



HAL
open science

GALBE : un système de conception des patrons de vêtements et de gradation automatique

Sylvette Boyer

► **To cite this version:**

Sylvette Boyer. GALBE : un système de conception des patrons de vêtements et de gradation automatique. Ingénierie assistée par ordinateur. 1986. dumas-00322938

HAL Id: dumas-00322938

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00322938>

Submitted on 19 Sep 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS
CENTRE REGIONAL ASSOCIE DE GRENOBLE

MEMOIRE
présenté en vue d'obtenir
le DIPLOME D'INGENIEUR C.N.A.M.
en
INFORMATIQUE

par
Sylvette BOYER

GALBE : UN SYSTEME DE CONCEPTION DES PATRONS DE VETEMENTS
ET DE GRADATION AUTOMATIQUE

Les travaux relatifs au présent mémoire ont été effectués en partie dans la société ALMA, en partie au laboratoire ARTEMIS de l'Université II de Grenoble, sous la direction de Monsieur J.P. UHRY, directeur adjoint de ce laboratoire et chargé de recherches au C.N.R.S., et de Monsieur L. BOLLIET, Professeur à l'Université II de Grenoble.

PLAN

REMERCIEMENTS	4
SOMMAIRE	5
INTRODUCTION	6
PARTIE I : ETUDE PORTANT SUR L'ENVIRONNEMENT	7
I - 1 : présentation générale	9
I - 2 : une intervention antérieure de la société ALMA dans la confection	12
I - 3 : première approche du système	14
I - 4 : le travail des modélistes patronnières	15
I - 5 : les objectifs du poste	20
I - 6 : les systèmes concurrents sur le marché	21
PARTIE II : ANALYSE	23
II - 1 : les méthodes de travail	25
II - 2 : analyse informatique	34
PARTIE III : REALISATION DE L'APPLICATION	44
III - 1 : la gestion des fichiers	45
III - 2 : la gestion des tailles	46
III - 3 : la bibliothèque de formes	47
III - 4 : le langage de description	48
III - 5 : les opérations sur les éléments géométriques	53
III - 6 : les changements d'écran	54
III - 7 : exemple de dialogue	56
III - 8 : choix du système de coordonnées	58
III - 9 : la structure de données	60

PARTIE IV : REALISATION DU LOGICIEL DE BASE	64
IV - 1 : le niveau interface utilisateur	66
IV - 2 : le niveau graphique	78
PARTIE V : PERSPECTIVES	86
V - 1 : conséquences sociales prévisibles de GALBE	87
V - 2 : améliorations envisagées	87
V - 3 : évolution de GALBE	91
V - 4 : le marché	92
CONCLUSION	93
ANNEXES :	
A : généralités sur les polynômes de Bézier	94
B : exemples de transformations automatiques des courbes de Bézier	97
C : algorithmes principaux de travail sur les courbes de Bézier	105
D : règles de grammaire du langage de description	114
E : copies partielles d'écran	120
BIBLIOGRAPHIE	125

Je tiens à remercier M. J.Y. RANCHIN, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers de présider ce jury.

Je remercie M. le Professeur L. BOLLIET pour ses conseils lors de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie M. J.P. UHRY, directeur adjoint du laboratoire ARTEMIS, d'avoir assuré l'encadrement technique du projet.

Je remercie M. R. EKSL, ingénieur conseil et gérant de la société GESTE, et M. P. VIEILLARD, directeur du service informatique de production chez Petit-Bateau VALTON S.A., qui ont manifesté un intérêt personnel et professionnel à ce projet et ont accepté de participer à ce jury.

Je remercie les personnes qui ont participé à la conception et la réalisation du produit : Melle P. CONFORTI, ingénieur ALMA, pour ses compétences informatique et mathématique, M. C. BRAUD pour ses conseils et ses interventions dans les domaines psychologie et ergonomie.

Je remercie l'ensemble des salariés de la société ALMA de m'avoir confié la responsabilité d'un tel projet. D'autre part les relations qui unissent ALMA et l'équipe de Recherche Opérationnelle du laboratoire ARTEMIS m'ont permis de travailler dans un environnement de haut niveau et souvent sympathique et agréable.

SOMMAIRE

GALBE (Gradation AnaLogique par la méthode de BEzier) est un logiciel de C.A.O. destiné au secteur de l'habillement. Il permet de créer interactivement les patrons des vêtements dans une taille donnée, puis de les grader, c'est-à-dire de les adapter aux autres tailles.

Ce rapport présente les phases de conception, d'analyse, et de réalisation du logiciel. Il précise les choix qui ont été faits, les résultats auxquels ils ont abouti, et les améliorations à apporter.

INTRODUCTION

La société ALMA, dans laquelle je travaille, est une Société A Responsabilité Limitée au statut de S.C.O.P. (Société Coopérative Ouvrière de Production), composée de 7 salariés. Elle a été créée en 1979 par l'équipe de Recherche Opérationnelle de l'Université de Grenoble pour répondre à des demandes d'informatisation dans le secteur de l'habillement. Aujourd'hui elle conserve une partie de son activité dans ce secteur malgré une nette orientation vers la mécanique.

Au printemps 84, une pré-étude a été demandée à ALMA par une société de confection enfant. Il s'agissait de concevoir un outil d'aide à la création des patrons de vêtements. La pré-étude effectuée m'a semblé ouvrir des champs d'investigations intéressants. J'ai donc cherché à poursuivre des recherches dans ce domaine. J'ai demandé un congé formation, auprès du FONGECIF, qui m'a été accordé au sein du laboratoire ARTEMIS. Libérée des contraintes dues à la présence d'un seul commanditaire, j'ai tenu à élargir le champ d'utilisation du système envisagé. J'ai cherché à concevoir un poste de travail d'utilisation très simple, s'appuyant sur les méthodes de travail des personnes chargées de la création des patrons.

De manière générale, le logiciel GALBE (Gradation AnaLogique par la méthode de BEzier) est destiné à des entreprises de l'habillement. Il s'agit d'un outil d'aide à la conception des patrons de vêtements et à la gradation, c'est-à-dire à la transformation d'un patron dans toutes les tailles. C'est un outil de C.A.O. interactif et graphique.

PARTIE I :

ETUDE PORTANT SUR L'ENVIRONNEMENT

I - 1 : PRESENTATION GENERALE	9
I - 1 - 1 : le secteur industriel : textile-habillement	9
I - 1 - 2 : les acteurs principaux : de la création à la fabrication du vêtement	10
I - 2 : UNE INTERVENTION ANTERIEURE DE LA SOCIETE ALMA DANS LA CONFECTION	12
I - 2 - 1 : un système complet	12
I - 2 - 2 : le poste de digitalisation	13
I - 2 - 2 - 1 : description du poste	13
I - 2 - 2 - 2 : conséquences	14
I - 3 : PREMIERE APPROCHE DU SYSTEME	14
I - 4 : LE TRAVAIL DES MODELISTES-PATRONNIERES	15
I - 4 - 1 : place dans l'organisation du travail	15
I - 4 - 1 - 1 : phase de conception	15
I - 4 - 1 - 2 : phase de production	16
I - 4 - 2 : organisation temporelle	16
I - 4 - 3 : l'activité des modélistes	17
I - 4 - 3 - 1 : travail par analogie	17
I - 4 - 3 - 2 : nombreuses modifications	18
I - 4 - 3 - 3 : utilisation du "pistolet"	18
I - 4 - 3 - 4 : vérifications	19
I - 4 - 3 - 5 : le demi-patron	19
I - 4 - 3 - 6 : archivage des patrons	19
I - 4 - 3 - 7 : période de surcharge	20
I - 4 - 3 - 8 : intérêt du travail	20

I - 5 : LES OBJECTIFS DU POSTE

20

I - 6 : LES SYSTEMES CONCURRENTS SUR LE MARCHÉ

21

I - ETUDE PORTANT SUR L'ENVIRONNEMENT

I - 1 : PRESENTATION GENERALE

I-1-1 : LE SECTEUR INDUSTRIEL : TEXTILE - HABILLEMENT

Pour situer le contexte économique difficile dans lequel se trouve, en France, le secteur textile-habillement et pour mieux comprendre les besoins d'informatisation et d'automatisation, j'exposerai brièvement quelques constatations.

Au niveau de l'emploi, la situation se dégrade depuis fort longtemps (ref. 31). En 1945, le secteur occupe 1 200 000 salariés. Entre 1945 et 1965, 400 000 postes sont supprimés, à raison de 20 000 environ par an. Les conséquences ne sont pas très graves dans la mesure où la croissance économique de cette époque favorise la reconversion des travailleurs dans de nouvelles industries. Entre 1965 et 1973, on assiste à une stagnation des effectifs. Par contre la crise de 1973 entraîne la suppression de nombreux emplois. Entre 1973 et 1982, de 20 000 à 35 000 postes disparaissent par an. Ces dernières chutes sont bien plus graves car la reconversion des travailleurs n'est plus possible dans le contexte économique défavorable. Depuis 1982, l'emploi régresse au rythme des gains de productivité soit environ 2% par an, ce qui constitue une perte d'environ 10 000 emplois. On atteint aujourd'hui le nombre de 497 000 salariés.

Jusqu'en 1979 les importations et les exportations s'équilibrent sur tous les domaines de l'habillement. Depuis les importations de vêtements bon marché augmentent (Extrême-Orient, bassin méditerranéen ...) surtout dans des domaines particuliers tels que la chemise ou la maille. Par exemple, pour la chemise, les importations représentent 67% de la consommation en 1982, 71% en 1984, et ne cessent aujourd'hui de croître (ref. 32). Par contre la balance commerciale de la confection féminine est redevenue excédentaire.

Entre 1973 et 1981, les investissements déjà bien plus faibles dans cette branche que dans le reste de l'industrie, chutent encore. On a pu constater que les entreprises les plus performantes aujourd'hui sont celles qui ont investi jusqu'à 10% de leur chiffre d'affaires. Actuellement, l'investissement reprend, il augmente de 23% (contre 14% pour la moyenne industrielle). (ref. 30)

D'autre part, parmi les marchés occidentaux le vêtement français est souvent celui dont le prix de revient est le plus élevé . (ref. 32)

Il s'agit d'une industrie de main d'œuvre, essentiellement féminine, les machines sont pour la plupart classiques ou semi-automatiques. Il n'y a pas de robot et peu d'automates programmables.

Si ces chiffres médiocres sont en nette amélioration depuis 1981, c'est surtout grâce au plan textile (ref. 31). Des allègements des charges sociales pouvant aller jusqu'à 12% ont été pratiqués pour des entreprises acceptant de maintenir l'emploi et de se moderniser. Le plan textile de 81 a été dénoncé devant la cour de justice européenne, comme étant contraire au Traité de Rome. Le gouvernement français a donc du interrompre en 1984 son plan textile. Mais il a depuis contre-attaqué en créant un nouvel organisme DEFI qui attribue diverses aides par des moyens plus complexes et donc moins voyants.

Mais, pour les industriels, il s'agit toujours de faire face à la concurrence. Quelles que soient les stratégies de prix adoptées et les marchés visés, ils doivent aujourd'hui investir et rénover leur outil de production.

I - 1 - 2 : LES ACTEURS PRINCIPAUX : DE LA CREATION A LA FABRICATION DU VETEMENT

Les stylistes créent la mode tant au niveau des tissus (couleurs, imprimés, modes de tissage ...) et des tricots (couleurs, jacquard ...) qu'au niveau des formes des vêtements. Elles esquissent les croquis de nombreux vêtements, dont quelques-uns seront choisis par les industriels soit pour être fabriqués en série, soit pour paraître dans les catalogues du "sur-mesure".

Les modélistes (travaillant soit chez des industriels, soit chez des façonniers) sont chargées de transformer les croquis en patrons de vêtements. Les patrons, dessinés, puis découpés dans du papier, permettent de tracer le contour des différentes parties d'un vêtement sur le tissu. Le vêtement, découpé et assemblé, est essayé sur un mannequin. Les retouches nécessaires sont apportées au patron et répercutées dans les tailles concernées. Lorsque le vêtement est accepté dans toutes les tailles, les patrons sont redécoupés dans du carton ou du plastique, puis précieusement conservés.

Lors du lancement en fabrication de la collection, interviennent les placeurs. Ils arrangent manuellement les patrons en carton sur une feuille de papier (dont les dimensions sont égales à celles du tissu qui sera ensuite utilisé). Ils retracent sur cette feuille le contour des patrons en respectant les quantités demandées, en minimisant les pertes de tissu et en assurant la faisabilité de la découpe.

Ce travail est parfois entièrement automatisé et le poste de placeur traditionnel n'existe plus.

Les coupeurs utilisent les schémas de découpe élaborés par les placeurs ou par un système informatique. Ils les déposent sur le tissu puis découpent les formes. La découpe est quelquefois automatisée ; un système pilote alors une table à découper à laser.

Ensuite des ouvrières spécialisées exécutent les coutures d'assemblage et les broderies sur des postes de travail dont le rôle est bien déterminé.

Le travail de préparation dont les grandes étapes sont

- tracé des patrons sur papier
- extension dans toutes les tailles
- vérification et fabrication unitaire des vêtements
- tracé et découpe des patrons sur carton (ou plastique)
- placement
- découpe

représente, suivant le type de vêtement, de 1/4 à 1/3 du prix de revient.

I - 2 : UNE INTERVENTION ANTERIEURE DE LA SOCIETE ALMA DANS LA CONFECTION

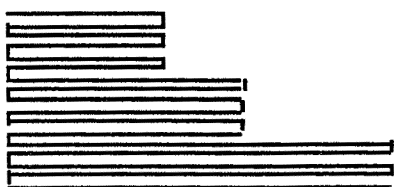
I - 2 - 1 : UN SYSTEME COMPLET

Etant donné que le tissu représente environ les 2/3 du prix de revient, une méthode efficace pour diminuer les coûts consiste à réduire les pertes de matière. Pour cela, nous avons élaboré, et installé chez un client dans la confection enfant, un système informatique destiné au secteur production. Ce système est essentiellement constitué de deux parties : le logiciel de placement RIMBAUD et le module de matelassage.

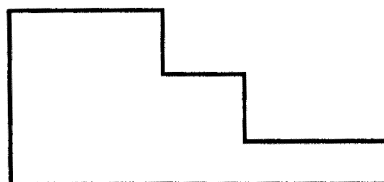
Le logiciel de placement permet de minimiser les pertes de tissu en plaçant "correctement" les patrons sur le tissu à découper. Les algorithmes conçoivent automatiquement de "bons placements" dans un laps de temps d'environ une minute. Cependant ces placements peuvent être améliorés, au fur et à mesure de leur élaboration par le programme, grâce à des interventions d'un opérateur. RIMBAUD peut fonctionner sous trois modes :

- automatique : sans intervention de l'opérateur
- semi-automatique : mixage du placement automatique et interventions manuelles
- manuel : sans faire appel aux algorithmes de minimisation des pertes.

Les placements sont conservés en bibliothèque. Ils sont exploités lors de la phase de matelassage. Le tissu se présente physiquement sous la forme d'un long ruban de 60 cm à 1,80 m de largeur. Avant d'être découpé, il est plusieurs fois replié sur lui-même et constitue un "matelas".



matelas vu de coté



matelas vue schématique

Le nombre de plis et le choix des placements à découper sur le matelas sont à la charge du programme de matelassage qui essaie encore de minimiser les pertes de tissu. Il dispose pour cela des informations suivantes :

- bibliothèque des placements
- caractéristiques des tissus disponibles (longueur, largeur, couleur ...)
- type et quantité des vêtements à produire.

Outre le nombre de plis, les plans de découpe juxtaposés au mieux sont fournis aux coupeurs. Les plans de découpe sont tracés sur du papier thermocollant, grâce à une table de grande largeur, avec alimentation papier continue. Ils sont ensuite collés sur les matelas de tissu puis découpés par des sortes de "scies sauteuses".

Le logiciel RIMBAUD doit connaître la forme des patrons à placer ; pour cela des opératrices saisissent le contour des patrons par l'intermédiaire d'une table à digitaliser. Ce travail de "digitalisation" doit être fait pour chaque vêtement et dans toutes les tailles. C'est ce poste qui sera décrit dans le paragraphe suivant.

I - 2 - 2 : LE POSTE DE DIGITALISATION

I - 2 - 2 - 1 : description du poste (ref. 22)

Pour préparer le travail de digitalisation, l'opératrice saisit sur un terminal classique certains renseignements concernant la forme de chaque morceau du vêtement. Une forme est constituée de droites, de points et de courbes. La patronnière donne les positions relatives des points et des droites, et indique où sont situées les courbes qu'elle digitalisera ensuite.

Plus tard, (une heure ou plusieurs jours après), l'opératrice passe sur le poste de digitalisation pour digitaliser les courbes :

- Assise devant un terminal graphique, elle tape au clavier l'identification (nom, collection, taille...) du morceau.
- Elle se lève, prend le morceau en carton, le dépose sur la table à digitaliser. Cette table est semblable à une table à dessin d'architecte, moins inclinée de manière à ce que le

patron n'ait pas trop tendance à glisser. A partir de ce moment, l'opératrice resté debout et ne doit pas faire bouger le patron au risque de recommencer la digitalisation.

- Elle maintient son patron sur la table, regarde les explications qui apparaissent sur le même terminal graphique (donc situé à la hauteur des yeux d'une personne en position assise), et saisit certains points caractéristiques des courbes à digitaliser.

- La forme saisie s'affiche au fur et à mesure sur le terminal graphique afin d'être validée par l'opératrice (grâce à des commandes de la table).

Ce travail est fait à chaque collection (été et hiver par exemple), pour chaque morceau de chaque vêtement dans toutes les tailles. Par exemple, la forme "manche courte" sera digitalisée 500 fois s'il existe 50 vêtements à manche courte, et en moyenne 10 tailles par vêtement.

I - 2 - 2 - 2 : conséquences

Lors de la conception de RIMBAUD, il s'agissait pour ALMA, de minimiser les pertes de matière. L'observation du poste de digitalisation nous a permis de prendre conscience qu'il est indispensable d'intégrer les problèmes humains et ceux du poste de travail tout au début de l'étude. Les informaticiens ne doivent pas seulement être capables de modéliser mathématiquement un problème et d'écrire des programmes de calcul; ils doivent pouvoir rendre l'outil proposé confortable et convivial, en faisant appel à des compétences extérieures à leur discipline.

I - 3 PREMIERE APPROCHE DU SYSTEME

Ayant constaté que le travail de digitalisation est long, pénible, et délicat, nous nous sommes proposés d'étudier un poste de saisie des patrons, facile à utiliser, sans fatigue pour l'opératrice. Afin d'éviter la répétitivité du travail de digitalisation, il est important de ne pas saisir plusieurs fois des morceaux de forme proche.

A la suite de cette remarque, il nous est apparu que le système devait assurer :

- la création d'un patron par copie d'un ancien patron puis par une modification interactive.
- la gradation assistée par ordinateur : le même morceau dans deux tailles différentes conserve sa forme générale. Il faudra donc que le système permette de GRADER le vêtement, c'est à dire à partir du patron existant dans une taille donnée, il devra fournir le patron dans les autres tailles.

D'une simple fonction de saisie, le poste se transforme en un outil de conception de formes et de gradation automatique.

I - 4 : LE TRAVAIL DES MODELISTES PATRONNIERES

Notre étude s'est effectuée dans une entreprise de confection enfant, et a porté sur d'autres entreprises (chemise, sous-vêtement ...). (ref. 39, 40)

I-4-1 : PLACE DANS L'ORGANISATION DU TRAVAIL (ref. 22)

I-4-1-1 : phase de conception

La modéliste, à partir du croquis esquissé par la styliste, fournit les formes des morceaux de tissu qui seront découpés puis assemblés. Le vêtement ainsi réalisé doit répondre à des critères esthétiques de forme, de "tombé" ...

Une estimation du pourcentage de perte de matière envisagé est faite :

- soit en digitalisant les morceaux afin qu'ils soient placés par RIMBAUD
- soit en plaçant directement les patrons sur le tissu.

D'autres valeurs sont estimées (temps de coupe, des différentes coutures, de broderie ...). Tout est noté sur des "fiches techniques" qui seront présentées en même temps que le modèle à la direction.

Les modélistes doivent donc transformer un croquis en un ensemble de morceaux qui doivent s'ajuster, permettre un minimum de perte de tissu et de temps de travail dans les ateliers de fabrication.

I - 4 - 1 - 2 : phase de production

Les patrons sont surtout utilisés lorsque la fabrication du vêtement est lancée. Ils servent de support au placement sur tissu (qu'il soit automatique ou manuel). Les formes sont découpées dans le tissu, au sein des ateliers de découpe. Les pièces de tissu sont ensuite transférées dans les ateliers de couture et de broderie.

I - 4 - 2 : ORGANISATION TEMPORELLE

Toutes les activités liées à la mode sont soumises à un rythme particulièrement irrégulier. Il faut savoir qu'il y a environ un délai de

- deux ans entre la première ébauche d'un croquis de vêtement par la styliste et la mise en vente du vêtement correspondant,
- un an entre la conception d'un patron par la modéliste et la mise en vente du vêtement correspondant.

Pourtant l'équipe de modélistes et de patronnières exécute la plus grande partie de son travail de conception en quelques semaines (de 3 à 6 semaines).

Lors de la sélection de la collection, seules une, deux ou trois tailles sont réalisées. Ce délai de quelques semaines correspond alors au temps écoulé entre les dernières présentations des tendances de la mode (au niveau national ou international) et le moment où les modèles doivent être acceptés par la direction.

Lors de l'acceptation définitive des modèles et de leur lancement en fabrication, toutes les tailles doivent être réalisées dans un laps de temps très court.

De la conception à la fabrication, le travail n'est pas une séquence linéaire d'opérations. De nombreuses rectifications sont apportées aux patrons à certains moments avant d'être validés.

Certains industriels, moins liés à la mode (sous-vêtement, vêtement classique, ...), ne travaillent pas par collection. Les créations et les modifications sont donc réalisées à la suite d'une demande de l'équipe commerciale ou de la direction.

I - 4 - 3 : L'ACTIVITE DES MODELISTES

L'analyse de l'activité des modélistes (ainsi que celle des opératrices de digitalisation) a pu être décrite grâce à un nombre important de journées d'observation au cours desquelles nous avons systématiquement noté chacune des opérations élémentaires ainsi que l'utilisation des outils dont elles disposent. Ces données ont été complétées par des interviews (en situation et hors travail) des opératrices et des responsables.

Nous avons notamment utilisé la méthode d'investigation décrite par J.C. Spérandio après avoir adapté la question sous la forme "racontez nous tout ce que vous avez fait". (ref. 41, 42)

Un compte-rendu simplifié des observations faites est présenté ci-dessous. (ref. 21)

I - 4 - 3 - 1 : travail par ANALOGIE

Nous avons l'intention de pouvoir répondre aux deux questions suivantes :

- comment est créé un patron entièrement nouveau
- quelles sont les lois de gradation qui gèrent l'évolution des formes d'une taille à l'autre.

Pour un nouveau croquis, la responsable ou les modélistes reconnaît un ancien modèle qui peut être légèrement modifié, ou se réfère à un "modèle de base". Un modèle de base est un modèle de vêtement qui sert de référence mais qui n'a peut-être jamais été le patron réel d'un vêtement.

Ce n'est pas véritablement une création mais plutôt une transformation.

Connaissant les mesures du corps humain et leur évolution au cours des tailles, nous pensions trouver des lois mathématiques concernant l'évolution des longueurs et largeurs caractéristiques d'un morceau de patron. Aucune loi ne s'est dégagée ni de l'analyse de contenu des interviews des modélistes, ni de l'étude mathématique portant sur les dimensions des vêtements existants.

Les facteurs qui interviennent sont d'origine diverse :

- évolution du corps humain (tableaux de mensurations normalisés)
- règles de patronnage (aucune couture ne doit être à moins de 0,5 cm du bord ...)
- contraintes machines (par exemple certaines poches sont découpées par des machines spéciales qui n'acceptent qu'une seule forme de poche, il faut donc se plier aux modèles pouvant être découpés)
- contraintes d'accessoire (fermeture éclair de longueur standard, broderie de taille figée ...)
- divers facteurs (par exemple, il faut prévoir lors de la conception des pantalons qu'un enfant porte des couches jusqu'à l'âge de 2 ans)
- règles d'esthétique.

Tous ces facteurs font de chaque taille un cas particulier. Les règles permettant de passer d'une taille à l'autre sont strictes et informelles, elles font partie du savoir-faire des ouvrières.

1 - 4 - 3 - 2 : nombreuses modifications

Lorsque la modéliste reprend un ancien patron, elle applique chaque morceau du patron sur du papier craft et en dessine le contour. Elle corrige par un tracé crayonné (dont la précision est de l'ordre de 2 mm) les endroits qui lui semblent devoir l'être. Elle découpe ensuite ces nouveaux morceaux (le "coup de ciseaux" ayant tranché la forme parmi les 2 mm d'incertitude). A partir de ce moment, les morceaux seront modifiés plusieurs fois : enlever une partie avec des ciseaux, rajouter un petit bout de papier en le collant, ou lorsqu'il y a eu trop de modifications redécouper le morceau entier. Ce travail d'ajustement doit être fait sur toutes les tailles.

1 - 4 - 3 - 3 : utilisation du "pistolet"

Le problème le plus difficile consiste à obtenir des courbes qui paraissent "jolies", "esthétiques". Pour assurer qu'une courbe soit lisse et sans "pointe", la modéliste utilise un "pistolet". Le pistolet est un outil (normographe de plastique ou de métal) qui propose

un ensemble de courbes régulières et permet de les dessiner.

L'évolution d'une courbe entre les tailles successives doit être "harmonieuse". Seule la modéliste est juge, elle constate ou réfute cette "harmonie".

I - 4 - 3 - 4 : vérifications

Lorsque les patrons sont découpés, certaines vérifications sont faites sur le papier :

- pour les morceaux d'une même taille :

- vérifier que certaines courbes sont de même longueur

- vérifier que la somme de certaines coutures prévues donnera bien une autre longueur

- superposer divers morceaux pour assurer que la forme de la courbe est la même en certains endroits caractéristiques.

- pour le même morceau dans des tailles différentes :

- superposer certains points de courbe (en particulier les extrémités) afin de s'assurer que la courbe a la "même allure".

I - 4 - 3 - 5 : le demi-patron

Lorsqu'un morceau est symétrique (par exemple : le dos, la manche ...), la patronnière travaille sur la demi-pièce, c'est-à-dire qu'elle ne trace et ne découpe qu'une seule fois la moitié de la pièce. Si elle utilise le papier plié en deux, il suffira de le déposer déplié sur le tissu pour réaliser le vêtement d'essai. Par contre, si le papier est travaillé sur une seule épaisseur, le tissu sera plié avant la recopie du patron sur tissu.

I - 4 - 3 - 6 : archivage des patrons

La création d'un vêtement entièrement nouveau ne se pose pas. Il s'agit toujours de reprendre le patron d'un ancien vêtement et de le modifier (élargir, rétrécir, allonger, raccourcir...) suivant la mode en cours. Pour créer un nouveau patron, la modéliste recherche dans les archives (des armoires contenant les collections précédentes) le patron à retravailler.

I - 4 - 3 - 7 : périodes de surcharge

Lorsque la charge de travail est trop importante, les patrons en papier sont découpés dans toutes les tailles, mais la réalisation du modèle en tissu et les essais sur mannequin ne sont faits que sur une, deux ou trois tailles. Les erreurs qui peuvent découler du manque d'essais ne seront décelées qu'à l'assemblage des vêtements réels, lors de la fabrication.

I - 4 - 3 - 8 : intérêt du travail

Comme on peut s'en rendre compte, le cycle tracer, couper, assembler, essayer comporte un aspect répétitif non négligeable. Cependant il ne s'agit pas d'une répétition pure et simple, c'est un travail de correction et d'ajustement qui met en œuvre un savoir-faire important.

L'analyse de contenu des interviews réalisés nous a montré que les modélistes et les patronnières trouvent beaucoup d'intérêt à la réalisation du modèle en taille de base alors que la réalisation des autres tailles est un travail plus fastidieux.

I - 5 : LES OBJECTIFS DU POSTE

En résumé, les besoins du poste suivants ont été mis en évidence :

- nécessité de stocker les modèles dans toutes les tailles pour 3 années consécutives (ou 2 années + les modèles de base)
- possibilité de rappeler un ancien modèle
- modification d'une forme quelconque (contenant des courbes et des droites)
- possibilité de gradation
- possibilité de vérifier et contrôler un modèle
- nécessité d'un système d'assistance rapide qui prenne en charge une partie des opérations et diminue ainsi la surcharge de certaines périodes.

Le système envisagé doit :

- tout d'abord satisfaire les besoins décrits précédemment
- éviter la digitalisation
- respecter les procédures mentales des opératrices qui devront pouvoir réutiliser leur savoir-faire sur le nouveau poste
- éviter la répétitivité
- respecter les contraintes physiologiques (notamment visuelles et posturales)
- donner un temps de réponse raisonnable

I - 6 : LES SYSTEMES CONCURRENTS SUR LE MARCHE

Principalement deux sociétés proposent aujourd'hui sur le marché des logiciels de gradation destinés au secteur de la confection : GERBER (américain) et LECTRA (français). Leurs systèmes prennent en charge la gradation, le placement, le tracé des plans de découpe, la découpe du tissu, mais excluent la gestion de production et toute liaison avec d'autres logiciels de gestion de production. De par leur prix, ils sont destinés à de gros industriels.

