IV.19).

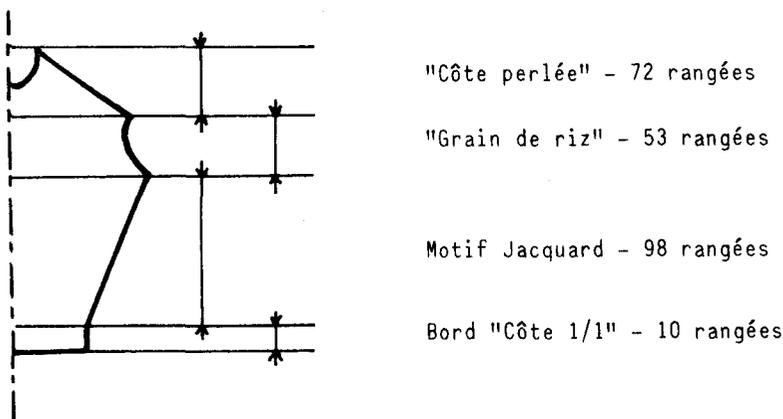


FIGURE IV.19. : Exemple de maquette de panneau.

La routine |DESMAQ| prend en charge la première phase d'acquisition interactive d'une maquette. A la question "Nombre de bandes d'effets ?" l'opérateur doit indiquer le nombre d'effets se succédant qui composent la maquette. Il apparaît alors sur l'écran une grille à une colonne (routine |CADR|) et l'opérateur n'a plus qu'à inscrire dans chaque élément de la grille, le déplacement du curseur d'écran étant programmé, le numéro de l'effet précédé d'un signe moins s'il s'agit d'un effet de coloration (motif en bibliothèque).

La seconde phase de l'acquisition consiste en la vérification, dans les différentes bibliothèques, par les routines |EXMOT| et |EXGRA|, de l'existence des effets choisis. S'il y a lieu, une liste des effets absents est imprimée sur papier et l'opérateur peut procéder aux remplacements de ceux-ci, toujours sur l'écran, ou abandonner.

La troisième phase (routine |VISMAQ|) est la phase de visualisation du panneau de tricot avec représentation (approximative) des différents effets. Il est demandé auparavant à l'opérateur d'introduire les nombres de raccords verticaux (ou nombre de rangées de mailles) pour chaque effet. Cette visualisation n'est, bien entendu, possible que si le nombre total de mailles de la maquette correspond aux possibilités d'affichage de l'écran (résolutions maximales : 780, 1024).

La dernière phase du programme |ACQMAQ| concerne la visualisation de la contexture résultante de la maquette, c'est-à-dire de la succession des graphes d'entrelacement la composant. Il est ensuite demandé à l'opérateur s'il désire l'insertion :

- *de rangées de reports*. Si oui, il lui suffit de pointer avec le jeu de réticules, sur chaque maille à reporter et d'envoyer le caractère |H| pour un report transversal à gauche, |B| pour un report transversal à droite, |G| pour un report latéral à gauche, |D| pour un report latéral à droite.

- *d'effets de chevalement de fonture avant ou arrière*. Si oui, il lui suffit de pointer sur les rangées de mailles d'avant les chevalements et de faire suivre ces pointages d'amplitudes de chevalement positives pour des chevalements à droite, négatives dans l'autre sens.

- *de facteurs de répétition de rangées de mailles*. Si oui, il lui suffit de pointer sur chaque rangée à répéter puis d'indiquer la valeur du facteur.

A la fin de toutes ces opérations, une visualisation à jour de la maquette a lieu et si l'opérateur n'a plus de modifications à effectuer (touche |M|) il lui est demandé d'affecter un nom (de 6 caractères) à la maquette est celle-ci est conservée, sous la forme codée habituelle, dans un fichier de même nom sur disque.

IV.4.3.3. Détermination des caractéristiques minima du matériel nécessaire à la réalisation d'une maquette :

Nous ne traiterons pas du problème des guide-fils, car il fera l'objet de tout un paragraphe. Par caractéristiques minima nous entendons :

- classe de métier et placement de base d'aiguilles (plus clavettes),
- caractéristiques particulières comme les possibilités de report et de chevalement.

IV.4.3.3.1. Principaux utilitaires de détermination :

. La routine |EXAM| vérifie s'il existe bien, sur fichier, une maquette du nom stipulé.

. La routine |CARCON| détermine si la contexture ou maquette présente une structure unie ou à côtes, des effets de charge, de report ou de chevalement, des suppressions d'aiguilles.

. La routine |CLAMET| détermine, toujours en fonction de la maquette de base, la classe de métiers nécessaire à sa réalisation et un placement de base d'aiguilles possible.

IV.4.3.3.2. Le programme principal |CARMET| : Il regroupe l'ensemble des opérations de détermination de caractéristiques minima. L'opérateur doit, en premier lieu, indiquer le nom de la maquette (vérification par la routine |EXAM|) ou le numéro de la contexture unique.

La première phase de ce programme consiste en un chargement de la contexture (de la maquette) du fichier de stockage à la mémoire centrale puis la routine |CARCON| examine si le tricot :

- a une structure unie ou à côtes, ce qui signifierait, dans ce dernier cas, la nécessité d'un métier à double fonture,

- présente des effets de charge, ce qui signifierait la nécessité d'un métier à cames façon-métier, seul type de cames permettant un mouvement incomplet d'aiguilles,

- présente des effets de chevalement (et l'amplitude maximale de ce chevalement), ce qui signifierait la nécessité d'un métier à fontures mobiles,
- présente des effets de report de mailles, ce qui signifierait la nécessité d'un métier à chariot équipé de serrures de report.

La seconde phase débute par la séparation, s'il y a lieu, sur un rapport d'évolution (raccord de maquette) du travail des aiguilles d'endroit de celles d'envers (routine |SEPFON|), avec prise en compte des effets de chevalements (routines |CHEFON| et |AISFON|), puis la recherche de la classe de métier peut avoir lieu (routine |CLAMET|). Cette recherche consiste globalement en une détermination, pour chaque fonture, de "groupes fonctionnels" par l'analyse de la contexture rangée par rangée. On désigne par groupe fonctionnel, l'ensemble des rangées de tricotage (toujours pour chaque fonture) dont les aiguilles ont une évolution semblable.

