Un système informatique au service de la communication

Jean-François Colonna

▶ **To cite this version:**

Jean-François Colonna. Un système informatique au service de la communication. Modélisation et simulation. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 1976. tel-00287039

HAL Id: tel-00287039
https://theses.hal.science/tel-00287039

Submitted on 10 Jun 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.

UN SYSTEME INFORMATIQUE AU SERVICE DE LA COMMUNICATION

Jean-Francois COLONNA

A mes parents,

A ma femme .

J'adresse mes remerciements à Monsieur le Professeur GASTINEL pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de bien vouloir présider mon jury de thèse.

J'exprime ma respectueuse reconnaissance à Monsieur le Professeur L. BOLLIET pour avoir bien voulu s'intéresser à cette étude.

J'exprime aussi ma plus profonde reconnaissance à M. J.G REMY, directeur du laboratoire auquel j'appartiens, sans lequel ce travail n'aurait pu se réaliser.

Je remercie Messieurs GUEDJ et LUCAS d'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.

Je tiens aussi à remercier mes collaborateurs H. GAY, C. NICOLAZZI, P. PIZON sans lesquels les matériels spécifiques nécessaires à la concrétisation de cette thèse n'auraient pu voir le jour.

Je remercie G. ROGER qui, tout au long de la rédaction du manuscrit et de sa mise au propre, a accepté de lire et critiquer ce travail.

Je remercie enfin ma femme, Danièle, pour avoir dactylographié la première partie de cet ouvrage, et m'avoir encouragé lorsque cela fut nécessaire.

La présente thèse est le fruit d'un travail entrepris en 1972 au sein du LACTAMME (*), laboratoire commun à l'Ecole Polytechnique et à l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications. La vocation première de ce dernier est de fournir, tant aux corps enseignants des deux écoles précitées qu'à leurs élèves, des prestations de nature audiovisuelle : réalisation de cours, enregistrement et rediffusion d'"amphithéâtres", conseils de spécialistes, prêts de matériels,... Ma formation informatique, ainsi que l'ouverture d'esprit de notre directeur, ont donné naissance à une "cellule recherche" dont la mission fut de marier les techniques audiovisuelles et informatiques.

Le présent ouvrage est divisé en deux parties :

- un exposé de synthèse mettant en évidence les idées essentielles et les points originaux du système informatique réalisé (Système Multimédia Conversationnel SMC)

- un rapport technique tentant de présenter complètement et dans le détail les différents aspects de SMC (matériel, logiciel,...) ainsi que quelques applications possibles; il inclut de plus un lexique auquel on pourra se reporter pour une définition précise des termes utilisés. Enfin, on notera que l'entière mise en page de cette dernière partie fut réalisée à l'aide de SMC lui-même.

(*) Le LACTAMME (Laboratoire Commun des Techniques Audiovisuelles et des Moyens Modernes d'Enseignement) est né de la mise en commun des moyens de l'Ecole Polytechnique et de l'ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications) dans les domaines précisés dans son intitulé. Sa mission est de fournir aux professeurs et aux élèves des moyens, des prestations et des conseils en matière de pédagogie (mise à disposition de techniciens spécialisés, prêts de matériels, enregistrements de cours, organisation de séminaires,...).

Notre situation universitaire, notre vocation audiovisuelle, ainsi que nos rapports avec des équipes de recherche en enseignement assisté par ordinateur (EAO) nous permirent l'élaboration du concept d'enseignement audiovisuel assisté par ordinateur (EAAO), extension "multimédia" de celui d'EAO, élargissant et démultipliant les canaux de communication enseignant-enseigné. Les avantages de l'EAAO sur l'EAO sont évidents (plus grande liberté d'expression des professeurs, motivation accrue des élèves, coûts de réalisation et d'exploitation moindres,...); en revanche, ceux de l'EAAO sur l'enseignement audiovisuel pur le sont moins. Dans ces deux dernières méthodes, si les moyens diffèrent, dispenser une matière c'est faire de la diffusion; toute diffusion doit évidemment être précédée d'une réalisation, et c'est là que se rejoignent l'EAAO et l'audiovisuel classique. Pourquoi alors restreindre notre système à l'enseignement audiovisuel assisté par ordinateur ? Cette démarche d'esprit accomplie sur plusieurs mois a donné naissance à un système informatique au service de la communication (sous-entendu "communication audiovisuelle", et incluant les expressions graphiques et scripturales).

L'enseignement n'est pas un phénomène nouveau, mais l'accroissement de la population et celui du savoir n'ont fait apparaitre que récemment le problème "d'apprendre à apprendre" (SKINNER). Pour résoudre ce dernier, il faut faire des expériences. C'est dans ce contexte, et en essayant de marier les techniques audiovisuelles à celles de l'informatique qu'est né le système SMC.

PREMIERE PARTIE

PRESENTATION GENERALE

1. INTRODUCTION

Le système SMC est, par définition, un système informatique de réalisation et de diffusion de messages audiovisuels, destiné à priori à des non-informaticiens. Il se compose de matériels et de logiciels, qui seuls seront abordés dans cette première partie, laissant à la deuxième partie toutes les descriptions techniques.

SMC a pour objectifs :

1. de permettre un *accès informatique classique à un ordinateur* en vue de soumettre des travaux du type assemblage, compilation, exécution, mise au point,... suivant trois modes distincts :

- temps partagé,
- traitement par lots multiprogrammé,
- soumission interactive locale ou bien à distance.

2. de faciliter et d'assurer *la mise au point et la mise en forme de messages sur des supports divers* :

- papier (textes, schémas, graphismes,...),
- film (animations,...),
- signal vidéo-fréquence (séquences télévisées,...),

et parallèlement de permettre l'archivage des messages ou de leur description, en vue d'une mise à jour par exemple.

3. de contrôler et canaliser *la diffusion de messages* réalisés en ou hors-système, autorisant ainsi :

- l'enseignement assisté par ordinateur,
- l'accès à une ou plusieurs banques de données (en particulier d'images ou de séquences d'images).

4. d'être ouvert aux domaines les plus variés :

- enseignement,
- recherches picturales,
- décoration,
- publicité,
- art,...

De tous les "outils" nécessaires pour atteindre ce but, je n'en décrirai présentement que trois, choisis d'une part pour l'originalité de leur conception et la richesse de leurs applications, et d'autre part parce qu'étant situés à des étages différents de la structure hiérarchique de SMC :

- le moniteur de multiprogrammation-temps-partagé CMS4 qui assure le partage des ressources logicielles et matérielles de SMC entre les différents utilisateurs, et qui permet d'atteindre les quatre objectifs précédents,

- le système de génération graphique et de traitement d'images (appliqué en particulier au domaine artistique),

- l'enseignement audiovisuel assisté par ordinateur sous SMC.

2. LE MONITEUR CMS4

Le premier travail à accomplir lors de la construction d'un système informatique est l'implémentation, ou bien la réalisation d'un système d'exploitation, créant ainsi une structure d'accueil pour l'application proprement dite. La première solution (implantation d'un système pré-existant) fut rejetée pour trois raisons :

- intérêt évident de la réalisation d'un système d'exploitation prétendant satisfaire les besoins énoncés dans l'introduction,

- désir de bâtir un système homogène à tous les niveaux et entre tous les niveaux,

- inexistence à la Télémécanique (constructeur du T1600 - hôte de SMC) d'un moniteur à la hauteur de notre attente : en particulier le système de temps partagé proposé (TSM) présentait des défauts irrémédiables (existence de priorités intrinsèques entre les utilisateurs, fixées par les ordres d'arrivée,...).

Je décidai donc de concevoir, puis de programmer le moniteur suivant des idées personnelles, fortement servies par la structure originale du miniordinateur choisi (T1600) ; celui-ci possède en effet dans son code d'ordre les opérations P et V sur sémaphores, ainsi que la notion de priorités micro-programmées entre programmes. Ces différents outils permirent d'obtenir en six mois une première version opérationnelle, qui validait ainsi la structure originale donnée à ce système d'exploitation, et que je vais maintenant préciser.

2. 1. LA NOTION DE SERVICE

Du point de vue de l'utilisateur, le rôle d'un système d'exploitation est de rendre des services facilitant en général l'accès à des objets, suivant certaines structures ; par exemple :

- lire un article donné dans un fichier,
- éditer une ligne sur une imprimante,...

On crée ainsi pour l'utilisateur un certain langage (lire, éditer,...) que l'on qualifiera de niveau N. On constate ensuite que chacun des mots du langage N peut s'exprimer suivant des termes plus "élémentaires" pris dans un langage

de niveau N-1 ; par exemple la lecture d'un article de fichier se ramènera, entre autres choses, à des entrées-sorties relatives aux mémoires magnétiques. On crée ainsi des couches de langages, et par là même des couches de services, le passage de N à N-1 correspondant à un accès à des objets plus primitifs. Cet ordonnancement entre les services, débuté au niveau utilisateur, peut se poursuivre jusqu'au plus profond du système d'exploitation, jusqu'à l'accès aux objets matériels (par exemple un périphérique, un bloc mémoire).

Ainsi, on appellera service Si l'exécution d'une action donnée Ai, considérée comme formant un tout logique. Sur le plan fonctionnel, un système d'exploitation peut donc se réduire à l'ensemble $S = \{Si\}$ des services nécessaires et suffisants à remplir la mission qui lui est confiée, ainsi qu'à la relation d'ordre partielle induite par la décomposition d'un service de rang k en services de rang k-1, k-2,...

Un graphe orienté $\mathcal{G}_s$ vient donc structurer le système d'exploitation, ce qui permet de tirer les *conséquences suivantes* :

- le moniteur peut être découpé en modules indépendants (responsables chacun d'un service) qui entretiendront temporairement des relations, suivant le schéma dessiné par $\mathcal{G}_s$, à l'occasion de demandes de services et des synchronisations éventuellement associées (architecture modulaire et hiérarchisée),

- la moniteur peut être réalisé (programmé) en commençant par l'écriture des services les plus élémentaires (qui sont aussi, il faut le noter, les services les plus proches du matériel), puis en "remontant" dans le graphe $\mathcal{G}_s$, par ordre de complexité croissante (méthodologie de réalisation concentrique).