Quant à elle, la société ALMA vise deux clientèles différentes :

- les gros industriels ayant besoin de systèmes spécifiques : Nous avons déjà réalisé un système complet, qui comporte en plus, des adaptations spécifiques et la liaison avec la gestion de production. Nous avons aussi fourni le noyau algorithmique de placement automatique qui fonctionne dans un environnement "batch", jamais interactif, à une société qui commercialise des costumes "sur-mesure".
- les P.M.E. ayant une activité de création (pour GALBE) ou de placement (pour RIMBAUD) : Le logiciel peut être implémenté sur le matériel du client afin de diminuer le prix de l'investissement. Il faut très souvent rajouter du matériel graphique tel que : un terminal haute résolution, une table à digitaliser, une table traçante, une table à découper.

ALMA ne fige pas son système et espère la sortie de périphériques meilleur marché.

D'un point de vue plus technique, les systèmes concurrents utilisent la notion de "loi de gradation" pour laquelle nous n'avons pas trouvé de fondement réellement objectif au cours de notre étude. Ils ne travaillent pas par ANALOGIE de formes qui correspond cependant aux méthodes de travail des modélistes.

PARTIE II : ANALYSE

II - 1 : LES METHODES DE TRAVAIL	25
II - 1 - 1 : la construction	25
II - 1 - 1 - 1 : les droites de construction	25
II - 1 - 1 - 2 : le contour	26
II - 1 - 1 - 3 : les points particuliers	27
II - 1 - 2 : quelques constructions particulières	29
II - 1 - 2 - 1 : notion de sur-constituant	29
II - 1 - 2 - 2 : les coutures	29
II - 1 - 2 - 3 : les rabats	30
II - 1 - 2 - 4 : les pinces	30
II - 1 - 3 : la gradation	31
II - 1 - 3 - 1 : les droites et les points	31
II - 1 - 3 - 2 : les courbes	32
II - 2 : ANALYSE INFORMATIQUE	34
II - 2 - 1 : étude de faisabilité des courbes	34
II - 2 - 2 : les bases de l'interaction graphique	36
II - 2 - 2 - 1 : la tablette	36
II - 2 - 2 - 2 : les menus déroulants	37
II - 2 - 2 - 3 : les masques	37
II - 2 - 2 - 4 : les messages	38
II - 2 - 2 - 5 : les curseurs	38
II - 2 - 3 : utilisation de cette interface pour GALBE	38
II - 2 - 3 - 1 : l'écran	38
II - 2 - 3 - 2 : les curseurs	40
II - 2 - 3 - 3 : les touches	40

II - 2 - 4 : organisation du logiciel	41
II - 2 - 5 : le matériel	42
II - 2 - 5 - 1 : les choix	42
II - 2 - 5 - 2 : version de base	42
II - 2 - 5 - 3 : extensions possibles	43

II : ANALYSE

II - 1 : LES METHODES DE TRAVAIL

II - 1 - 1 : LA CONSTRUCTION

Lorsqu'on se penche attentivement sur le travail des patronnières, on s'aperçoit qu'elles décrivent un morceau en se basant sur la manière dont le morceau a été construit. Même lorsqu'elles se contentent de reprendre une référence existante et de la modifier, pour créer un nouveau vêtement, elles recopient le patron dans un ordre bien particulier. L'ordre de construction d'un morceau donné est le même dans toutes les tailles. La gradation s'appuie sur cette construction. (ref. 20, 36, 37)

La description d'un morceau faite grâce à un tracé sur papier s'effectue dans l'ordre suivant :

- droites de construction
- contour
- points particuliers

La méthode de construction sera principalement illustrée sur l'exemple d'un morceau de pantalon en taille enfant.

II - 1 - 1 - 1 : les droites de construction

Le droit fil représentant le sens du tissu est tout d'abord tracé. Puis les droites perpendiculaires en relation avec les mesures du corps humain sont mises en place.
(schéma II - 1)

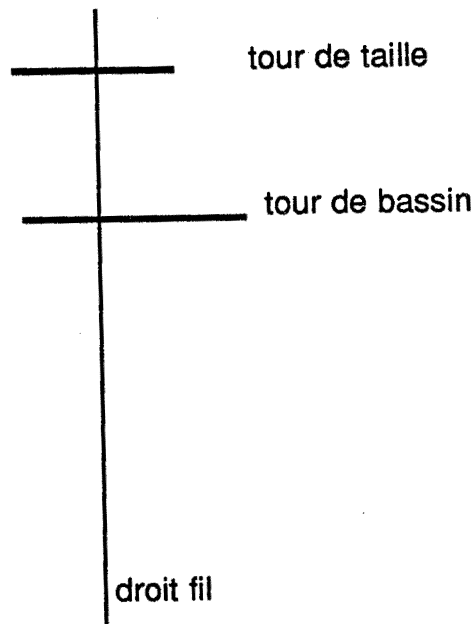


schéma II - 1 : droit fil et droites de construction

II - 1 - 1 - 2 : le contour

Ce "squelette" mis en place est habillé d'un contour passant par les extrémités des segments de droite dont on connaît les longueurs. Cette phase permet de mettre en évidence certaines droites de constructions supplémentaires (tour de hanches, bas de pantalon). (schéma II - 2)

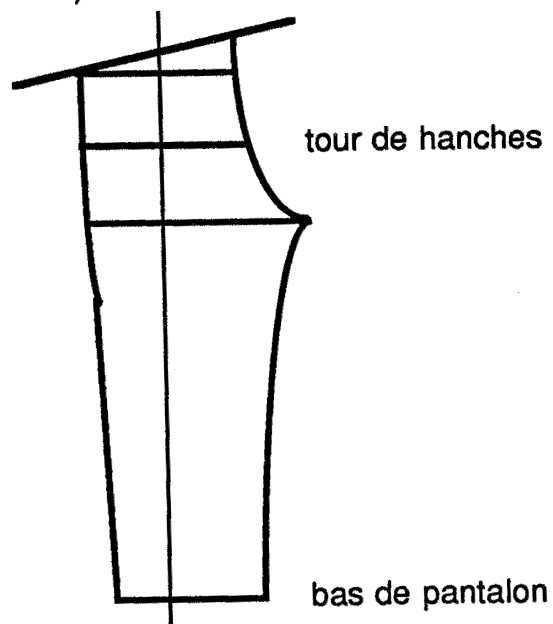


schéma II - 2 : droites de construction et contour

Le contour est constitué de droites et de courbes. Souvent la longueur des segments est connue d'avance, parfois elle résulte d'une construction géométrique. Le tracé des courbes et des droites ne se fait pas de manière séquentielle, mais imbriquée.

Par exemple (schéma II - 3) la droite de contour D ne sera bornée qu'après le tracé de la courbe passant par P1 et P2.

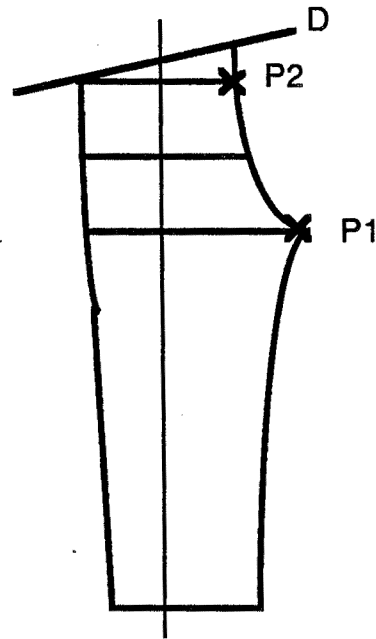
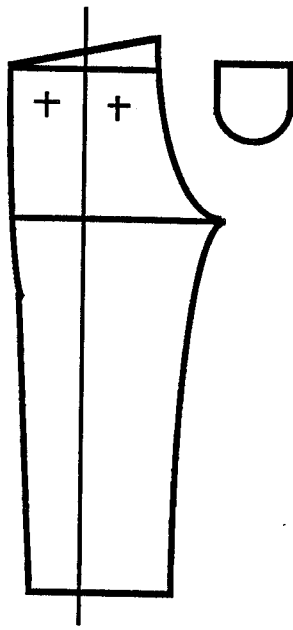


schéma II - 3 : limite de la droite D après tracé du contour

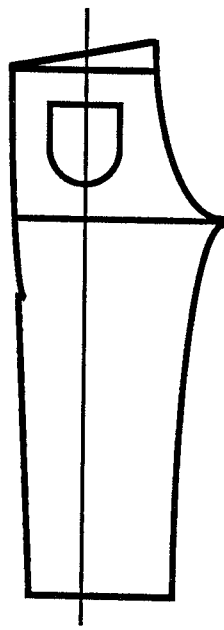
II - 1 - 1 - 3 : les points particuliers

La troisième étape est l'adjonction de points particuliers sur le vêtement. Ils doivent apparaître sur le patron en carton et sur les morceaux de tissu à coudre. Ils donnent des indications sur le mode d'assemblage du vêtement.

Lorsqu'ils sont situés à l'intérieur du morceau, ils sont appelés POINTS DE MARQUAGE (schéma II - 4). Situés sur le contour, ils sont appelés POINTS DE CRANTAGE (schéma II - 5)

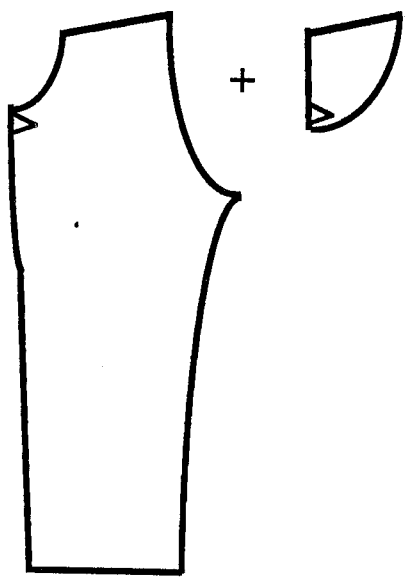


→
après ajout de la
poche sur les points
de marquage

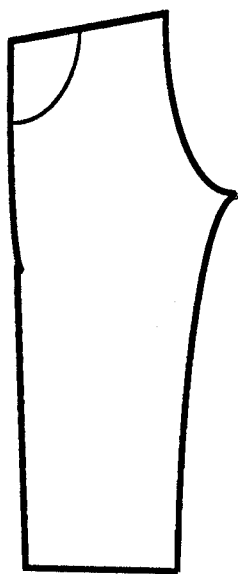


+ : point de
marquage

schéma II - 4 : points de marquage



→
après
assemblage



> : point de
crantage

schéma II - 5 : points de crantage

II - 1 - 2 : QUELQUES CONSTRUCTIONS PARTICULIERES

II - 1 - 2 - 1 : notion de sur-constituant

Certains morceaux sont directement déduits de la forme d'un autre. Par exemple, les "doublures" sont toujours créées par copie partielle (ou totale) des morceaux à doubler. L'adjonction d'une poche "plaquée" sur le pantalon se déroulera ainsi : (schéma II - 6)

tracé de la ligne de couture

adjonction du tissu nécessaire aux coutures

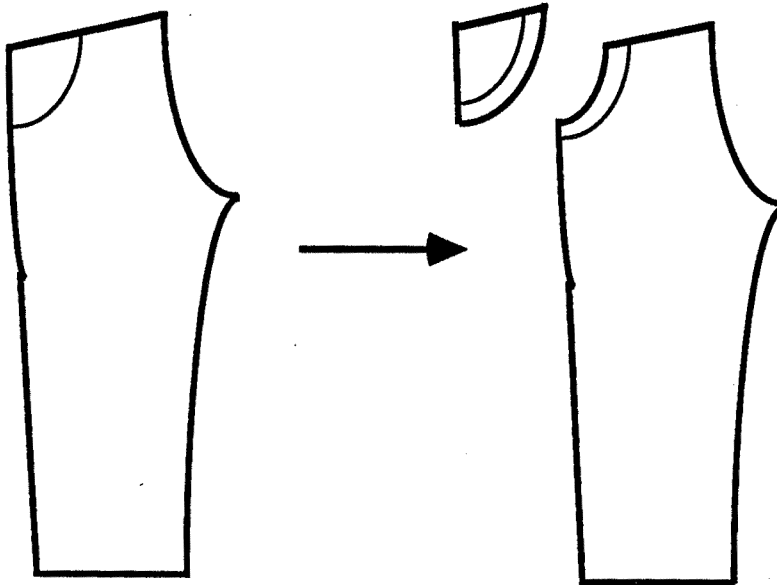


schéma II - 6 : exemple de sur-constituant : la poche plaquée

II - 1 - 2 - 2 : les coutures

Parfois les lignes de couture sont connues (voir la notion de sur-constituant § II-1-2-1) et la modéliste trace les lignes de contour parallèles aux coutures à une certaine distance. (schéma II - 7)

Mais dans la plupart des cas, c'est à dire suivant les méthodes de travail classiques, les règles de patronnage reposent sur les morceaux coutures comprises.

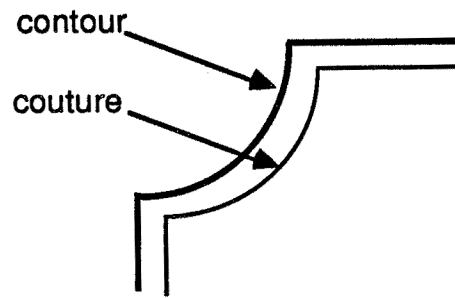


schéma II - 7 : contour et couture

II - 1 - 2 - 3 : les rabats

Pour faire des "revers", ou certaines coutures particulières, la patronnière "rajoute" du tissu. Trois types de RABATS ont été mis en évidence. (schéma II -8)

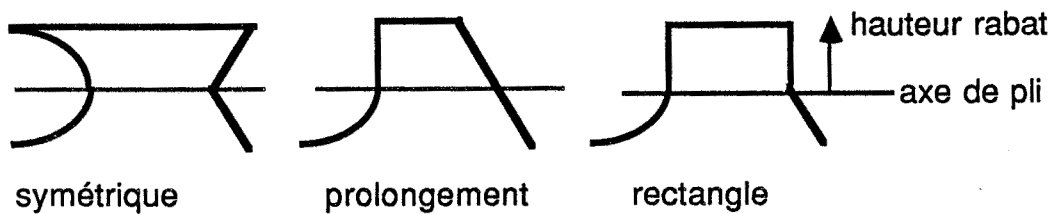


schéma II - 8 : les différents types de rabat

II - 1 - 2 - 4 : les pinces (schéma II - 9)

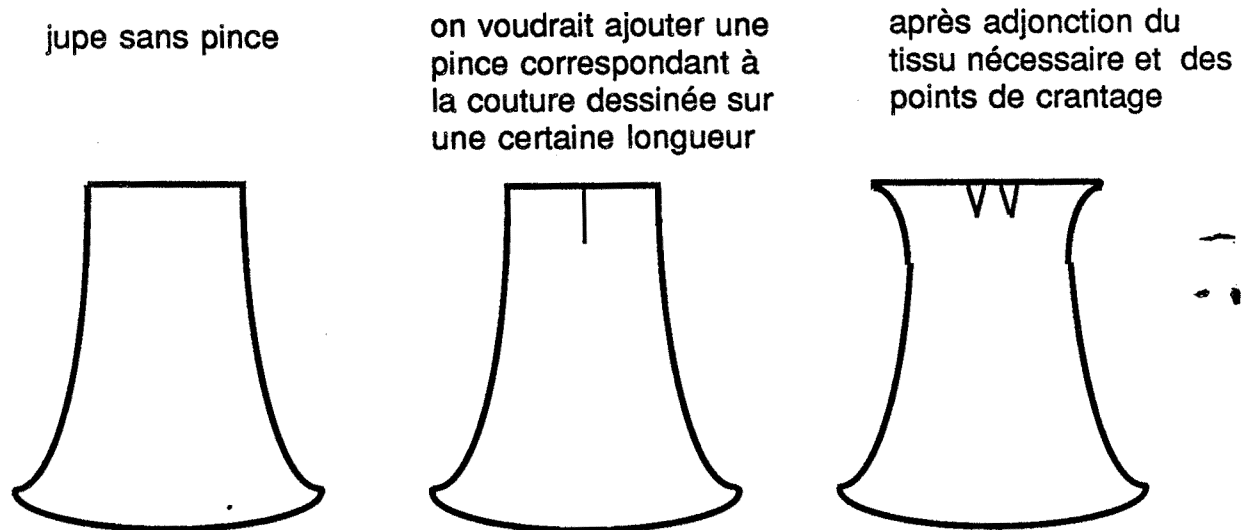


schéma II - 9 : adjonction d'une pince sur une jupe

III - 1 - 3 : LA GRADATION

II - 1 - 3 - 1 : les droites et les points

Les longueurs des segments des droites de construction étant définies à l'aide des mesures du corps humain, celles-ci sont gradées sans problème.

Par contre, pour trouver la position de certains points de contour, il faut suivre le déroulement de la construction qui a amené à positionner le point sur la taille de base en un certain endroit. Il ne suffit pas de dire que d'une taille à l'autre le point se déplace de +3 en X, et de -2 en Y, ou de +4 sur une direction donnée. Ce qui importe est vraiment le mode de construction.

Par exemple, pour allonger un pantalon entre le 10 ans et le 12 ans de 3 cm, il faut savoir de quelle manière affecter la hauteur entre la "taille" et le "bassin" et la hauteur entre le "bassin" et le "bas". (schéma II - 10) Ceci dépend bien sûr de la morphologie et d'autres critères (voir § I-4-3-1), mais en conséquence de l'ordre de construction.

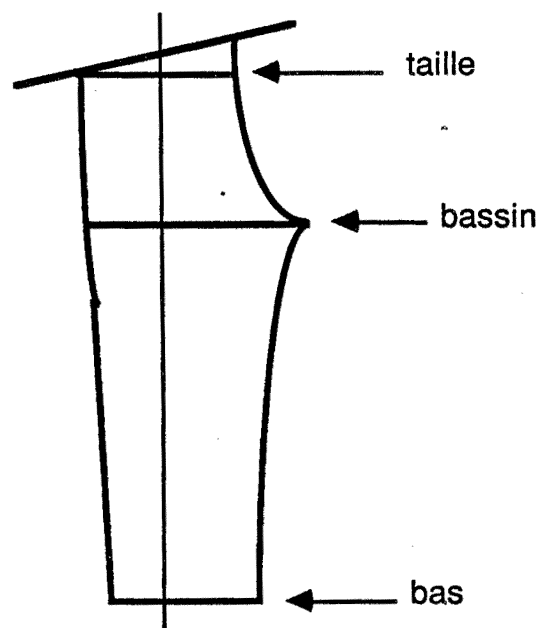


schéma II - 10 : allonger un pantalon entre taille et bassin, entre bassin et bas

II - 1 - 3 - 2 : les courbes

Pour construire une courbe, la patronnière peut utiliser trois méthodes (en laissant de coté le cas où une courbe est entièrement reprise par rapport à un modèle déjà existant).

1) ayant construit la courbe en taille de base, la modéliste "reprend" cette courbe dans les autres tailles. Elle recopie la courbe telle quelle ou bien la prolonge ou la tronque si nécessaire. (schéma II - 11)

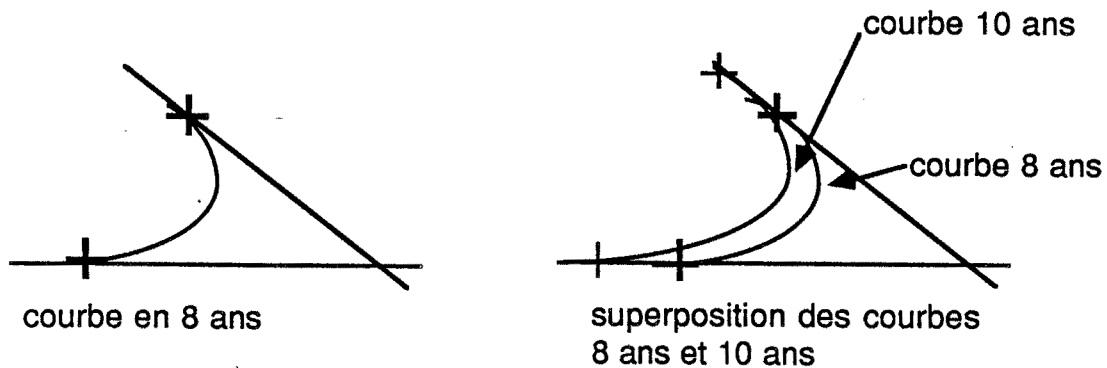


schéma II - 11 : prolonger une courbe

2) la modéliste ne reprend que certaines parties de la courbe en taille de base (par exemple le début et la fin de courbe) et effectue les raccords. (schéma II - 12)

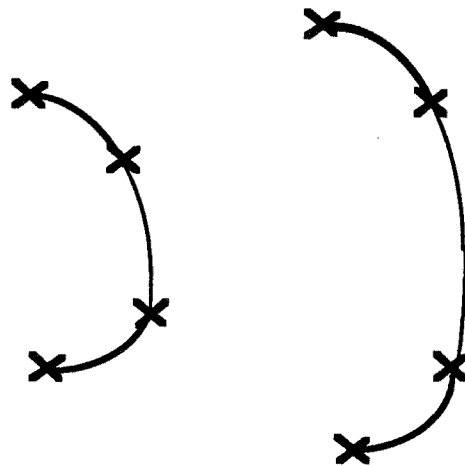


schéma II - 12 : raccords entre segments d'une courbe

3) la modéliste dessine ses courbes "à l'œil" (schéma II - 13)

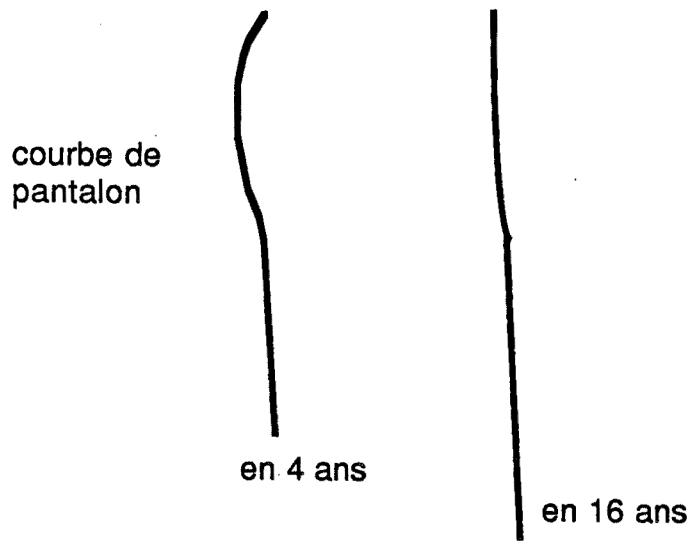


schéma II - 13 : courbes diverses

Quelle que soit la méthode choisie, le pistolet est utilisé pour lisser l'aspect de la courbe.

Une classification des évolutions de courbe peut être :

- a) les courbes qui restent identiques d'une taille à l'autre (avec d'éventuels troncages ou prolongements)
- b) les courbes qui sont en fait sans importance (par exemple le rabat interne d'une poche) (schéma II - 14)

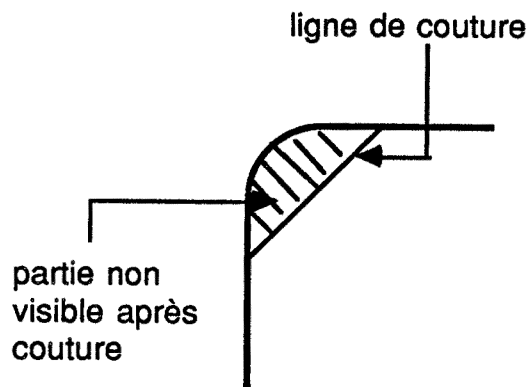


schéma II - 14 : courbe sans importance

c) les courbes "déformées" qui évoluent différemment entre différents intervalles de tailles. (schéma II - 15)

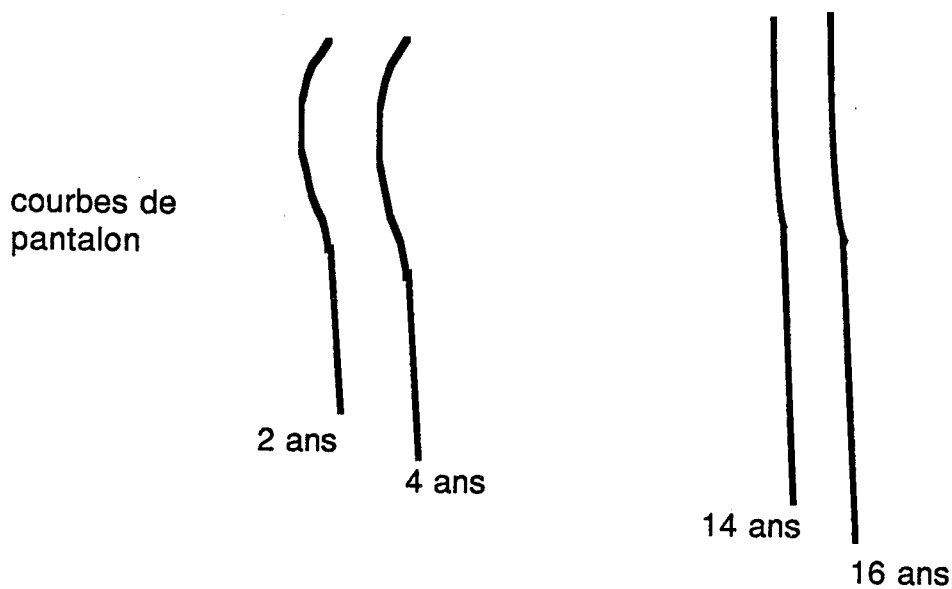


schéma II - 15 : évolution différente sur deux intervalles de taille

La gradation de ces courbes a demandé une étude plus poussée sur le choix de la représentation mathématique et des possibilités d'interaction graphique.

II -2 : ANALYSE INFORMATIQUE

La suite de cet exposé ne porte plus sur les méthodes constatées mais présente les directions pour lesquelles nous avons opté dans le choix des solutions informatiques.

II - 2 - 1 : ETUDE DE FAISABILITE DES COURBES

Une pré-étude à caractère mathématique (ref. 4, 10, 11, 12) a été effectuée afin de choisir une représentation des courbes :

- permettant une interaction facile
- générant les familles de courbes que l'on trouve sur les vêtements
- permettant de faire des calculs dans un temps acceptable

Une présentation plus détaillée est faite en annexe A.

Une courbe définie par une cubique de Bézier est caractérisée par 4 points : les 2 extrémités (P1, P4) et les 2 points de contrôle (P2, P3). (schéma II - 16)

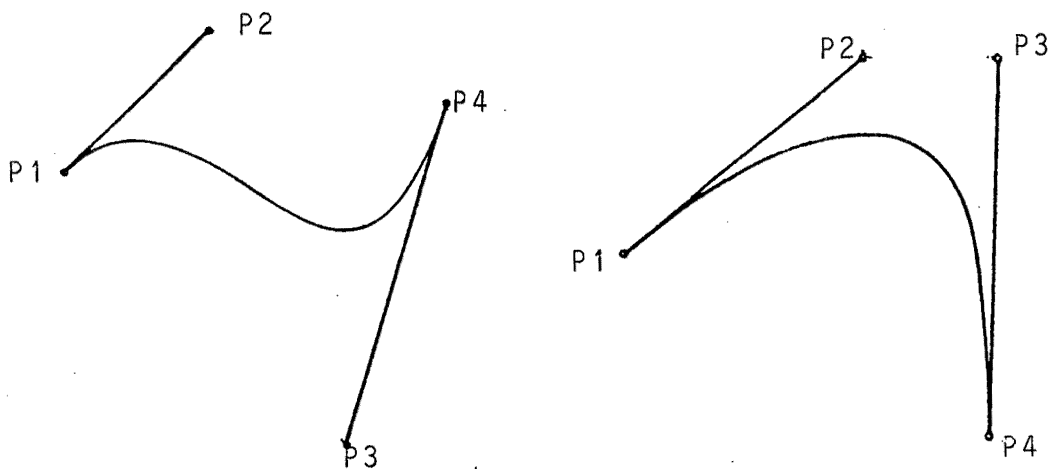


schéma II - 16 : 2 exemples de courbes de Bézier

La tangente en P1 (resp P4) est la droite supportée par P1, P2 (resp P4, P3).

La longueur du segment P1 P2 (resp P4 P3) donne la "force" avec laquelle la courbe suit plus ou moins longtemps la tangente en P1 (resp P4).

Puisque les deux points de contrôle P2 et P3 déterminent univoquement la cubique de Bézier entre P1 et P4, on peut jouer sur leur position par rapport à P1 et P4 pour obtenir entre ces deux points la courbe désirée.

Une des raisons du choix de ces courbes repose sur la facilité de modification interactive de la forme de la courbe. Des tests ont montré qu'un opérateur, avec très peu d'expérience (une heure), peut modifier les points de contrôle de manière à ce qu'ils supportent la courbe désirée.