Graphique de la contexture sous forme symbolique

Fonture avant

Fonture arrière

X	-	X	+	X	-	X	+	12
X	+	X	-	O	+	X	-	11
-	-	-	-	X	-	-	-	10
X	-	X	+	X	-	X	+	9
X	+	X	-	X	+	O	-	8
-	-	-	-	-	-	X	-	7
X	-	O	+	X	+	X	+	6
X	+	O	-	X	+	X	-	5
-	-	X	-	-	-	-	-	4
X	-	X	+	X	-	X	+	3
O	+	X	-	X	+	X	-	2
X	-	-	-	-	-	-	-	1
1	2	3	4	5	6	7	8	

Séparation du
travail des aiguilles →

X	X	X	X	12
X	X	O	X	11
-	-	X	-	10
X	X	X	X	9
X	X	X	X	8
-	-	-	X	7
X	X	X	X	6
X	O	X	X	5
-	X	-	-	4
X	X	X	X	3
O	X	X	X	2
X	-	-	-	1
1	2	3	4	

-	+	-	+	12
+	-	+	-	11
-	-	-	-	10
-	+	-	+	9
+	-	+	-	8
-	-	-	-	7
-	+	-	+	6
+	-	+	-	5
-	-	-	-	4
-	+	-	+	3
+	-	+	-	2
-	-	-	-	1
1	2	3	4	

GROUPES FONCTIONNELS

Fonture avant		Fonture arrière	
Rangées	Fonctions	Rangées	Fonctions
1-4-7-10	Cueillage et immobilité	1-4-7-10	Immobilité
2-5-8	Cueillage et formation de mailles	2-5-8-11	Formation mailles(aig.imp.) et immobilité (aig. paires)
3-6-9-12	Formation de mailles	3-6-9-12	Formation mailles(aig.paires) et immobilité (aig. imp.)

FIGURE IV.20. : Exemple de séparation du travail des aiguilles par fonture et de détermination de groupes fonctionnels.

C'est de l'analyse de ces groupes fonctionnels ou plus précisément de l'examen de l'évolution de chaque aiguille au sein d'un même groupe que découle, pour chaque fonture, le mode de sélection nécessaire (classe de métier) et le placement de base des ensembles aiguilles-clavettes.

Le programme de détermination s'achève par l'impression de tous les résultats obtenus sur papier.

IV.4.4. Aide à l'élaboration d'un support de commande de métier :

Le réglage et la commande d'un métier nécessitent essentiellement deux sortes d'informations :

- le placement de base des différents types d'ensembles aiguilles-clavettes dont découle le cycle d'évolution des cames pour la commande des aiguilles,
- l'affectation des couleurs aux différents guide-fils et leur cycle de marche.

IV.4.4.1. Placement de base d'ensembles aiguilles-clavettes et cycle d'évolution des cames :

Par placement de base il faut entendre répartition des différentes

sortes d'ensembles d'aiguilles-clavettes sur toute la longueur d'une (ou des) fonture(s). C'est de l'effet combiné de cette répartition et de la position des cames en chaque début de course que résulte le mouvement de chaque aiguille, au passage du chariot (ou la rangée de tricot).

Le placement d'aiguilles est réalisé manuellement avant la mise en action du métier et reste inchangé durant toute la durée du tricotage. Par contre, le positionnement des cames doit être programmé car il est remis en cause à chaque (1/2) course de chariot. Cette programmation impose la connaissance du cycle complet d'évolution des cames sur un raccord de tricotage.

IV.4.4.1.1. Détermination du placement de base : Elle se fait simultanément à la détermination de la classe de métiers, par la même routine |CLAMET| du paragraphe (IV.4.3.3.2.) vu qu'une classe se caractérise, en premier lieu, par les différentes sortes d'ensembles aiguilles-clavettes disponibles. Il n'y a que pour les métiers à sélection Jacquard que ce placement de base n'existe pas car une seule sorte d'ensemble est utilisée : aiguilles et clavettes sont à talons à hauteur unique et position fixe. Le placement, pour cette catégorie de métiers, n'est plus fixe mais au contraire variable, comme pour la position des cames, en fonction de chaque rangée de tricotage (1/2 course de chariot).

Sur les métiers Jacquards traditionnels, le placement s'effectue par l'intermédiaire du prisme Jacquard (fig. IV.21.), profilé métallique carré, aussi long que la fonture. Chacune des faces de ce prisme possède une rainure fraisée suivant sa médiane longitudinale. Il peut être animé d'un mouvement de rotation dans les deux sens de 1 ou 2 nas et d'un mouvement alternatif de translation qui lui permet de s'éloigner et de se rapprocher de la fonture. Ce prisme supporte les cartons de sélection Jacquard.

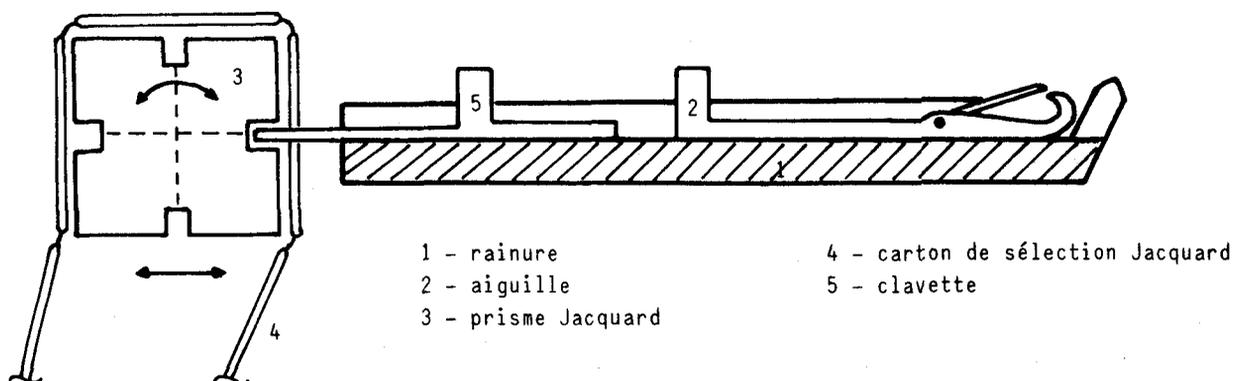


FIGURE IV.21. : Schéma d'un prisme de sélection Jacquard.

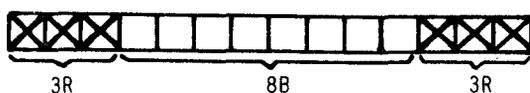
Ces cartons sont des lames d'acier reliées les unes aux autres, de la longueur de la fonture, estampées en fonction de la sélection ou placement à effectuer. Le changement de sélection se fait par un changement de carton obtenu par rotation du prisme lorsque celui-ci est en position éloignée de la fonture, son mouvement de translation vers la fonture imprime la sélection aux clavettes. En effet, un "plein" de carton pousse la clavette, l'aiguille correspondante est en action, un "creux", au contraire, laisse la clavette dans sa position basse, la queue de celle-ci s'introduit alors dans la rainure du prisme et l'aiguille correspondante reste hors d'action. La sélection d'aiguilles se trouve ainsi programmée par cette chaîne de cartons.

. REMARQUE : Pour les métiers Jacquards double-chutes, chaque aiguille, pour pouvoir travailler soit à une chute, soit à une autre est commandée dans son mouvement d'ascension par deux clavettes disposées l'une au dessus de l'autre. Le prisme possède deux rainures sur chaque face au lieu d'une seule. La clavette inférieure peut agir directement lors du passage de la première chute, tandis que la clavette supérieure commande l'aiguille par l'intermédiaire de la clavette inférieure à la deuxième chute seulement.

IV.4.4.1.2. Détermination de la chaîne de cartons Jacquard.

Le programme |CARMOT| : Illustrons, par un exemple simple, le procédé traditionnel de détermination de cartons de sélection à partir de chaque rangée du motif à tricoter.