Les *avantages d'une telle conception* sont évidents et nombreux :

- modélisation facile du système d'exploitation,

- validation aisée du logiciel : en effet, il suffit de valider chaque module individuellement, ce qui peut être fait en "pas à pas" étant donné la taille réduite de chacun d'entre eux (quelques centaines d'instructions),

- fiabilité (dûe à la validation réalisée, ainsi qu'à l'indépendance des modules),

- modularité (par définition),

- extensibilité,

- standardisation des dialogues entre modules (demandes de services et synchronisations),

- maintenance et documentation grandement facilitées.

2. 2. NOTION DE TACHE ASSOCIEE A UN SERVICE

On appellera *tâche Ti associée à un service Si* l'ensemble logique des instructions nécessaires et suffisantes pour rendre le service Si. Les modules évoqués précédemment, lors de la structuration du moniteur, seront donc composés chacun :

- d'une tâche Ti,

- de ses données, ou contexte Ci (incluant la valeur à donner aux registres de l'unité centrale lors de l'exécution de Ti),

- d'une priorité relative Ni (tous les services ne possédant pas le même degré d'urgence !).

On peut considérer qu'*un service Si est rendu par une machine virtuelle spécialisée* (contenant le code Ti et les données Ci), simulée par l'exécution de Ti dans la machine réelle suivant le jeu des priorités Ni. Le système d'exploitation est alors assimilable à *un réseau asynchrone d'ordinateurs virtuels et spécialisés* échangeant des demandes de service et des signaux de synchronisation. Cette conception autorise, comme je le montrerai plus loin, une réalisation "câblée" de CMS4.

Ce découpage de CMS4 en modules a donc créé un ensemble de tâches Ti fonctionnellement identiques : chacune rend un service ; cette "unification" peut être poussée plus loin : il est en effet possible de dégager un squelette commun à toutes les tâches Ti, induit par un scénario commun à l'exécution de toutes les actions Ai :

- *prologue* : prise en compte d'une demande de service particulière,

- *corps* : exécution spécifique de cette demande (action Ai proprement dite),

- *épilogue* : avertissement de l'achèvement de la réalisation.

Le prologue et l'épilogue sont indépendants de l'action Ai ; de cette proposition découlent en cascade une série de conséquences :

- les tâches Ti seront réalisées par un même programme réentrant, dont le "corps" variera avec l'indice i,

- les formats des demandes de service et des files d'attente destinées à recevoir ces dernières seront indépendants du demandeur et du demandé,

- tous les contextes Ci seront semblables (sauf zone spécifique !),

- la gestion des files d'attente peut être centralisée, facilitant ainsi le contrôle et l'évaluation du moniteur.

2. 3. L'ORGANISATION GENERALE DE CMS4

CMS4 est donc constitué d'un *ensemble structuré de tâches* Ti (et de leur contexte Ci) *virtuellement parallèles*, articulées autour d'un système de gestion centralisé des files d'attente des demandes de service.

Ainsi CMS4 est :

- modulaire de par sa structure,

- fiable par l'uniformisation des formats.

De plus, ces différentes particularités ont permis l'introduction de la notion de "*connexion matricielle*" : ce dispositif est destiné à reproduire toutes les demandes de service destinées à Ti sur Tj, Tk,... à condition que Ti ait été préalablement "connectée matriciellement" à Tj, Tk,... On résoud ainsi trivialement les problèmes :

- de changements de supports : connexion d'un lecteur de cartes à une imprimante,...,

- d'édition de journaux de transactions : connexion d'un visuel à une imprimante,...,

- de surveillance de terminaux : connexion visuel à visuels,...

Enfin, deux dispositifs inhibables garantissent une prompte *détection des anomalies de fonctionnement du logiciel*, et facilitent la correction de ces dernières :

- le passé récent du système (évènements du type changement d'état) est conservé dans une pile circulaire constamment remise à jour,

- partout où cela est possible, CMS4 valide l'information qu'il manipule : ainsi par exemple, lors d'une demande de service, la tâche demandée ne se fie pas à la demandeuse quant à la validité des arguments. Lorsqu'une telle anomalie est détectée (excepté au niveau des utilisateurs !), le système bloque immédiatement tous les processus en cours (internes et externes) afin d'éviter une propagation de l'erreur et de faciliter le "dépannage".

2. 4. EXEMPLES DE TACHES

Au niveau le plus bas du système d'exploitation (niveau 0), on trouvera les tâches contrôlant directement les ressources matérielles :

- tâches périphériques : une par organe physique connecté (tâche-disque-1, tâche-visuel-1,...),

- tâches d'attribution des ressources : deux (attribution, libération) par type d'espace (mémoire, disques,...

Puis, aux niveaux supérieurs, on rencontrera des tâches référençant les niveaux inférieurs et manipulant des objets toujours plus complexes à l'aide de langages de plus en plus évolués ; par exemple :

- tâche de gestion de l'espace des noms : permet de manipuler des noms (et leurs valeurs) appartenant à un espace partitionné par la relation d'ordre "numéros de compte",

- tâches de gestion de fichiers : une particularité intéressante est à souligner à leur sujet : elles sont en nombre égal au nombre de fichiers autorisés à l'état ouvert ; la correspondance entre une tâche de gestion de fichiers (dite SGF) et un fichier de nom donné F est dynamique, et n'a de sens que de son ouverture à sa fermeture :
  . ouverture de F : F $\longleftrightarrow$ SGFi
  . fermeture de F : rupture de la correspondance précédente.

Enfin, au niveau ultime, on rencontre la tâche (ou les tâches) "utilisateur" que je détaillerai dans le paragraphe suivant.

2. 5. NOTION D'UTILISATEUR

On appellera *utilisateur* U_j une entité (personne physique, paquet de cartes, fichier,...) interagissant avec le système d'exploitation CMS4 par l'intermédiaire du langage de commande et du système de requêtes.

Examinons plus en détail comment CMS4 supporte plusieurs utilisateurs simultanément.

A - La tâche utilisateur :

Après ce qui vient d'être dit au sujet de la notion de service, il serait logique de considérer que le programme d'un utilisateur (ou le processeur qu'il référence,...) représente le service ultime rendu par le système d'exploitation ; ainsi, il serait pratique d'associer à chaque utilisateur U_j une tâche T_j au début de sa session (comme cela est fait pour la gestion de fichiers). Pour de simples questions de réalisation pratique, cette solution ne peut être envisagée : en effet, deux tâches T_{i1} et T_{i2} ne peuvent posséder des priorités N_{i1} et N_{i2} microprogrammées identiques ; on introduirait alors des priorités inacceptables entre utilisateurs. La solution choisie s'impose alors d'elle-même : *une seule tâche-utilisateur* existe en permanence, et est *partagée dans le temps entre les différents utilisateurs* activables à un instant donné, suivant deux critères :

- expiration du quantum d'unité centrale attribué,
- demande de service au moniteur (ou requête).

(Ce qui vient d'être dit pour le partage dans le temps de la tâche-utilisateur s'applique évidemment au contexte associé).

On notera enfin que, pour des raisons élémentaires de sécurité, la tâche-utilisateur s'exécute en mode esclave.

B - Les requêtes :

On appelle requête toute *demande de service d'un utilisateur U_j au système d'exploitation CMS4*, en remarquant dès à présent que, par souci d'homogénéité, une expiration de quantum d'unité centrale est ramenée à une requête implicite.

Lorsqu'un utilisateur U_j émet une requête (explicitement ou implicitement), afin de ne pas bloquer l'activité de l'ensemble, on associe à celui-ci une tâche dite de "requête" prise parmi un ensemble de telles tâches (en nombre suffisant pour éviter les attentes), comme cela se fait lors de l'ouverture d'un fichier ; la tâche-utilisateur se trouve alors disponible, et la tâche-requête attribuée temporairement à U_j prend en charge la totalité de la demande de service.

Malheureusement, le service demandé par U_j (par exemple, lire un caractère sur un visuel) ne peut être adressé directement à la tâche susceptible de le rendre (ici la tâche-visuel-n) ; en effet, un phénomène parasite existe : il s'agit de l'attribution de la mémoire aux programmes-utilisateurs, qui rend parfois nécessaire le transfert de ces derniers sur disque (vidage ou "swapping out"), entrainant par là même la non-résidence de certaines zones utiles (tampons d'entrées-sorties par exemple). Les tâches-requêtes n'ont donc pas à exécuter un service unique pour un utilisateur donné, mais une liste de services qui leur sont communiqués à chaque requête, et incluant évidemment le service-utilisateur proprement dit. Ainsi, en reprenant l'exemple ci-dessus (lire un caractère sur un visuel), suivant la charge globale de CMS4, la tâche-requête attribuée à U_j pourra exécuter les services suivants :

- vidage du programme de U_j (écriture-disque),
- libération de l'espace-mémoire correspondant,
- lecture d'un caractère sur le visuel,
- attribution de l'espace-mémoire nécessaire,
- chargement du programme de U_j (lecture-disque),
- transfert du caractère lu dans le tampon précisé par U_j,
- réactivation de U_j (demande de la tâche-utilisateur).

On peut faire à ce sujet un certain nombre de remarques :

- plusieurs tâches-requêtes peuvent être actives parallèlement pour le compte d'utilisateurs différents, assurant ainsi le recouvrement temporel des services-utilisateurs,

- les listes mentionnées précédemment sont fonction de la charge instantanée du système, et du service réellement demandé,

- la notion de service, telle qu'elle a été définie au début ne souffre donc pas d'exceptions.