La famille des cubiques de Bézier ne recouvre pas toutes les courbes possibles entre P1 et P4, néanmoins les essais faits ont montré qu'il est possible de reproduire avec assez d'exactitude la plus grande partie des courbes relevées sur un patron. Si une seule courbe ne permet pas d'obtenir la forme désirée, plusieurs courbes (2 ou 3 au maximum) seront juxtaposées.

Des transformations mathématiques permettent d'obtenir les courbes d'un vêtement dans différentes tailles. Elles sont illustrées en annexe B et décrites en annexe C.

II - 2 - 2 : LES BASES DE L'INTERACTION GRAPHIQUE

Pour prouver la facilité d'interaction sur les courbes citées précédemment, nous avons fait une démonstration et laissé les futurs opérateurs utiliser le système. Pour que la démonstration soit convaincante, il fallait un environnement interactif simple. (ref. 2, 7, 17, 19) Nous avons donc créé les fondements autour desquels est basée notre application. Nous avons aménagé la "philosophie" de l'interface surtout connue aujourd'hui sur le Macintosh, mais développé dès 1971 par Alan KAY chez XEROX, pour l'adapter aux besoins du poste. (ref. 3, 5, 6, 15, 16, 18) Au cours de cette première démonstration, l'application basée sur cette interface n'autorisait que des actions permettant de tester la facilité d'interaction sur les courbes telles que : création, modification, suppression, transformation.

II - 2 - 2 - 1 : la tablette

L'utilisateur déplace un "localisateur" (ou curseur suivant la terminologie Tektronix) sur une tablette à digitaliser. Pour l'opérateur, la poursuite du mouvement du localisateur se situe sur l'écran grâce au mouvement du curseur graphique. Le localisateur est muni de quatre touches (ou sélecteurs). L'utilisateur dispose donc de deux types d'actions : déplacer le localisateur, et appuyer sur une des quatre touches.

II - 2 - 2 - 2 : les menus déroulants

Un menu est une liste de commandes. Seuls les titres des menus sont visibles en permanence. Lorsque l'utilisateur désigne à l'écran (par l'intermédiaire de la tablette) un titre, le menu correspondant se "déroule" sur une partie de l'écran, recouvrant ainsi une portion de l'image précédemment visible. (schéma II- 17) L'utilisateur désigne alors une des commandes, le menu disparaît laissant réapparaître l'image précédente.

Certaines commandes peuvent être interdites à un moment donné, elles sont alors affichées sur un fond noir et l'utilisateur ne peut pas les désigner.

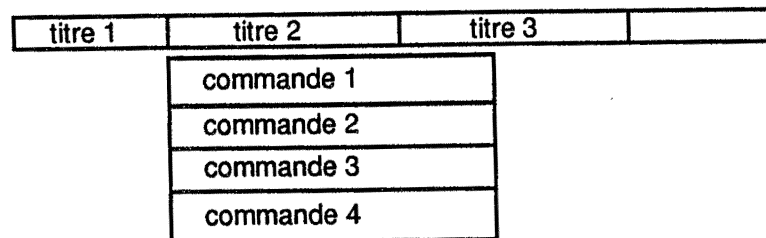


schéma II - 17 : un menu déroulé

II - 2 - 2 - 3 : les masques

Un masque est une zone de dialogue. Il est affiché lorsque le programme veut obtenir des informations de l'utilisateur. (schéma II - 18) Un masque est composé de

- libellés ou messages explicites
- champs de saisie d'informations
- choix exclusifs (par exemple : une courbe peut être définie par saisie des points de contrôle ou par symétrie d'une autre courbe).
- "boutons" de sortie (pour que l'utilisateur puisse indiquer la fin du dialogue).

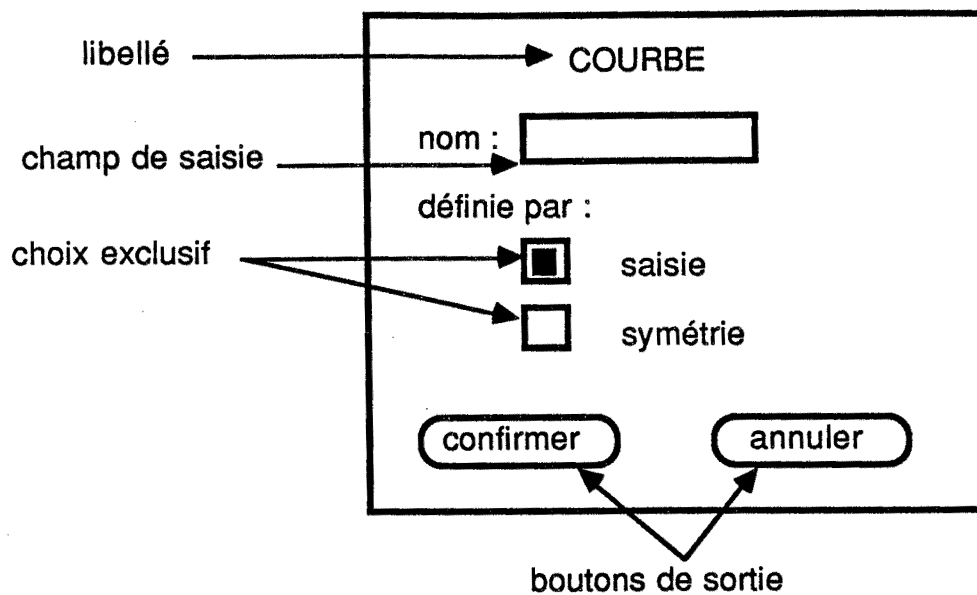


schéma II - 18 : exemple de masque

II - 2 - 2 - 4 : les messages

Un message est une phrase explicative destinée à l'utilisateur ne demandant pas de réponse explicite. Il apparaît toujours au bas de l'écran.

II - 2 - 2 - 5 : les curseurs

Un curseur est la représentation à l'écran de la position du localiseur sur la tablette. Plusieurs formes de curseur peuvent être utilisées.

II - 2 - 3 : UTILISATION DE CETTE INTERFACE POUR GALBE

II - 2 - 3 - 1 : l'écran

L'écran est constitué de trois parties : (schéma II - 19)

- la ligne des titres de menus
- la zone écran destinée à l'application
- la ligne de messages

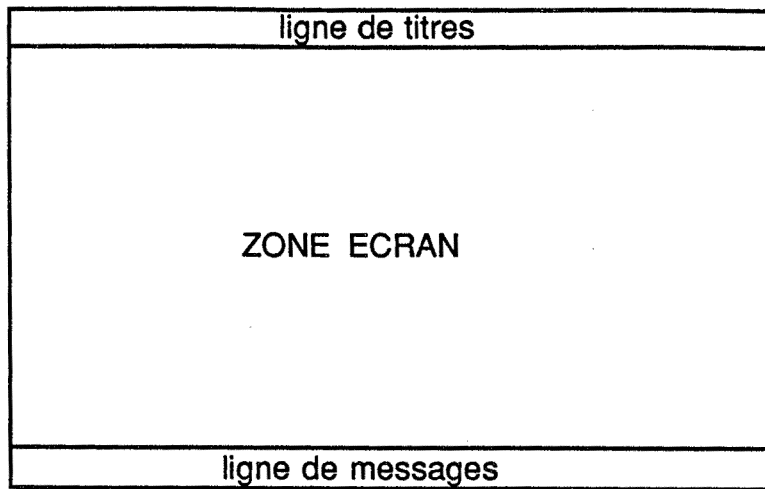


schéma II - 19 : l'écran

Le contenu de la ligne de titres et la liste des commandes correspondant à chaque titre restent constants au cours de l'application. Les commandes accessibles visuellement sont donc toujours les mêmes, mais elles apparaissent de différente couleur, suivant qu'elles sont activables ou non activables.

La ligne de messages contient un seul message à la fois. Il disparaît lorsqu'il n'a plus de raison d'être.

La zone écran est la zone de travail de l'utilisateur. Elle contient la pièce travaillée par l'opérateur. (schéma II - 20) La forme de la pièce est représentée à l'écran par des points, des segments, des courbes. Chacun de ces éléments peut être indépendamment désigné (ou piqué) à l'écran par l'intermédiaire de la tablette.

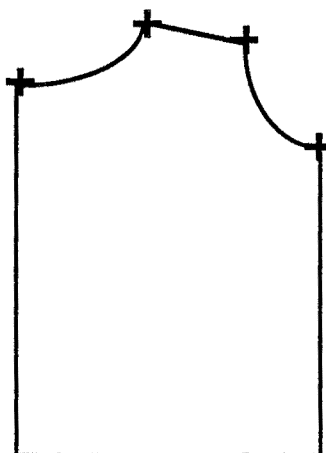


schéma II - 20 : une pièce

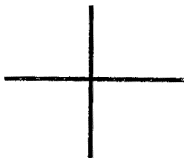
Les masques de saisie s'affichent aussi dans la zone écran. Lorsqu'un masque apparaît à l'écran, il se superpose (partiellement ou totalement) à la pièce. L'opérateur est alors obligé de travailler dans le masque ; il ne peut en aucun cas agir sur les menus ou sur sa pièce tant que le masque est présent. Lorsqu'il a fini de dialoguer sur un masque, il l'indique. Le masque disparaît alors, et le dessin de la pièce réapparaît tel qu'il était avant l'affichage du masque.

II - 2 - 3 - 2 : les curseurs

Plusieurs formes de curseur étant gérées, nous avons choisi pour l'instant les formes suivantes qui permettent à l'utilisateur de reconnaître implicitement l'environnement de travail dans lequel il se trouve.



pour se déplacer dans un masque



la mire qui traverse de part et d'autre l'écran
pour désigner un élément de menu



pour se déplacer dans la zone écran
et désigner un élément géométrique

II - 2 - 3 - 3 : les touches

Les touches du localisateur (cf § II - 2 - 2 - 1) ont une signification constante au cours de l'application :

- CONFIRMER : permet de désigner normalement, sans condition particulière, un élément.
- FIN : rompt une séquence de désignations et lance une action.
- ANNULER : rompt une séquence de désignations sans lancer d'action.

La quatrième touche DIVERS a le même rôle que la touche CONFIRMER sauf dans le cas où une autre signification est indispensable. Nous nous abstenons le plus possible d'y assigner un autre rôle. Actuellement un seul cas a nécessité l'utilisation de cette touche.

II - 2 - 4 : ORGANISATION DU LOGICIEL

Le logiciel est structuré en 2 couches principales : application et logiciel de base. (schéma II - 21) Une couche de logiciel est un ensemble de sous-programmes qui ne peut utiliser que les fonctionnalités offertes par elle-même ou par les couches inférieures. Chaque couche est aussi constituée d'un ensemble de sous-couches. Le logiciel de base est principalement découpé en :

- interface utilisateur
- logiciel graphique.

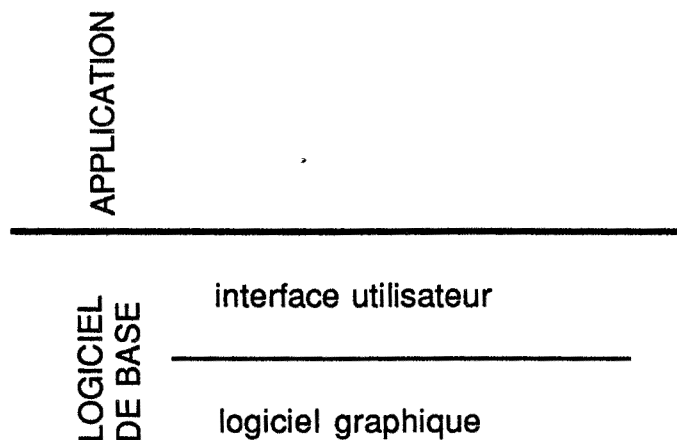


schéma II - 21 : les couches de logiciel

II - 2 - 5 : LE MATERIEL

II - 2 - 5 - 1 : les choix

Ayant constaté que l'atelier de création se situe en un lieu distinct et parfois éloigné du service informatique, le poste de gradation doit être AUTONOME, et connectable, si nécessaire, à un site central. Après avoir comparé les prix et les capacités des divers micro-ordinateurs, nous avons choisi de développer et de proposer en version de base un micro-ordinateur de type IBM PC. Celui-ci dispose d'un avantage incontestable : sa position de leader sur le marché des PME.

Un disque dur d'au moins 20 MégaOctets est indispensable pour supporter les fichiers. Un disque de capacité supérieure peut se justifier chez des industriels ayant de très nombreuses références.

L'ajout d'un "co-processeur arithmétique", permettant d'accélérer les calculs, est indiqué pour obtenir de meilleurs temps de réponse.

Pour les terminaux graphiques, nous nous sommes arrêtés sur le matériel TEKTRONIX, série 41XX de très bonne qualité (4107, 4109, 4111). Ces terminaux couleur, de haute résolution, offrent des images nettes, sans scintillement. La résolution est constante, même dans les angles de l'écran. Une surface anti-reflet permet de diminuer la fatigue visuelle. (ref. 43) Pour le matériel graphique nous avons favorisé le confort d'utilisation quitte à nous orienter vers des terminaux plutôt chers.

II - 2 - 5 - 2 : version de base

- un micro-ordinateur de type IBM PC avec disque dur
(Bull Micral, Goupil, Logabax, IBM, ICL, Olivetti, Texas Instrument, Zenith...)
- un terminal graphique Tektronix 4107
(16 couleurs parmi 256, diagonale = 38 cm, résolution = 640 x 480)
la tablette à digitaliser 4 touches correspondant au terminal graphique
- le système d'exploitation MS DOS

II - 2 - 5 - 3 : extensions possibles

- remplacer le terminal Tektronix 4107 par le terminal Tektronix 4109 de mêmes caractéristiques, mais de taille supérieure (environ 48 cm de diagonale). Sauf cas particulier nous préconisons le 4109.
- remplacer le terminal Tektronix 4107 par le terminal Tektronix 4111 de résolution, de taille et de choix de couleurs supérieurs (résolution : 1024 X768, 48 cm de diagonale, 16 couleurs parmi 4096).
- ajouter une table traçante format A0 (qui permet de dessiner les patrons sur papier ou sur carton, et plusieurs patrons superposés sur un point critique). (ref. 13)
- ajouter une table à découper (qui découpera les patrons en papier ou en carton).
- opter pour une table à laser capable d'effectuer les deux fonctions : tracer et découper.

L'une des trois tables paraît indispensable, mais le choix est laissé au client.

PARTIE III

REALISATION DE L'APPLICATION

III - 1 : LA GESTION DES FICHIERS	45
III - 2 : LA GESTION DES TAILLES	46
III - 3 : LA BIBLIOTHEQUE DE FORMES	47
III - 4 : LE LANGAGE DE DESCRIPTION	48
III - 4 - 1 : généralités	48
III - 4 - 2 : les règles de grammaire	49
III - 4 - 3 : notion de graphe	50
III - 4 - 4 : exemple de dialogue	50
III - 5 : LES OPERATIONS SUR LES ELEMENTS GEOMETRIQUES	53
III - 6 : LES CHANGEMENTS D'ECRAN	54
III - 6 - 1 : les changements d'échelle	54
III - 6 - 2 : les changements de vue	55
III - 7 : EXEMPLE DE DIALOGUE	56
III - 8 : CHOIX DU SYSTEME DE COORDONNEES	58
III - 9 : LA STRUCTURE DE DONNEES	60
III - 9 - 1 : choix	60
III - 9 - 2 : schéma	60
III - 9 - 3 : description	61
III - 9 - 4 : utilisation	63

III REALISATION DE L'APPLICATION

III - 1 : LA GESTION DES FICHIERS

Dans une société, plusieurs services d'activité différente (par exemple : vêtements enfants, vêtements femmes .), peuvent utiliser le poste de gradation. Chaque service gère sa bibliothèque, archive ses propres patrons en carton pendant plusieurs années. Dans les entreprises qui sortent deux collections par an (été, hiver), l'archivage doit porter sur au moins quatre collections.

Le schéma III-1 précise l'utilisation faite des patrons au cours des collections (et des années), lorsque les vêtements de la collection hiver de l'année 85 sont en production.

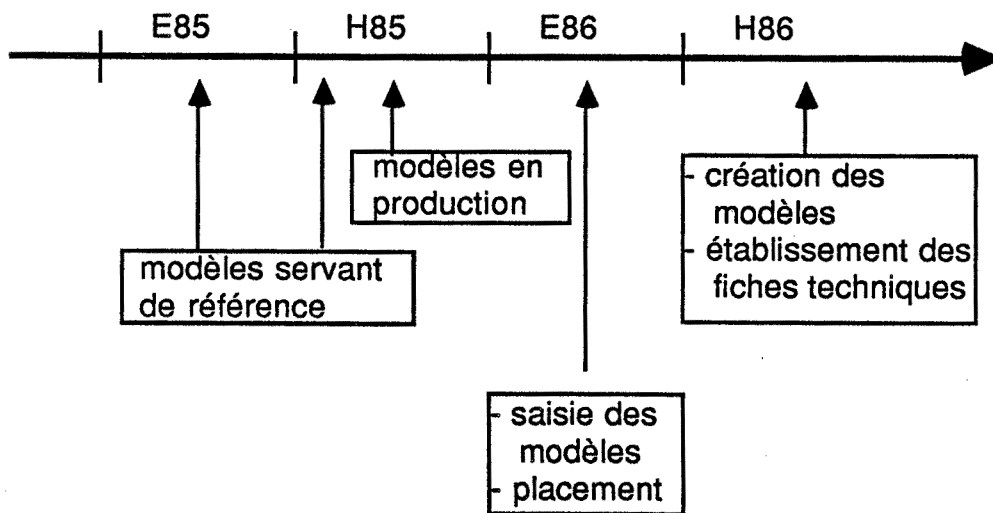


schéma III - 1 : utilisation des patrons au cours des collections

La gestion des fichiers doit permettre de retrouver le service, la collection, le vêtement auxquels un morceau appartient. (schéma III - 2)

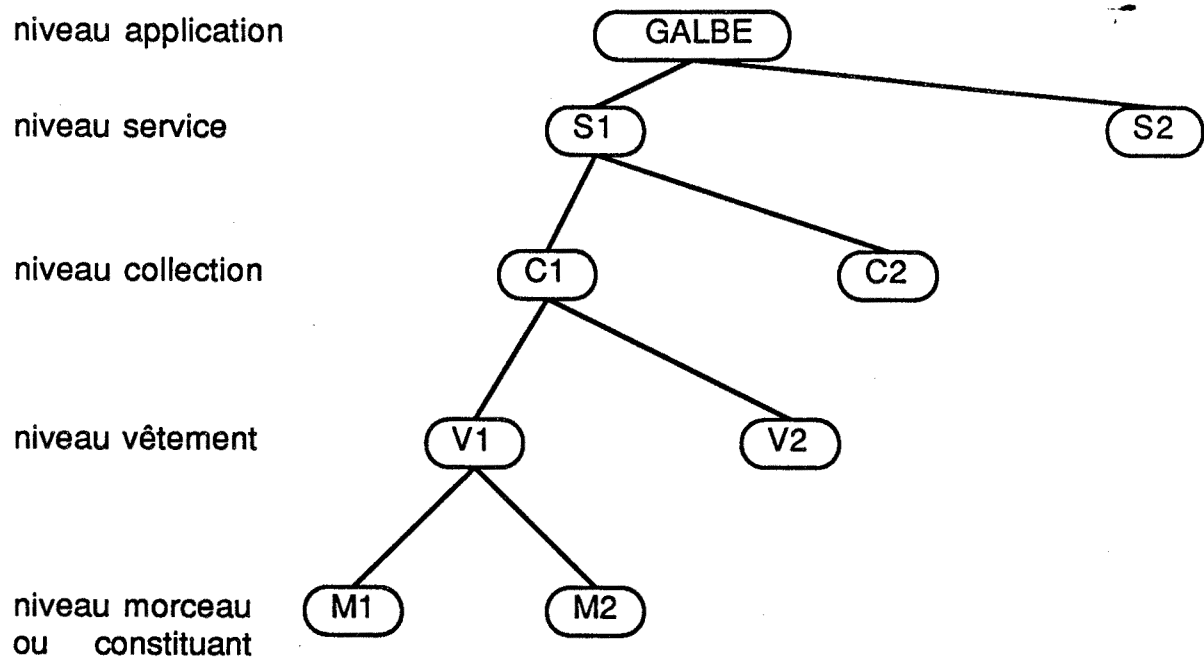


schéma III - 2 : organisation des informations

Pour gérer ces liaisons arborescentes, nous avons choisi d'utiliser la gestion des fichiers du système d'exploitation MS-DOS et de se servir des "DIRECTORY", plutôt que d'écrire une gestion spécifique. Nous nous appuyons donc sur les utilitaires fournis par le système d'exploitation (création, vérification, destruction, changement ... de directory).

Le niveau constituant contient réellement les fichiers de description de la forme d'un vêtement.

D'autres renseignements, non liés au constituant mais à un autre niveau, sont mis dans des fichiers au niveau correspondant, et sont exploitables par les niveaux situés dans l'arborescence inférieure.

III - 2 : LA GESTION DES TAILLES

"Les tailles" sont une bonne illustration des attributs définis à certains niveaux.

- les tailles des vêtements sont différentes d'un service à l'autre : les tailles enfants (1 an, 2 ans, 4 ans, ...) sont différentes des tailles femmes (36, 38, 40). Il faut connaître la liste des tailles gérées par service.

- un vêtement peut ne pas exister dans toutes les tailles. Par exemple, même dans un service enfants, une gigoteuse ne sera créée que dans les tailles comprises entre le 1 mois et le 18 mois. Il faut donc connaître la liste des tailles au niveau vêtement.
- un morceau peut ne pas exister dans toutes les tailles du vêtement. Par exemple, les dessous de pied des gigoteuses vendues pour des enfants en âge de marcher seront doublés. Par contre, pour les moins d'un an, la doublure est inutile. Il faut donc connaître la liste des tailles au niveau constituant.

III - 3 : LA BIBLIOTHEQUE DE FORMES

Le logiciel doit permettre à l'opérateur de retrouver rapidement un patron existant et de le modifier soit pour le corriger, soit pour en créer un nouveau. L'opérateur doit donc disposer de fonctions de REPRISE et de SAUVEGARDE. Comme de nombreux éditeurs de textes, la sauvegarde dans un fichier de nom différent de celui à partir duquel a été effectuée la reprise du morceau, entraîne la création d'un nouveau morceau.

Mais se pose alors la question : comment initialiser la bibliothèque de formes si on exige toujours de repartir d'un ancien patron ?

- si le client dispose déjà d'un système de saisie de formes (comme dans le cas présenté au § I - 2), la description des formes (au moins en taille de base) pourra être transformée en un format acceptable par GALBE (grâce à un programme de "traduction" spécifique).
- si le client ne dispose pas d'un système de saisie de formes (ou qu'il veut créer avec GALBE une forme entièrement nouvelle), GALBE doit permettre la construction d'une forme à partir de rien. Pour cela, l'opérateur dispose d'une fonction de CREATION. Lors de la sauvegarde, il devra spécifier le nom de la forme.

L'appel à la fonction de création permet, une fois diverses initialisations faites, d'avoir accès aux mêmes fonctions interactives graphiques de création, suppression, modification et gradation d'un point, d'une droite, ou d'une courbe, accessibles après la fonction de REPRISE.

Il a été envisagé (mais cela ne sera réalisé que sur demande) de donner à l'utilisateur la possibilité de décrire les formes construites dans un langage ni interactif, ni graphique, qui ressemblerait au langage APT utilisé dans le secteur de la mécanique. (ref. 25)

Par exemple : droite D2 parallèle à D1 à une distance de 10.

Il aurait fallu écrire un "compilateur" ou un "interpréteur" acceptant des chaînes de caractères en entrée (plutôt que des commandes interactives) et fournissant la même structure de données que celle établie par le système interactif.

III - 4 : LE LANGAGE DE DESCRIPTION

III - 4 - 1 : GENERALITES

La description d'une forme faite par la modéliste doit permettre d'obtenir des informations concernant d'une part la structure (c'est-à-dire le mode de construction), et d'autre part les paramètres (c'est-à-dire les valeurs qui varient selon les tailles). Le langage de description de formes utilisé dans le système s'appuie sur les remarques faites au cours des diverses études.

C'est un langage dit "langage d'expressions" car il permet uniquement d'affecter des valeurs à des variables. Les variables peuvent être de l'une des 2 catégories suivantes :

- géométriques (point, droite, courbe, contour)
- attributs (angle, distance)

D'autres types géométriques (cercle, arc de cercle, ellipse ...) pourraient être rajoutés sans problème, la structure de données ne serait pas modifiée.

Les droites et les courbes sont "illimitées", c'est à dire que dans un premier temps, elles ne sont pas bornées. Le contour est défini comme une suite d'éléments géométriques adjacents. Le fait de définir le contour borne les éléments géométriques. Actuellement un seul contour peut être créé, mais plusieurs contours pourraient être définis sans que nous ayons à modifier les algorithmes et les structures de données principaux. Des formes définies par un contour "externe" et plusieurs contours "internes" se rencontrent surtout en mécanique. (schéma III - 3)

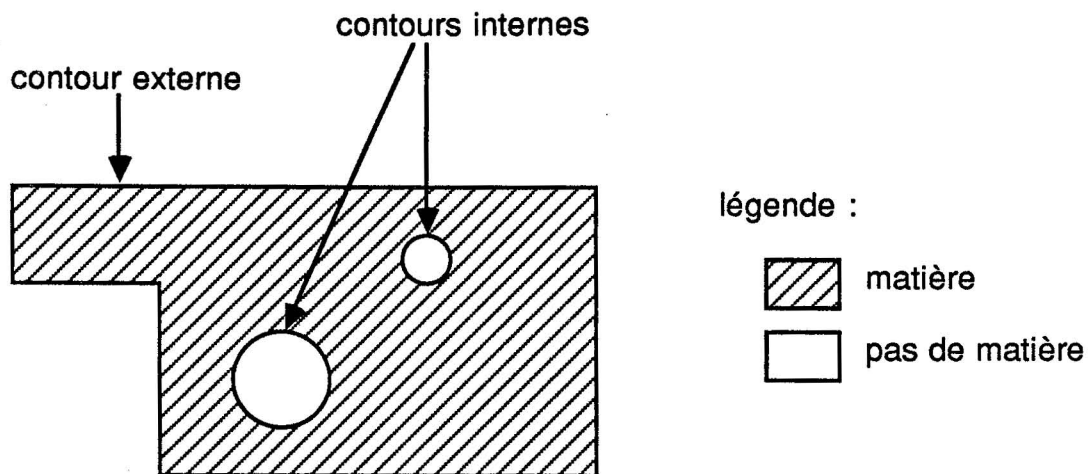


schéma III - 3 : plusieurs contours pour un même morceau

Dans la version actuelle, on ne peut pas se définir des variables de la catégorie attribut mais seulement des "constantes". C'est à dire qu'un attribut (distance, angle) utilisé lors de la définition d'une variable géométrique ne pourra pas être ré-employé pour une autre définition. Par contre, une variable géométrique (point, droite, courbe) définie peut être utilisée par toute définition postérieure.

L'ordre dans lequel l'opérateur crée les éléments géométriques doit correspondre à l'ordre de construction (voir § II - 1 - 1). En effet, comment par exemple, faire passer une droite par 2 points quand ceux-ci ne sont pas définis.

III - 4 - 2 : LES REGLES DE GRAMMAIRE

Seuls quelques exemples seront donnés ici, la liste complète des règles permettant la définition d'éléments géométriques est fournie en annexe D.

POINT = sur l'horizontale, à une certaine distance d'un autre point
= ...

DROITE = passe par deux points
= parallèle à une autre droite, à une certaine distance
= ...

COURBE = symétrique d'une autre courbe par rapport à une droite
= ...