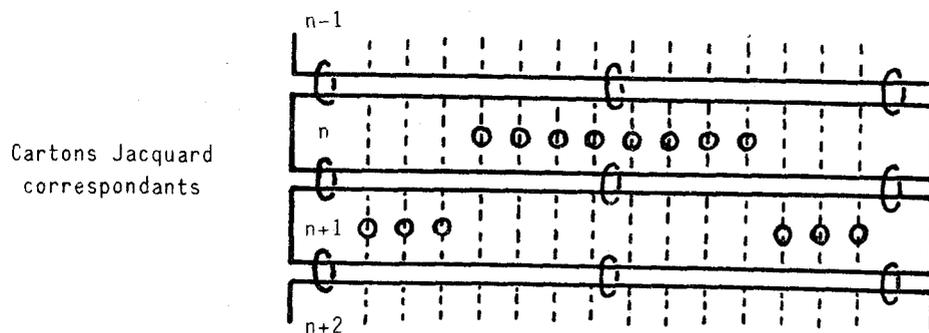
Soit à tricoter la rangée suivante, d'un motif Jacquard 2 couleurs (rouge et blanc).



Puisqu'il s'agit d'un motif Jacquard 2 couleurs, le tricotage d'une rangée de motif, sur un métier simple chute, nécessite deux passages de chariot (1 aller et 1 retour de chariot), donc deux placements d'aiguilles (un placement par couleur et par course) ou deux cartons Jacquards.

Si on tricote les couleurs dans l'ordre rouge puis blanc, la sélection d'aiguilles (par le bras des clavettes) pour cette rangée de motif sera la suivante :

- carton n : 3 pleins, 8 vides, 3 pleins
- carton n+1 : 3 vides, 8 pleins, 3 vides



Le programme |CARMOT|, du système d'aide, permet d'extraire d'un motif en bibliothèque, la chaîne de cartons de sélection Jacquard lui correspondant. L'opérateur indique le numéro du motif à traiter, la routine |EXMOT| vérifie bien que celui-ci est en bibliothèque. La routine |COULUT| détermine alors, le nombre et la palette de couleurs du motif et si le nombre est supérieur à 4, la routine |VENBCO| examine si le nombre maximal de couleurs par rangée de motif n'excède pas 4 (4 = nombre maximal de couleurs par rangée pour un tricot Jacquard). Le motif est ensuite récupéré dans le fichier <IMAGE> (par la routine |LIMJAQ|) puis les enregistrements de ce fichier chargés successivement en mémoire centrale. C'est de chacun de ceux-ci (1 enregistrement = 1 rangée de motif) que le programme extrait la suite de cartons et les imprime (figure IV.22.).

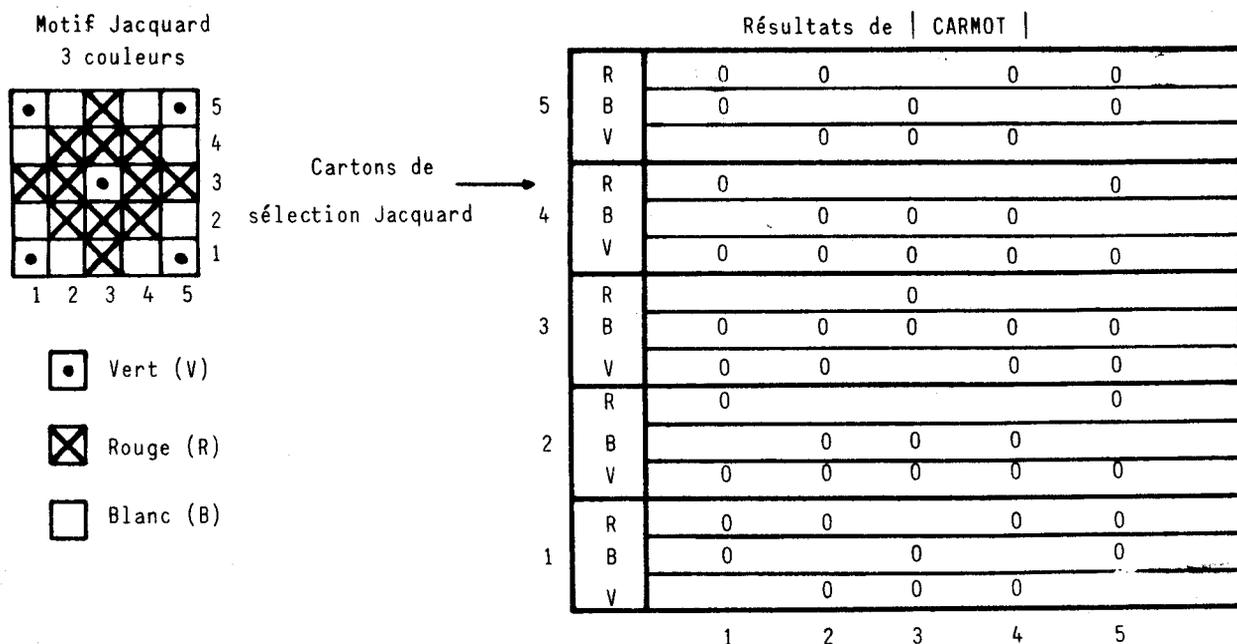
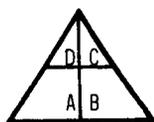


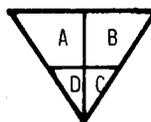
FIGURE IV.22. : Exemple d'extraction de la chaîne de cartons Jacquard d'un motif.

IV.4.4.1.3. Détermination du cycle d'évolution des cames -

Le programme |MOVCAM| : Une came d'ascension façon-métier, équipant presque la totalité des métiers est en fait composée de quatre sous-cames indépendantes, schématisées comme ci-dessous :



Came endroit



Came envers

Les sous-cames D et C interviennent dans la réalisation de charges car leur "effacement" implique une demi-ascension des aiguilles en action.

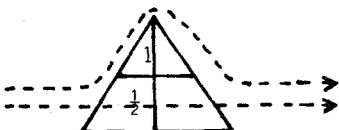
Par convention, on associe la valeur |1| à une sous-came en action (position basse) et la valeur |0| à une sous-came effacée (position haute). Les différents cas d'activité pour une came façon-métier sont indiqués dans le tableau de la figure IV.10.

	Hors travail (pas de formation de maille)	Ascension complète (formation de mailles)	Demi-ascension (formation de charges)
Course droite - gauche			
Course gauche - droite			

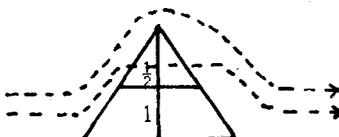
FIGURE IV.23. : Différents cas d'activité d'une came-à façon-métier.

Dans le cas d'aiguilles ou de clavettes différenciées par la hauteur de leur talon (haut ou bas), on affecte la valeur |1/2| à la sous-came A ou B si son action ne concerne que les aiguilles ou clavettes à talon haut et à la sous-came C ou D s'il s'agit d'une charge.

Exemple :



. Seules les aiguilles à talon haut sont en action lors d'une course droite-gauche du chariot.