C - <u>Le langage de commande</u> :

Les possibilités d'action d'un utilisateur sont variables et dépendent de son activité passée ; ainsi par exemple, tant qu'il n'a pas donné son numéro de compte, il lui est impossible de référencer un processeur. On peut dès lors assimiler l'utilisateur U_j à un point mobile se déplaçant sur un graphe g_c au cours de sa session ; g_c contiendra bien entendu les transitions licites entre les états possibles de j, mais de plus, j'y ai inclu la *grammaire d'analyse syntaxique du langage de commande de CMS4*, sous forme de sous-graphes de g_c.

On notera les particularités suivantes :

- le langage de commande est indépendant de la

nature physique de U_j, et donc du mode d'accès au système (temps partagé, traitement par lots,...),

- g_c inclut *un système d'aide à la mise au point des programmes* ("debug") accessible de partout, sans spécifications préalables.

- à partir de certains points de g_c, il est possible à un U_j de créer des *"utilisateurs virtuels"* dont les phrases de commande, les programmes, les données,... pourront se trouver dans un fichier, un paquet de cartes,... Ainsi se trouvent facilement réalisées les fonctions de soumission interactive, et de lancement de travaux parallèles.

2. 6. CONCLUSION

La conception originale de CMS4 a permis de mettre au point une méthodologie de réalisation d'un système d'exploitation fiable. L'expérience a montré que les principes de base étaient réalistes et amenaient au résultat attendu ; en particulier, on notera qu'aucune anomalie de fonctionnement n'est apparue au cours des douze derniers mois. Sur le plan de l'évolution, deux voies possibles sont actuellement envisagées :

- une réalisation "câblée" de CMS4,

- la transposition de CMS4 sur un multi-processeur.

Etudions plus en détail chacune d'entre elles :

A - Une réalisation "câblée" de CMS4 :

On avait noté au paragraphe 2. 2. que CMS4 était assimilable à un réseau asynchrone de machines virtuelles spécialisées (une par tâche), la topologie de celui-ci étant fixée par le graphe des services g_s. L'apparition sur le marché de microprocesseurs puissants et bon marché permet d'en envisager la concrétisation.

Chaque *microprocesseur* M_i possédera une *mémoire locale* ML_i contenant le code de la tâche T_i et les données C_i ; il s'agirait alors d'une simple transcription de ce qui existe déjà au niveau T1600 ; on notera enfin avec profit que ML_i peut être une mémoire morte (ROM), augmentant ainsi la fiabilité de l'ensemble.

Afin d'aboutir à un système évolutif et modulaire, les interconnexions des microprocesseurs ne reproduiront pas le graphe g_s. Il est alors nécessaire de construire un *réseau de transport* R aux noeuds N_i duquel viendront se raccrocher

les Mi, et dont la topologie sera voisine de celle de $\mathcal{G}_s$. Chaque noeud Ni contiendra un dispositif de routage indiquant le meilleur "arc" sortant et menant à tout noeud Nj de Rr ; ce dispositif, tout en assurant la modularité, permet d'introduire une sécurité supplémentaire, et un meilleur équilibre de la charge globale, à condition de rendre le routage dynamique.

L'existence des noeuds Ni supportant les microprocesseurs Mi nécessite :

- d'une part, la définition d'un protocole de dialogue inter-noeuds (demandes de service, interruptions),

- d'autre part, la définition d'une interface commune entre les Ni et les Mi. On notera à ce propos que, dans la mesure où cette interface est respectée, un microprocesseur Mi peut être remplacé par un dispositif spécifique (par exemple, un visuel microprogrammé), ou bien par un sous-réseau de Rr.

Pour conclure sur cette version câblée de CMS4, je ferai deux remarques :

- le parallèlisme virtuel des tâches de CMS4 est ici réel, ouvrant de plus la possibilité de faire, au niveau utilisateur, du véritable calcul parallèle, par attribution de plusieurs microprocesseurs, les synchronisations nécessaires étant du type "fin de service".

- on peut introduire au niveau "routage" des noeuds, un dispositif permettant de "virtualiser" la topologie de $\mathcal{G}_s$; illustrons cela par un exemple : dans une région $R1$ de R faisant office de mémoire (microprocesseur réduit à sa mémoire locale), des registres communs du type topographique (voir le CII 10070) permettent de réaliser simplement une mémoire topographique.

B - <u>La transposition de CMS4 sur un multiprocesseur</u> :

Dans la description de CMS4, il a été dit que les machines virtuelles spécialisées étaient simulées sur la machine réelle. En fait, la structure de CMS4 ne limite en aucune manière le nombre de machines réelles. C'est pourquoi j'étudie actuellement le passage à un *calculateur multiprocesseur* (SOLAR 16.65 multibus). Disons quelques mots de cette opération.

En premier lieu, il convient de noter qu'ici, et contrairement au T1600, il est impossible, dans un contexte multiprocesseur SOLAR 16.65, de conserver les opérations microprogrammées P et V sur sémaphores (les niveaux de priorité microprogrammés déjà évoqués n'étant pas communs à l'ensemble des unités de traitement !) ; il convient donc de les programmer.

En second lieu, je désire réaliser *un système sans processeur maître* (c'est-à-dire supervisant l'activité des autres).

La structure de CMS4 telle qu'elle a été définie précédemment (découpage en un ensemble de tâches τ_i structuré par le graphe $\mathcal{G}_s$) subsistera. La différence entre les deux implémentations viendra de l'adjonction d'un module réalisant :

- les opérations P et V sur sémaphores,
- l'exclusion mutuelle inter-processeur,
- l'ordonnancement des simulations des machines virtuelles sur les machines réelles : à un instant donné, les processeurs (tout ou partie) seront occupés par les tâches activables les plus prioritaires ; de plus, le passage dans le module présentement décrit constituera une phase critique inter-processeur : le processeur en cause sera, à l'instant t, le maître du système, et alors, le responsable de l'ordonnancement de l'ensemble des tâches sur l'ensemble des processeurs.

La nouvelle version de CMS4 possédera alors deux propriétés importantes ; elle sera :

- *reconfigurable :* l'algorithme précédent est indépendant du nombre instantané d'unités de traitement ;
- *à équilibre dynamique de charge :* lors de chaque passage dans la phase critique d'ordonnancement décrite précédemment, l'attachement des tâches aux processeurs réellement présents peut être remise en cause.

L'étude théorique préliminaire est achevée : le but de ce nouveau système est de fournir *un service de temps partagé à un nombre très élevé d'utilisateurs* . En pratique, tout type d'application pourra être supporté ; une seule limitation apparaîtra (liée à l'ordinateur lui-même) : une partition-mémoire-utilisateur ne pourra excéder 32 K mots. Enfin, sur le plan de la réalisation, il est assez probable qu'un langage de haut-niveau (de type PL) sera utilisé pour la programmation de la majorité des tâches, assurant ainsi une transportabilité relative du système ; seules les tâches "très liées" au matériel seront écrites en assembleur.

Après cet examen rapide du présent et du futur de CMS4, examinons une des applications les plus importantes qu'il supporte.

3. LE GRAPHISME ET L'IMAGE

La vocation audiovisuelle de SMC se devait de donner à l'image une place prépondérante. Suivant la nature des représentations, on distinguera deux types de visualisation :

- *graphique :* réservé aux dessins "aux traits",
- *iconique :* utilisé pour les dessins de "masse".

A chacun d'eux correspond un matériel différent : console de visualisation pour le premier, et récepteur de télévision pour le second. Avant d'examiner successivement le graphique et l'iconique, il convient de préciser dès maintenant que des logiciels évolués permettent de passer d'un type à l'autre.

3.1. LE SYSTEME GRAPHIQUE TRI-DIMENSIONNEL

Le but initial du logiciel que je vais maintenant décrire était de donner à un dessinateur, à un réalisateur de cours,... la possibilité de représenter des schémas, des synoptiques,... à l'aide de l'ordinateur, en excluant à priori les tracés mathématiques complexes. Il a depuis évolué ; on peut aujourd'hui le définir fonctionnellement comme permettant :

- la définition, l'introduction et la représentation d'objets linéaires quelconques (schémas, synoptiques, objets, personnages "au trait",...),
- la description de déplacements et de transformations relatifs à ces mêmes objets, autorisant en particulier la réalisation de dessins animés automatiques, comme cela sera décrit plus loin.

A - Les principes de base :

On notera dès à présent que certains détails, qui pourraient paraître curieux (par exemple, l'existence de quatre vecteurs unitaires $+\vec{i}$, $+\vec{j}$, $-\vec{i}$, $-\vec{j}$ dans un plan !), sont les conséquences de l'implémentation actuelle du logiciel correspondant, et en particulier du peu d'espace mémoire (1 K mots) qui lui était alloué ! Examinons donc les quelques idées qui ont conduit au système tri-dimensionnel G3 :

Le but étant de reproduire des objets linéaires (ou ensemble de segments ordonnés spatialement), l'unité de travail choisie fut le segment. De plus, le désir de pouvoir

déplacer et déformer les objets me conduisit à une description des segments qui soit indépendante des coordonnées ainsi que de leur orientation dans l'espace, et de leur longueur.

A l'écran de visualisation est lié un référentiel absolu Ra inamovible et indéformable. A tout instant (la notion de temps étant précisée par la suite), les descriptions d'objets ou de déplacements se font à l'aide d'un référentiel relatif Rr dont la position (coordonnées de l'origine) et l'orientation sont connues par rapport à Ra et mémorisées dans une matrice de changement de coordonnées. L'utilisateur peut agir sur Rr :

- en le déplaçant, c'est-à-dire en changeant sa position à l'aide de translations et son orientation grâce à des rotations et des symétries,

- en modifiant tout ou partie des échelles de ses axes,

- en changeant les angles de ses axes.

Un segment ne sera pas défini par la donnée de ses deux extrémités A et B, mais par le déplacement menant de A vers B, déplacement exprimé vectoriellement à l'aide des vecteurs unitaires de Rr, et de leurs opposés afin d'éviter les coefficients négatifs. Conventionnellement, le point A est pris à l'origine de Rr ; en fin d'opération, cette dernière se trouve en B.