II - 4 - 3 : NOTION DE GRAPHE

L'ordre de construction et les contraintes décrits précédemment reviennent à créer un graphe dont chaque nœud représente un élément géométrique et chaque flèche le fait que le nœud destination ait utilisé pour sa définition le nœud source. Il s'agit d'un graphe orienté, sans circuit, avec une seule racine. La racine est le premier point créé indépendamment de tout autre élément. (schéma III - 4)

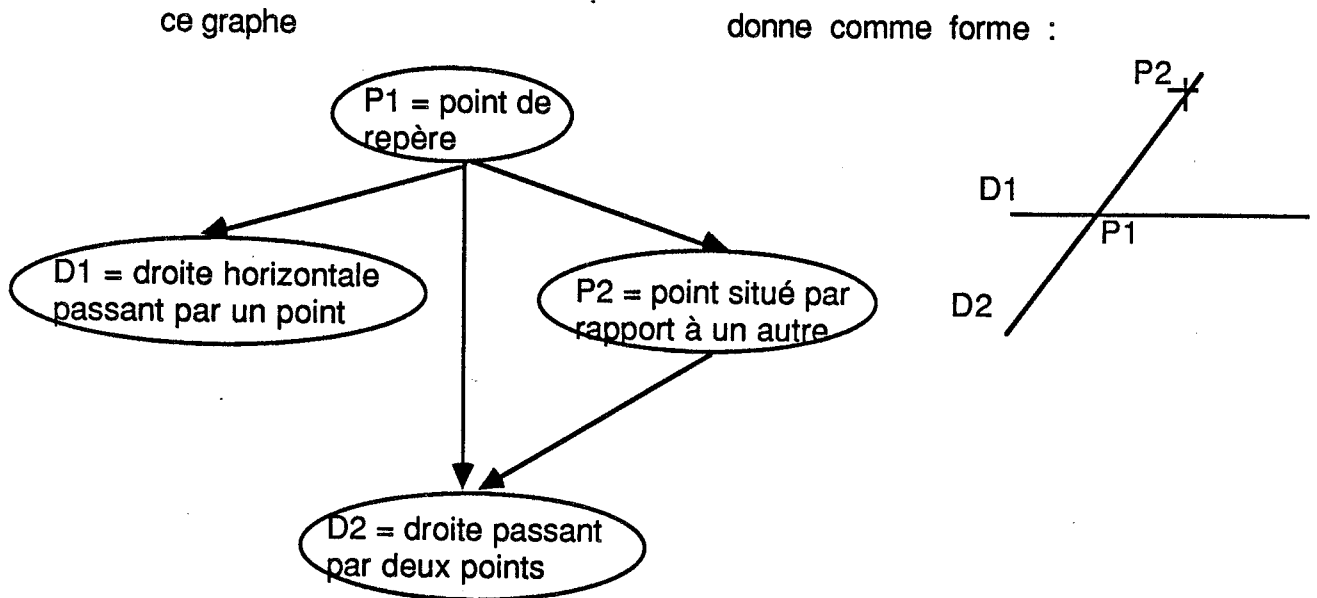
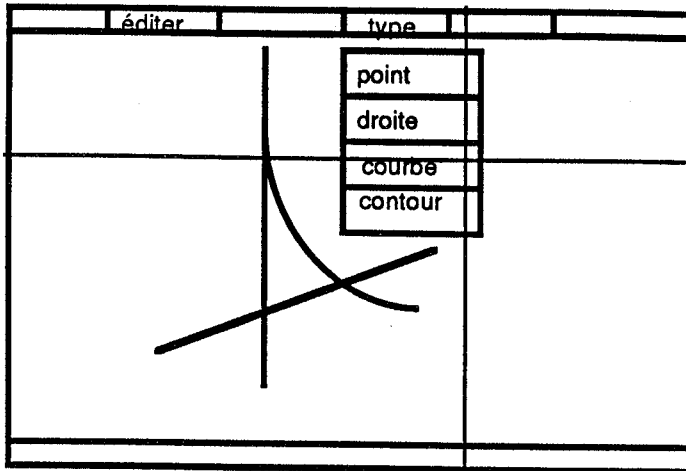


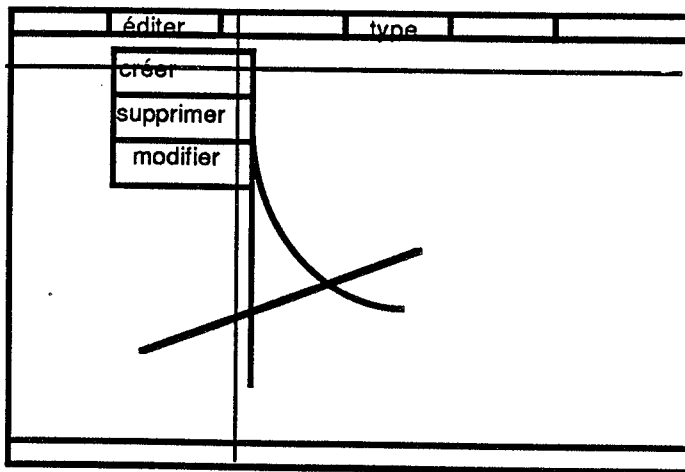
schéma III - 4 : graphe de construction

II - 4 - 3 : EXEMPLE DE DIALOGUE

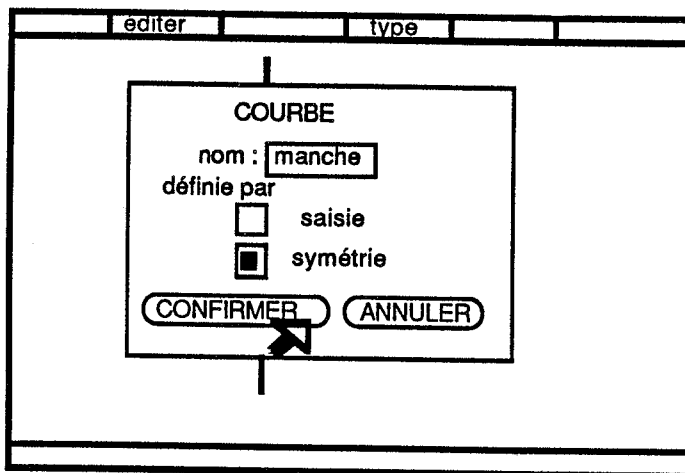
S'appuyant sur l'interaction graphique décrite précédemment (voir § II - 2 - 2), la création d'un élément géométrique (dans ce cas précis : création d'une courbe par symétrie) se déroule ainsi :



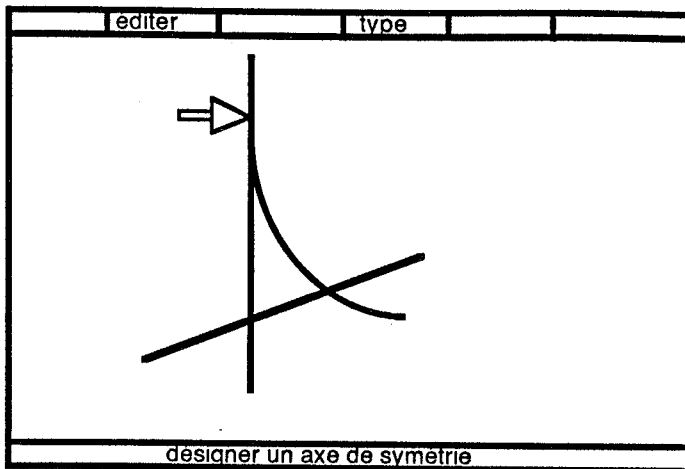
l'utilisateur choisit dans les menus d'agir sur une courbe



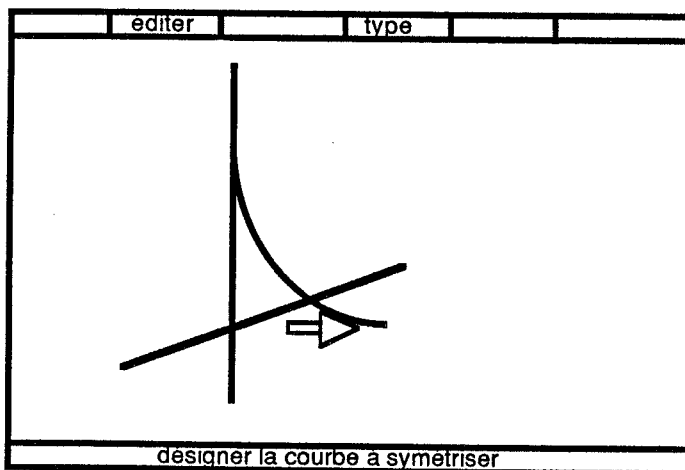
l'utilisateur choisit dans les menus de créer une courbe



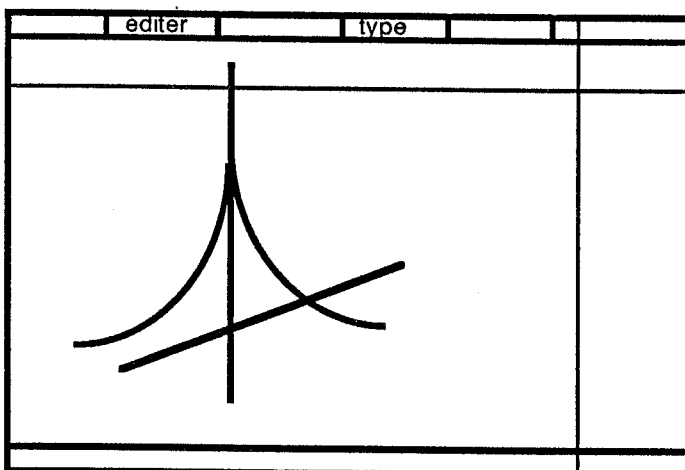
Le masque de définition d'une courbe s'affiche. L'utilisateur saisit ses renseignements puis confirme



Un message s'affiche et l'utilisateur désigne la droite par rapport à laquelle il veut effectuer la symétrie



Un message s'affiche et l'utilisateur désigne la courbe à symétriser



La courbe symétrique apparaît et l'utilisateur a de nouveau accès aux menus

III - 5 : LES OPERATIONS SUR LES ELEMENTS GEOMETRIQUES

E étant un élément géométrique (point, droite, ou courbe) :

- CREER (E) : crée E dans toutes les tailles avec une gradation nulle

- SUPPRIMER (E) : supprime E ainsi que tous les éléments géométriques (et leurs attributs) dont la définition s'appuie directement ou indirectement sur celle de E.

- MODIFIER (E) :

* pour une droite ou un point : permet de modifier le nom de E et la valeur des attributs ayant servi directement ou indirectement à définir E.

* pour une courbe : permet de modifier le nom de E, la direction des tangentes aux extrémités, ou la position de tous les points intermédiaires (par saisie interactive).

Une modification (autre que le nom) d'un élément géométrique E oblige à recalculer tous les éléments dont la définition s'appuie directement et indirectement sur celle de E.

- GRADER :

Si une forme provient d'une création totale, la forme est identique dans toutes les tailles, car les éléments ont tous été créés avec une gradation nulle. L'utilisateur fera alors appel à l'opération TOUT GRADER qui lui proposera de grader tous les éléments dans l'ordre de leur création.

Grader un point ou une droite revient, dans la version actuelle, à donner la valeur des incréments affectant les attributs entre 2 tailles successives. Un exemple de dialogue est donné au § III - 7.

Pour une courbe définie par saisie des points intermédiaires en taille de base : les points extrêmes étant gradés, le système propose automatiquement des courbes "homothétiques" pour les autres tailles. La gradation interactive d'une courbe revient à effectuer une modification de la courbe dans les tailles non satisfaisantes.

Remarque : seules les opérations CREER et SUPPRIMER peuvent aussi s'appliquer au contour.

III - 6 : LES CHANGEMENTS D'ECRAN

Seule la zone écran destinée à l'application (voir § II-2-3-1) est affectée par les modifications suivantes :

- changements d'échelle
- changements de vue

III - 6 - 1 : LES CHANGEMENTS D'ECHELLE

Il faut tout d'abord souligner que les changements d'échelle correspondent à une forte demande de la part des modélistes.

L'opérateur accède aux différentes échelles par l'intermédiaire des menus déroulants. Il peut choisir de représenter à l'écran tout le morceau ou seulement une partie. Lorsqu'il désire voir une partie du morceau dans sa taille réelle (c'est à dire à l'échelle 1), il indique la zone à visualiser.

Le système propose 4 échelles :

- échelle 1 : lorsque le morceau est trop grand, seulement une partie est visible à l'écran, mais toutes les dimensions sont les dimensions réelles du patron.
- échelle 1/2 : de nombreux morceaux (surtout en confection enfant) sont entièrement visibles à cette échelle. Nous avons pris l'hypothèse suivante : il vaut mieux que l'opérateur s'habitue à travailler et à conserver l'image des patrons à échelle fixe. C'est pour cette raison que nous proposons l'échelle 1/2 et attendons de voir si son utilisation s'avère réellement devenir un standard dans la future méthode de travail des modélistes.
- échelle table : une table d'environ 2 m de longueur est représentée à l'écran. Le patron doit être positionné dans la table par l'opérateur.

- échelle "la meilleure" : l'utilisateur doit préciser (grâce à des fonctions graphiques) la zone de la table ci-dessus qui doit être représentée à l'écran. Nous pensons qu'il utilisera cette échelle afin de cadrer "au mieux" son patron dans l'écran.

Toutes les opérations sur les éléments géométriques décrites précédemment sont accessibles à l'utilisateur quelle que soit l'échelle courante.

Au départ, le système impose l'échelle table. Ensuite l'utilisateur effectue, comme il le veut, ses changements d'échelle, suivant le schéma III - 5 :

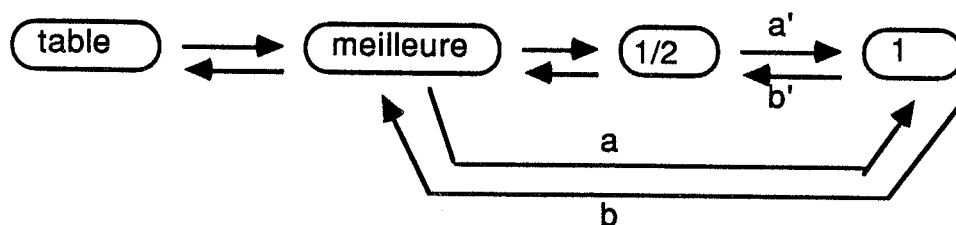


schéma III - 5 : changements d'échelle autorisés

Remarque : la transition b (resp b') n'est autorisée que si l'utilisateur est arrivé à l'échelle 1 par la transition a (resp a').

III - 6 - 2 LES CHANGEMENTS DE VUE

Dans un premier temps, l'utilisateur doit pouvoir travailler sa taille de base sans se préoccuper des autres tailles. Nous avons donc imaginé 2 vues différentes : moniteur, planche de gradation. Chaque vue est rapidement identifiable grâce à la couleur du fond. L'utilisateur peut passer aisément d'une vue à l'autre en utilisant les menus. Il faut se représenter les vues comme deux feuilles superposées dont une seule (celle de dessus) est visible.

Dans la vue MONITEUR, seule la taille de base est représentée. Les fonctions de création, suppression, modification de la forme sont autorisées dans cette vue. Toutes les

modifications (y compris celles qui affectent les courbes) se répercutent dans toutes les tailles.

Dans la PLANCHE DE GRADATION, toutes les tailles peuvent être représentées. L'opérateur doit choisir les tailles à visualiser à un instant donné parmi les tailles dans lesquelles ce morceau existe.

Les formes sont superposées en un point fixé par l'utilisateur. Actuellement ce point est figé : il s'agit du point de repère. Par la suite, une fonction de MODIFICATION DU POINT DE VUE permettra de superposer les planches sur d'autres points caractéristiques.

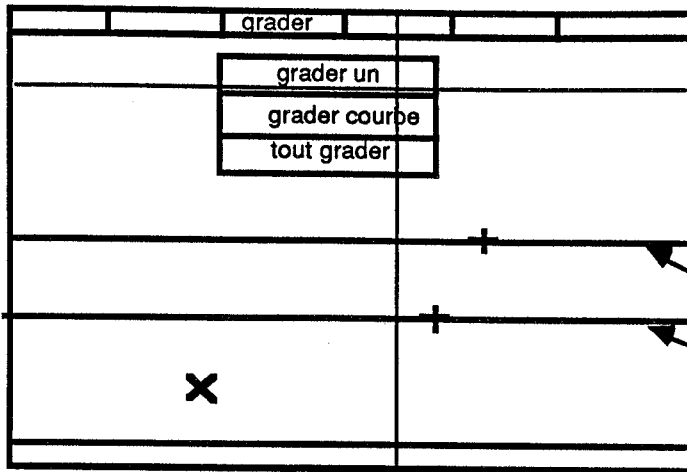
Cette vue permet d'assurer une certaine cohérence entre les tailles : les tailles supérieures doivent englober les tailles inférieures, les courbes ont la même allure en certains points (extrémités de courbe) ...

Le menu GRADER (voir § III - 5) est seulement disponible dans cette vue. La modification d'un élément géométrique affecte une seule taille sans se répercuter sur d'autres tailles.

Le changement de vue s'effectue toujours dans la portion de table visible et conserve l'échelle courante. C'est-à-dire que si la taille de base peut être visualisée en planche de gradation, l'opérateur verra la même partie de ce morceau dans le moniteur et dans la planche en effectuant un seul changement de vue (moniteur --> planche, ou planche --> moniteur).

III - 7 : EXEMPLE DE DIALOGUE

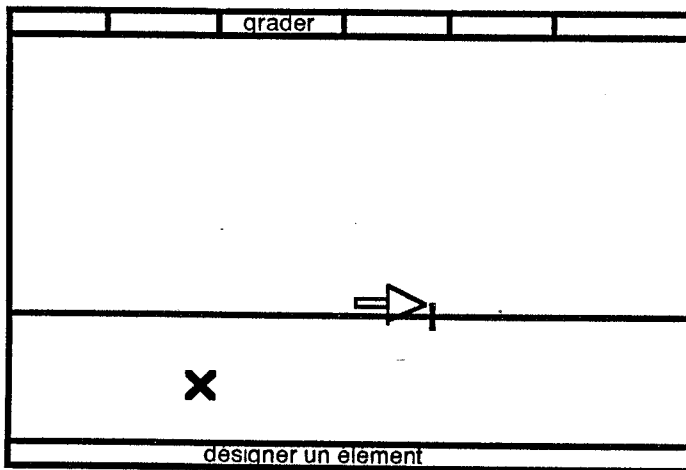
Deux tailles (1 an et 2 ans) sont représentées dans la planche de gradation. Elles sont superposées sur le point **X**, qui a été le premier défini.
Le point **+** a été défini par rapport au point **X**.
La droite est une horizontale passant par le point **+**.
L'utilisateur veut modifier le point **+** en taille 2 ans de manière à réduire de moitié la hauteur qui sépare les deux points entre le 1 an et le 2 ans.



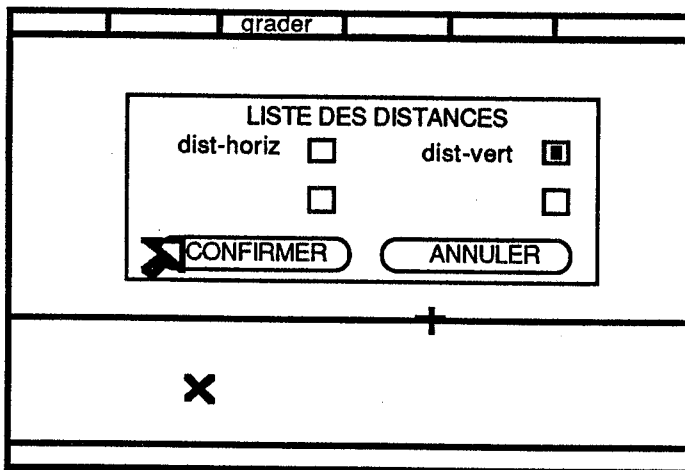
L'utilisateur indique qu'il veut modifier la gradation d'un élément en actionnant une commande du menu grader.

taille = 2 ans

taille = 1 an



La planche de gradation disparaît, le moniteur s'affiche. La taille 1 an étant la taille de base, seul le dessin correspondant au 1 an reste affiché. Un message apparaît et l'utilisateur désigne le point à modifier dans la taille 2 ans.



Le masque des distances s'affiche, l'utilisateur signale qu'il veut modifier la distance qu'il a appelé dist-vert.

grader

DISTANCE

NOM :

valeur en taille de base :

directions nord sud
 est ouest

1 an	2 ans		
0	100		

Les caractéristiques de la distance choisie s'affichent dans un masque. L'utilisateur modifie l'incrément et lui affecte la valeur 100 (au lieu de 200)

grader

	+
x	

La nouvelle représentation de toutes les tailles s'affiche sur la planche de gradation. Les éléments géométriques qui doivent être recalculés (ici le point + et la droite) s'affichent après modification. Le menu est à nouveau accessible.

L'exemple de dialogue présenté ici est sciemment complexe. Il servira justement par la suite à mettre en évidence les améliorations à apporter.

III - 8 : CHOIX DU SYSTEME DE COORDONNEES

Toutes les coordonnées des éléments géométriques sont données par rapport au point de repère choisi par l'utilisateur. Ce point de repère est lié à la pièce. Si le point de repère dépendait de la position du patron sur la "table", il faudrait recalculer toutes les coordonnées quand l'utilisateur demande de modifier le point de vue.

Un point est représenté par ses coordonnées X,Y ; une droite par 2 points X1,Y1 et X2,Y2. Rappelons qu'une courbe correspond à une suite de cubiques de Bézier; une cubique est définie par 2 extrémités et 2 points de contrôle; la première extrémité d'une Bézier est confondue avec la deuxième extrémité de la courbe adjacente précédente. On peut donc conserver une courbe par l'ensemble des points qui caractérisent la suite des Bézier :

X1,Y1 1ère extrémité de la courbe = 1ère extrémité de la 1ère Bézier

X2,Y2 1er point de contrôle de la 1ère Bézier

X3,Y3 2ème point de contrôle de la 1ère Bézier

X4,Y4 1ère extrémité de la 2ème Bézier

X5,Y5 1er point de contrôle de la 2ème Bézier

.....

XN,YN 2ème extrémité de la courbe = 2ème extrémité de la dernière Bézier

Pour permettre à l'utilisateur de manipuler les points caractéristiques de chaque élément (droite, courbe), ils doivent se trouver dans la zone écran. Lorsque les points caractéristiques sont issus de calcul (exemple : droite perpendiculaire ou parallèle à une autre ...), ils peuvent sortir de la zone écran. Il faut donc les remettre dans l'intervalle des valeurs possibles. Ce choix oblige à recalculer les coordonnées qui sont amenées à sortir de l'écran lors d'un changement de point de vue.

L'unité choisie est un paramètre de l'application dépendant du terminal graphique. Il permet actuellement d'avoir une précision d'un demi-millimètre. C'est-à-dire que deux points différents adressables sur le terminal (mais pas forcément deux points physiquement différents) correspondent à 2 points différents dans la forme. Dans le cas du terminal graphique Tektronix 4107 la définition en X est de 4096, la longueur de la "table" représentée dans la zone écran est donc de 2,048 m.

III - 9 : LA STRUCTURE DE DONNEES (ref 23)

III - 9 - 1 : CHOIX

Notre souci principal lors du choix de la structure de données était d'assurer son "adaptabilité". J'entends par adaptabilité le fait de pouvoir rajouter des types (autres que point, droite, courbe, contour), des attributs (autres que distance et angle) et des définitions (appelées aussi règles de grammaire) sans être obligé de modifier la structure de données. Comme toujours, elle doit par ailleurs représenter un compromis correct entre la place occupée et les temps de calcul.

II - 9 - 2 : SCHEMA

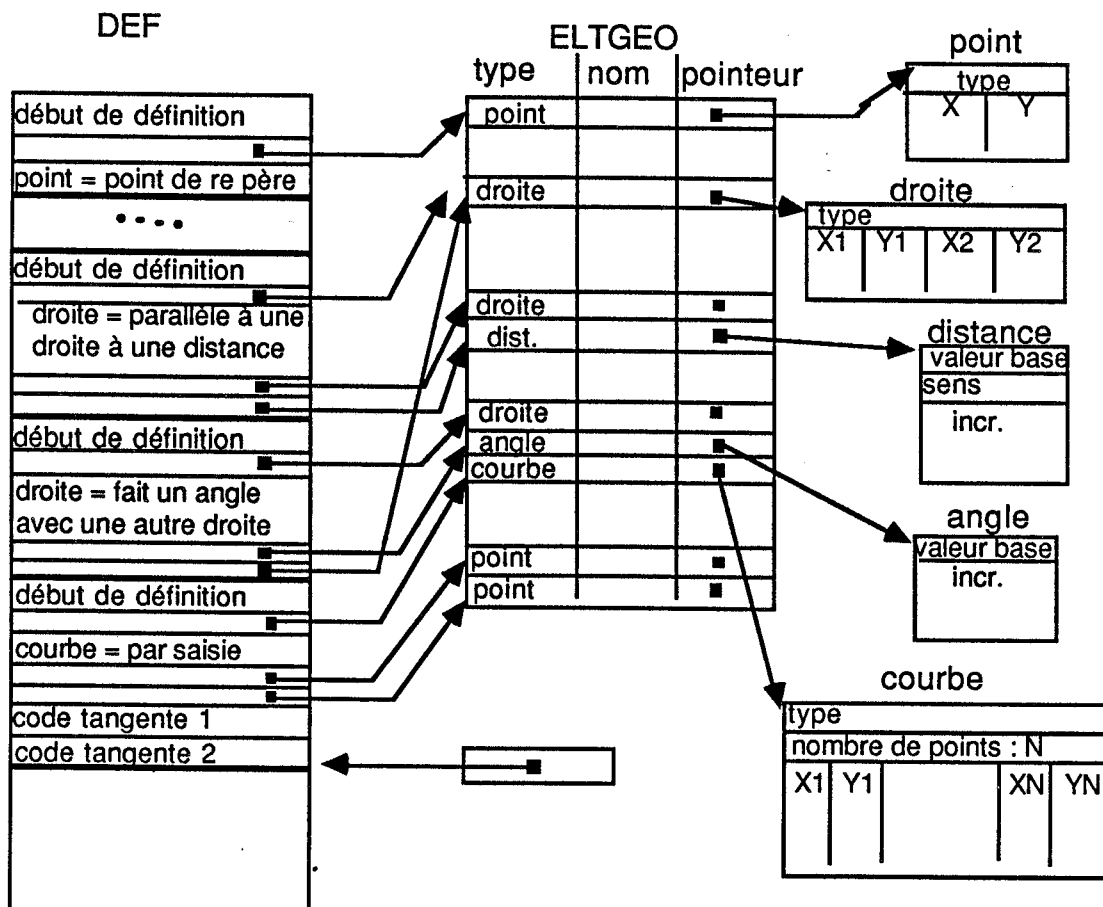


schéma III - 6 : structure de données

II - 9 - 3 : DESCRIPTION

Un premier tableau DEF contient la définition géométrique des éléments dans leur ordre de construction.

Les définitions faisant appel à un nombre variable de paramètres, nous ne pouvons pas réserver un élément de tableau par élément géométrique.

Exemples :

- droite = horizontale passant par un point
--> 1 paramètre : point
- droite = parallèle à une autre droite, à une certaine distance
--> 2 paramètres : droite, distance
- contour = liste de N objets
--> N paramètres

Nous avons donc choisi un tableau d'entiers dans lequel les éléments positifs sont des pointeurs sur les descriptifs des éléments géométriques et de leurs attributs, et les éléments négatifs sont des "mots réservés".

Exemple de mots réservés:

- début de la définition
- définition d'une droite parallèle à une autre
- définition d'un point par rapport à un autre
- définition du contour
- ...

Un deuxième tableau ELTGEO contient pour chaque élément géométrique et pour chaque attribut les caractéristiques qui sont communes à tout élément géométrique quel que soit son type, tels que :

- le nom (attribué par l'opérateur)
- le type (point, droite, courbe, distance, angle)
- le pointeur sur les caractéristiques qui varient d'un type à l'autre.

Pour un point sont conservés :

- le type (crantage, marquage)
- le tableau des coordonnées du point dans toutes les tailles.

Pour une droite :

- le type (contour, couture, axe de pli, axe de symétrie)
- le tableau des coordonnées des 2 points qui caractérisent la droite dans toutes les tailles.

Pour une courbe :

- le type (contour, couture)
- le nombre de points qui définissent la courbe
- le tableau des coordonnées de tous ces points dans toutes les tailles.

Pour une distance :

- la valeur en taille de base
- la direction (Nord, Sud, Est, Ouest)
- le tableau des incréments dans toutes les tailles.

Pour un angle :

- la valeur en taille de base
- le tableau des incréments dans toutes les tailles.

Il est évident que les informations propres au point (droite, courbe, distance, angle) sont allouées dynamiquement suivant les besoins nécessaires afin de ne pas limiter le nombre de points (droites, courbes, distances, angles) qui peuvent être définis et pour restreindre la place occupée.

Le contour étant simplement une liste d'objets géométriques, celle-ci sera seulement conservée dans le premier tableau DEF

III - 9 - 4 : UTILISATION

1) CREER UN ELEMENT :

- allocation dans DEf de la place nécessaire
- recherche dans ELTGEO d'une place vide
- allocation dynamique de l'espace correspondant à l'élément créé et aux différents attributs

2) SUPPRIMER UN ELEMENT

- retasser DEf de l'espace libéré
- mettre dans ELTGEO le code indiquant un emplacement vide
- libérer les espaces alloués dynamiquement

PARTIE IV

LE LOGICIEL DE BASE

IV - 1 : LE NIVEAU INTERFACE UTILISATEUR	66
IV - 1 - 1 : le gestionnaire de ressources	66
IV - 1 - 2 : le gestionnaire de mémoire	67
IV - 1 - 3 : le gestionnaire d'événements	67
IV - 1 - 4 : les messages	68
IV - 1 - 5 : les curseurs	69
IV - 1 - 6 : les menus	69
IV - 1 - 6 - 1 : présentation	69
IV - 1 - 6 - 2 : le fichier de description	69
IV - 1 - 6 - 3 : les fonctions du gestionnaire de menus	70
IV - 1 - 6 - 4 : affichage	71
IV - 1 - 6 - 5 : structure de données	71
IV - 1 - 7 : les masques	72
IV - 1 - 7 - 1 : composition d'un masque	72
IV - 1 - 7 - 2 : les coordonnées	75
IV - 1 - 7 - 3 : pour le programmeur	76
IV - 1 - 7 - 4 : affichage d'un masque	76
IV - 1 - 7 - 5 : l'allocation	77
<hr/>	
IV - 2 : LE NIVEAU GRAPHIQUE	78
IV - 2 - 1 : M.G.L.	78
IV - 2 - 1 - 1 : l'écran graphique	78
IV - 2 - 1 - 2 : notion de monde utilisateur et d'espace écran correspondant	79
IV - 2 - 1 - 3 : la zone dialogue	80
IV - 2 - 1 - 4 : possibilités de dessin	80

IV - 2 - 1 - 5 : notion de segment graphique	81
IV - 2 - 1 - 6 : notion de graphics input	82
IV - 2 - 1 - 7 : notion de feuille, fenêtre, vue	83
IV - 2 - 1 - 8 : notion de surface	84
IV - 2 - 2 : le niveau TK	85

IV LE LOGICIEL DE BASE

Cette couche peut être utilisée pour d'autres applications nécessitant une interface utilisateur interactive et graphique. L'utilisateur de cette couche est un programmeur (ou développeur).