. Toutes les aiguilles sont en action, mais seules les aiguilles à talon haut forment maille, les autres forment charge et toujours pour une course droite-gauche du chariot.

Le programme |MOVCAM| détermine, à partir de la contexture du tricot à réaliser et du placement de base d'aiguilles et clavettes, la position des différentes serrures du plan de cames. La succession de ces positions sur un raccord de tricotage constitue le cycle d'évolution des cames.

Ce programme lancé, il est demandé à l'opérateur d'indiquer le numéro de la contexture (ou le nom de la maquette de tricot), le placement de base des ensembles aiguilles-clavettes fourni par la routine |CLAMET|, par exemple, et le nombre de chutes du métier. Muni de ces informations, le programme élabore le cycle d'évolution des cames par la comparaison de chaque rangée de contexture au placement de base (d'aiguilles).

Exemple :

Métier simple-chute



* | aiguille à talon haut | aiguille à talon bas

IV.4.4.2. Affectation des couleurs et cycle de marche des guide-fils :

Si au lieu d'alimenter les aiguilles avec une seule nuance de fil, on change périodiquement de coloris, on obtient des tricots à effets de coloration et plus particulièrement des rayures. Ces rayures dont les effets se traduisent par des rangées de mailles de couleurs différentes n'affectent en rien la contexture du tricot.

Un guide-fil est l'organe délivrant du fil aux aiguilles en action. Un chariot entraîne un guide-fil à chaque chute et à chaque demi-course ou passage. Le nombre de guide-fils et leur disposition est fonction du matériel employé. Un plan est établi avant chaque lancement d'une réalisation de tricot, plan représenté sous forme d'un graphique et définissant le mouvement des guide-fils pendant toute la durée d'exécution.

IV.4.4.2.1. Définition d'un graphique de marche des guide-fils : Un tel graphique est composé d'une grille définie de la façon suivante :

- Chaque colonne correspond à un guide-fil. Il y a autant de colonnes que de guide-fils sur le métier. En dessous de chaque colonne est indiquée la couleur enfilée pour chaque guide-fil utilisé.

- Chaque rangée correspond à une course de chariot : la première course en bas du graphique, la seconde au dessus, etc.... Ces rangées sont alternativement de couleur claire, puis foncée. Par convention, une rangée foncée correspond à une course droite-gauche, une rangée claire à une course gauche-droite. Le nombre total de rangées est donc égal au nombre de rangées d'un raccord de tricotage.

En métier double-chute, le graphique est identique sauf que chaque rangée, claire ou foncée, est doublée. Par convention, la première de ces lignes correspond à la première chute en action au passage correspondant, la deuxième ligne à la deuxième chute.

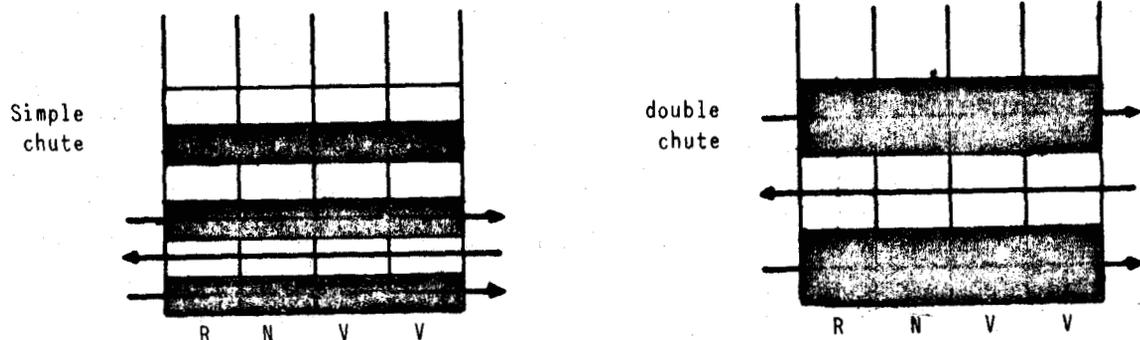


FIGURE IV.24. : Grilles pour graphiques de marche des guide-fils.

Le remplissage de cette grille, afin de mettre en évidence, pour chaque rangée de tricotage, le guide-fil utilisé, s'effectue en inscrivant une croix dans la case correspondant à l'intersection de la couleur et de la rangée considérée. La croix est cerclée à chaque première utilisation d'un guide-fil (fig. IV.25.).

Les documents de base sont, comme l'illustre l'exemple de la figure IV-25, les motifs colorés sur l'une ou les deux faces du tricot.

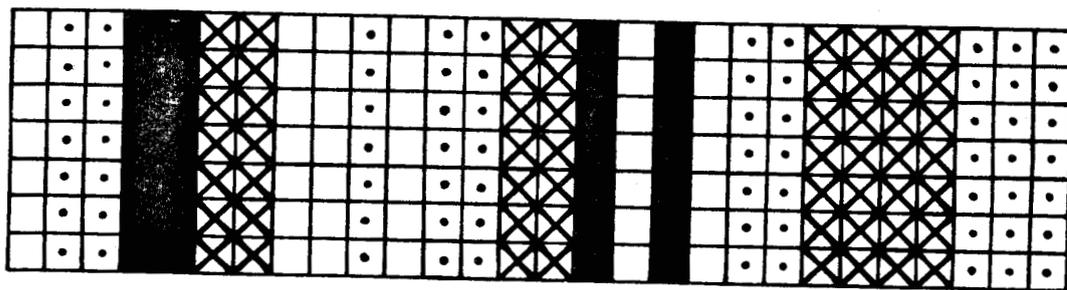
IV.4.4.2.2. Notion de cycle de marche des guide-fils : Ce cycle est régi par les trois lois suivantes :

- en fin de cycle, il faut que le chariot ainsi que tous les guide-fils soient revenus à leur position initiale,
- si le cycle commence sur une rangée claire, il doit s'achever sur une rangée claire et vis versa,
- les guide-fils qui ont débuté le cycle sur une rangée foncée doivent être abandonnés sur une rangée claire et inversement.

Pour la réalisation d'un même tricot sur un métier donné, plusieurs cycles de marche de guide-fils (mais parfois aucun) sont souvent possibles. Le problème est de trouver le cycle optimal, c'est-à-dire tout simplement le plus court. En effet plus le cycle est réduit, plus la vitesse de tricotage est grande et le rendement du métier meilleur.

La longueur d'un cycle se mesure au nombre de passages de chariot. Lors du tricotage, pour que le chariot puisse entamer sa course, il faut que le guide-fil qui doit être entraîné soit du même côté que celui-ci, sinon le chariot est forcé d'effectuer un passage à vide (sans tricotage) pour aller se placer du côté du guide-fil nécessaire, à l'autre bout du métier. Chaque passage à vide exige de nombreuses manipulations de mise hors et en action des cames d'ascension et rallonge le cycle d'où la nécessité de les réduire au maximum par une affectation judicieuse des couleurs aux guide-fils et un placement convenable de ceux-ci en début de cycle.