Ainsi, *un segment est défini par un déplacement de* Rr ; deux types de segments sont reconnus :

- sombre : le résultat de l'opération est le déplacement de Rr,

- lumineux : le déplacement de Rr se trouve de plus matérialisé par un trait sur l'écran du visuel.

On fera à ce propos deux <u>remarques</u> :

- le tracé des segments et le déplacement de Rr se trouvent unifiés,

- la définition "formelle" d'un segment est indépendante de la définition instantanée de Rr, puisque s'exprimant par une combinaison de ses vecteurs unitaires (par exemple $2\vec{i} + 3\vec{j}$) ou plutôt par les coefficients de cette combinaison ; par contre, un certain tracé de ce même segment est entièrement lié à cette même définition instantanée (ainsi le segment défini par $2\vec{i} + 3\vec{j}$ peut apparaître dans n'importe quelle position sur l'écran du visuel).

Je vais donner un exemple permettant de mieux fixer ces notions :

. Soient quatre déplacements consécutifs $\vec{\Delta i}$ de Rr :

$\vec{\Delta 1} = +\vec{i}$

$\vec{\Delta 2} = +\vec{j}$

$\vec{\Delta 3} = -\vec{i}$

$\vec{\Delta 4} = -\vec{j}$

On définit ainsi un contour fermé ABCD à quatre côtés, dont la définition est manifestement indépendante de Rr. Faisons maintenant quelques hypothèses quant aux échelles et aux angles des axes de Rr :

- Rr est orthonormé : ABCD est un carré,
- $|\vec{i}| = 2|\vec{j}|$, $(\vec{i},\vec{j}) = \pi/2$: ABCD est un rectangle de longueur double de sa largeur,
- $|\vec{i}| = |\vec{j}|$, $(\vec{i},\vec{j}) = \pi/4$: ABCD est un losange d'angle au sommet $\pi/4$,...

Ainsi, il apparaît clairement qu'une même définition peut donner naissance à une "infinité" de tracés différents (en négligeant de plus les possibilités de rotations de Rr,...). Le premier objectif annoncé est donc atteint : on peut dès maintenant *définir des objets linéaires indépendamment de* Rr, puis les tracer n'importe où et dans des proportions quelconques en définissant correctement .

Arrivé à ce point, une objection peut être faite : "il est très facile de définir un carré, mais en est-il de même pour un personnage, un animal,... ?". Bien évidemment, la réponse est non, mais afin de ne pas limiter la portée de $G3$ et de ne pas obliger les utilisateurs à de patientes et méticuleuses préparations, j'ai introduit la notion de "tracé direct". La condition sine qua non est l'existence, sur le visuel, d'un *dispositif d'entrée graphique* (réticule, photostyle, tablette,...). Dès lors, l'utilisateur peut dessiner directement sur son écran ; simultanément $G3$, en fonction du référentiel Rr courant, engendrera une représentation de l'objet introduit, sous forme de déplacements, tels qu'ils viennent d'être définis. Cette représentation n'est ensuite plus distinguée d'une représentation entrée en mode programme et bénéficie donc des mêmes dispositifs de mise à jour, les deux modes (tracés direct et programmé) pouvant d'ailleurs s'imbriquer sans problème : par exemple, la deuxième partie de la thèse a été composée (entrée du texte) en mode direct, mais le tracé des lettres, des figures, ainsi que la justification des lignes (mise à longueur constante) étaient programmés.

La notion de temps dans G3 est équivoque ; en fait, c'est la séquentialisation des tracés qui introduit une chronologie ; par contre, l'échelle des temps est "élastique". Malgré tout, l'existence de la chronologie, et d'ordres spéciaux de temporisation,..., permet de réaliser sans aucune difficulté des animations fort complexes, dont les principes seront évoqués au paragraphe suivant.

Pour conclure cette introduction à G3, disons que le langage de programmation associé contient toutes les primitives d'un langage de programmation algorithmique :

- sous-programmes et bibliothèques,
- itérations,
- piles de travail,
- conditionnalité,
- structure de blocs,
- paramétrisation,...

Enfin, rappelons la possibilité de tracé direct qui engendre automatiquement le programme correspondant, programme que l'utilisateur est ensuite loisible de modifier (par exemple, changement de la définition de Rr), et ainsi obtenir un tracé programmé différent du tracé direct (déformations, homothéties, tracé à l'aide d'autres objets dont l'"enveloppe" reconstitue l'objet initial,...).

B - Méthodologie graphique :
(on se rapportera avec profit à la deuxième partie pour exemples)

Rappelons que SMC, par l'intermédiaire de CMS4, est un système conversationnel. Suivant un principe général non encore formulé, tout message (dessin, texte, séquence audiovisuelle,...) est représenté dans SMC par un texte descriptif (programme graphique,...) affichable à tout instant sur l'écran du visuel, et instantanément modifiable. On conçoit alors aisément la rapidité avec laquelle un programme graphique, par exemple, peut être mis au point. La procédure fréquemment utilisée sera de taper directement son programme au clavier du visuel, sans préparation préalable, l'écran faisant office de "papier de brouillon", grâce à un éditeur de textes très efficace. Ensuite, le programme est essayé, modifié si nécessaire, ré-essayé,... et ainsi de suite jusqu'au résultat attendu. Cette procédure hautement conversationnelle est, comme on le verra, des plus utilisées dans le cadre de *la création artistique*, pour laquelle des critères de jugement esthétique viennent se superposer aux critères informatiques classiques ("le programme marche") ; ainsi, le programme sera remodelé jusqu'à obtenir une sensation visuelle satisfaisante !

Ce qui vient d'être dit s'applique aussi bien aux dessins statiques qu'aux dessins animés. Entrons un peu plus dans le détail de ces derniers ; pour les raisons qui vont suivre, les dessins animés ne peuvent être perçus en temps réel et demandent donc un support de stockage intermédiaire :

- les tubes des visuels utilisés (TEKTRONIX T4010 et T4014) sont à mémoire et interdisent l'effacement sélectif,

- absence d'une échelle des temps absolue,

- temps de tracé souvent incompatible avec la durée de persistance rétinienne.

Par contre, l'existence d'une chronologie autorise leur enregistrement différé. La méthode la plus fréquemment utilisée (de nombreux dessins animés ont déjà été ainsi produits) consiste à placer devant l'écran du visuel une caméra de 16 mm télécommandée par le programme graphique responsable de l'animation. Ensuite, ce même programme dessine la première image, commande la caméra pour une, deux, trois,... expositions suivant le rythme désiré, puis efface l'écran, dessine la deuxième image,... Le film, une fois développé et projeté, donnera sur l'écran, en temps réel, l'animation attendue. Certaines subtilités du langage graphique permettent de contrôler la validité d'une animation "en accéléré", ce qui est rendu nécessaire par le fait que certaines ont demandé plusieurs dizaines d'heures d'enregistrement.

Actuellement, les graphismes produits sont monochromes ; malgré cela, des *animations en couleurs* peuvent être réalisées : il suffit d'enregistrer trois films noir et blanc successifs correspondant chacun à une couleur primaire (rouge, vert, bleu). Ces trois copies, une fois "superposées" en laboratoire, donneront une épreuve couleur ; bien évidemment, de nombreuses précautions de repérage et de cadrage doivent alors être prises.

C - Conclusion :

G3 est actuellement un système très utilisé pour *mettre en forme des messages scripto-iconographiques* sur des supports variés :

- *papier* : préparation de polycopiés, de livres, de documents d'accompagnement,... On examinera à ce propos la deuxième partie de cette thèse, qui constitue actuellement le meilleur exemple disponible ; les facilités de mise au point des programmes, le tracé direct,... font que l'entière mise en page m'a demandé deux mois (de travail intensif !).

- *photographie* : des schémas sur diapositives sont produits en vue d'insertion dans des diaporamas pédagogiques.

- *film* : réalisation d'animations dans deux domaines en particulier : .génériques et titres de films (avec mouvements de lettres,...)
.schémas animés : fonctionnement de circuits,...

Deux reproches peuvent être formulés à l'égard de la version actuelle de G3 :

- l'"ésotérisme relatif" des programmes graphiques,

- l'absence de tracés de type "mathématique".

Des progrès sont souhaitables dans ces deux directions ; malgré tout, il faut conserver présent à l'esprit que G3 n'occupe qu'un K mots de 16 bits ; c'est pourquoi il faudra attendre la prochaine version de SMC (voir le paragraphe 2. 6. B) pour implémenter cette version "idyllique". Notons pour conclure qu'une telle version expérimentale de G3 existe, et est inclue dans un assembleur spécial ; les programmes graphiques sont alors considérés comme des macro-instructions. Les calculs mathématiques sont alors envisageables, mais ne peuvent être exprimés dans un langage évolué.

3. 2. LE TRAITEMENT NUMERIQUE D'IMAGES DE TELEVISION

(dit aussi "Système de télévision numérique")

Comme on l'a vu au paragraphe précédent, G3 est apte à mettre en forme des messages de type graphique. Malheureusement, les techniques audiovisuelles utilisent beaucoup le canal vidéo-fréquence (la télévision), et d'une manière plus générale, il est des images qui ne s'accomodent pas de ce type de tracé. Ces quelques motivations m'ont conduit à pousser plus loin la symbiose informatique-audiovisuel qui préside à l'existence de SMC. Réalisant la profonde analogie qui existe entre un signal de télévision et la suite d'informations enregistrées sur un disque d'ordinateur (partition en images et pistes, puis lignes et secteurs et enfin points et bits respectivement, existence de "tops" de synchronisation), je décidai l'adjonction d'un nouveau "disque" au système qui serait en réalité matérialisé par *deux canaux vidéo-fréquences* , moyennant quelques modifications du matériel déjà existant :

- le premier d'entre eux est utilisé lors de la fonction "écriture-disque" : on dit alors que l'ordinateur synthétise une image ;

- le second correspond à la fonction "lecture-disque" : l'ordinateur analyse une image.