Cette couche peut elle-même être décomposée en deux niveaux :

- niveau interface utilisateur : permet d'écrire des applications avec une interface utilisant les menus, les masques ... Ce niveau s'appuie sur le niveau graphique.
- niveau graphique : propose une bibliothèque de routines graphiques qui peut être utilisée indépendamment de toutes les couches présentées auparavant.

IV - 1 : LE NIVEAU INTERFACE UTILISATEUR (ref. 23)

IV - 1 - 1 : LE GESTIONNAIRE DE RESSOURCES

Toutes les ressources (menus, masques, messages ...) sont décrites dans des fichiers. Lors de l'activation d'une ressource, le gestionnaire vérifie si la ressource est disponible en mémoire. Si ce n'est pas le cas, il lit le fichier correspondant pour copier la ressource en mémoire.

Les ressources sont allouées de manière dynamique dans le "tas" système. Elles sont chaînées entre elles de manière à pouvoir les retrouver. La place occupée par une ressource n'est récupérée que lorsque l'application le demande. Aucune gestion de l'espace mémoire n'est faite; c'est-à-dire que s'il n'y a plus de place lors de l'activation d'une ressource, le gestionnaire ne cherchera pas à prendre la place d'une ressource non indispensable, et la ressource demandée ne sera pas activée.

D'autres ressources pourront être gérées sans problème. Les curseurs et les icônes pourraient être décrits dans des fichiers grâce à un langage de description graphique.

Conserver les ressources dans des fichiers permet aussi d'adapter rapidement le dialogue au vocabulaire de l'utilisateur et de le traduire dans d'autres langues. Il n'est pas utile de modifier et de compiler les programmes.

IV - 1 - 2 : LE GESTIONNAIRE DE MEMOIRE

Dans le système MS-DOS, 64 Koctets de mémoire (pour le "tas", la pile, et les données) sont directement accessibles par programme. Avec un système d'indirection, d'autres segments de 64 Koctets peuvent être utilisés pour stocker les données. Nous avons choisi de stocker certaines données dans d'autres segments.

Le gestionnaire de mémoire rend transparents au programmeur les calculs dus à cette organisation.

Il propose diverses fonctions :

- initialiser la mémoire
- allouer un espace de type donné (menu, masque, ...)
- libérer un espace
- lire une zone
- écrire une zone

IV - 1 - 3 : LE GESTIONNAIRE D'EVENEMENTS

Il offre au programmeur une fonction GET-EVENT qui a comme paramètre d'entrée la catégorie d'événement demandé et qui retourne l'événement.

La catégorie porte sur :

- le type : lié au logiciel de base ou à l'application
- le périphérique : clavier, tablette ...
- la fonction : coordonnées (X, Y), caractère tapé, identificateur de l'objet graphique désigné ...

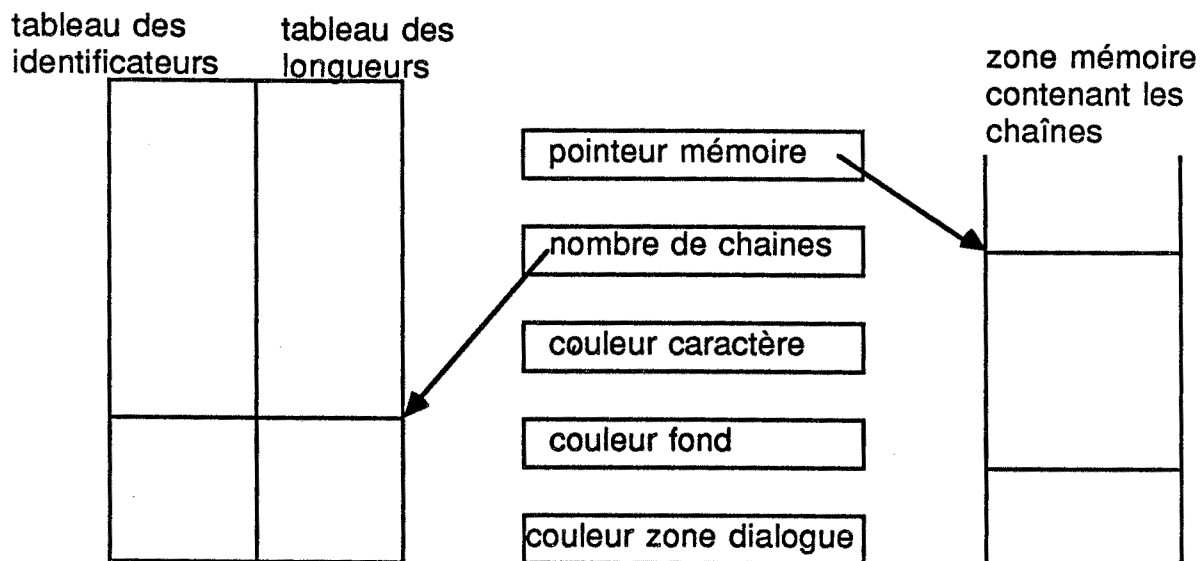
Selon la catégorie de l'événement, certaines informations contenues dans la fonction sont significatives ou non.

Une contrainte forte liée au matériel restreint les possibilités d'interaction de l'utilisateur. En effet le terminal intelligent propose au programmeur une routine de mise en attente d'un événement qui provient d'un périphérique donné. L'opérateur ne peut pas utiliser le clavier si le programme attend un événement tablette, ni vice-versa.

IV - 1 - 4 : LES MESSAGES

Pour une application donnée (ici GALBE), tous les messages sont stockés dans un seul fichier. Un identificateur (un numéro) permet à l'application de désigner le message qui doit être affiché par le gestionnaire. Le message apparaît toujours cadré au milieu de la ligne située au bas de l'écran appelée ligne de messages (voir § II - 2 - 2).

Une chaîne composée des messages de l'application a une structure de ce type :



Nous avons choisi de stocker les chaînes de caractères dans la zone mémoire accessible par le gestionnaire de mémoire.

A la recherche d'un message, le gestionnaire parcourt le tableau des identificateurs pour trouver le message et calcule grâce au tableau des longueurs de messages, l'indice du premier caractère du message.

IV - 1 - 5 : LES CURSEURS

Pour l'instant, les curseurs ne sont pas encore stockés dans des fichiers, donc ne sont pas gérés comme des ressources. Le curseur est un graphique comme un autre (voir la notion de segment dans § IV - 2 - 5 - 1). Sa taille n'est pas limitée.

Deux opérations agissent sur les curseurs : un curseur doit être créé afin d'être affiché par la suite. Un seul curseur pouvant être présent à la fois, l'affichage du curseur courant entraîne la non visibilité du curseur précédent.

IV - 1 - 6 : LES MENUS

IV - 1 - 6 - 1 : présentation

Les titres des menus sont toujours situés sur la ligne du haut de l'écran pour GALBE. Les menus correspondants se déroulent toujours vers le bas à partir de la ligne de titres. Les longueurs des libellés ne sont à priori pas limitées. Leur nombre de caractères permet de calculer la taille des caractères et la place occupée.

La ligne de titres est unique dans GALBE, mais plusieurs pourraient être gérées.

IV - 1 - 6 - 2 : le fichier de description

Le développeur donne dans le fichier la hauteur de la ligne de titres, la hauteur des commandes, et les diverses couleurs.

Des identificateurs associés aux menus et aux commandes sont fixés par le programmeur. Ils sont indépendants de la position et de l'ordre d'affichage. Le programmeur peut donc enlever ou ajouter un menu (ou une commande) sans être obligé de modifier ses appels au gestionnaire de menus.

IV - 1 - 6 - 3 : les fonctions du gestionnaire de menus

Le gestionnaire offre bien sur une fonction "d'affichage de la ligne de titres" qui visualise la ligne de titres.

La fonction la plus importante CHOIX-MENU retourne le choix fait par l'utilisateur : n° de menu, n° de commande.

L'algorithme général de l'application GALBE, qui ne dispose que d'une seule ligne de titres, est du type suivant :

début

appel afficher la ligne de titres;

fin <- faux;

tantque non fin

faire

appel CHOIX-MENU;

choix menu

* menu1 : choix commande

* com1 : appel traiter-cde1;

* com2 : appel traiter-cde2;

*

finchoix;

* menu2 : choix commande

* com1 : appel traiter-cde1;

* com2 : appel traiter-cde2;

*

finchoix;

*

finchoix

fintantque

fin

Suivant les conditions d'exécution du programme d'application, certaines commandes peuvent être autorisées ou interdites. Le gestionnaire de menus propose donc au programmeur une fonction d'activation ou de désactivation d'une commande.

IV - 1 - 6 - 4 : affichage

Les calculs concernant la position des différentes commandes des menus sont faits une fois pour toutes à la sélection des menus. La ligne de titres et tous les menus sont stockés dans des objets graphiques de manière à éviter tout calcul à chaque affichage. Si des commandes interdites doivent être affichées, elles apparaissent sur un fond de couleur différente. Le dessin des rectangles colorés à mettre en transparence sur un menu, pour signaler les commandes inactives, est recalculé à chaque affichage.

IV - 1 - 6 - 5 : structure de données

Les principaux éléments de la structure de données sont :

- position de la ligne de titres
- hauteur de la ligne de titres
- hauteur des commandes
- couleur des menus
- couleur des commandes inactives
- identificateur de l'objet graphique qui contient ce titre
- nombre de menus
- pour chaque menu
 - identificateur
 - largeur
 - identificateur de l'objet graphique qui contient le menu
 - nombre de commandes
 - pour chaque commande
 - identificateur
 - autorisée/interdite

IV - 1 - 7 : LES MASQUES

IV - 1 - 7 - 1 : composition d'un masque

Le rôle des masques auprès des utilisateurs ayant été abordé au § II - 2 - 2 - 3 , je ne les présenterai ici que du point de vue programmeur. Celui-ci décrit chaque masque dans un fichier. Il dispose pour cela de divers objets : le cadre et les champs.

a) le cadre

Le cadre limite la place occupée et fixe l'emplacement du masque à l'écran. Le nom du masque, la couleur du fond, la couleur des champs sont des attributs du cadre.

Pour un masque donné, le cadre est obligatoire et unique.

b) les champs

Les champs cités ci-dessous peuvent être utilisés plusieurs fois dans un même masque : il peut, par exemple, y avoir plusieurs zones de saisie de textes dans le masque.

Seul le bouton de sortie est obligatoire.

Tous les champs disposent d'un identificateur permettant au programmeur d'y accéder.

Dans le fichier, le programmeur fixe d'une part cet identificateur et d'autre part :

- la position de l'objet dans le masque
- la taille des caractères
- l'épaisseur du trait.

Il indique d'autres renseignements suivant la nature du champ.

b-1 le bouton de sortie

Il sera représenté par un symbole



dans lequel se trouve le libellé correspondant à cette possibilité.

Un bouton peut être actif ou non : un bouton inactif ne pourra pas être sélectionné par l'utilisateur.

Par exemple : si un masque est prévu pour éditer une liste de 10 éléments et qu'il existe des cas où la liste contient plus de 10 éléments, il devra être prévu un bouton de sortie SUITE qui ne sera mis à l'état actif que lorsque il restera des éléments à afficher.

Un bouton peut être fermant ou non. Lorsque l'utilisateur appuie sur un bouton fermant, le masque disparaît de l'écran, le programme reprend la main et continue son exécution. Lorsque le bouton n'est pas fermant, le programme reprend la main, modifie si nécessaire certains champs du masque, puis redonne la main à l'utilisateur qui a ainsi la possibilité de travailler à nouveau sur le même masque.

Par exemple : un bouton de sortie CALCUL peut être mis dans un masque lorsque l'utilisateur ayant modifié certains champs, il désire voir l'effet des modifications faites sur d'autres champs calculés à partir des premiers.

Le programmeur doit spécifier le libellé à mettre dans chaque bouton.

Par défaut tout bouton est actif et fermant.

Deux opérations sont possibles sur les boutons :

- activer/désactiver
- rendre fermant ou non.

b-2 une liste de choix exclusifs

A chaque choix correspond :

- un libellé destiné à aider l'utilisateur à choisir
- un identificateur destiné au programmeur.

De plus, dans le fichier, le programmeur doit indiquer le choix qui sera pré-sélectionné. Le gestionnaire de masques calcule le nombre de choix qui tiennent sur une ligne. Le libellé s'affiche à côté de la zone que l'utilisateur peut désigner pour sélectionner un choix.

choix1	<input type="checkbox"/>	choix2	<input checked="" type="checkbox"/>
choix3	<input type="checkbox"/>	choix4	<input type="checkbox"/>

schéma IV - 1 : 2 choix par ligne

Dans cet exemple, le choix 2 a été sélectionné soit :

- il s'agit du choix par défaut
- il s'agit d'un choix fait par l'utilisateur.

Les opérations possibles pour le programmeur sont :

- activer/désactiver un choix
- indiquer le choix à sélectionner par défaut.

Exemple d'utilisation : (schéma IV - 2)

dans le cas où l'utilisateur doit préciser le type des tangentes aux extrémités d'une courbe:

horizontale

verticale

quelconque

une droite

schéma IV - 2 : exemple d'utilisation

b-3 le champ variable

Un champ variable est une zone dont le contenu peut différer entre deux affichages du masque.

Le contenu du champ peut être modifié par le programme. Lorsque le champ est de plus "éditable", il peut être modifié par l'utilisateur. Pour cela, il emploie un mini-éditeur de textes permettant de travailler sur une ligne à l'aide des opérations suivantes :

- taper un caractère
- avancer de 1 caractère
- reculer de 1 caractère
- détruire le dernier caractère

Dans le fichier, le programmeur doit indiquer :

- la longueur maximum d'un champ (qui ne peut en aucun cas dépasser la largeur du masque)
- si le champ est éditable ou non
- la valeur proposée par défaut
- le type du champ : entier ou chaîne de caractères

S'il s'agit d'un entier, il faut indiquer les valeurs minimale et maximale que peut prendre l'entier.

On a vu qu'un champ variable était limité à une ligne. Pour donner à l'utilisateur l'impression de champs variables à plusieurs lignes, il suffit de mettre des champs l'un au-dessous de l'autre. L'éditeur ne permettra pas de passer d'une ligne à l'autre ; pour cela l'utilisateur devra pointer la ligne suivante.

b-4 le libellé

Alors que les boutons de sortie et les choix exclusifs exigent un libellé fixé dans le fichier; un champ variable ne demande pas de libellé. Le programmeur a la charge de disposer correctement les libellés au-dessus ou devant les champs variables, ou de ne mettre qu'un seul libellé à plusieurs lignes.

Le libellé peut tout aussi bien servir à donner un titre à un masque ou à faire apparaître dans le masque des indications fixes.

Pour chaque libellé, le programmeur doit donner, outre les caractéristiques (position, couleur, taille des caractères, et épaisseur du trait) vues précédemment, la chaîne des caractères constituant le libellé.

Aucune opération n'est possible, ni par programme, ni par l'opérateur, pour modifier un libellé.

IV - 1 - 7 - 2 : les coordonnées

Toutes les coordonnées et les dimensions nécessaires à la définition d'un masque sont données dans l'unité physique de l'écran. (C'est-à-dire que deux points de coordonnées

différentes correspondront à deux points physiquement différents sur l'écran). Ceci facilite la tâche du programmeur pour indiquer certaines caractéristiques telles que l'épaisseur du trait, la taille des caractères ... (Il sera sûr que l'épaisseur 2 d'un trait sera réellement double de l'épaisseur 1).

Par contre, ce choix entraîne que la position du masque et de ses champs à l'écran n'est pas fonction de la taille de l'écran mais de sa résolution graphique.

IV - 1 - 7 - 3 : pour le programmeur

De manière pratique, le programmeur :

- décrit un masque dans un fichier au moyen des objets énoncés précédemment
 - dans son programme d'application
 - sélectionne le masque
 - modifie les champs à modifier
 - affiche le masque
- > (le gestionnaire de masques prend la main)
- pour tous les champs qui l'intéressent, il interroge le gestionnaire de masques pour connaître le contenu

IV - 1 - 7 - 4 : l'affichage du masque

Comme nous l'avons vu, les informations contenues dans un masque peuvent être de deux natures différentes :

- fixées et immuables au cours de l'exécution du programme
- modifiées en cours d'exécution.

Les informations immuables (le cadre, les boutons de sortie, les radios, les libellés) apparaissent toujours sous la même forme à l'écran. Ces informations sont mémorisées dans un objet graphique et le dessin les représentant n'a pas à être calculé à chaque affichage.

Par contre, les champs variables doivent être incorporés au dessin du masque à chaque affichage.

Les éléments graphiques qui servent soit :

- à indiquer un choix fait
- un champ variable non éditable
- un bouton fermant non actif

sont des rectangles de couleur, mis en transparence sur le dessin du masque lors de l'affichage.

Un masque est toujours réaffiché avec ce que contenaient les champs variables lors de l'affichage précédent sauf pour les champs modifiés dynamiquement par programme entre-temps.

IV - 1 - 7 - 5 : l'allocation

Les masques sont alloués dynamiquement. Ils sont chaînés entre eux. Les champs d'un même masque sont aussi chaînés entre eux. Ceci permet bien sur de ne pas limiter le nombre d'objets composant un masque et de ne pas utiliser d'espace mémoire inutile.

IV - 2 : LE NIVEAU GRAPHIQUE

IV - 2 - 1 : MGL - MICRO GRAPHIQUE LANGAGE

Les couches application et interface utilisateur étant spécifiées, nous devons choisir au-dessus de quel langage graphique les implémenter. Nous pouvions acheter l'une des bibliothèques graphiques vendues par Tektronix sur leurs terminaux : I.G.L. (Interactive Graphics Library - ref.28) ou G.K.S. (Graphical Kernel System - ref. 27, 29).

Sachant que G.K.S. est aujourd'hui normalisé, nous aurions pu l'adopter. (ref 1, 8, 9) Mais pour des problèmes de performance, nous avons choisi de développer nous-mêmes notre propre bibliothèque. En effet, G.K.S., conçu pour éloigner le plus possible le programmeur (et l'opérateur) des caractéristiques matérielles, garantit une très bonne portabilité, mais alourdit considérablement la programmation et manque d'efficacité. G.K.S. entraîne des temps de réponse supérieurs à ce que l'on peut obtenir sans cette bibliothèque. Nous avons opté pour un compromis : une couche de logiciel plus efficace et plus spécifique que G.K.S.

M.G.L. (Micro Graphique Langage) est une bibliothèque de sous-programmes, destinée au programmeur, permettant l'utilisation de terminaux graphiques. (ref. 24) Il s'appuie sur les possibilités gérées des terminaux 41XX de Tektronix ; pour certaines de ces fonctions, il reste encore du logiciel à développer avant que M.G.L. puisse être exécuté sur d'autres terminaux. Il ne s'agit pas de présenter ici la notice d'utilisation de ces sous-programmes. Les fonctionnalités sont donc brièvement décrites sans préciser sur quel type de terminal elles restent valables.

IV - 2 - 1 - 1 : l'écran graphique

Il faut imaginer l'écran comme un ensemble de feuilles superposées. Une seule d'entre elles, appelée ZONE DE DIALOGUE n'est pas une feuille graphique. Elle sert uniquement à l'affichage des messages de communication entre l'opérateur et l'ordinateur sans masquer le dessin.

Une ou plusieurs feuilles graphiques (suivant le type de terminal) peut contenir des dessins. Nous reviendrons en détail sur cette notion de feuille.

IV - 2 - 1 - 2 : Notion de monde utilisateur et d'espace écran correspondant

Le programmeur choisit son système de coordonnées et M.G.L. lui rend le système de coordonnées-écran totalement transparent. (schéma IV - 3)

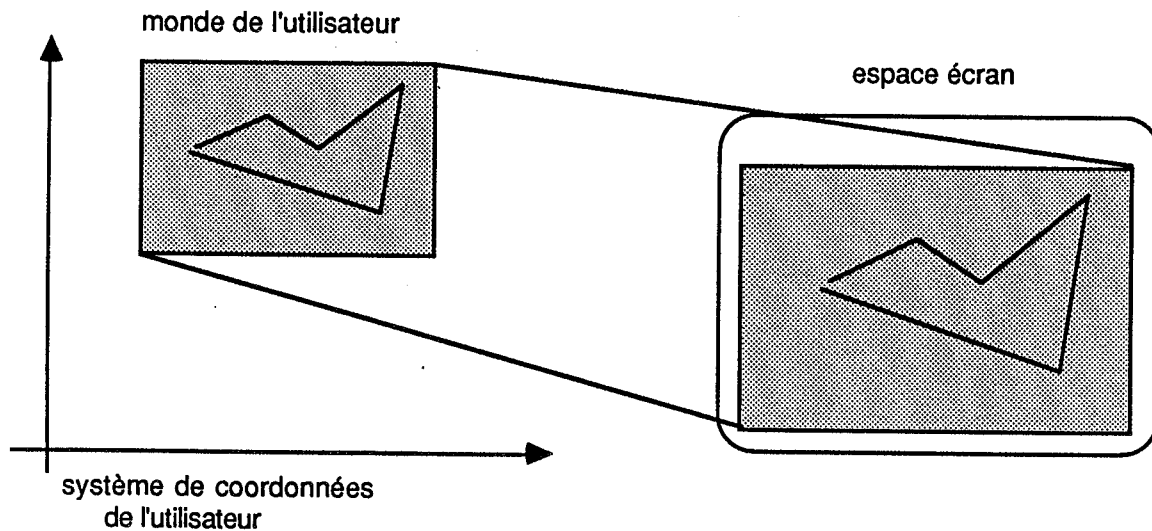


schéma IV - 3 : monde utilisateur et espace écran

a) le repère

Le programmeur fixe les points extrêmes du rectangle qui sera projeté au mieux dans l'écran sans effectuer de déformation. Le point bas-gauche du rectangle et le point bas-gauche de l'écran sont mis en correspondance. Le dessin peut dépasser la région rectangulaire choisie mais seule cette région est visible à l'écran.

b) l'unité

Les coordonnées sont restreintes aux valeurs entières (de -32768 à +32767). Le programmeur choisit son unité de mesure (mm, cm ou autre).

EXEMPLE : Dans GALBE, l'utilisateur imagine travailler sur une table à digitaliser d'environ 2m sur 1m avec une précision de dessin du demi-mm. Si le programmeur définit le rectangle $[(0,0) , (4000,2000)]$ comme monde utilisateur, il pourra représenter à l'écran le dessin, au mieux et sans déformation, sans se soucier du changement de coordonnées nécessaire.

IV - 2 - 1 - 3 : la zone dialogue

M.G.L. permet de définir la taille de la zone de dialogue (nombre de lignes de dialogue affichées à l'écran), la taille du buffer de dialogue (nombre de lignes mémorisées par le terminal et qui peuvent être atteintes par l'opérateur au moyen des mollettes du clavier), la taille des caractères ainsi que leur couleur.

IV - 2 - 1 - 4 : possibilités de dessin

Le tracé d'un dessin s'effectue toujours à partir d'un point (x,y) appelé POSITION COURANTE. Celle-ci est automatiquement mise à jour par la dernière opération de dessin. Le programmeur peut aussi changer cette position sans effectuer de dessin. On peut comparer ce procédé au fait de déplacer un crayon en l'appuyant ou non sur le papier, afin de dessiner ou non.

a) la ligne

Le segment de droite est le tracé de base. Un segment débute à la position courante et se termine à un point spécifié qui définit la nouvelle position courante.

Les attributs du trait, tels que le style (pointillé, continu...) et la couleur (terminaux couleur seulement), peuvent être choisis parmi ceux d'une palette liée au type de terminal.

b) les marques

Le dessin peut être enrichi avec des symboles prédéfinis qui sont utiles pour la mise en évidence de points particuliers. L'utilisateur doit spécifier le type de "marque" choisi parmi ceux d'une liste prédéfinie.

c) les textures

Un contour fermé peut être rempli par un motif que l'utilisateur peut choisir parmi un ensemble reconnu par M.G.L. Le contour peut être ou non mis en évidence.

d) les caractères graphiques

Des caractères graphiques peuvent être affichés dans la région du dessin. Il faut spécifier différents attributs, tels que la taille, la couleur, l'épaisseur du trait, la direction d'affichage.

IV - 2 - 1 - 5 : Notion de segment graphique

Une partie d'un dessin peut être définie comme un tout et représentée par un identificateur. L'objet ainsi défini prend le nom de "SEGMENT GRAPHIQUE". Il est conservé par M.G.L. Différentes opérations sont autorisées sur un segment :

- le déplacement d'un endroit à un autre de l'écran
- le changement de taille
- la rotation d'un certain angle
- la création de copies.

Des attributs affectent les segments : visibilité, détectabilité, clignotement, possibilité d'utilisation comme curseur graphique. Ces attributs concernent le segment entier et sont modifiables au cours de l'existence du segment.

On peut également diviser un segment en plusieurs parties, chacune d'entre elles possédant un identificateur (ou PICK ID). Lorsque l'utilisateur désigne un point de l'écran, si celui-ci appartient à un segment graphique, le programme pourra connaître le segment et la division concernés.

La notion de segment se rapproche de la notion de fichier : on ouvre un segment, on définit le dessin qui le constitue puis on le ferme ; quand il ne sert plus on le détruit. Dans la version actuelle le dessin correspondant à un segment n'est pas modifiable ; en cas de modification il faut détruire le segment et le recréer à nouveau. On peut durant la définition d'un segment, inclure un autre segment déjà défini.

Pour comprendre comment M.G.L. effectue des transformations géométriques sur un segment il faut introduire la notion de POINT PIVOT : ce point, défini au moment de l'ouverture du segment, représente le repère par rapport auquel M.G.L. effectue les transformations sur ce segment. (schéma IV - 4)

Par exemple, quand on translate un segment à une position (a,b) tout le segment est traduit de façon que son point pivot vienne en position (a,b). De même une rotation ou un changement de taille (affinité) du segment s'effectue autour du point pivot (d'où son nom). Dans la version actuelle le point pivot est un attribut statique du segment et ne peut pas être modifié une fois le segment créé.

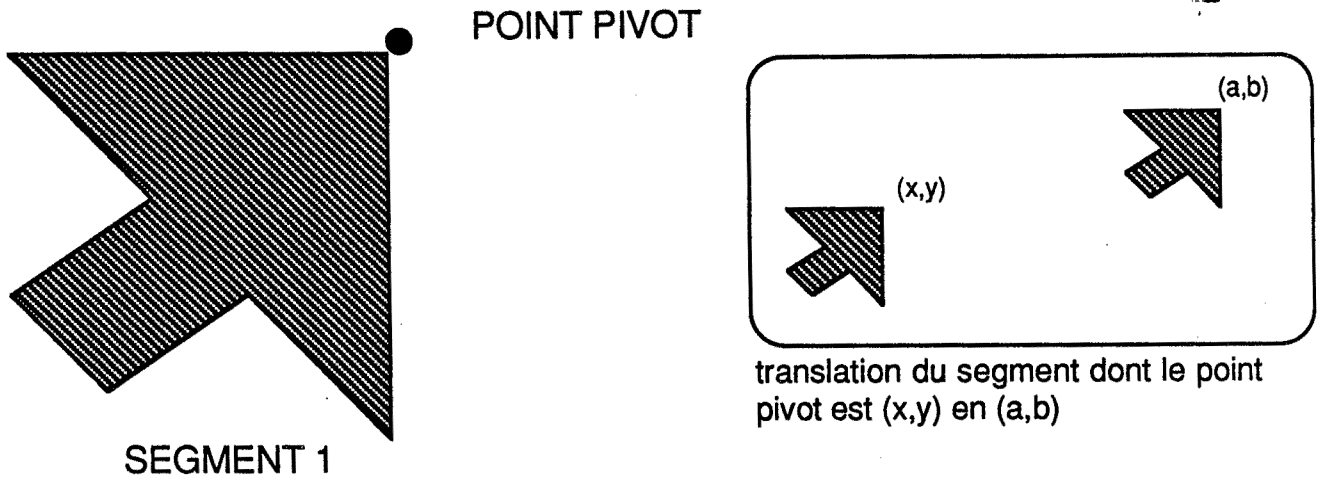


schéma IV - 4 : point pivot

IV - 2 - 1 - 6 : Notion de GRAPHICS INPUT

Dans les applications graphiques il est souvent nécessaire que l'utilisateur désigne une position ou un objet à l'écran et la communique à l'ordinateur. Pour cela, il se sert du dispositif d'entrée (souris, tablette, mollettes ...) qui est représenté à l'écran par un curseur graphique.