Tricot à rayures horizontales à réaliser sur un métier double-chutes à 6 voies à raison d'un guide-fil par voie.



Motif (rayure)

- Vert (V)
- Rouge (R)
- Noir (N)
- Blanc (B)

Graphique de la rayure

Couleur	Nombre de rangées de mailles					
	3	2	2	1	2	2
V						
R	4		2		2	
B		1	1	1	2	1
N			1	1		2

Graphique de marche des guide-fils

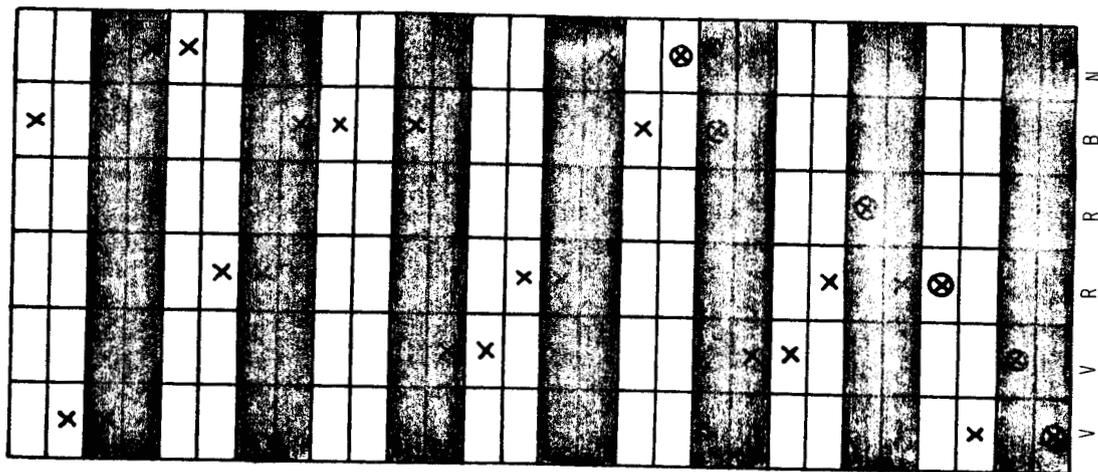


FIGURE IV.25. : Exemple de détermination d'un graphique de marche de guide-fils.



IV.4.4.2.3. Détermination du cycle de marche des guide-fils.

Le programme |CAMGF| : La réalisation des tricots à rayures sur tricoteuse rectiligne est conditionnée par les éléments suivants :

- 1 - Le nombre de voies de guide-fils (de 2 à 6) et le nombre de guide-fils par voie. On conçoit aisément que ces deux nombres limitent les possibilités de couleur de la rayure.

- 2 - Le nombre de chutes du chariot (1 ou 2). Les mouvements des guide-fils sont évidemment différents selon que la machine est à une ou deux chutes et l'obtention d'une rayure, simple dans un cas, peut devenir complexe dans l'autre et inversement.

- 3 - Les possibilités de sélection de la tricoteuse. On distingue 3 types de rayures : rayure horizontale, verticale et écossaise (fig. IV.26).

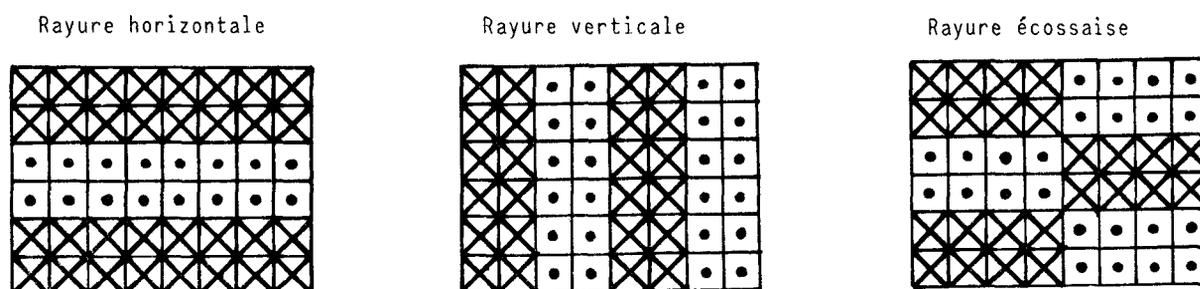


FIGURE IV.26. : Différents types de rayures.

Si pour les rayures horizontales, aucune possibilité particulière de sélection n'est requise, ce n'est pas le cas pour les rayures verticales ou écossaises produites grâce à une combinaison couleur de fil - sélection d'aiguilles.

- 4 - Le graphique de la rayure donnant le nombre de rangées ou de colonnes de mailles successives dans les différentes couleurs (voir exemple page IV-47).

On distingue trois phases dans le programme |CAMGF|. La première phase est celle justement d'acquisition des 4 éléments de base cités plus haut, à savoir les caractéristiques du métier et celles de la rayure. Il est demandé, en particulier, à l'opérateur s'il s'agit d'une rayure horizontale, verticale ou écossaise et si le motif correspondant existe en bibliothèque. Dans le cas affirmatif, l'opérateur indique le numéro de celui-ci et les routines |RAHMOT|, |RAVMOT|, |RAEMOT|, suivant le type de rayure, extraient du motif le graphique de la rayure. Dans le cas contraire,

en bibliothèque. Dans le cas affirmatif, l'opérateur indique le numéro de celui-ci et les routines |RAHMOT|, |RAVMOT|, |RAEMOT|, suivant le type de rayure, extraient du motif le graphique de la rayure. Dans le cas contraire, l'acquisition de ce graphique se fait directement sur l'écran par les routines |RAHGRA|, |RAVGRA| ou |RAEGRA|. Pour une rayure horizontale, par exemple, l'acquisition directe se fait à partir des réponses successives de l'opérateur aux questions telles que :

- nombre de bandes de couleur ?
- couleur de la n^{ième} bande ?
- nombre de rangées de mailles de la n^{ième} bande ?

La seconde phase est celle de la recherche du cycle de marche des guide-fils puisque disposant de toutes les informations utiles. Dans un premier temps, si la rayure est du type verticale ou écossaise, selon le cas, la routine |GMGFRV| ou |GMGFRE| détermine la rayure horizontale équivalente du point de vue de la détermination du cycle. La recherche de celui-ci peut ensuite commencée. Le principe de cette recherche, routine |GMGFR|, repose sur une analyse progressive du graphique de la rayure avec affectation d'un premier guide-fil à chaque nouvelle couleur rencontrée et d'un nouveau guide-fil à chaque fois que celui déjà affecté à la couleur se trouve du côté opposé au chariot (pour éviter un passage à vide), dans la limite du nombre de guide-fils encore disponibles sachant qu'il en faut au moins 1 (2 en double-chutes) par couleur de rayure (routines |AFFPOS| et |AFFPO2|).

En fin d'analyse de la rayure, la routine |FINCYC| vérifie si tous les guide-fils sont bien revenus à leurs positions initiales respectives. Si c'est le cas, le cycle est complet, sinon le traitement de la rayure reprend du début et le raccord du cycle augmente d'une unité. Remarquons, à ce propos, que le raccord du cycle doit correspondre à celui de la rayure.