Cette réalisation présente deux avantages évidents :

- ce double canal est connecté directement à la mémoire du calculateur qui constitue donc, lors de l'opération de synthèse, la "mémoire de rafraîchissement" des images "numériques" de télévision ; celles-ci peuvent donc être modifiées directement par les instructions du langage machine, et par exemple, être animées.

- la simplicité du concept se traduit heureusement par la simplicité du matériel nécessaire (à titre indicatif, précisons que la première version opérationnelle a été obtenue en 3 jours pour moins de 2000 F !).

Examinons plus en détail les possibilités de la "télévision numérique" :

A - L'analyse :

Cette opération permet donc d'introduire dans le système informatique des images vidéo-fréquences réelles (prises par exemple par une caméra de télévision), et de les mettre sous une forme numérique et plus précisément de matrices de 256 x 256 points, ce qui correspond à des images de 256 lignes de chacune 256 points bi-stables (noir ou blanc). On notera dès maintenant que cette relative mauvaise définition (valable pour l'analyse comme pour la synthèse) n'est liée qu'au calculateur ; en effet :

- la mémoire possède une très faible capacité, et telles qu'elles sont, chaque image "numérique" occupe déjà 4 K mots ;

- le débit de cette même mémoire est faible et doit de plus supporter les disques connectés en accès direct, et surtout l'unité de traitement.

On notera enfin que la matrice définitive peut être une combinaison complexe d'images réelles, ce qui permet par exemple "d'effacer" avec la main des parties d'un objet (...) que l'on introduirait dans le système : une main gantée de sombre cachant en noir ce qui est derrière !

B - La synthèse :

Elle permet de visualiser sous forme vidéo-fréquence une matrice 256 x 256 points, statique ou dynamique (indifférent, étant donné le premier avantage énoncé précédemment). Cette matrice peut avoir des origines variées :

- l'analyse décrite précédemment,

- le système graphique G3 présenté au paragraphe 3. 1.,

- un logiciel de description d'images simples (du type bandes, damiers,...),

- des dispositifs mixtes matériels-logiciels et utilisant en particulier des effets larsen pour la création de formes artistiques originales,

- et surtout un logiciel puissant de manipulation et de transformation d'images qui fera l'objet du paragraphe suivant.

C - La manipulation des images, leurs combinaisons :

Le public est aujourd'hui habitué à tous les trucages réalisés sur leur "petit écran" : incrustation, superposition,... ; ceux-ci sont obtenus analogiquement. Dans SMC toutes ces opérations peuvent de plus être produites numériquement, c'est-à-dire à l'aide de l'unité de traitement. Ainsi il est possible de *combiner sélectivement deux images* à l'aide de tout le répertoire des instructions logiques et arithmétiques (ET, OU,..., +, -,..., décalages, permutations). On pourra, par exemple, introduire par analyse un portrait d'Albert Einstein, et le superposer numériquement à la formule E = MC2 mise en forme à l'aide de G3.

Enfin, assimilant l'image "numérique" à un espace plan, il est possible à l'utilisateur de définir des transformations sous forme de matrices 2x2, permettant en plus des opérations géométriques usuelles (rotations, homothéties, symétries,...), des transformations au résultat souvent inattendu, mais fort utile dans le cadre de recherches artistiques.

Des moyens très interactifs sont mis à la disposition de l'utilisateur pour qu'il puisse créer, modeler, modifier ses images : il est par exemple possible, par l'intermédiaire de l'entrée graphique du visuel, de positionner (à blanc ou noir) un point quelconque d'une image "numérique".

Lors du paragraphe traitant de la synthèse (3. 2. B) il a été dit qu'un dessin produit par G3 pouvait être visualisé sous forme d'une image de "télévision numérique". La réciproque est vraie : toute matrice de points peut donner naissance à une "infinité" de représentations graphiques : de la plus ressemblante jusqu'à des versions très éloignées. Le principe de ce passage inverse consiste effectivement à rechercher dans l'image des segments : des conditions restrictives peuvent être appliquées, permettant, par exemple, de ne visualiser que les segments horizontaux de plus d'un centimètre. Donnons à ce propos une méthode de stylisation d'un dessin au trait, qui sera illustrée dans la deuxième partie : un graphisme introduit par tracé direct sous G3 sera converti en une "image numérique" faisant ainsi disparaître les segments du dessin original (une "image numérique"

étant faite de points), puis subira la conversion inverse suivant certains critères donnant alors naissance à des segments en général inexistant sur le modèle !

Examinons maintenant la possibilité de visualiser des séquences d'"images numériques".

D - Les structures d'"images numériques" :

Une image statique ne suffit pas toujours ; c'est pourquoi deux moyens imbricables sont ici mis à la disposition des utilisateurs :

- d'une part G3, comme nous l'avons déjà mentionné, permet la réalisation d'animations : l'une des primitives de son langage permet d'effacer un segment dans une matrice ; il est dès lors possible de modifier une image graphique visualisée sous forme vidéo-fréquence sans avoir à la recomposer entièrement. Malheureusement, comme nous l'avons déjà noté, il est impossible de garantir une échelle des temps.

- j'ai donc créé un langage de description de structures d'images (sous-entendu, d'ensembles partiellement ordonnés d'images). Une animation est alors considérée comme la visualisation des images contenues dans une structure, visualisation éventuellement superposée à des opérations du type de celles évoquées au paragraphe précédent. Ainsi, par exemple, la structure pourra être linéaire (il s'agit alors d'un film au sens classique), chaque image contenant une étape d'un mouvement effectué par un petit personnage ; lors de la visualisation de l'animation correspondante, il sera possible de superposer systématiquement à chaque image un décor.

Une application importante de ce deuxième moyen, non prévue à l'origine, est la *recherche automatique de motifs sur un thème* ; en effet, le langage sus-mentionné contient, en particulier, des primitives d'itérations permettant donc la répétition systématique d'opérations de transformation et de combinaison d'images. Ainsi, par exemple, ne mettant qu'une image dans la structure, on pourra demander son "incrustation" en elle-même décalée d'une ligne (...), ceci étant réalisé une infinité de fois ; il suffit alors de regarder le spectacle, et de n'arrêter la procédure que lorsqu'une sensation visuelle agréable est ressentie.

E - Conclusion :

Ce logiciel permet donc à un utilisateur de manipuler globalement tout ou partie d'une image. Sa limitation actuelle, vient de l'inexistence de dispositifs de reconnaissance des formes. Malgré cela il est très utilisé, surtout

pour la création d'images statiques (les animations étant laissées à G3) dans les domaines les plus variés :

- réalisation de titres de films ou de pages de garde de livres : un écran de télévision est photographié en noir et blanc et l'épreuve correspondante est transférée sur film ou en "offset",

- création artistique, qui fera l'objet du paragraphe suivant.

3. 3. LA CREATION ARTISTIQUE

SMC se voulait d'être un système informatique au service de la communication ; je pense que ce but a été atteint, et particulièrement dans le domaine artistique : je n'en prendrai pour preuve que le succès rencontré actuellement dans le milieu de l'art (en France comme aux Etats-Unis). D'aucuns prétendent que l'ordinateur est un outil rigide, cela est vrai dans la mesure où la créativité est laissée à la machine ; dans SMC, le calculateur n'est qu'un instrument (un crayon, une palette,...) au service de l'artiste. Bien entendu, comme tout nouvel outil, il réclame un apprentissage (intellectuel et non gestuel), et la définition d'un nouveau style et de nouvelles méthodes de travail.

Je vais traiter, plus en détail, de *la création d'images en couleurs à partir du dispositif de "télévision numérique"*. Il convient de préciser au préalable que tout comme pour les animations, des épreuves en couleurs peuvent être obtenues en différé : la superposition d'images noir et blanc colorées par des filtres de couleur sur une même pellicule donne un résultat en couleurs (de plus, un dispositif du type POLAROÏD permet son examen au bout de 60 secondes) ! J'ai personnellement exploré ce domaine, ayant réalisé environ mille photographies différentes, ce qui va me permettre de décrire brièvement une méthode de travail possible. Grand admirateur du peintre Botticelli, je décidai "d'interprêter" quelques uns de ses visages les plus célèbres, et en particulier le Printemps et Vénus. A l'aide d'un ouvrage de reproductions d'art, j'introduisis dans le système, par analyse d'images, ces quelques portraits en noir et blanc ; plusieurs images numériques furent stockées pour chacun d'entre eux, correspondant, par exemple, à des ouvertures différentes du diaphragme de la caméra (reproduisant ainsi, en particulier, les niveaux de luminance de l'original). Ensuite, à l'aide du logiciel de manipulation et de combinaison d'images, furent obtenues

pour chaque nouvelle création les trois composantes chromatiques. La rapidité de la procédure (de l'ordre d'une minute par épreuve) permet de tenter des expériences, d'explorer rapidement telle ou telle autre voie : ainsi par exemple, on pourra essayer diverses couleurs possibles en arrière-plan d'un visage, ou bien étudier des fonds géométriques,... On peut alors rechercher l'image donnant une satisfaction esthétique optimale sur un thème donné (cette satisfaction étant bien évidemment subjective).

Cette méthode de création d'images de qualité sur le plan artistique peut être utilisée dans de nombreux domaines :

- décoration d'intérieurs, de bureaux,...
- recherche de motifs de tissus, de papiers,...
- et surtout dans la publicité, où les images "choc" sont toujours recherchées. SMC permettant une nette réduction des coûts et des durées de réalisation de maquettes, il est possible d'essayer, par exemple, l'influence du fond sur la mise en valeur de l'objet préalablement introduit par analyse, ou bien diverses stylisations de ce dernier,...

4. L'ENSEIGNEMENT AUDIOVISUEL ASSISTÉ PAR ORDINATEUR (EAAO)

SMC est un système de production et de diffusion de messages audiovisuels ; faire de l'enseignement, c'est, en général, diffuser activement un savoir (le mot activement sous-entendant que le ou les élèves ne sont pas les spectateurs passifs d'un cours). Voyons donc comment SMC est capable de supporter une fonction pédagogique, retrouvant ainsi la notion d'EAAO, à l'origine de ce système.