Dès que le programme demande un rapport par l'intermédiaire d'une fonction, l'opérateur peut déplacer le curseur affiché à l'écran. Le déclenchement du rapport se fait en frappant une touche du dispositif utilisé.

Tout segment peut jouer le rôle de curseur graphique. Les coordonnées du point pivot sont indiquées dans le rapport. Si aucun segment n'a été spécifié, le curseur est par défaut une mire dont l'intersection des deux segments de droite est le point pivot.

Il existe deux types de rapport :

- locator : M.G.L. renvoie la position du curseur (coordonnées X,Y du point pivot du segment) et la touche frappée.
- pick : En plus des renseignements précédents M.G.L. renvoie les identificateurs du segment et de la division désignés par l'opérateur.

IV - 2 - 1 - 7 : Notions de feuille, de fenêtre et de vue

Comme déjà dit, on peut imaginer l'écran comme une pile de feuilles superposées. Chaque feuille est un couple (fenêtre, vue). La fenêtre est la région rectangulaire du dessin qu'on veut afficher à l'écran, la vue est la région rectangulaire de l'écran dans laquelle on veut afficher la fenêtre. Il y a toujours une feuille dite "courante" qui est toujours placée au-dessus de la pile et donc entièrement visible. (schéma IV - 5)

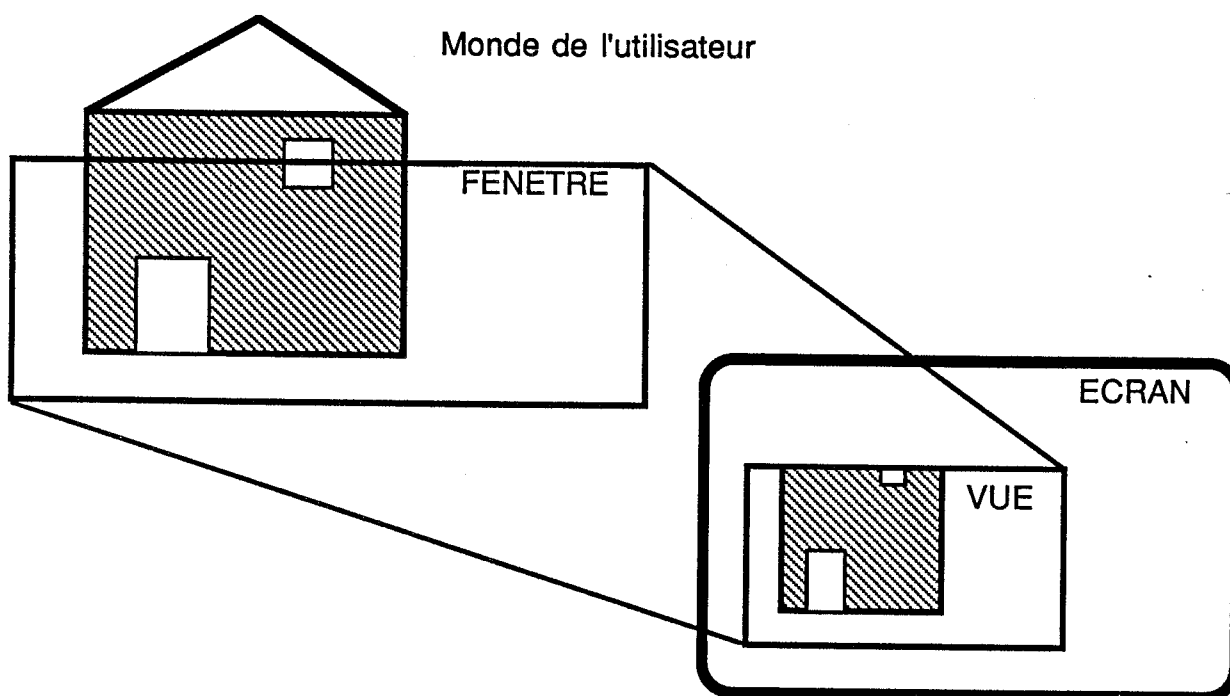


schéma IV - 5 : fenêtre, vue

En augmentant ou diminuant la fenêtre sans changer la vue on obtient un effet de zoom, en la déplaçant un effet de panoramique.

M.G.L. permet de sélectionner une feuille (la rendre courante et la mettre en haut de la pile), de changer les dimensions de la fenêtre et de la vue de la feuille courante, de fermer une feuille (la cacher), de la détruire. (schéma IV - 6)

Les segments créés ne sont visibles que dans la feuille courante, mais ils existent dans toutes les autres. Si on change de feuille courante on peut les rendre visibles.

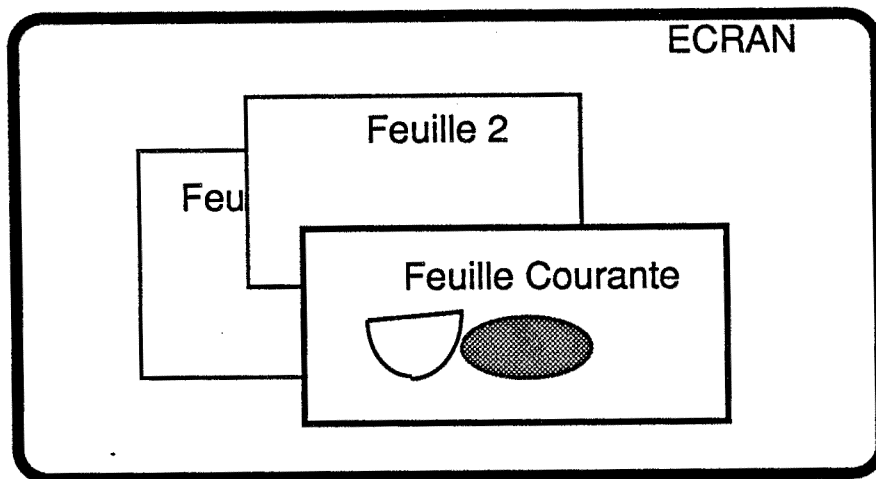


schéma IV - 6 : notion de feuille, feuille courante

IV - 2 - 1 - 8 : notion de surface

Pour comprendre la notion de surface il faut connaître les principes d'un terminal couleur. La mémoire du terminal est constituée d'un ensemble de plans, chaque plan étant une matrice de bits ; la superposition de ces plans détermine la couleur de chaque point de l'écran. Le nombre de couleurs possibles dépend du nombre de plans du terminal : N plans donnent lieu à 2^N couleurs différentes.

On peut regrouper ces plans : chaque regroupement donne lieu à une surface. Le nombre de couleurs associées à une surface dépend du nombre de plans dont elle est composée. L'utilisateur a le choix des couleurs d'une surface qui doivent être spécifiées parmi celles d'une table connue par M.G.L. Si aucune surface n'a été spécifiée, M.G.L. considère par défaut qu'il existe une seule surface composée de tous les plans du terminal.

Lors de la création d'une feuille, il faut indiquer la surface à laquelle elle appartient.

IV - 2 - 2 : LE NIVEAU TK

Ce niveau est l'implémentation des sous-programmes graphiques de niveau supérieur (qui viennent d'être décrits) sur le matériel TEKTRONIX série 41XX. Il transforme les sous-programmes de MGL en une suite d'appels du type :

- ESC S K I pour détruire tous les segments
- ESC S V 3 1 pour mettre la visibilité du segment 3 à VRAI

- ...

Vu la spécificité des ordres compris par les terminaux Tektronix, cette bibliothèque ne sera pas décrite dans ce rapport.

Pour des terminaux moins "intelligents" que la série Tektronix 41XX, il faudrait rajouter à ce niveau des algorithmes tels que le remplissage de polygone, les changements d'échelle (ou fonctions de "zoom"), l'identification d'un segment ou d'une partie de segment ...

PARTIE V

PERSPECTIVES

V - 1 : CONSEQUENCES SOCIALES PREVISIBLES DE GALBE	87
V - 2 : AMELIORATIONS ENVISAGEES	87
V - 2 - 1 : au niveau application	88
V - 2 - 1 - 1 : actions sur les points et les droites	88
V - 2 - 1 - 2 : partage du travail de la modéliste et de la patronnière	88
V - 2 - 1 - 3 : relations inter-morceaux	89
V - 2 - 1 - 4 : les mesures	89
V - 2 - 2 : au niveau logiciel de base	90
V - 2 - 2 - 1 : les menus	90
V - 2 - 2 - 2 : les icônes	90
V - 2 - 3 : un système d'apprentissage	90
V - 3 : EVOLUTION DE GALBE	91
V - 3 - 1 : adaptations possibles	91
V - 3 - 2 : d'autres configurations	91
V - 3 - 3 : d'autres terminaux graphiques	91
V - 3 - 4 : d'autres secteurs d'activité	92
V - 3 - 5 : d'autres logiciels	92
V - 4 : LE MARCHÉ	92

V : PERSPECTIVES

V - 1 : CONSEQUENCES SOCIALES PREVISIBLES DE GALBE

a) Une question importante posée, tant par les directions, que par les ouvrières est de savoir si GALBE supprimera des postes. Il est difficile de répondre à cette question. Toutefois, d'après nos premières études, dans une entreprise de confection enfant, aucune suppression de poste ne peut être envisagée. Les modélistes seront soulagées en période de surcharge, mais pas dégagées du travail de validation des patrons proposés par le système, et de la réalisation des vêtements en tissu.

b) GALBE peut être utilisé dans le travail à domicile (rappelons ici que la main d'œuvre est essentiellement féminine) et faciliter ainsi une des formes possibles de la flexibilité du travail.

V - 2 : AMELIORATIONS ENVISAGEES

Certaines fonctionnalités décrites dans ce rapport ont été analysées mais pas encore développées. D'autre part certaines options prises sont à améliorer. Je présenterai ici rapidement quelques directions de travail qui seront probablement approfondies par la suite.

V - 2 - 1 : AU NIVEAU APPLICATION

V - 2 - 1 - 1 : actions sur les points et les droites

Actuellement la modification et la gradation des courbes donnent de bons résultats. Par contre grader ou modifier un point (qui peut être extrémité de courbe) ou une droite sont des opérations trop lourdes à manipuler. Un exemple de dialogue a été décrit au § III - 7.

Il faudrait que visuellement l'opérateur puisse déplacer un point ou une droite, sans être obligé de passer par la modification (par masque) des valeurs des distances ou de leurs incréments. Mais cela pose un problème de cohérence par rapport à la définition. Si une droite a été définie comme "passant par 2 points", et que l'opérateur veut la faire glisser vers une autre position ; que doit faire le système ? Ne plus faire passer la droite par les 2 points, déplacer les 2 points et peut-être d'autres éléments, respecter ou non la pente ...?

Par rapport à la réalité des constructions couramment utilisées par les patronnières, notre langage de description est trop complexe. Quelques définitions s'appuyant sur les notions de verticale et d'horizontale suffisent à la plus grande partie des constructions. La plupart des définitions s'appliquent à quelques cas rares.

Nous envisageons, suite à ces remarques, de limiter les définitions de manière à ce qu'elles correspondent à la grande majorité des figures, et que les modifications interactives puissent être rapidement contrôlées.

V - 2 - 1 - 2 : partage du travail de la modéliste et de la patronnière

Actuellement, ce système surtout destiné à des PME, regroupe le travail de la modéliste (établir la forme en taille de base) et de la patronnière (grader). Dans la réalité, ces postes sont souvent confondus. Soit le service création est de très petite taille, les postes sont confondus et occupent 2 ou 3 personnes. Soit le service est grand, la modéliste est alors "le chef" des patronnières, son rôle est plus d'organiser, de distribuer le travail, de

contrôler, d'indiquer à partir de quels modèles repartir plutôt que de créer elle-même le vêtement en taille de base. Par contre d'autres sociétés distinguent nettement ces deux fonctions. Pour ces sociétés, il faudrait permettre à la modéliste de créer une forme très rapidement, indépendamment de la gradation correspondante. La modéliste disposerait d'un outil style "MacDraw" ; elle pourrait mettre en place rapidement ses droites de construction et son contour. Mais aucune vérification ne serait assurée. (Par exemple, on ne pourrait pas vérifier qu'une droite passe effectivement par deux points). Puis la patronnière, reprendrait et compléterait avec des informations de construction et de gradation le vêtement déjà travaillé par la modéliste.

V - 2 - 1 - 3 : relation inter-morceaux

La maquette actuelle de GALBE ne permet pas de vérifier la cohérence entre les différents morceaux d'un même vêtement (par exemple vérifier que la ceinture du pantalon a une longueur compatible avec les 2 devants et les 2 dos qui doivent y être assemblés). Cette extension pourra être faite, dans un deuxième temps, après une étude approfondie portant sur les besoins des clients et fixant les limites acceptables des cohérences à vérifier automatiquement. Il est à noter qu'aucun système de gradation avec vérification ne fonctionne aujourd'hui sur le marché.

V - 2 - 1 - 4 : les mesures

Les mesures (ou cotes) portant sur des éléments graphiques (distance entre 2 points, 2 droites ...) ne sont pas représentées à l'écran dans la version actuelle. Un gros travail de visualisation et d'interaction reste à faire :

- placer les cotes de manière à ce qu'elles ne se superposent pas
- agrandir ou diminuer une cote
- ...

Nous pensons aussi ajouter un outil graphique, visuel de type règle (ou rapporteur) qui fournisse la mesure d'une distance (ou d'un angle).

V - 2 - 2 : AU NIVEAU LOGICIEL DE BASE

V - 2 - 2 - 1 : les menus

Les menus déroulants sont bien adaptés à l'apprentissage d'un nouveau logiciel. Ils paraissent devenir pénibles lorsque l'utilisateur a acquis un peu d'expérience. Nous pensons nous orienter vers un compromis qui permette de voir en permanence toutes les commandes courantes, et de dérouler les commandes à lancer moins souvent.

V - 2 - 2 - 2 : les icônes

Actuellement seuls des messages sous forme de textes sont affichés. Des messages (ou libellés) sous forme de graphiques bien conçus permettraient de représenter des informations de manière plus visuelle, plus parlante, et plus concise.

V - 2 - 3 : UN SYSTEME D'APPRENTISSAGE

Outre le manuel d'utilisation qui doit être fourni à l'opérateur, nous envisageons d'intégrer au logiciel un module de documentation et d'apprentissage. Il faut donc ajouter un menu de documentation et proposer divers thèmes (puis chapitre, puis paragraphes ...) ou diverses fonctions accessibles à l'opérateur.

La formule la plus simple à réaliser est de réduire la documentation incluse dans le logiciel à une copie du manuel d'utilisation.

La formule que nous souhaitons mettre en place ressemble plus à un système d'apprentissage. L'opérateur demande le mode d'emploi d'une certaine fonction (par exemple : créer une droite). Le logiciel explique l'utilisation successive des menus et des masques conséquents. Il guide l'opérateur pour la suite des opérations à exécuter. Par exemple, pour sortir d'un masque, nous avons vu qu'il fallait activer un bouton de sortie. Dans ce cas, un message indiquant "activer à l'écran CONFIRMER ou ANNULER" apparaît à l'écran. Si l'action de l'utilisateur est correcte, des explications concernant la suite du travail s'affichent. Par contre si l'opérateur n'arrive pas à faire l'action exigée, des explications complémentaires sont fournies : "déplacer le localisateur situé sur la tablette,

le mettre de manière à ce que le curseur de l'écran soit sur le mot CONFIRMER ou ANNULER, appuyer sur une des touches du localisateur". (Il ne s'agit là que d'un exemple tendant à illustrer le type de démarche proposée.)

V - 3 : EVOLUTION DE GALBE

V - 3 - 1 : ADAPTATIONS POSSIBLES

GALBE, exécutable sur micro-ordinateur, de par son prix, est destiné aux PME et PMI. C'est un système conçu comme un tout, il se suffit à lui seul. Toutefois des modules de commande de table traçante ou à découper peuvent lui être adjoints selon les besoins et les possibilités du client. GALBE peut être intégré à divers logiciels d'optimisation de plans de découpe (dont RIMBAUD). Des interfaces spécifiques peuvent être développés par ALMA à la demande du client en vue de l'intégration de GALBE dans son système.

V - 3 - 2 : D'AUTRES CONFIGURATIONS

Il est à souligner que suivant les organisations rencontrées, d'autres solutions techniques pourront être proposées après étude et adaptation :

- plusieurs micro-ordinateurs en réseau
- micro-ordinateur multi-postes
- liaison avec un gros système (à proximité ou à distance)

V - 3 - 3 : D'AUTRES TERMINAUX GRAPHIQUES

Actuellement un terminal Tektronix (4107, 4109, ou 4111) est indispensable. Ces terminaux couleur possèdent d'une part une qualité d'image nettement supérieure aux autres terminaux graphiques, d'autre part une intelligence et une mémoire graphiques importantes (notion de segment, notion de vue et de fenêtre, possibilité de rotation de figures ...). Suivant les demandes des clients, il pourra être envisagé d'accepter d'autres terminaux graphiques (couleur, haute résolution, plutôt de grande taille, image stable). Il suffira de modifier la couche de logiciel de GALBE qui sert d'interface avec le terminal. Il

faudra l'enrichir avec les fonctions gérées actuellement par les terminaux Tektronix, et non gérées par le nouveau terminal.

V - 3 - 4 : D'AUTRES SECTEURS D'ACTIVITE

Les programmes sont conçus de manière modulaire afin tout d'abord d'assurer une maintenance plus efficace. Ceci permet aussi d'isoler les programmes spécifiques au secteur de l'habillement (gradation) des programmes plus généraux.

Le langage de description d'une forme permet de décrire un contour quelconque ,que ce soit un vêtement, ou une pièce de tôle. Les algorithmes employés acceptent de travailler sur des formes constituées d'un seul contour (pièce homogène dans le cas du vêtement) et sur des formes constituées de plusieurs contours (pièces à trous dans le cas de la tôle). Certaines fonctionnalités sont toutefois propres au secteur concerné.

V - 3 - 5 : D'AUTRES LOGICIELS

L'application GALBE est construite sur l'ensemble des procédures appelé "logiciel de base". Ce logiciel chargé de gérer les menus, les masques, les messages, les curseurs, nous permet de réaliser rapidement la "maquette squelette" d'un nouveau logiciel. Il a été développé pour GALBE mais pourra être utilisé pour d'autres applications nécessitant une interaction graphique.

V - 4 : LE MARCHÉ

Après étude, la société PIXOR (ref. 26) estime que sur plus de 2000 entreprises françaises du vêtement, 500 PME sont susceptibles d'acquérir un système informatique dans les 5 ans à venir, dont la plupart à des fins de gradation automatique. Le marché européen devrait représenter 5 à 7 fois ce nombre.

CONCLUSION

Lors de ce projet, notre objectif principal était d'offrir un outil simple à utiliser, répondant aux besoins des modélistes et des patronnières. Nos méthodes de travail ont permis d'aboutir au prototype actuel.

L'interface utilisateur représente un net progrès du point de vue convivialité par rapport à la plupart des interfaces proposées même sur des systèmes de C.A.O. Nous nous sommes rendus compte qu'un tel système nécessite de nombreux transferts d'informations entre la couche application et le terminal. Une liaison série ne suffit pas à des transferts si importants. Cette interface aurait bien plus d'efficacité si des accès directs à la mémoire graphique étaient possibles, plutôt que d'utiliser une liaison série.

Pour bien guider les utilisateurs nous avons mis au point un dialogue basé sur des menus et des masques. Au cours des nombreux tests, nous nous sommes aperçus que le dialogue conçu, bien "propre" et bien "cadre", était parfois trop lourd à manipuler. Ainsi nous envisageons d'alléger sérieusement les opérations qui sont couramment exécutées. Par exemple, sachant que les droites sont, dans 90 % des cas, horizontales ou verticales, des "raccourcis" ou des abréviations dans le dialogue devraient permettre à l'utilisateur de spécifier très simplement ces définitions.

Une première validation du projet, de ses concepts, de nos méthodes de travail nous a été accordée par l'A.N.A.C.T. (Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail). En effet, GALBE a été sélectionné lors d'un concours sur le thème "ergonomie des logiciels" organisé par le Ministère du Travail en Septembre 85. Les quatre logiciels sélectionnés seront classés et primés courant Avril 86.

Des validations intermédiaires ont été obtenues grâce à nos contacts fréquents avec des utilisateurs potentiels, mais la validation finale sera bien sur, lorsque les modélistes et les patronnières profiteront de ce système dans leur environnement de travail.

ANNEXE A

GENERALITES SUR LES POLYNOMES DE BEZIER

(ref. 4, 10, 11, 12)

On appelle polynôme de Bézier de degré m , le polynôme exprimé sous forme paramétrique par la formule :

$$(*) \quad P(t) = \sum_{i=0}^m C_i^m t^i (1-t)^{m-i} P_i \quad t \text{ dans } R$$

$$\text{où } P(t) = \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix} \quad C_i^m = \frac{m!}{(i! (m-i)!)}$$

et

$$P_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} \quad \text{avec } i \text{ variant de } 0 \text{ à } m$$

est un ensemble de points du plan appelé
"ensemble des points de contrôle de $P(t)$ "

Les courbes de Bézier à m points de contrôle (m étant élevé) sont difficiles à contrôler interactivement parce que chaque point de contrôle agit sur toute la forme de la courbe.

Si on limite m à 3 (on parle de cubique de Bézier) et t à $[0,1]$, en partant de quatre points du plan P_0, P_1, P_2, P_3 , on obtient à partir de (*) la formule :

$$P(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t) P_2 + t^3 P_3$$

qui représente dans R^2 un "segment" de cubique tel que :

$$P(0) = P_0 ; \quad \left[\frac{dP}{dt} \right]_{t=0} = 3 (P_1 - P_0)$$

$$P(1) = P_3 ; \quad \left[\frac{dP}{dt} \right]_{t=1} = 3 (P_3 - P_2)$$

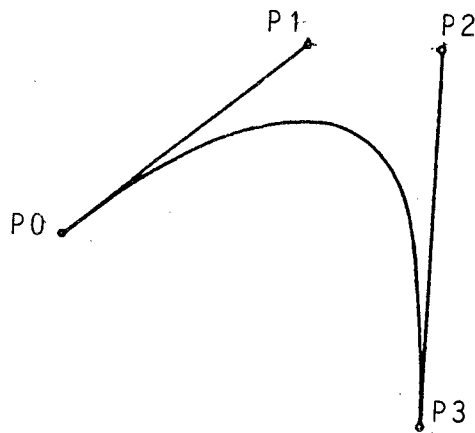


schéma A - 1 : une cubique de Bézier

Les polynômes de Bézier possèdent d'autres propriétés mathématiques intéressantes :

- la courbe réside toujours dans le polygone convexe déterminé par les points de contrôle, ce qui permet à l'opérateur de visualiser la région qui limite la courbe. (schéma A - 2)

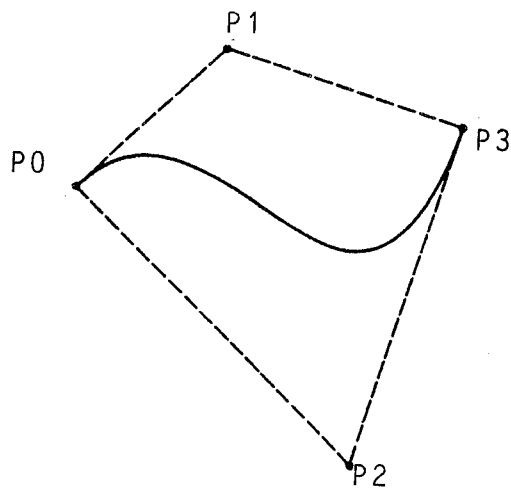


schéma A - 2 : polygone qui contient le segment de cubique

- chaque portion d'une courbe de Bézier peut être représentée par un polynôme de Bézier (différent de celui qui définit la courbe initiale). Ceci permet de manipuler les courbes sans jamais sortir de la famille des polynômes de Bézier.

- les courbes de Bézier sont indépendantes du système de coordonnées choisi pour indiquer la position des points de contrôle.

- pour décrire une courbe plus complexe, plusieurs courbes de Bézier peuvent être juxtaposées. Il suffit d'assurer la continuité aux extrémités communes à deux courbes adjacentes.

Les familles de courbes les plus fréquemment utilisées en informatique sont les formes de Hermite, de Bézier, ou les B-Spline. La forme de Hermite est surtout utilisée pour approcher une surface existante avec des points et des vecteurs. Les B-Spline sont pratiques pour approcher une courbe lorsqu'on connaît les points qui la constituent. Les Bézier sont sans nul doute celles qui permettent une interaction rapide et aisée.

Il est à noter que des transformations mathématiques permettent de passer d'une forme à une autre.

ANNEXE B

EXEMPLES DE TRANSFORMATIONS AUTOMATIQUES DES COURBES DE BEZIER

Les schémas suivants sont des photocopies de tracés exécutés sur une "hard-copy" Tektronix . (ref. 21)

p 98 : une cubique de Bézier

p 99 : une cubique de Bézier

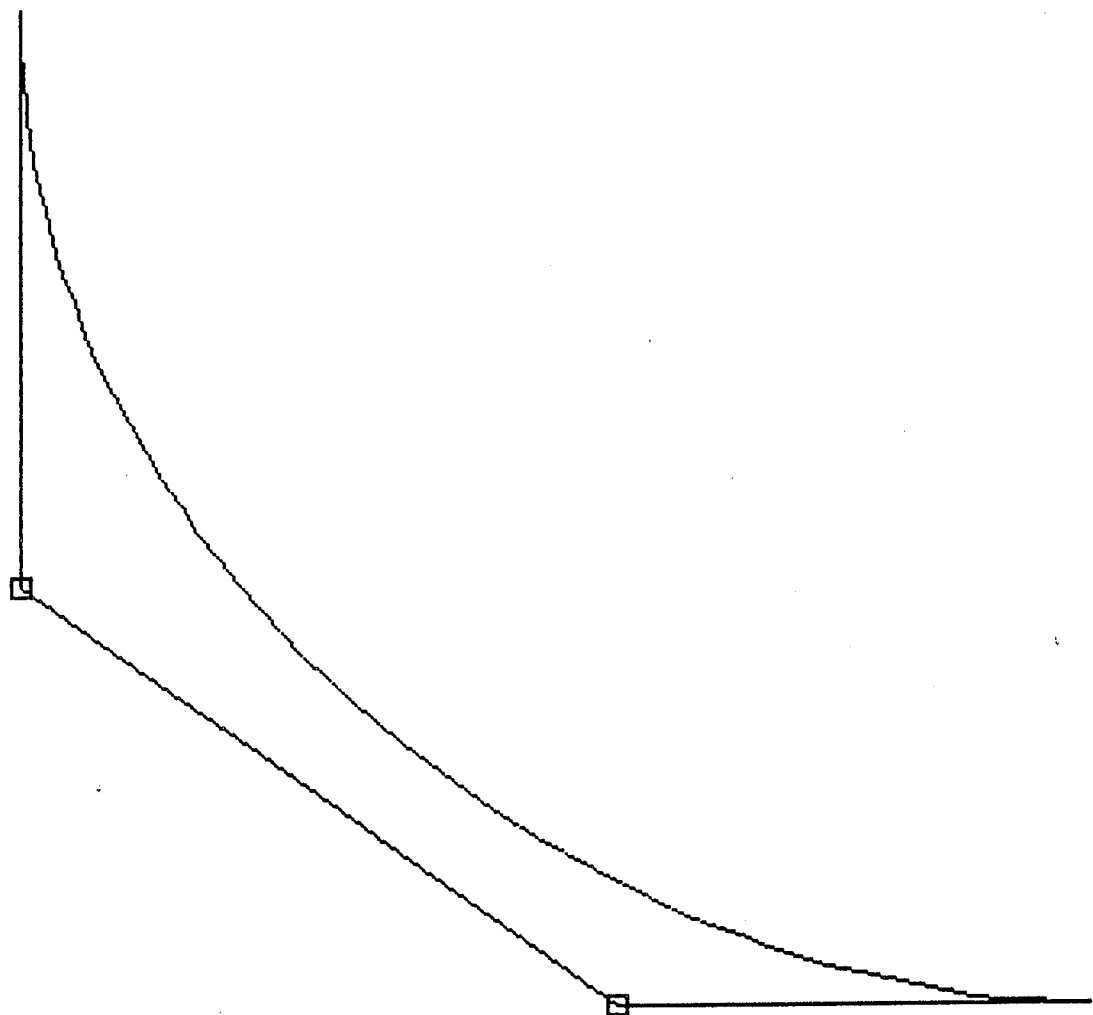
p 100 : modification d'une cubique de Bézier en agissant sur la position des points de contrôle.