La troisième et dernière phase du programme |CAMGF| est la phase de sortie des résultats. Le graphique de la rayure est imprimé (routines |VISGRH|, |VISGRV| ou |VISGRE|), ainsi que la disposition initiale (gauche ou droite) des différents guide-fils utilisés, le nombre de passages à vide ou semi-à-vide et leurs positions, le placement d'aiguilles pour les rayures verticales ou écossaises et tout ceux-ci que dans le cas où la rayure s'est avérée réalisable.

. REMARQUE : Le problème des guide-fils ne se pose pas pour les tricots Jacquards, vu que pour le tricotage de chaque rangée de motif, un passage de chariot, avec chaque couleur constituant la rangée, est nécessaire.

IV.5. CONCLUSION :

Bien que le système d'aide présenté au cours de ce Chapitre ne soit qu'à l'état embryonnaire et que le problème de la représentation réelle des tricots reste en partie posé, nous estimons que ce système représente, néanmoins, un pas important vers l'automatisation de l'ensemble des opérations de création en bonneterie.

Des améliorations sont en cours et, comme le noyau de traitement d'images, ce n'est qu'à la lumière d'essais avec les bonnetiers eux-mêmes qu'il nous sera possible de rendre tout à fait opérationnel un tel système, notamment par une élaboration plus conséquente du mode interactif.

CONCLUSION GENERALE

Si l'utilisation de l'ordinateur pour l'automatisation de tâches systématiques (non créatives) est largement admise par le public et a pu faire largement ses preuves, son utilisation à des fins purement artistiques l'est beaucoup moins. L'art informatique est encore largement controversé et les préjugés à son encontre sont nombreux et variés.

Indépendamment du fait que les artistes, en particulier, ont été plus ou moins conditionnés à réagir négativement à l'ordinateur, il est juste de s'interroger sur ce mariage impossible entre l'art, synonyme d'inspiration et de fantaisie et l'informatique, symbole de la rigueur froide et arithmétique.

Comme bien d'autres études et réalisations antérieures, celle-ci, nous l'espérons, illustre assez bien le rôle que l'on peut faire jouer à l'ordinateur dans un processus de création et met l'accent sur le fait que par le biais de l'"interactivité" et du "dialogue Homme-Machine", il y a collaboration entre l'artiste et l'ordinateur et non substitution de l'un par l'autre. L'ordinateur reste en toute circonstance, un outil de création, un outil qui bien que sophistiqué ne nécessite pas forcément une période d'apprentissage plus longue que celle pour un outil à simple technique gestuelle (sauf dans le cas où l'artiste veut créer lui-même ses propres programmes, ce qui exige des connaissances techniques assez solides).

Le styliste dans l'industrie textile sera donc toujours présent, à condition qu'il accepte de s'adapter à la technologie moderne nécessaire au développement de cette industrie.

Le système C.F.A.O. présenté dans cette étude a pour objectif d'augmenter la part de création dans une industrie où l'on a trop tendance, pressé par le temps, à appliquer toujours les mêmes principes avec comme conséquence fâcheuse, une certaine tendance à la stagnation de la qualité. Loin d'être complet, il n'est que le noyau matériel et logiciel de base autour duquel peuvent venir se greffer d'autres matériaux et d'autres programmes. Certains programmes déjà développés devront être retouchés si de meilleures solutions aux problèmes traités, apparaissent. Il en est ainsi de celui de la représentation en vue de face des contextures tricotées. Une prise en compte des caractéristiques physiques des fils, l'adaptation de certains algorithmes 3-D apporterait, peut-être, des éléments complémentaires à la solution de ce problème fondamental.

Le principal inconvénient de ce système est qu'il est, dans la version actuelle, beaucoup trop cher pour qu'une entreprise moyenne puisse en supporter seule, l'investissement. Néanmoins, le système décrit est un système de développement, c'est-à-dire un système muni de caractéristiques spécifiques, nécessaires à un développement aisé de logiciel d'application. Une première solution consisterait alors à proposer aux industriels une version réduite aux seuls programmes utilitaires, sur un matériel moins important donc d'un prix de revient nettement plus bas. L'ennui est qu'un tel système serait assez figé, difficile à modifier, au niveau de l'entreprise, en cas d'éventuelles extensions, par exemple.

Une seconde solution serait de proposer aux intéressés, l'exploitation du système complet, en commun ou "service-bureau" avec répartition des temps d'exploitation entre les différents utilisateurs. L'avantage de cette solution économique est qu'elle permettrait, en outre, l'assistance des stylistes et des chefs de fabrication par un personnel technique permanent dont la fonction serait surtout d'améliorer constamment le système. Son inconvénient est bien sûr, le manque de souplesse d'utilisation du système qui en résulterait (nécessité d'un planning d'exploitation rigoureux). L'argument souvent invoqué selon

lequel la protection de la création n'est plus assurée dans un système informatique exploité en service-bureau, n'est plus de mise. Des solutions à ce délicat problème ont vu le jour depuis bien longtemps. L'utilisation de codes, de clés, d'éléments de stockage (disques, cassettes,....) personnalisés garantissent en effet une protection presque absolue des produits conçus.

Le véritable problème se situe à un niveau bien supérieur. Une chaîne de production quel qu'elle soit, à la valeur de son maillon le plus faible. Il ne suffit donc pas d'insérer un outil aussi sophistiqué qu'un système C.F.A.O. pour améliorer sensiblement le productivité d'une entreprise. L'ensemble des modes de production, de gestion et de planification doit être repensé en fonction de nouvelles données introduites par le nouvel élément intégré. C'est un bouleversement devant lequel beaucoup de chefs d'entreprise hésitent, à juste titre d'ailleurs.

La technologie moderne est universelle, le tout est de savoir la mettre à profit. Nous espérons que d'évolution en évolution, le système C.F.A.O.-bonneterie devienne, grâce aux connaissances textiles intégrées et aux pouvoirs créatifs des utilisateurs, un outil d'amélioration des niveaux techniques et artistiques de cette industrie.

- BIBLIOGRAPHIE -

A/ - TRAITEMENTS D'IMAGES NUMERIQUES :

- . Considérations générales /27/, /55/, /63/
- . Codage d'images /43/, /52/, /64/, /69/
- . Analyse d'images /24/, /28/, /65/.

- Livres : /15/, /31/

- Thèses : /30/, /16/

B/ - GRAPHISMES ET ORDINATEURS :

- . Considérations générales /44/, /49/, /61/, /83/
- . Techniques d'E/S et aspects matériels /2/, /36/, /39/, /54/, /67/, /68/, /70/, /79/.

. Génération de graphismes :

- droites /45/, /76/

- courbes et surfaces /17/, /25/, /26/, /32/, /46/, /47/

- volumes et objets 3D /3/, /11/, /50/

- lignes et surfaces cachées /35/, /53/, /81/

- coloration /51/

- Livres : /59/, /66/

- Thèse : /56/

C/ - IMAGES, ART ET INFORMATIQUE :

. Synthèse d'images - Algorithmes :

- illumination /14/, /33/

- réflexion, ombres et ombres projetées /22/, /80/

- lissage et "aliasing" /23/, /82/

- textures /10/

. Art et informatique /19/, /21/, /40/, /60/

- Livres : /41/, /48/, /58/

D/ - CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR :

- . Considérations générales /12/, /74/, /78/
- . Architecture des systèmes /34/
- . Dialogue Homme-Machine /62/, /71/.