4. 1. LES TROIS TYPES DE CANAUX

SMC, afin d'assurer une plus grande motivation des élèves, est *multimédia* , et dispose actuellement des canaux suivants :

- *scriptural :* écran du visuel ou support papier,
- *iconographique :* idem,
- *audiovisuel :* écran et haut-parleur d'un téléviseur.

Le poste de travail d'un élève (ou d'un professeur) sera donc en général composé des éléments suivants :

- un *visuel* assurant les fonction de dialogue avec le système, et faisant office de canal scripto-iconographique,
- un *téléviseur* matérialisant le canal audiovisuel,
- on y adjoindra souvent un dispositif plus ou moins sophistiqué de *reprographie* , permettant en particulier une reproduction sur papier du contenu de l'écran du visuel.

Le choix de tel ou tel autre canal de diffusion dépend d'un certain nombre de critères, parmi lesquels :

- *facteur économique :* le stockage analogique coûte moins que le stockage numérique,
- *interactivité désirée* (un téléviseur est un organe passif, alors qu'un visuel est actif),
- *nature de l'information :* il paraît inconcevable de diffuser un cours sur l'histoire de l'art autrement que par l'intermédiaire de la télévision en couleurs,...

4. 2. LA PRODUCTION D'UN COURS

Suivant les principes classiques de l'enseignement assisté par ordinateur, le professeur désirant soumettre un cours à SMC devra, préalablement, opérer une méticuleuse analyse de la matière à dispenser, aboutissant à un découpage fin de celle-ci en *notions élémentaires* (ou "items") ; suivant la *stratégie pédagogique* qu'il adoptera, celles-ci peuvent être ordonnées de manière plus ou moins complexe dans le temps. Il sera alors nécessaire d'introduire dans l'ordinateur :

- d'une part, *les notions élémentaires*, sous forme de textes descriptifs de dessins, de séquences audiovisuelles,...

- d'autre part, *la structure d'ordonnancement du cours* (ou "itemogramme") résultant de la stratégie adoptée ; celle-ci pourra être parfaitement linéaire, ou bien complexe et contenant de nombreuses boucles de "recyclage".

Enfin, on notera que cette production est évidemment, si on le désire, conversationnelle, et qu'une structure ou un "item" n'est jamais figé et sujet à modifications.

4. 3. LA RECEPTION D'UN COURS

SMC permet, pour chaque élève, *une réception personnalisée "subie" à un rythme propre*. Assis à son poste de travail, il verra s'alterner ou se superposer des séquences "informatiques", et des séquences audiovisuelles.

Cette utilisation de SMC n'a malheureusement jamais été tentée en vraie grandeur, et ceci pour plusieurs raisons :

- impossibilité de trouver, dans les corps enseignants que je fréquente, un professeur acceptant l'effort méthodique réclamé par l'entrée d'un cours dans le système,

- absence actuelle d'outils d'évaluation statistique des élèves (bien entendu, l'évaluation ponctuelle existe, et permet le parcours correct des cours),

- peu d'intérêt de la part des élèves,

- et enfin, absence de contacts humains.

4. 4. L'AVENIR PEDAGOGIQUE DE SMC

Il semble donc que cette voie se doive d'être abandonnée, les outils existants étant malgré tout conservés et employés, par exemple, pour *la réalisation de modes d'emplois programmés*.

En revanche, j'ai mis au point un *"libre-service audiovisuel"*, dont une implémentation devrait voir le jour prochainement à l'ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications). L'idée en est simple : constituer une "banque" de séquences audiovisuelles enregistrées lors des principaux amphithéâtres. Ce stock documentaire pourrait ensuite être consulté à la demande par les élèves, par l'intermédiaire d'un visuel (ou d'un simple clavier) et d'un téléviseur associé. On notera qu'un tel type d'exploitation est déjà contenu dans la version actuelle de SMC ; on peut faire la même remarque que celle formulée à l'occasion de la création artistique : l'outil existe, il s'agit maintenant de trouver de nouvelles méthodes de travail, et de créer des styles originaux qui lui seront propres et non pas copiés à partir des techniques classiques.

5. CONCLUSION

Cette première version de SMC et le succès qu'elle remporte montrent que la réunion de matériels informatiques et audiovisuels en un même système est viable et même souhaitable, étant donnée la croissance du besoin de communication impliquant une mise en forme des messages toujours plus efficace, toujours plus rapide. Une seule ombre au tableau des résultats de cette première exploitation : elle provient des utilisateurs eux-mêmes qui, pour la grande majorité, et malgré mes efforts, tentent d'adapter leur style et méthodes de travail à l'outil, ce qui conduit parfois à des résultats négatifs d'infaisabilité. Je pense avoir prouvé, par mes réalisations personnelles, que le but visé était atteint et même dépassé (par exemple, je n'osais espérer de tels résultats dans le domaine artistique). Le problème actuel est donc *un problème d'éducation des utilisateurs et de changement de leur mentalité.*

Malgré tout, j'envisage l'avenir avec optimisme, et comme je l'ai déjà mentionné lors de la description du moniteur CMS4, la prochaine version est actuellement à l'étude ; supportée par un multi-processeur, elle permettra en particulier la synthèse directe d'images en couleur. De plus, son implantation au coeur du campus universitaire de la nouvelle Ecole Polytechnique de Palaiseau me permet d'envisager son interconnexion à un réseau de télédistribution. Ainai SMC pourrait jouer un rôle de "service" (et peut-être d'animation culturelle) dans la vie des élèves.

DESCRIPTION TECHNIQUE DETAILLEE DU SYSTEME SMC

UN SYSTEME INFORMATIQUE

AU SERVICE

DE LA COMMUNICATION

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION 2

2 - LES TECHNIQUES DE LA COMMUNICATION 4

2.1 - DEFINITIONS GENERALES 4

2.1.1 - les média (chaines de production et de réception) .. 4

2.1.2 - les messages uni- et multidimensionnels 5

2.1.3 - notion de rétroaction ("feed-back") 6

2.1.4 - les types quantitatifs de communication 6

2.2 - ETABLISSEMENT D'UNE COMMUNICATION DE GROUPE 7

2.2.1 - le point de départ 7

2.2.2 - quoi dire ? ou le but à atteindre 8

2.2.3 - à qui ? 9

2.2.4 - comment ? 10

2.2.5 - le scénario de la communication 10

2.3 - LES TECHNIQUES 12

2.3.1 - les techniques de production 12

2.3.1.1 - les techniques isolées 12

2.3.1.2 - les techniques d'ensemble 13

2.3.2 - les techniques de réception 14

2.3.2.1 - la réception passive 14

2.3.2.2 - la réception active 15

2.3.3 - une remarque qui s'impose ! 15

2.3.4 - un exemple de réalisation 17

2.3.4.1 - l'idée 17

2.3.4.2 - la préparation : le "story board" 18

2.3.4.3 - le dessin 19

2.3.4.4 - le passage au banc-titre 20

2.3.4.5 - la conversion "vidéo" : le télé-cinéma 20

2.3.4.6 - conclusion 20

2.4 - LES PROBLEMES DE LA PRODUCTION/RECEPTION 21
2 5 - UNE SOLUTION : LE SYSTEME SMC 23
2 5 1 - l'ordinateur 23
2.5.2 - un système intégré 24

3 - DESCRIPTION DE SMC 25
3.1 - LES MATERIELS 26
3 1 1 - les matériels informatiques 26
3.1.1.1 - l'ordinateur : présentation du T1600 27
3 1.1.1.1 - l'unité de traitement 27
3.1.1.1.2 - les niveaux d'exécution 28
3.1.1.1.3 - l'architecture du T1600 31
3.1.1.2 - la mémoire de masse 32
3.1.1.3 - les périphériques classiques 33
3.1.1.4 - les consoles d'interaction 34
3.1.2 - les matériels audiovisuels 36
3.1.2.1 - la baie de commutation 37
3.1.2.1.1 - sa structure 37
3 1.2.1.2 - le multiplexage son-image 38
3.1.2.2 - la mémoire de masse audiovisuelle 39
3.1.2.2.1 - les magnétoscopes utilisés 39
3.1.2.2.2 - l'adressage de l'information au niveau du magnétoscope 40
3.1.2.2.3 - la sélection et la commande numérique des magnétoscopes 43
3.1.2.2.4 - conséquences 44
3.1.2.3 - les matériels audiovisuels classiques 45
3.1.2.3.1 - des téléviseurs noir et blanc ou couleurs 46
3.1.2.3.2 - des caméras vidéo-fréquences 46
3.1.2.3.3 - des télé-cinémas 46
3.1.2.3.4 - des régies 46
3.1.2.4 - la télévision "numérique" 48
3.1.2.5 - le son "numérique" 53
3.1.3 - le système dans son ensemble : le poste de travail . 54
3.1.3.1 - la console informatique de dialogue 54
3.1.3.2 - le terminal audiovisuel 54
3.1.3.3 - le système de reprographie 55

3 2 - LE LOGICIEL 57
3 2.1 - le système d'exploitation CMS4 57
3 2.1.1 - notion de service 58
3 2.1.2 - notion de tâche associée à un service 61
3 2.1.3 - structure des tâches, des contextes - le dialogue 63
3.2 1.3.1 - la demande de service 63
3.2.1.3.2 - le format des contextes 64
3.2.1.3.3 - le format des tâches 65
3.2.1.3.4 - la gestion centralisée des files d'attente 66
3.2.1.4 - l'organisation générale de CMS4 67
3.2.1.4.1 - la trace 67
3.2.1.4.2 - la syser 67
3.2.1.4.3 - la structure générale de CMS4 68
3.2.1.5 - les tâches périphériques 69
3.2.1.6 - les tâches d'attribution des ressources 70
3.2.1.7 - l'espace des noms 71
3.2.1.7.1 - définition de structures 71
3.2.1.7.2 - LIGRE : le langage interprétatif de gestion des relations 72
3.2.1.7.3 - l'espace des noms 72
3.2.1.7.4 - la valuation des noms 74
3.2.1.8 - la gestion de fichiers 75
3.2.1.9 - notion d'utilisateur 76
3.2.1.9.1 le service utilisateur 76
3.2.1.9.2 les requêtes 77
3.2.1.9.3 le langage de commande 81
3.2.1.10 - l'oisiveté du système (ou "idle") 82
3.2.1.11 - l'initialisation et le redémarrage sur défaut 86
3.2.1.12 - une réalisation câblée de CMS4 87
3.2.1.12.1 fonction d'un microprocesseur 87
3.2.1.12.2 les interfaces microprocesseurs 89
3.2.1.12.3 le réseau à de transport 90
3.2.1.12.4 topologie du réseau à 91
3.2.1.12.5 le routage des informations 92