p 101 : courbes de Bézier à trois points de contrôle

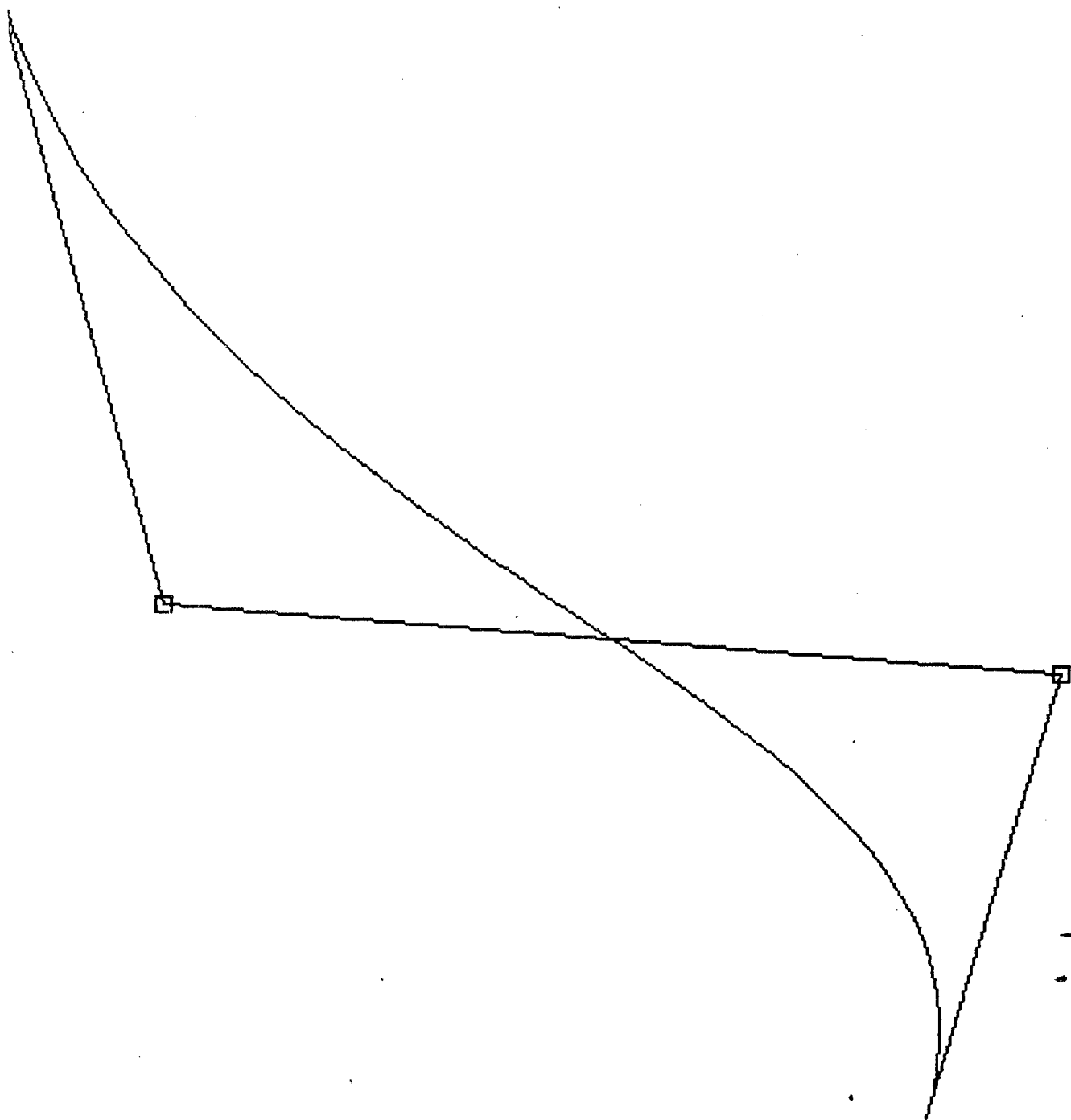
p 102 : deux cubiques de Bézier juxtaposées

p 103 : transformation d'une cubique par "homothétie"

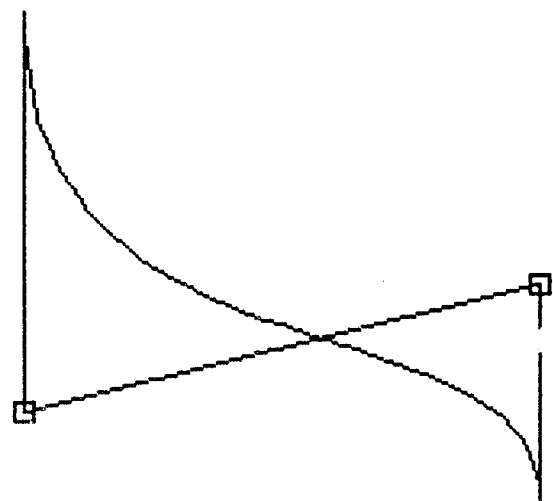
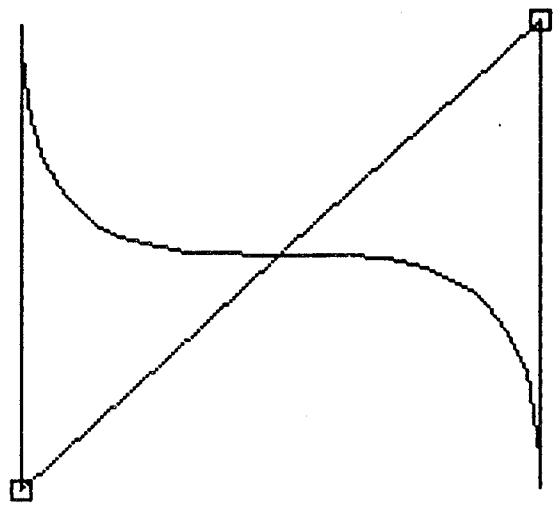
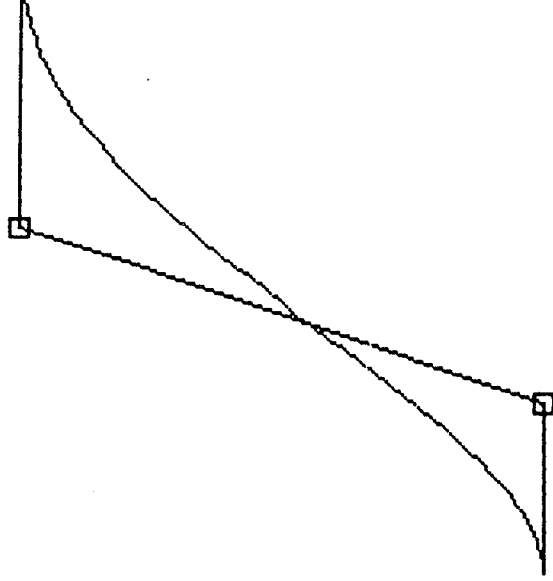
p 104 : transformation d'une courbe qui conserve la même allure en une extrémité



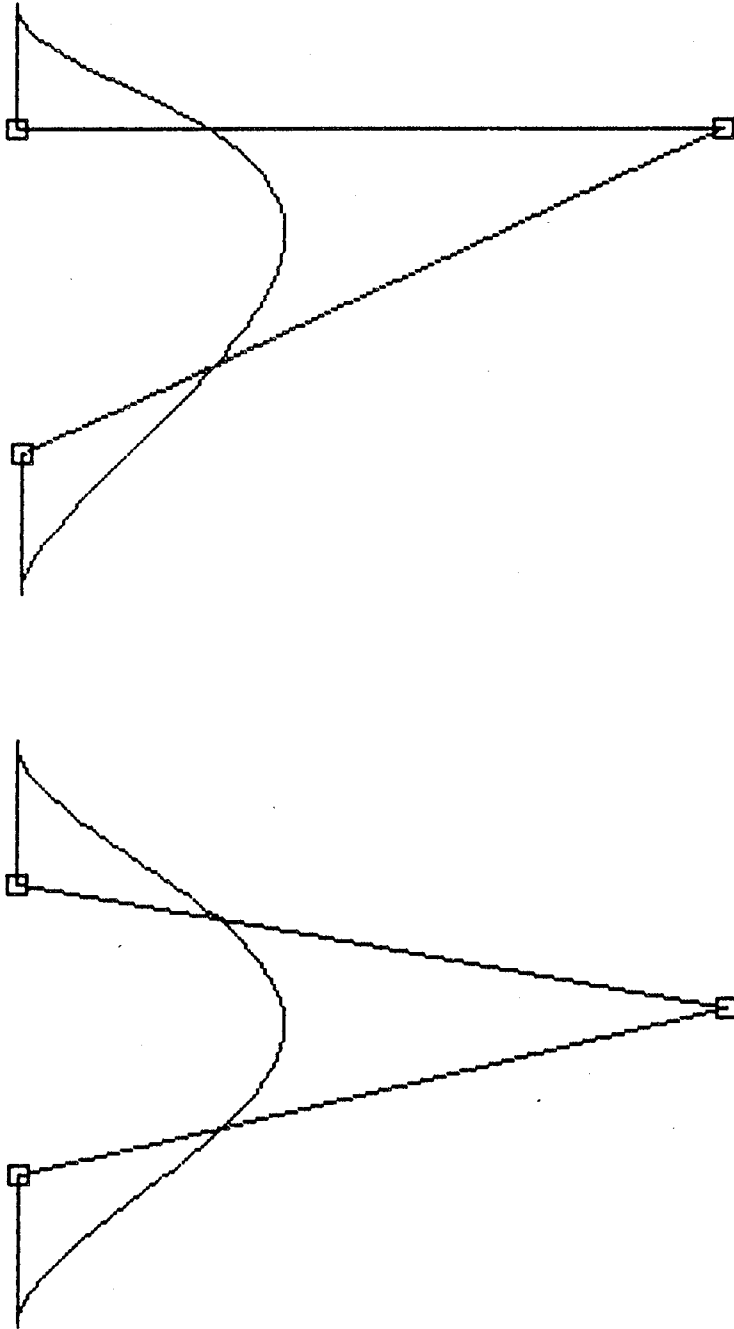
CUBIQUE DE BEZIER



CUBIQUE DE BEZIER

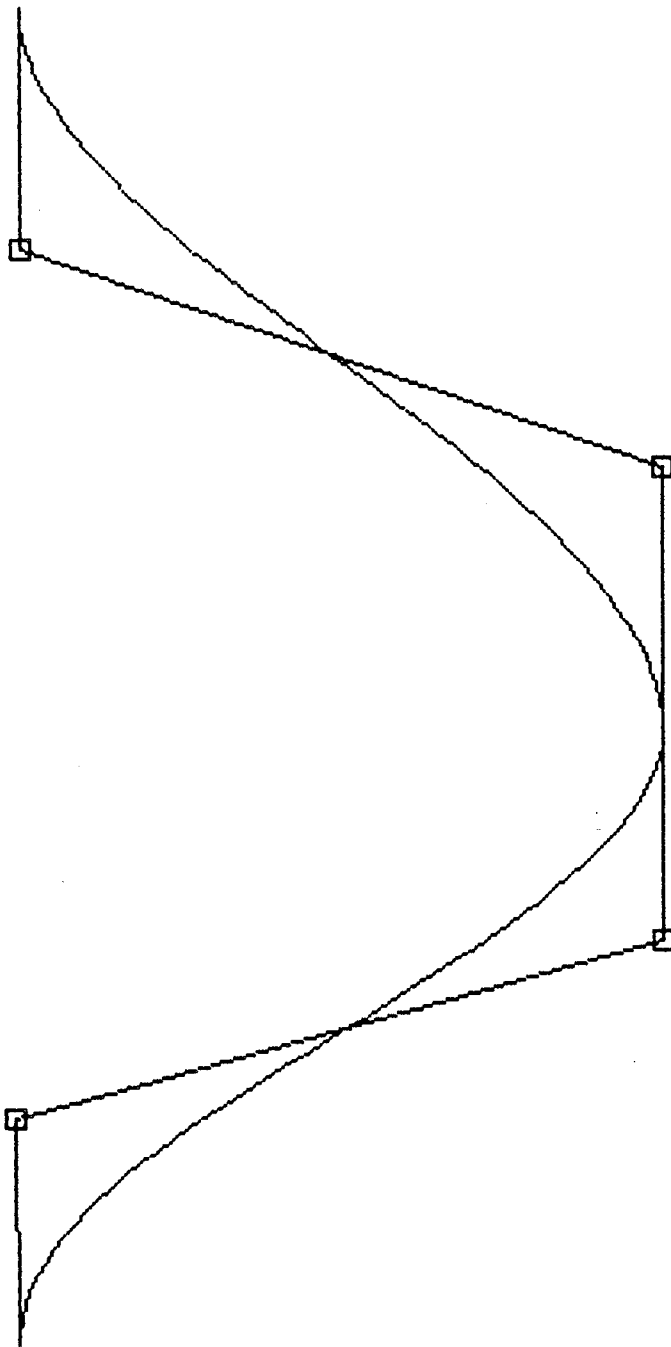


MODIFICATION D'UNE CUBIQUE DE BEZIER EN AGISSANT
SUR LA POSITION DES POINTS DE CONTROLE

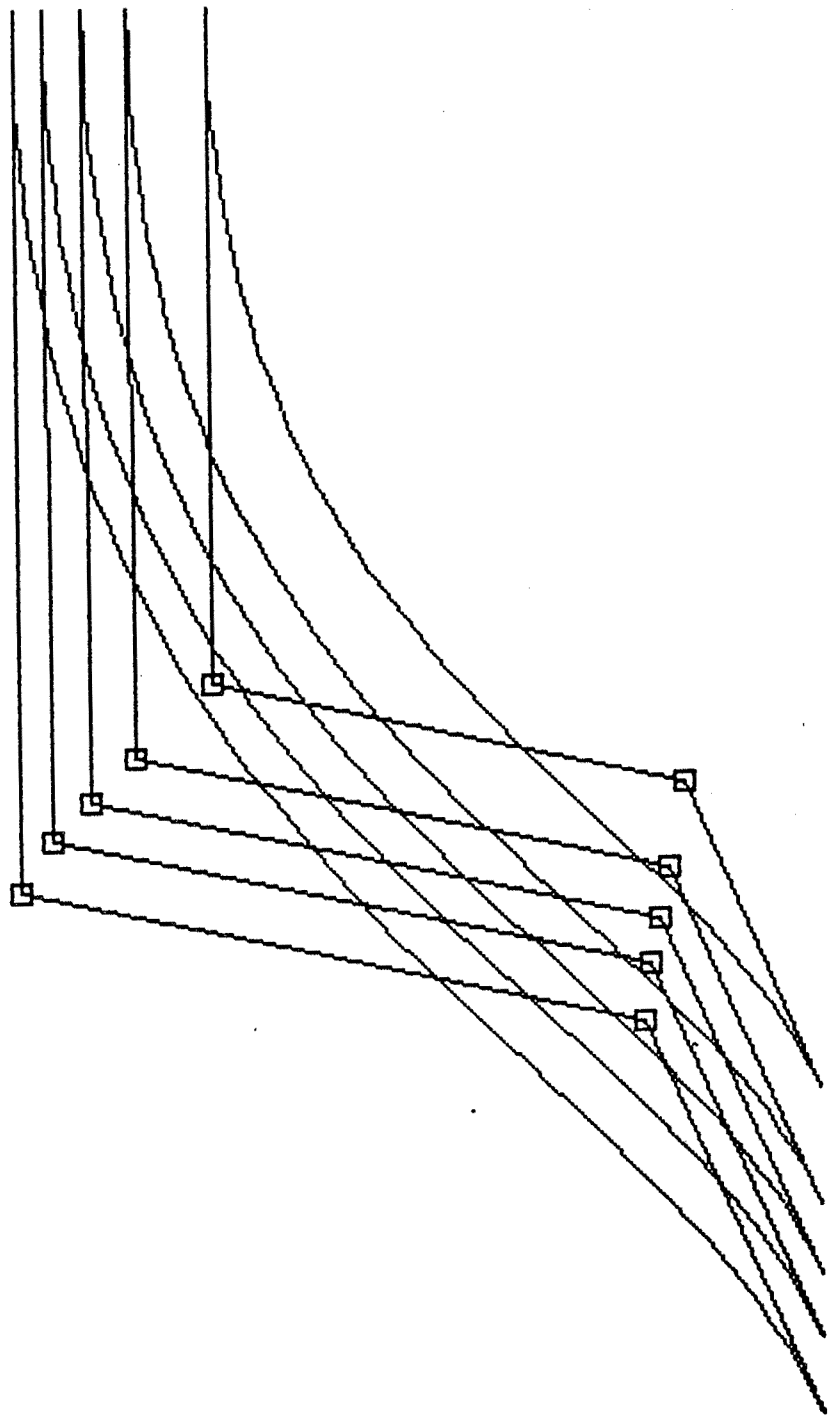


COURBES DE BEZIER A 3 POINTS DE CONTROLE :

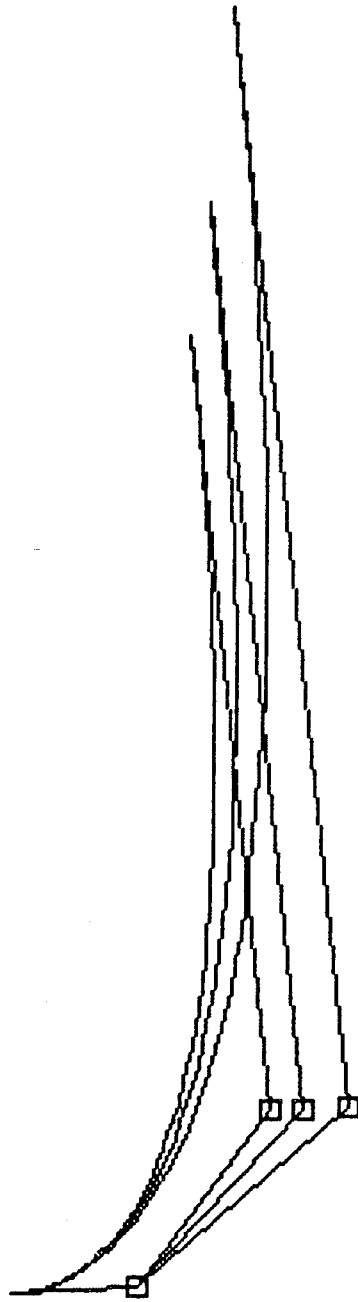
le point du milieu agit sur la partie centrale de la courbe



2 CUBIQUES DE BEZIER QUI ONT LA MEME
TANGENTE EN LEUR POINT D'INTERSECTION



TRANSFORMATION AUTOMATIQUE
PAR "HOMOTHETIE" DE LA COURBE
DE MANCHE (*) en 6 ans
dans les tailles 2, 8, 10 et 12 ans



TRANSFORMATION AUTOMATIQUE D'UNE COURBE
D'EMMANCHURE du 4 ans, en 8 et 14 ans, qui CONSERVE
LA MEME ALLURE DE COURBE EN UNE EXTREMITÉ

ANNEXE C
ALGORITHMES PRINCIPAUX DE TRAVAIL SUR
LES COURBES DE BEZIER

PLAN :

C - 1 : polygonalisation d'une courbe	106
C - 2 : modifier la longueur d'une courbe	109
C - 3 : intersection droite courbe	110
C - 4 : transformation d'une courbe en une courbe "homothétique"	112

Dans cette annexe, je présenterai rapidement les algorithmes de calcul les plus intéressants. Ils concernent surtout le traitement des courbes. Je respecterai la convention suivante : le terme courbe englobe une suite de cubiques de Bézier.

C - 1 : POLYGONALISATION D'UNE COURBE

La polygonalisation revient à "approcher" une courbe en une liste de segments de droite. Elle s'effectue Bézier par Bézier.

Une Bézier est donnée par 2 équations du type :

$$X(t) = a t^3 + b t^2 + c t + d$$

$$Y(t) = a' t^3 + b' t^2 + c' t + d'$$

On veut approcher la Bézier par un polygone composé de n segments, c'est à dire qu'on veut calculer $X(t)$, $Y(t)$ pour $t = i/n$ avec $i = 0, \dots, n$.

Ce qui suit sera établi pour X , le même raisonnement conduirait aux mêmes conclusions sur Y .

On notera X_i pour $X(i/n)$.

Les calculs ci-dessous mettent en évidence que :

$$X_{i+1} - X_i = \Delta 1_i$$

$$\Delta 1_{i+1} - \Delta 1_i = \Delta 2_i$$

$$\Delta 2_{i+1} - \Delta 2_i = \Delta 3_i = \text{constante}$$

CALCULS :

$$\begin{aligned} X_{i+1} - X_i &= a [(i+1)/n]^3 + b [(i+1)/n]^2 + c [(i+1)/n] + d \\ &\quad - [a (i/n)^3 + b (i/n)^2 + c (i/n) + d] \\ &= a [(3i^2+3i+1)/n^3] + b [(2i+1)/n^2] + c (1/n) \\ &= \Delta 1_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta 1_{i+1} - \Delta 1_i &= \{ a [3(i+1)^2 + 3(i+1) + 1] / n^3 \} + [b (2i+1) + 1 / n^2] + [c (1/n)] \\ &\quad - \{ a [(3i^2+3i+1)/n^3] + b [(2i+1)/n^2] + c (1/n) \} \\ &= [a (6i+6) / n^3] + [2 b / n^2] \\ &= \Delta 2_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta 2_{i+1} - \Delta 2_i &= a \{ [6(i+1)+6] / n^3 \} + [2 b / n^2] \\ &\quad - \{ [a (6i+6) / n^3] + [2 b / n^2] \} \\ &= 6 a / n^3 \\ &= \Delta 3_i \end{aligned}$$

EBAUCHE ALGORITHMIQUE :

ces résultats permettent d'écrire l'algorithme suivant :

début

X = d ;

$\Delta 1 = a (1/n)^3 + b (1/n)^2 + c (1/n) ;$

$\Delta 2 = 6 a (1/n)^3 + 2 b (1/n)^2 ;$

$\Delta 3 = 6 a (1/n)^3 ;$

pour i=1 à n

faire

X = X + $\Delta 1$;

$\Delta 1 = \Delta 1 + \Delta 2$;

$\Delta 2 = \Delta 2 + \Delta 3$;

finpour

fin

ALGORITHME COMPLET : connaissant n et une Bézier par ses 4 points P1(xp1,yp1), P2(xp2,yp2), P3(xp3,yp3) et P4(xp4,yp4), découper la Bézier en n segments. Ici on utilisera 2 primitives graphiques aller(x,y) et tracer(x,y). Cet algorithme peut être utilisé dans tous les cas de polygonalisation même si on ne veut pas de tracé (il faudra alors remplacer les appels à aller et tracer par des appels à d'autres primitives)

début

appel transformer (xp1,xp2,xp3,xp4;ax,bx,cx,dx) ;

appel transformer (yp1,yp2,yp3,yp4;ay,by,cy,dy) ;

x = dx ;

d1x = ax (1/n)³ + bx (1/n)² + cx (1/n) ;

d2x = 6 ax (1/n)³ + 2 bx (1/n)² ;

d3x = 6 ax (1/n)³ ;

y = dy ;

d1y = ay (1/n)³ + by (1/n)² + cy (1/n) ;

d2y = 6 ay (1/n)³ + 2 by (1/n)² ;

d3y = 6 ay (1/n)³ ;

appel aller(x,y);

pour i=1 à n

faire

x = x + d1x ;

d1x = d1x + d2x ;

d2x = d2x + d3x ;

y = y + d1y ;

d1y = d1y + d2y ;

d2y = d2y + d3y ;

appel tracer(x,y)

finpour

fin

début transformer (entrée : c1, c2, c3, c4 : entier; sortie : a, b, c, d : entier)

co transforme les coordonnées c1, c2, c3, c4 sous forme des coefficients de la Bézier a, b, c, d ;

$$d = c1 ;$$

$$a = c4 - 3 c3 + 3 c2 - c1 ;$$

$$b = 3 c1 - 6 c2 + 3 c3 ;$$

$$c = - 3 c1 + 3 c2$$

fin

C - 2 : MODIFIER LA LONGUEUR D'UNE COURBE

Allonger (ou raccourcir) une courbe revient à allonger (ou raccourcir) la première et/ou la dernière Bézier.

Restriction : on limite le raccourcissement de manière à ce qu'il n'affecte que la première et/ou la dernière Bézier.

On connaît une Bézier P avec t variant de 0 à 1. On cherche la Bézier B à 4 points équivalente à P entre 0 et 1, définie pour t variant de a à b (a<b).

Autrement dit l'équation de B étant :

$$B(s) = (1-s)^3 B1 + 3(1-s)^2 s B2 + 3(1-s) s^2 B3 + s^3 B4 \quad \text{avec } s=0, \dots, 1$$

on connaît les extrémités $B1=P(a)$, $B4=P(b)$

on cherche les points de contrôle B2, B3.

Pour résoudre cette équation à 2 inconnues on fixe 2 valeurs de s :

$$s1=1/3 \quad s2=2/3$$

La relation liant s à t étant : $t = (1-s) a + s b$

on a donc $t1 = 2/3 a + 1/3 b$

$$t2 = 1/3 a + 2/3 b$$

On sait que $P(t_1) = B(s_1)$

or après calcul $B(s_1) = 8/27 B_1 + 4/9 B_2 + 2/9 B_3 + 1/27 B_4$,

de même $P(t_2) = B(s_2)$

or après calcul $B(s_2) = 1/27 B_1 + 2/9 B_2 + 4/9 B_3 + 8/27 B_4$.

On a donc 2 systèmes (un en X, l'autre en Y) de 2 équations à 2 inconnues X_{B2}, X_{B3} (Y_{B2}, Y_{B3}) que l'on sait résoudre.

C - 3 INTERSECTION DROITE COURBE (ref. 14)

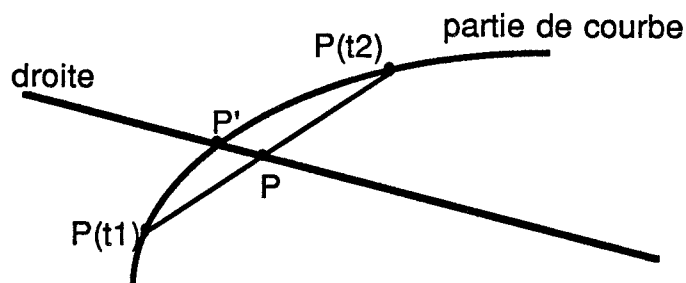
On cherche l'intersection entre une droite et une courbe.

Restrictions :

- si il existe plusieurs points d'intersection, l'algorithme fournira le point d'intersection le plus proche de la première extrémité de la courbe.
- le point d'intersection ne sera trouvé que s'il est situé sur une courbe correspondant à la courbe initiale prolongée d'un certain rapport.

La logique générale de ce programme est la suivante :

- rechercher la bézier concernée
- polygonaliser cette bézier et chercher en parallèle le segment de la courbe qui coupe la droite en un point P



- calculer le point sur la courbe qui est situé entre $P(t_1)$ et $P(t_2)$ suivant le même rapport que P :
 - calculer t' tel que $t' = t_1 + (t_2 - t_1) * \text{dist}(P, P_1) / \text{dist}(P_2, P)$
 - le point d'intersection $P' = P(t')$

début de rechercher la bézier concernée

co c'est à dire celle dont le polygone passant par les points de contrôle coupe la droite

trouvé = faux ;

fin = faux ;

béziercour = appel premièrebézier ;

tantque non fin et non trouvé

faire

trouvé = appel coupepoly (droite, béziercour) ;

si non trouvé et il existe une Bézier à traiter

alors béziercour = appel béziersuivante

finsi

fintantque;

si non trouvé

alors appel rallonger la courbe en ses 2 extrémités (bezdébut, bezfin);

béziercour = bézierdébut;

trouvé = appel coupe poly (droite, béziercour);

si non trouvé

alors

béziercour = bézierfin;

trouvé = appel coupepoly (droite, béziercour)

finsi

finsi

La fonction coupepoly retourne vrai si la droite passée en paramètre intersecte un des 3 segments qui joignent les points de contrôle et les extrémités.

C - 4 : TRANSFORMATION D'UNE COURBE EN UNE COURBE "HOMOTHETIQUE"

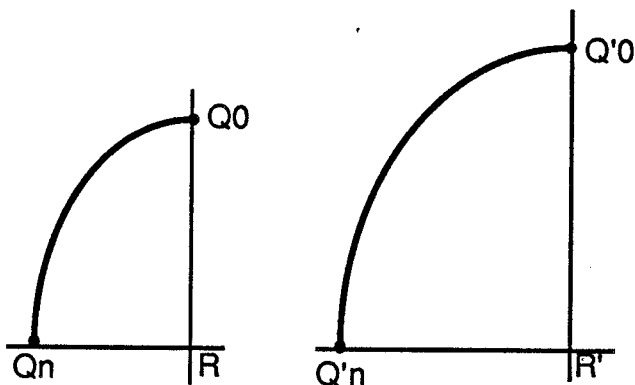
Deux courbes sont homothétiques lorsque chaque point de la 1ère courbe peut être transformé en un point de la 2ème courbe par la même homothétie (de rapport K), et que chaque point de la 2ème courbe peut être transformé en un point de la 1ère courbe par une homothétie de rapport $1/K$.

Or une courbe engendrée par un polynôme de Bézier transformée par une homothétie n'est à priori pas une courbe de Bézier. Pour rester dans la famille des courbes de Bézier, nous avons opté pour la transformation homothétique des points de contrôle et des extrémités.

Cette transformation est utilisée dans 2 cas :

- gradation d'une courbe : c'est à dire transformation d'une courbe donnée en taille de base dans d'autres tailles
- modification d'un élément : la modification de la position d'un élément géométrique quelconque peut entraîner le déplacement d'une ou des deux extrémités de la courbe. Il faut donc calculer une nouvelle courbe dont les extrémités ne sont plus à la même distance.