- Livres : /6/, /7/, /8/, /72/

- Thèse : /77/

E/ - BONNETERIE :

- . Métiers à tricoter /57/
- . Informatique, électronique et tricotage /1/, /5/, /9/, /20/, /29/, /38/.

- Livres : /13/, /41/, /73/, /74/, /84/.

- BIBLIOGRAPHIE -

- /1/ ANDERSON J.
" How for the computer influence us and our textile futur "
Hosiery trade Journal, Vol.80, n° 953, Mai 1973
- /2/ ATHERTON P.R.
" A method of interactive visualization of C.A.D. surfaces models
on a color video display "
Computer Graphics, Vol.15, n°3, Août 1981
- /3/ BADLER N., BAJEY R.
" Three demensional representations for computer graphics
and computer vision "
Publi. AFCET 1981
- /4/ BEAUCOURT D. et al.
" LGIVD : Logiciel Graphique Industriel de Visualisation et Dialogue "
Publi. : AFCET 1980
- /5/ BENTAL L.J.
" Computer Aided Design "
Hosiery Trade J., Vol.77, n° 915, Mars 1970
- /6/ BERGUT R.
" La Production Assistée par Ordinateur "
Publi. A.F.P.I.C. - 1978
- /7/ BERGUT R.
" De l'automation "
Publi. A.F.P.I.C. - 1976
- /8/ BESAUT C.B.
" Computer Aided Design and Manufacture "
Edit. Ellis Horwood - Series in engineering science, 1980

- /9/ BIPE - ITF MAILLE
" Tricotage électronique "
Rev. ITF MAILLE, n°3, 1978
- /10/ BLINN J.F., NEWELL M.E.
" Texture and reflexion in computer generated images "
Comm. of ACM, Vol.13, n°9, Sept.1970
- /11/ BRAID I.C.
" The synthesis of solids bounded by many faces "
Comm. of ACM, Vol.18, n°4, Avril 1975
- /12/ BREUTEUIL H.
" C.A.O. : La ruée vers l'or ? "
Le Nouvel Automatismes, Sept.1980
- /13/ BROSSARD I.
" Technologie des textiles "
Edit. Dunod, 1977
- /14/ BUI TUANG PHONG
" Illumination for computer generated pictures "
Comm. of ACM, Vol.18, n°6, Juin 1975
- /15/ CARRASU R. et LAURE J.
" Cours fondamental de télévision "
Edit. Radio, 1978
- /16/ CLARA F.
" Réalisation d'un filtre adaptatif d'images couleur avec critère
psychovisuel de qualité "
Thèse de Docteur Ingénieur en Maths.Appl., Paris 1980
- /17/ CLARK J.H.
" Designing surfaces in 3.D "
Comm. of ACM, Vol.19, n°8, Août 1976
- /18/ CLEEMANN E. et al.
" Langages de programmation graphique "
R.I.R.O., 2ème année, n°12, 1968

- /19/ COLONNA J.F.
" De l'informatique à l'art visuel "
Publ. AFCET 1980
- /20/ CORDELIER M.
" L'industrie textile et l'automatisation "
Rev. ITF, n°50, Nov.1973
- /21/ COUPIGNY F.
" La fabrication assistée par ordinateur de dessins animés à
l'aide du système PSYCHE-ANIMA 2 "
Rev. Radiodiffusion - Télévision, n°57, 1979
- /22/ CROW F.C.
" Shadow algorithms for computer graphics "
SIGGRAPH'81 Proceedings
- /23/ CROW F.C.
" The aliasing problem in computer generated shaded images "
Comm. of ACM, Vol.20, n° 11, Nov.1977
- /24/ DAVIS L.S.
" A survey of edge detection techniques "
Comp. graph. and Imag.Proc., n°4, 1975
- /25/ DILL J.C.
" An application of color graphics to the display of surface couverture "
Comp. graph. Vol.15, n°3, Août 1981
- /26/ DUBE R.P.
" Preliminary specification of splines curves "
IEEE trans. on comp., Vol.C-28, n°4, Avril 1979
- /27/ FAUGERAS O.D.
" Digital color image processing within the framework of a
human visuel model "
*IEEE trans. on Acoust. speech, and Sign.process, Vol.ASSP-77, N°4,
Août 1979*

- /28/ FELDMAN J.A.
" Artificial intelligence and scene analyse "
Publ. Ecole d'Eté d'informatique (CEA, IRIA, EDF), 1980
- /29/ FREICHMAN C.
" Tukung the tedium out of Jacquard pattern perparatice "
Knitted Outverwear Times, Vol.37; n° 41, Sept.1968
- /30/ GARBAY C.
" Etude d'une modélisation de la couleur dans le cadre de la
perception visuelle humaine - Validation sur un jeu d'images
colorées "
Thèse 3ème cycle Maths.Appl.Inf., Grenoble 1979
- /31/ GONZALEZ R. et WINTZ P.
" Digital Image Processing "
Addison - Wesley Publishing Compagny 1977
- /32/ FORDON W.J., RZESENFELD R.F.
" Bernstein - Bezier methods for the computer-aided-design
of free-form curves and surfaces "
J. of Ass. for comp. Mach. Vol.21, n°2, Avril 1974
- /33/ GOURAUD H.
" Continuous shading of curved surfaces "
IEEE Trans. on comp. Vol. C-20, n°6, Juin 1971
- /34/ GRAVE M.
" Etude d'un système graphique bâti autour d'une mémoire d'image "
Publ. AFCET 1980
- /35/ GRIFFITH H., GEAR C.W.
" Raster-scan Riddin surface algorithm techniques "
SIGGRAPH'81 Proc.
- /36/ GRIMSDALE R.L. et al.
" Zone management processor : a module for generating surfaces
in rester-scan colour displays "
Comp. and digit. techn., Vol.2, n°1, Fev.1979

- /37/ HAOURT J.L.
" Compte rendu d'activité du groupe de travail : langages graphiques "
R.I.R.O., 5ème année, B1, 1971
- /38/ HATRA - C.A.D center
" Hatra symposium discusses electronic and other automatic pattern
preparation for double Jersey machines "
Hosiery Trade Journal, Vol.78, n° 536, Dec.1971
- /39/ HUSTIN M.
" Les outils du graphisme conversationnel "
01 Informatique, n° 126, Dec.Jan.1979
- /40/ HUITRIC H., NAHAS M.
" Composition et traitement d'images digitales à des fins plastiques "
Publ. AFCET 1980
- /41/ I.N.A.
" Les nouvelles Images "
Sciences et Avenir n°29, 1981
- /42/ I.T.F. Maille
" Tricoteuses rectilignes "
Edit. ITF Maille, 1977
- /43/ JAIM A.K.
" Image data compression : a review "
Proced. of the IEEE, Vol.69, n°3, Mars 1981
- /44/ JABLAVE G.H., GREENBERG D.
" Color spaces for computer graphics "
comp. graph. Vol.12, n°3, Mars 1978
- /45/ JORDAN B.W., BARETT R.C.
" A cell organized raster display for line drawings "
Comm. of ACM, Vol.17, n°2, Fev.1974
- /84/ LECLERQZ, MEURIS I. et al.
" Initiation à la Bonneterie "
Edition La Maille - Paris