3.2.2 - les processeurs de base 95
3.2.2.1 - l'assembleur 96
3.2.2.2 - le chargeur 97
3.2.2.3 - le destructeur de fichiers 98
3.2.2.4 - le processeur de commande 99
3.2.2.5 - SMC : le système d'aide à la communication 99
3.2.3 - SMC : le niveau primaire 100
3.2.3.1 - notions générales (pages, niveau primaire) 101
3.2.3.2 - format de l'espace mémoire utilisateur 104
3.2.3.3 - la gestion des pages 106
3.2.3.3.1 l'archivage des pages 106
3.2.3.3.2 le traitement des structures 106
3.2.3.3.3 l'appel des machines 110
3.2.3.3.4 l'exploitation des structures 111
3.2.3.3.5 le processeur "central" 113
3.2.3.4 - l'éditeur de pages 114
3.2.3.5 - le dialogue "libre" 116
3.2.3.5.1 le dictionnaire 116
3.2.3.5.2 l'analyseur 117
3.2.3.5.2.1 traitement lexicographique 117
3.2.3.5.2.2 analyse syntaxique 118
3.2.3.5.2.3 analyse sémantique 119
3.2.4 - SMC : le niveau secondaire 121
3.2.4.1 - G3 : la "machine à dessiner" 123
3.2.4.1.1 buts et principes de G3 123
3.2.4.1.2 les notions "atomiques" de G3 126
3.2.4.1.3 définition d'un segment, d'un objet 128
3.2.4.1.4 mouvement et transformation d'un objet 129
3.2.4.1.5 les "programmes" graphiques 131
3.2.4.1.6 "méthodologie graphique" 132
3.2.4.2 - la télévision "numérique" 133
3.2.4.2.1 les images de télévision "numérique" 134
3.2.4.2.2 l'espace mémoire virtuel de l'utilisateur 136
3.2.4.2.3 la gestion des images 138
3.2.4.2.4 la manipulation des images 139
3.2.4.2.5 les structures d'images 141
3.2.4.2.6 remarque importante : le son "numérique" 141

3.2.4.3 - les autres machines de SMC 142
3.2.4.3.1 la 'gestion des matériels audiovisuels' 142
3.2.4.3.2 l'assembleur - chargeur - exécuteur' 143
3.2.4.3.3 l'accès à un système informatique extérieur' 143
3.2.4.3.4 les machines de "service" 144
3.2.4.3.5 les extensions envisageables ou souhaitables 145

4 - APPLICATIONS ET UTILISATION DE SMC 146
4.1 - NOUVEL OUTIL, NOUVEAU STYLE 147
4.2 - LES GRANDS AXES D'UTILISATION 149
4.2.1 - la production 150
4.2.1.1 - réalisation de documents scripto-conographiques 150
4.2.1.2 - réalisation d'animations 151
4.2.1.3 - "une régie de télévision dans un ordinateur" 155
4.2.2 - la réception - l'informatique classique, l'EAO 156
4.2.2.1 - le principe et les buts visés 159
4.2.2.2 - rappels sur l'enseignement programmé 160
4.2.2.3 - SMC et l'enseignement assisté par ordinateur 161
4.2.2.3.1 les trois types de canaux 162
4.2.2.3.2 la production d'un cours 163
4.2.2.3.3 la réception d'un cours 164
4.2.2.3.4 le "libre-service audiovisuel" 165
4.2.2.4 - l'avenir pédagogique de SMC 166
4.2.3 - la création artistique, la décoration, la publicité 167
4.2.3.1 - "cent fois sur le métier remettez votre image" 168
4.2.3.2 - la systématisation et l'automatisation 169
4.2.3.3 - des applications pratiques 170

5 - CONCLUSION ET PERSPECTIVES ..... 171 -
5.1 - "LA CHARRUE ET LES BŒUFS" 172
5.2 - "LE FORGERON" 173
5.3 - "LE DISCOURS" 175
5.4 - L'AVENIR 176

FIGURES

1 – croissance population-information
2 – le médium
3 – le scénario de la communication
4 – les problèmes de la production / réception
5 – structure logique du système SMC
6 – les matériels informatiques
7 – les 128 machines virtuelles
8 – niveaux d'exécution de l'unité de traitement réelle
9 – architecture du T1600
10 – synoptique fonctionnel des matériels audiovisuels
11 – les matériels audiovisuels
12 – le bus des magnétoscopes
13 – la télévision "numérique"
14 – les matériels de SMC
15 – le poste d'accès standard (ou "poste de travail")
16 – la photographie en couleurs
17 – format commun des contextes
18 – dialogue inter-tâches
19 – structure générale de CMS4
20 – les transitions et les relations entre la tâche 'utilisateur' et les tâches 'requêtes'
21 – exemple simplifié de la prise en compte de requêtes utilisateur
22 – graphe simplifié du langage de commande
23 – graphe simplifié des services ($\mathcal{S}_s$)
24 – les machines $\mathcal{M}$ de SMC
25 – l'enchaînement des machines de SMC
26 – exemple d'analyse de phrase
27 – exécution des actions demandées par une phrase
28 – "variations sur un carré"
29 – les machines de manipulation des images

30 - stylisation d'un personnage de bandes dessinées
31 - stylisation d'un fragment du "printemps" de Botticelli
32 - exemple de structures d'images
33 - vue instantanée de l'espace mémoire d'un utilisateur
34 - "stylisation d'un dump mémoire"
35 - l'homme face à la nouveauté
36 - la conversationnalité créative - "l'imagination assistée par ordinateur"
37 - les grands axes d'utilisation
38 - exemple d'animation "mathématique"
39 - exemple d'animation "figurative"
40 - animation d'un personnage de bandes dessinées
41 - titrage "numérique" d'un film
42 - photo-montage "numérique"
43 - une animation "numérique" réelle avec trucage programmé
44 - élaboration d'un cours programmé
45 - production d'un cours "assisté" (EAO)

ANNEXES

ANNEXE-1 - liste partielle des requêtes accessibles aux utilisateurs de CMS4
ANNEXE-2 - syntaxe du langage de commande de CMS4
ANNEXE-3 - fonctions du processeur 'gestion des pages'
ANNEXE-4 - fonctions du processeur 'éditeur des pages'
ANNEXE-5 - modèle simplifié de la grammaire asserto-négative de la langue de dialogue libre de SMC
ANNEXE-6 - utilisation du système graphique G3
ANNEXE-7 - syntaxe simplifiée du langage de description des structures d'images et de sons
ANNEXE-8 - projet de système d'éducation et de recherches musicales

BIBLIOGRAPHIE

- dictionnaire "LE PETIT ROBERT"
- vocabulaire international de l'informatique - AFNOR 1975
- dictionnaire de l'informatique - ANDRE LE GARFF - PUF 1975
- système d'exploitation des ordinateurs - CROCUS - DUNOD 1975
- clefs pour l'audiovisuel - J.P. GOUREVITCH - SEGHERS 1973
- pour comprendre les média - M. MAC LUHAN - SEUIL 1968
- structure et fonctionnement des ordinateurs - J.P. MENADIER - LAROUSSE 1971
- enregistrement et reproduction des images vidéos - P. HEMARDINQUER - DUJARRIC 1975
- projection des images animées et reproduction des enregistrements sonores - J. MINE - DUJARRIC 1975
- cinéma et télévision - INTERNATIONAL AUDIOVISUAL TECHNICAL CENTER FOUNDATION 1971
- les techniques de l'ingénieur (télécommunications, électronique, informatique)
- communication et langages - revue trimestrielle du CEPL (centre d'étude et de promotion de la lecture)
- la galaxie gotenberg - M. MAC LUHAN - MAME 1966
- la communication audio-scripto-visuelle à l'heure des self-média - J. CLOUTIER - P.U. MONTREAL 1973
- la révolution scientifique de l'enseignement - B.F. SKINNER - DESSART BRUXELLES 1968
- une grammaire en chaine du français - M. SALKOFF - DUNOD 1973
- notions sur les grammaires formelles - M. GROSS & A. LENTIN - GAUTHIER-VILLARS 1970
- principles of interactive computer graphics - W. NEWMAN - MAC-GRAW HILL 1973

NOTATIONS

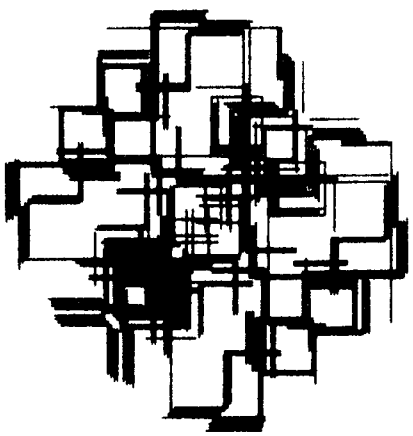
- un mot suivi d'une astérisque entre parenthèses (*), est un mot défini dans le LEXIQUE.