Une courbe utilisateur étant constituée d'une suite de Bézier, appelons Q_i ($i=0$ à n) tous les points qui définissent la courbe (extrémités de Bézier et points de contrôle).



On connaît la transformée des points Q_0 et Q_n appelés Q'_0 et Q'_n entre lesquels on cherche la nouvelle courbe.

On calcule le rapport d'homothétie en X (resp Y) : $(X'_n - x'_0) / (X_n - X_0)$.

On applique ces rapports (en X et en Y) à tous les Q_i de la courbe.

ANNEXE D

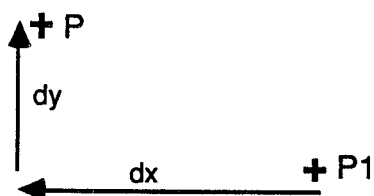
REGLES DE GRAMMAIRE DU LANGAGE DE DESCRIPTION

D - 1 : définition d'un point	114
D - 2 : définition d'une droite	116
D - 3 : définition d'une courbe	118
D - 4 : définition du contour	119

D - 1 : DEFINITION D'UN POINT P

- point de repère : la position de ce point est saisie par l'intermédiaire de la tablette

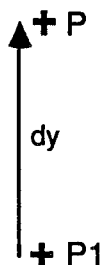
- distances dx , dy par rapport à un autre point P1 :



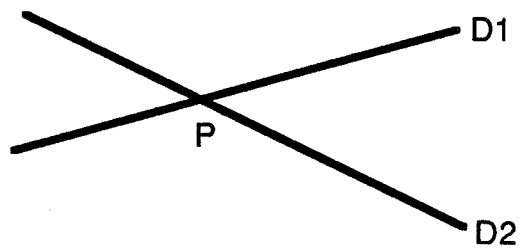
- sur l'horizontale, à une distance dx d'un point P1 :



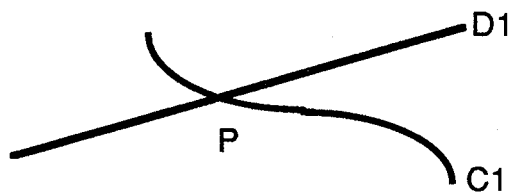
- sur la verticale, à une distance dy d'un point P1 :



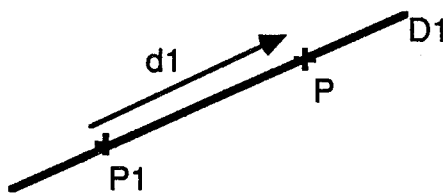
- intersection de 2 droites D1 et D2 :



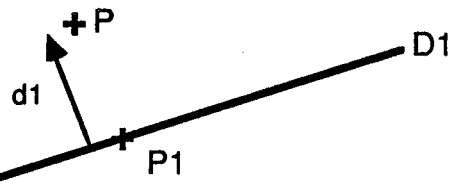
- intersection d'une droite D1 et d'une courbe C1 :



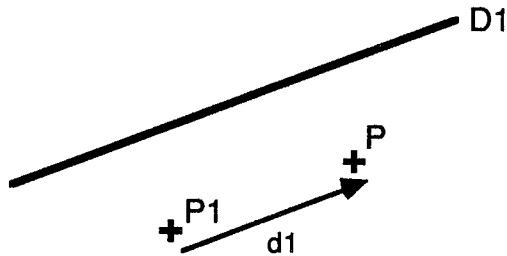
- sur une droite D1, à une distance d1 d'un point P1 :



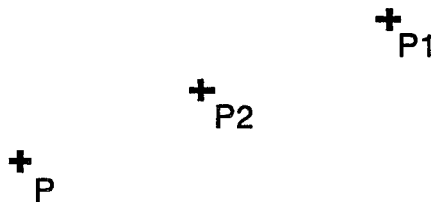
- sur la perpendiculaire à une droite D1, à une distance d1 d'un point P1 :



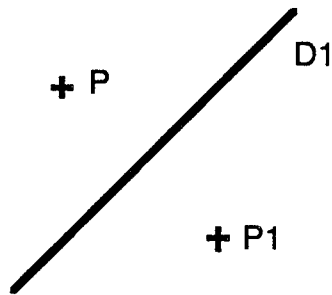
- sur la parallèle à une droite D1, à une distance d1 d'un point P1 :



- symétrique d'un point P1 par rapport à un point P2 :

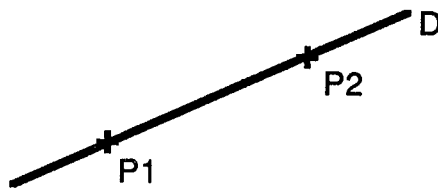


- symétrique d'un point P1 par rapport à une droite D1 :

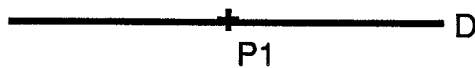


D -2 : DEFINITION D'UNE DROITE D

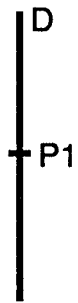
- passe par 2 points P1 et P2 :



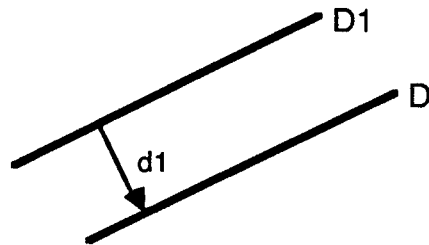
- horizontale passant par un point P1 :



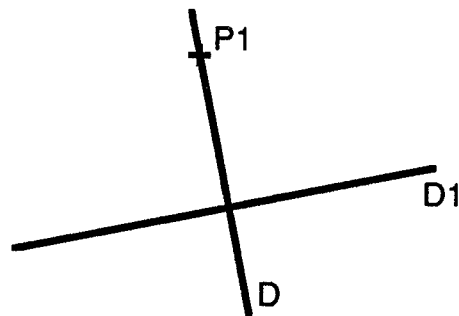
- verticale passant par un point P1 :



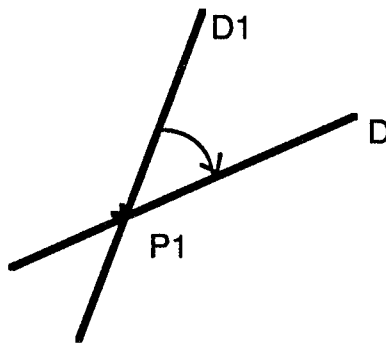
- parallèle à une droite D1, à une distance d1 :



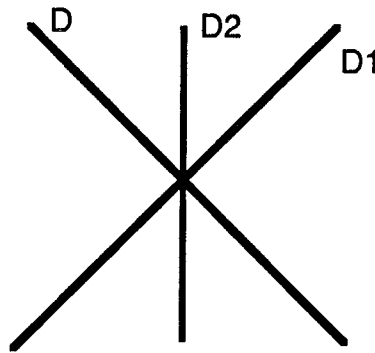
- perpendiculaire à une droite D1, passant par P1 :



- passant par un point P1, faisant un angle α_1 avec une droite D1 :



- symétrique d'une droite D1 par rapport à une droite D2 :



Remarque : si une droite possède le type "axe de pli", elle permet de définir un rabat. Un rabat est caractérisé par

- une distance d correspondant à la profondeur du rabat
- son type : rectangulaire, prolongement, symétrique

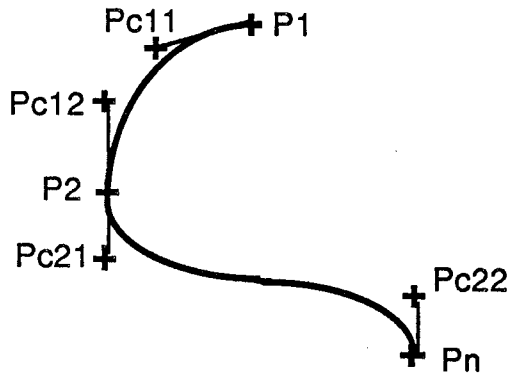
D - 3 : DEFINITION D'UNE COURBE C

- par saisie

Les deux extrémités d'une courbe P1 et P2 sont des points déjà définis.

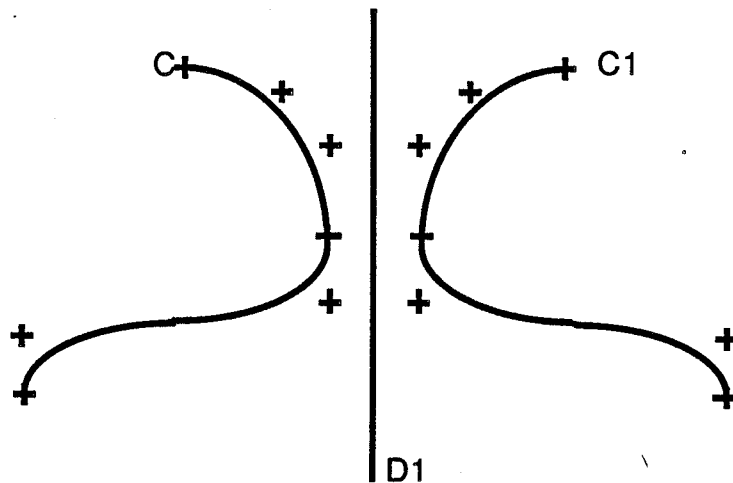
La direction de la tangente à chaque extrémité peut être horizontale, verticale, sur une droite déjà définie, ou quelconque.

Une courbe est un ensemble de segments de cubique de Bézier. Chaque segment i est "contrôlé" par 2 points $PCi1$ et $PCi2$ qui seront saisis.



Les points intermédiaires (ici $P2$) qui jouent le rôle d'extrémité de segment de Bézier sont fournis par le système afin d'assurer la continuité (en $P2$)

- symétrique d'une courbe $C1$ par rapport à une droite $D1$:



D - 4 : DEFINITION DU CONTOUR

Un contour est une suite d'éléments géométriques de type droite et courbe. Un seul point appartient au contour, il doit être désigné avant le premier élément et après le dernier élément. Deux courbes ne peuvent pas se suivre dans le contour (sauf s'il s'agit du premier et du dernier élément). Nommer une droite définie comme axe de pli, entraîne la création d'un rabat dans le contour.

ANNEXE E

COPIES PARTIELLES D'ECRAN

Les schémas de cette annexe sont des copies partielles d'écran dessinés sur un traceur graphique Tektronix 4692. Il ne s'agit pas tout à fait d'une "hard-copy". Un "rasteriser" cherche les segments de la feuille courante (voir § IV - 2 - 1), transforme les tracés en lignes en utilisant la définition maximale du traceur, puis les envoie au traceur.

p 121 : le devant d'une chemise de nuit en taille de base : droites de construction et contour

p 122 : la chemise de nuit dans différentes tailles

p 123 : agrandissement du haut de la chemise de nuit en taille de base

p 124 : le masque de définition d'une droite

DROITE

Nom **

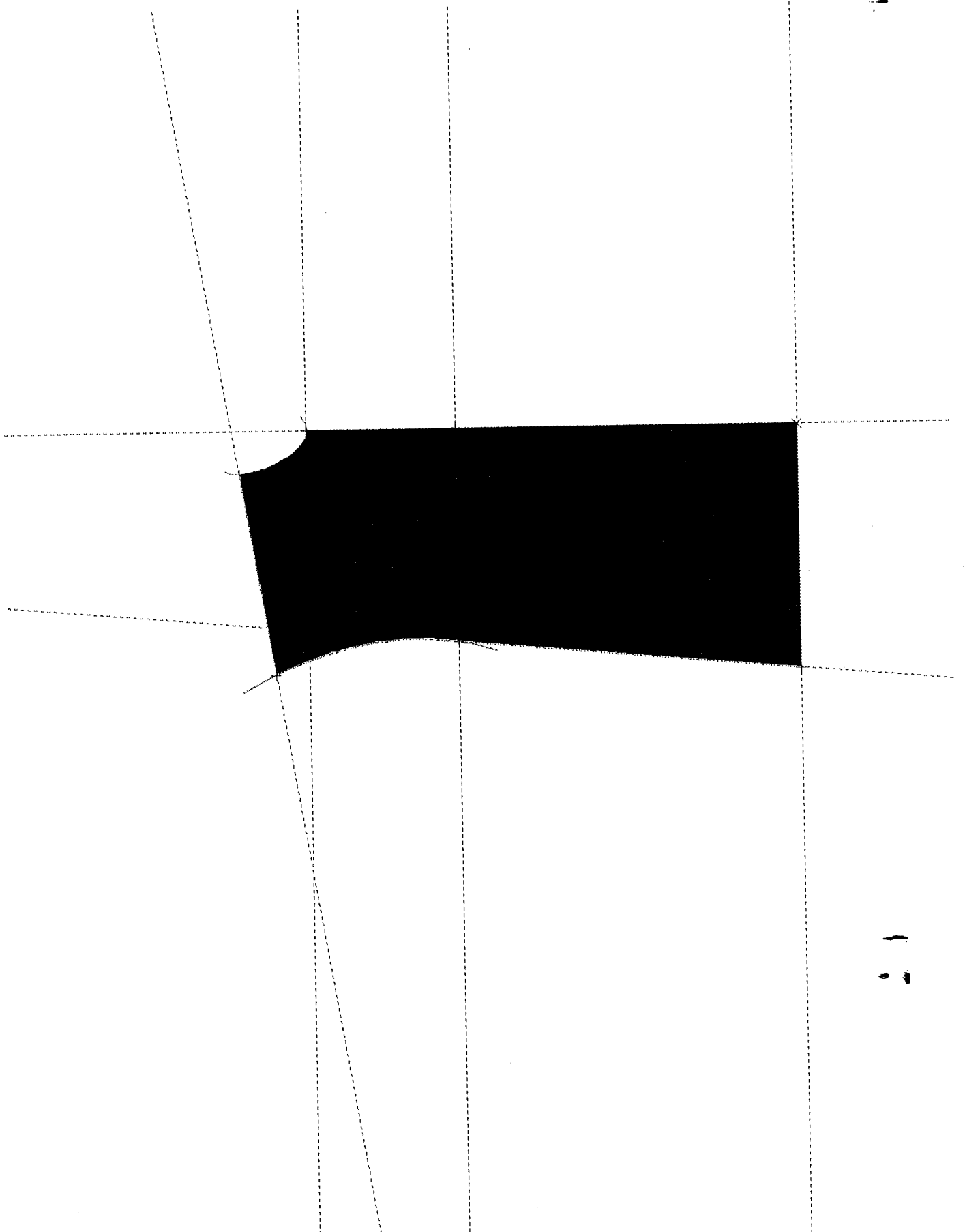
Type ** CONST AXE PLI

Definition **

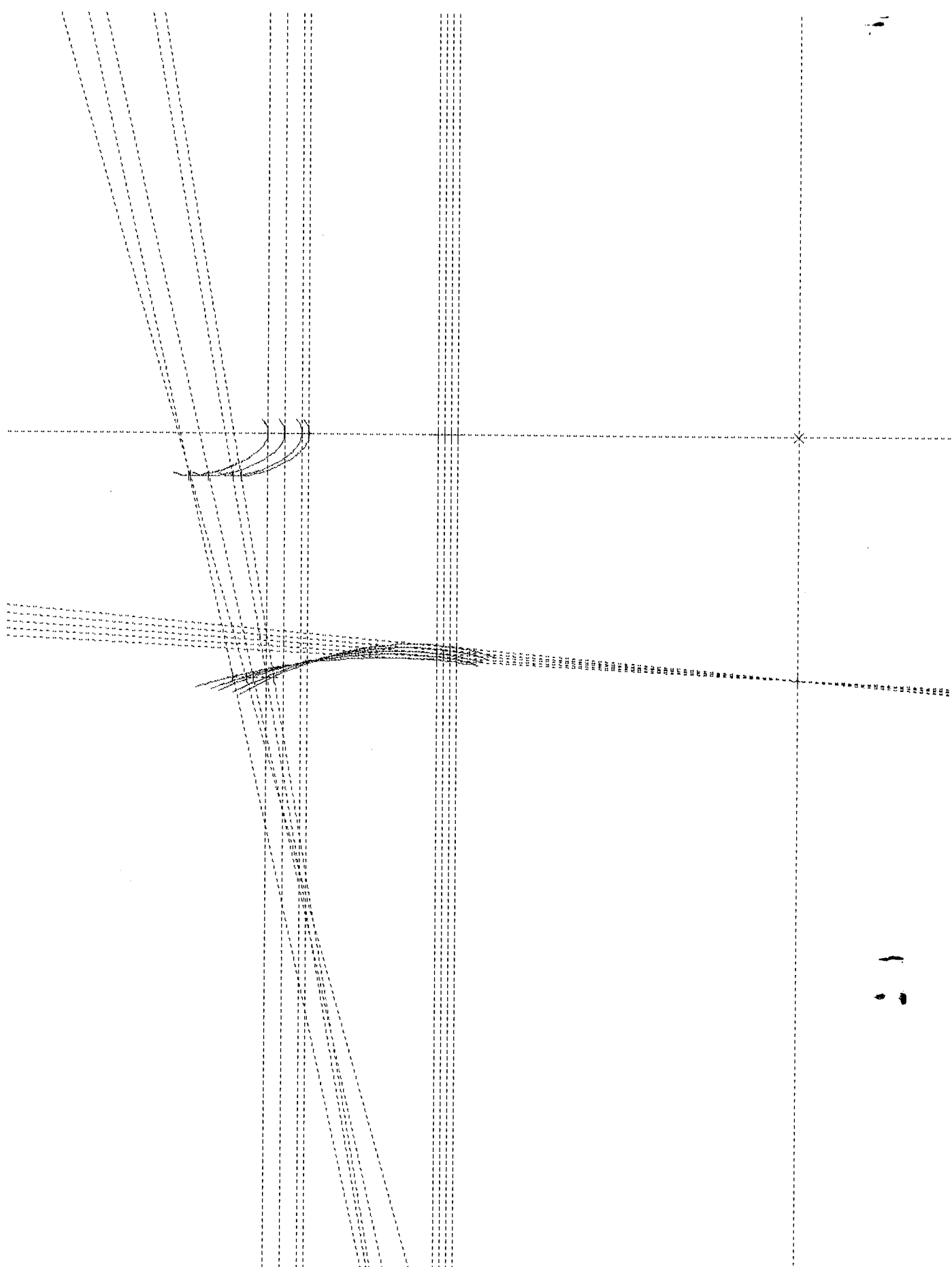
- PAR DEUX PTS PRLL DR ADIST
- HOR PAR PT PERP DR PAR PT
- VERT PAR PT SYM DR PRAP DR
- ANGLE DR PAR PT

CONFIRM

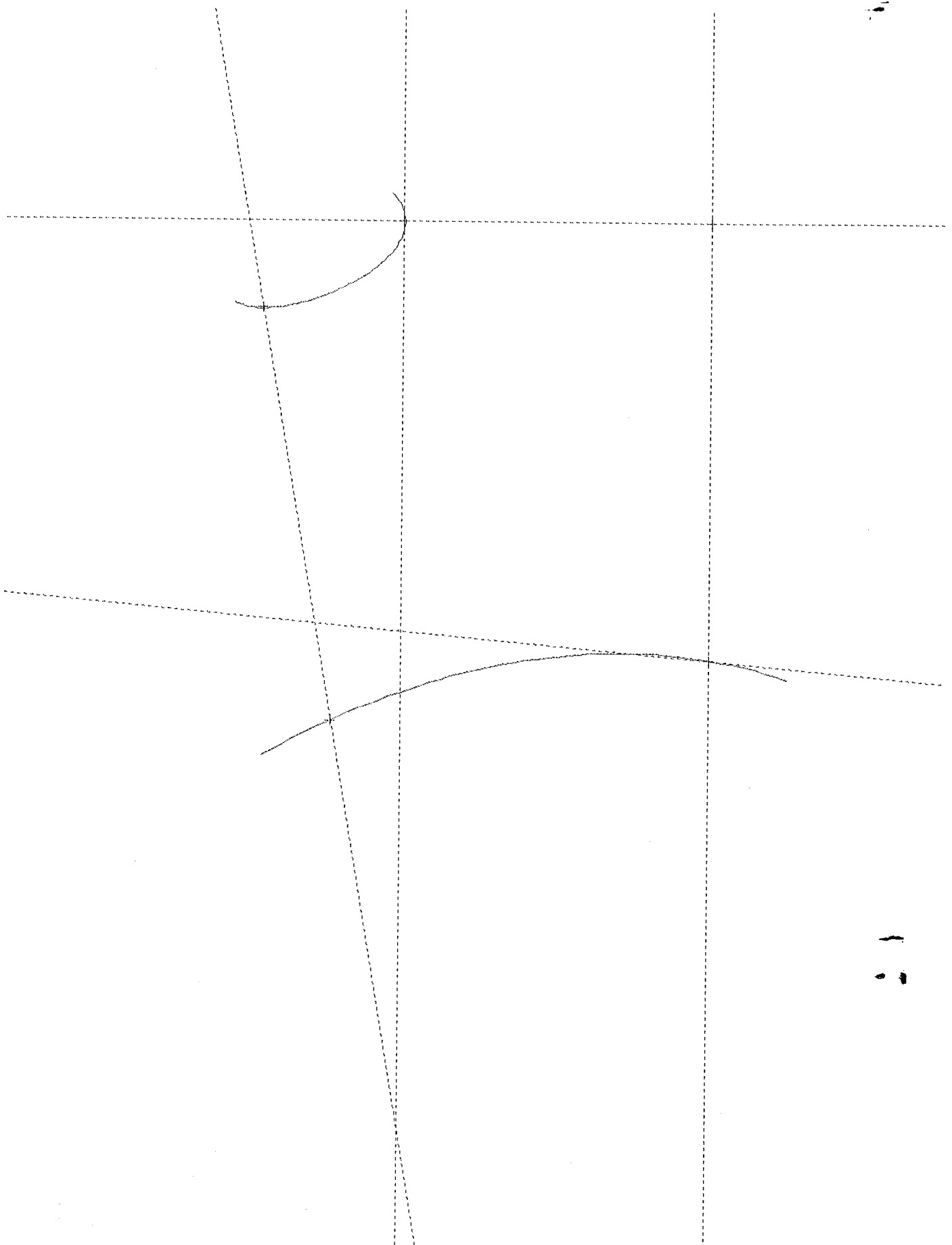
ANNULER



LE DEVANT D'UNE CHEMISE DE NUIT EN TAILLE DE BASE :
droites de construction et contour



LA CHEMISE DE NUIT DANS DIFFERENTES TAILLES



AGRANDISSEMENT DU HAUT DE LA CHEMISE DE NUIT EN TAILLE DE BASE

BIBLIOGRAPHIE

Les références suivantes, de nature parfois très différente sont présentées suivant quatre thèmes :

- informatique et mathématique
- documents internes à ALMA et notices techniques
- textile
- en ergonomie

REFERENCES INFORMATIQUES ET MATHEMATIQUES

- 1 BONO P., ENCARNACAO J., HOPGOOD F., ten HAGEN P.,
G.K.S. the First Graphics Standard, *iee CG&A*, Juillet 82, pp. 9 -22.
- 2 BOYER S., *Histoire, conception, industrialisation du micro-ordinateur Macintosh*,
examen probatoire du cycle C informatique, C.N.A.M., Grenoble, Mars 1985.
- 3 ENGLISH W., ENGLEBART D., BERMAN M.,
Display-selection techniques for text manipulation,
iee Transactions on Human Factors in Electronics,
January 77, vol 8, n° 1, p. 21 - 37.
- 4 FOLEY J.D., VAN DAM A., *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*,
New-York, Addison Wesley, 1982.
- 5 FOLEY J.D., WALLACE V.L.,
the art of Natural Graphical Man-Machine Conversation,
Proceedings of the iee, Avril 74, vol 62, n° 4, pp. 462 - 471.

- 6 GOLDBERG A., KAY A., personal dynamic media,
ieee computer, vol 10, n° 3, Mars 1977, pp. 31-41.
- 7 KAY A., les logiciels, *pour la science*, n° 85, Novembre 84, pp. 114-131.
- 8 KRZEWINA T.,
la normalisation évolue en informatique graphique et le rythme s'accélère,
minis-micros, n° 204, Février 84, pp. 37 - 41.
- 9 KRZEWINA T., la norme G.K.S. et ses implications,
conférence CUEFA, Février 85, Grenoble.
- 10 LUCAS M. et Cie, *la réalisation de logiciels graphiques interactifs*,
Paris, Eyrolles, 1982.
- 11 NEWMAN W., SPROULL R.F.,
Principles of Interactive Computer Graphics,
New-York, Mc Graw Hill, 1979.
- 12 PAVLIDIS T., *Algorithms for Graphics and Image Processing*,
New-York, Springer Verlag, 1982.
- 13 PIGNARD D.,
des tables traçantes, leurs technologies et leurs principales caractéristiques,
minis-micros, n° 227 bis, Février 85, pp. 49-53.
- 14 SHAMOS M., HOEY S., *geometric intersection problems*,
17th FOCS Conference, 1976.
- 15 SMITH, KIMBALL, VERPLANK, HARSLEME,
Designing the Star User Interface, *byte*, Avril 82.

- 16 TESLER, the smalltalk environment, *byte*, Aout 81.
- 17 VAN DAM A., les logiciels graphiques,
pour la science, n° 85, Novembre 1984, pp. 114 - 131.
- 18 WADLOW, the Xerox Alto Computer, *byte*, Septembre 81.
- 19 WOODGATE H. S.,
the use of graphical symbolic commands (icons) in application programs,
eurographics'85, C.E. Vandoni, North-Holland, 1985.

REFERENCES ALMA ET NOTICES TECHNIQUES

- 20 BOYER S., CONFORTI P., LECŒUR I.,
notes sur la gradation 303 de Petit-Bateau/Valton, Mai 84.
- 21 BOYER S., CONFORTI P., gradation automatique , rapport d'études, Juillet 84.
- 22 BOYER S., BRAUD C., concours ergonomie des logiciels/85, Juillet 85.
- 23 BOYER S., CONFORTI P., dossiers d'analyse et de programmation.
- 24 CONFORTI P., M.G.L. : notice d'utilisation, Septembre 85.
- 25 LE BORGNE P., MARTIN MARTIN T., interprétation d'un langage de description
de formes géométriques - imbrication automatique de pièces dans une plaque,
projet de fin d'études ENSIMAG, Grenoble, Juin 82.
- 26 société ALMA, réponse à l'appel d'offres dans le cadre du projet BRITE
(Recherche de Base sur les Technologies Industrielles pour l'Europe), faite en
commun par les sociétés ALMA et PIXOR, Mai 85.
- 27 société ICL, PERQ GKS user guide, publication technique,
Londres, Avril 84.
- 28 société TEKTRONIX, plot 10- IGL, system manual, documentation technique,
Beaverton, August 82.
- 29 Information Processing - Graphical Kernel System - Fonctionnal Description,
ISO/DIS 7942, ISO Geneva, June 1983.

REFERENCES TEXTILES

- 30 BALLAN J.J., les dessous de la confection, *science et vie économie*, Novembre 85, n° 11, pp. 72-81.
- 31 BARBAROUX E., LEQUOY J.F., rapport de stage école polytechnique, *étude des scénarios d'implantation de l'automatisation dans l'industrie de l'habillement*, Paris, C.E.S.T.A.
- 32 DANIEL M., une expérience d'automatisation dans la chemise, Paris, CESTA, 20-21-22 Juin 85.
- 33 DELARVE C., rapport Bertin : étude prospective technologique par la filière textile-habillement, Paris, Novembre 80 (in ref. 31)
- 34 KORCARZ S., les technologies nouvelles et le stylisme de mode, Paris, CESTA, 20-21-22 Juin 85.
- 35 MESNY M., rapport I.T.F.-maille : développement de l'automatisation et de la robotique dans les industries de la maille, de l'habillement et du linge de maison, Paris, Juillet 82 (in ref. 31).
- 36 C.E.T.I.H. (Centre d'Etudes Techniques des Industries de l'Habillement), constructions des vêtements - pantalon, Paris, Septembre 81.
- 37 C.E.T.I.H. (Centre d'Etudes Techniques des Industries de l'Habillement), appel d'offres projet n°112 - C.A.O. 2D, Paris, Septembre 83.
- 38 rapport I.T.F.-C.E.T.I.H., procédés et matériels nouveaux, vol IV, Techniques de la confection (in ref. 31)

REFERENCES EN ERGONOMIE :

- 39 DE KEYSER V., MOTTE D., BEAUCHESNE M.N.,
analyser les conditions de travail,
Paris, entreprise moderne d'édition, les éditions E.S.F., 1982
- 40 GUELAUD F., BEAUCHESNE M.N., GAUTRAT J., ROUSTANG G.,
pour une analyse des conditions du travail ouvrier dans l'entreprise,
Paris, librairie Armand Collin, collection Sciences Sociales du travail, 1975.
- 41 SPERANDIO J.C., *La psychologie en ergonomie*, Paris, PUF, 1980.
- 42 SPERANDIO J.C., *l'ergonomie du travail mental*,
Paris, Masson, collection psychologie appliquée, 1984.
- 43 WISNER A., "Le travail à l'écran d'ordinateur - Analyse du travail et recommandations ergonomiques" in *l'ergonomie de l'homme au travail*,
Paris, E.M.E., 1978