- /46/ LANE J. et al.
" Scan line methods for displaying parametrically defined surfaces "
Comm. of ACM, Vol.23, n°1, Jan.1980
- /47/ LANE J.M. ,RIESENFELD R.F.
" A theoretical development for the computer generation and display
of piecewise polynomial surfaces "
IEEE Trans. on patt.analy. and Mach.Intel., Vol.PAMI-2, n°1, Janv.1980
- /48/ LEAVIT R.
" Artist and computer "
Harmony books - edited by R.LEAVIT
- /49/ LENER E.J.
" The computer graphics revolution "
IEEE spect., fev.1981
- /50/ LEVIM J.
" A parametrical algorithm for drawing pictures of solid objects
of quadric surfaces "
Comm. of ACM, Vol.19, n°10, Oct.1976
- /51/ LICHERMAN H.
" How to color in a coloring bock "
Comp.graphic. Vol.18, n°3, Mars 1978
- /52/ LIMB J.O.
" Digital coding of color video-signals - A review "
IEEE trans. on comm.,Vol.COM-25, n°11, Nov.1977
- /53/ LOUTREL P.P.
" A solution to the hidden-line problem for computer-drawn polyhedre "
IEEE trans. on comp. Vol.C-19, n°3, Mars 1970
- /54/ LUCAS M.
" Technologie des consoles de visualisation : present et perspectives "
Rev. RGE, Tome 87, n°1, Janv.1978

- /55/ MAITRE H.
" Système d'entrée/sortie d'images "
Rapport interne de l'E.N.S.T. - 1979
- /56/ MERIAUX M.
" Etude et réalisation d'un terminal graphique couleur tridimensionnel
fonctionnant par tâches "
Thèse de Doct.Ing. en Inf. - Lille 1979
- /57/ MEURIS I.
" Tricot et tricoteuses rectilignes "
Moniteur de la maille n° 8,9 et 10 - 1980
- /58/ MOLES A.
" Art et ordinateur "
Edit. Synthèses contemporaines . Casterman 1973
- /59/ MORGAN P., LUCAS M.
" Images et ordinateur "
Lib. Larousse, serie informatique - 2ème Edit. 1981
- /60/ MUSGRAVE J.F.
" Experiments in computer-aided graphic expression "
IBM syst. J., Vol.17, n°3, 1978
- /61/ MYERS W.
" Computer graphics : reaching the user "
IEEE computer, Mars 1981
- /62/ MYERS W.
" Computer graphics : the human interface "
IEEE computer, Juin 1980
- /63/ NIEMANN H.
" Digital Image Analysis "
Edit. IBM, R.F.A., 1979

- /64/ NETRAVALI A.N., LIMB J.O.
" Picture coding : a review "
Proced. of IEEE, vol.69, n°3, Mars 1980
- /65/ NEVATIA R.
" A color edge detector "
Proc.3, Int. Joint.Conf. on Patt. Recogn. Comonado, Californie 1976
- /66/ NEWMAN W.M., SPRULL R.F.
" Principles of interactive computer graphics "
Mc GRAW-HILL, Computer science series, 2ème edit.1981
- /67/ OHLSON M.
" System design considerations for graphics input devices "
IEEE computer - Nov.1978
- /68/ PELLERIN S.
" Graphic display systems - Adding dimension to computer I/O "
Digital design, Juin 1977
- /69/ PRATT W.K.
" Spacial transform coding of color images "
IEEE trans. on comm.techno. Vol.COM-19, n°6, Dec.1971
- /70/ READER C., HUBBLE L.
" Trends in image display systems "
Proced. of IEEE, Mai 1981
- /71/ ROUSE W.B.
" Design of Man - Computer interfaces for on-line interactive systems "
Proced. of the IEEE, Vol.63, n°6, Juin 1975
- /72/ RYAN D.L.
" Computer - aided graphics and design "
Marcel DEKHER inc./ New York, basel 1979
- /73/ SAURET M.
" Technologie des tricots à mailles cueillies "
Poly. de cours à l'E.N.S.A.I.T. de Roubaix, 1979

- /74/ SERCINE A.
" Base de données pour un système de C.F.A.O. "
Le Nouvel Automatisme - Sept.1981
- /75/ SUCHET J.
" Théorie de la maille dans les tricots trames "
Edit. "La maille " S.A.R.L. 1951
- /76/ SUENAGA Y *et al.*
" A high-speed algorithm for the generation of straight lines and
circular arcs "
IEEE trans. on comp. Vol.C-18, n°10, Oct.1979
- /77/ TITTELEIN G.
" Automatisation des opérations de fabrication de tissus façonnés "
Thèse de Doct.Ing. en Automatique, Lille 1979
- /78/ VANNAY P.
" Evaluation des moyens d'E/S graphiques pour la C.A.O. "
A2i, n° 56, Avril 1977
- /79/ VEZIAN G.
" Panorama et critères de choix des moyens d'E/S/ d'ordinateur "
A2i, n° 69, Sept.1978
- /80/ WEILER K., ATHERTON P.
" Polygon shadow generation "
Comp. graph. Vol.12, n°3, Mars 1978
- /81/ WEILER K., ATHERTON P.
" Hidden surface removal using polygon area sating "
Comp. graph.
- /82/ WILLIAMS L.
" Casting curved shadows on curved surfaces "
SIGGRAPH'81, Proceed.
- /83/ WILLIAMS R.
" Image processing and computer graphics "
Comp. graph. and imag.proce, Vol.10,1979

RESUME

Que ce soit en Tissage ou en Bonneterie, la création de nouveaux produits passe par la définition d'un motif et d'un mode d'entrelacement des fils. Les processus mis en jeu sont toujours très longs. De façon à améliorer la créativité, un système C.F.A.O. a été envisagé. Il est évidemment basé sur la notion d'image.

La première partie de l'étude est ainsi consacrée à l'image numérique et colorée, ses méthodes d'acquisition, de traitement et d'exploitation, ainsi qu'à la réalisation d'un noyau de traitement informatisé d'images adapté à l'industrie textile.

La création d'un produit textile ne se limite pas à la conception de motifs. Dans une certaine catégorie de produits, l'image ne joue qu'un rôle secondaire par rapport au choix du mode d'entrelacement des fils. De plus, toute une série d'opérations longues et routinières jalonnent le processus de création. La seconde partie de l'étude traite d'un système C.F.A.O. d'aide à la création d'articles de bonneterie permettant d'une part la conception de nouvelles contextures et d'autre part une automatisation de certaines tâches du processus de mise en fabrication.

* MOTS CLES : Image - Conception Assistée par Ordinateur - Bonneterie.