PRESENTATION DU LACTAMME

Le LACTAMME (Laboratoire Commun des Techniques Audiovisuelles et des Moyens Modernes d'Enseignement) est né de la mise en commun des moyens de l'Ecole Polytechnique et de l'ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications) dans les domaines précisés dans son intitulé. Sa mission est de fournir aux professeurs et aux élèves des moyens, des prestations et des conseils en matière de pédagogie (mise à disposition de techniciens spécialisés, prêts de matériels, enregistrements de cours, organisation de séminaires,..).

L'enseignement n'est pas un phénomène nouveau, mais l'accroissement de la population et celui du savoir n'ont fait apparaître que récemment le problème "d'apprendre à apprendre" (Skinner). Pour résoudre ce dernier, il faut faire des expériences. C'est dans ce contexte, et en essayant de marier les techniques audiovisuelles à celles de l'informatique qu'est né le système SMC (Système Multimédia Conversationnel).

1-INTRODUCTION



De tout temps, la communication a joué un rôle important dans toutes les societés, qu'elles soient humaines ou animales. Qu'une abeille communique aux autres membres de la ruche la localisation d'un champ de fleurs à butiner, ou qu'un homme publie une découverte scientifique, il s'agit dans les deux cas de faire passer de l'information d'un émetteur vers un ou plusieurs récepteurs. Aujourd'hui, ce rôle est devenu prépondérant, ce phénomène est lié à plusieurs facteurs :

- la population mondiale croit exponentiellement.
- la quantité d'informations disponibles et créées par cette même population ne peut que suivre et même dépasser cette loi de croissance, en effet le nombre de "producteurs" augmente, et de plus apparaissent des outils démultipliant les facultés de l'homme (audiovisuel, informatiqe, électronique, moyens de transport,..).
- passage de chaque individu de l'état "spectateur" (consommateur) à l'état "acteur" (producteur) ou tout du moins à celui de participant, par le développement de la volonté individuelle de s'informer (actualité des faits divers, actualité scientifique et artistique, loisirs,...).
- volonté politique d'informer, la communication bien maitrisée étant un outil d'une force insoupçonnée et souvent insidieuse (propagande, enseignement,..., et évidemment, publicité).
- obsolescence de l'information : suivant sa nature, l'information vieillit plus ou moins vite et sans perdre de sa véracité, perd de son intêret, ou bien change de catégorie (un "fait divers" peut ainsi devenir un fait historique).

La société peut donc être assimilée à un <u>réseau de communication</u> ("macro-système nerveux") dont:

- le nombre N de sommets augmente (population),
- le nombre A/N d'arcs par sommet croit (volonté individuelle et politique de l'information),
- la capacité C de chaque arc croit (production de l'information de type "boule de neige"),

- la vitesse V de circulation sur chaque arc doit augmenter (obsolescence de l'information)
(voir la figure 1)

On voit ainsi surgir un certain nombre de nécessités
- disponibilité permanente et circulation fluide de l'information,
- mise en forme rapide et "efficiente" de cette dernière,
- définition de langages communs.

Dans ce contexte et dans le cadre technologique actuel, étudions brièvement ce que l'on entend aujourd'hui par communication et décrivons les moyens et les méthodes mis en œuvre pour couvrir les besoins énumérés ci-dessus.

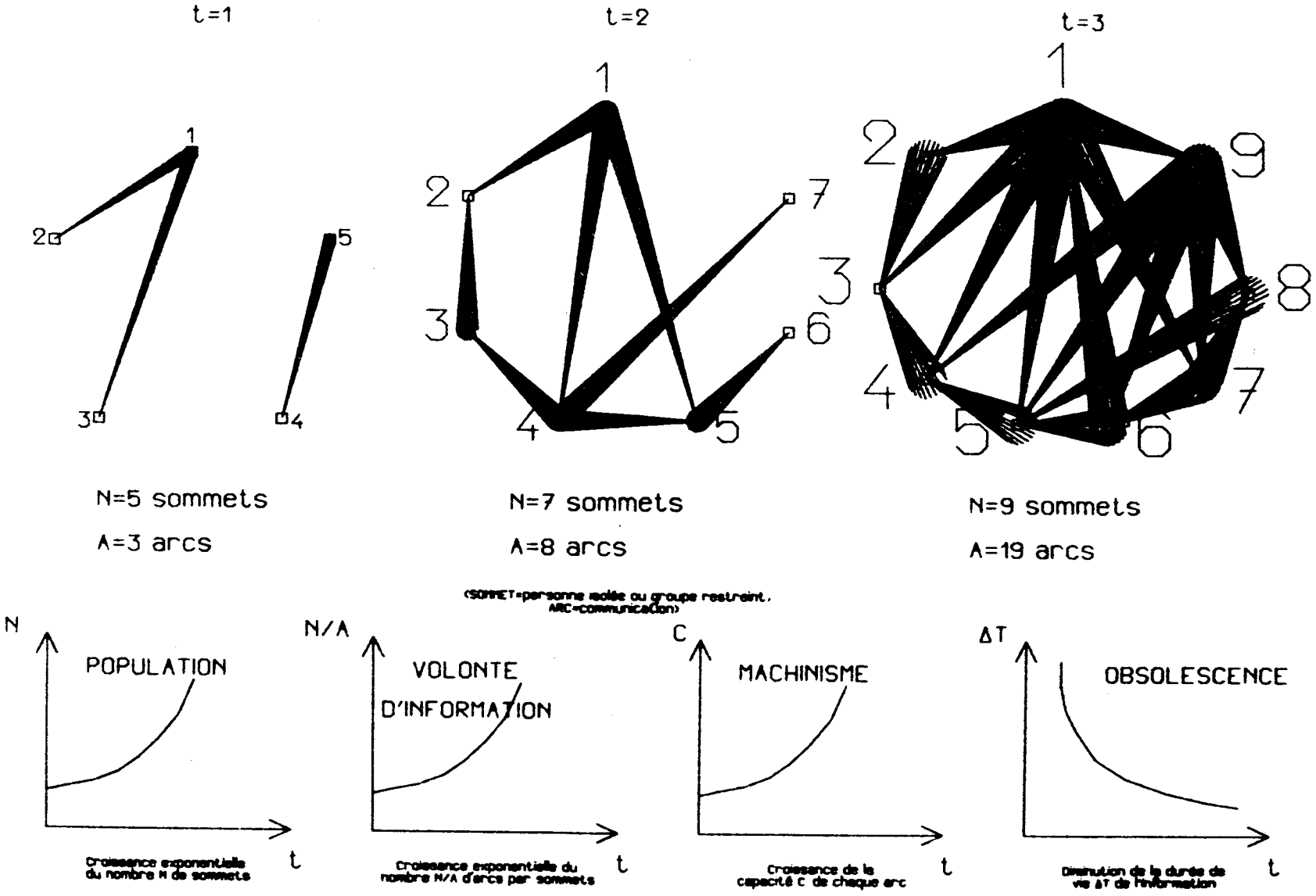
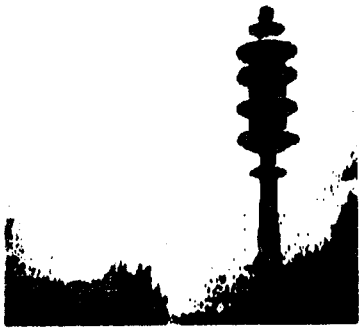


Figure 1 CROISSANCE POPULATION/INFORMATION

2-LES TECHNIQUES DE LA COMMUNICATION



2.1-DEFINITIONS GENERALES

2.1 - DEFINITIONS GENERALES

2.1.1 - LES MEDIA

On appelle médium (*), un système complet allant d'un émetteur à un ou plusieurs récepteur(s), émetteur et récepteur pouvant jouer des rôles symétriques (c'est le cas d'une conversation téléphonique, où chaque interlocuteur est tour à tour émetteur et récepteur). Un médium est en général composé de deux sous-systèmes :

- la chaine de production, qui inscrit à l'aide de techniques spécifiques (télévision, cinéma, impression,...), le message à transmettre sur un support approprié (bande magnétique, film, papier,...). La production a pour but de mettre le message sous une forme "efficiente" et accessible aux récepteurs potentiels, l'inscription sur le support permet la mémorisation et la reproduction (duplication) de l'information qui y est contenue.
- la chaine de réception, qui transmet le message, puis opère son extraction du support et le présente aux récepteurs sous une forme appropriée (par exemple faisceau hertzien, antenne et téléviseur). On distinguera la diffusion (*) avec laquelle le récepteur ne peut que choisir entre recevoir et ne pas recevoir, et la distribution (*), donnant accès à celui-ci à un marché de libre choix (livre, disque, film, journal,...), en réalité, on est en présence d'un mélange des deux (la radio/télévision est de la distribution teintée de diffusion, puisqu'on dispose des programmes par l'intermédiaire des journaux) (voir la figure 2)

Cette décomposition souffre évidemment des exceptions, et c'est pourquoi, on opposera les média amplificateurs (porte-voix,...) et les média connecteurs (téléphone,...) aux média à support(s) pour lesquels les chaines de production et de réception existent et auxquels nous consacrerons la suite de cet exposé.

212 - LES MESSAGES UNIDIMENSIONNELS :

On appelle message unidimensionnel, un message pour lequel les signes qui entrent dans sa composition ne sont que d'une seule nature physique, dans ces conditions, on distinguera :

- les messages phoniques, faits de sons (destinés à l'oreille), linéaires et temporels.

- les messages scripturaux, faits de caractères (destinés à l'œil), linéaires et temporels (lecture de gauche à droite par exemple)

- les messages iconiques, composés d'images (destinés à l'œil),

- les messages cybernétiques, composés de signaux électriques, et destinés en général à la communication interne entre les parties d'un système (par exemple, codification impulsionnelle des nombres à l'intérieur d'un ordinateur (*)).

Très fréquemment, les messages utilisés sont multidimensionnels, par combinaison de deux ou plusieurs natures distinctes :

- messages scripto-iconiques : bande dessinée, texte dans lequel chaque caractère utilisé est choisi en fonction du contenu et du sens,..

- messages phono-iconiques : cinéma sonore, télévision,..

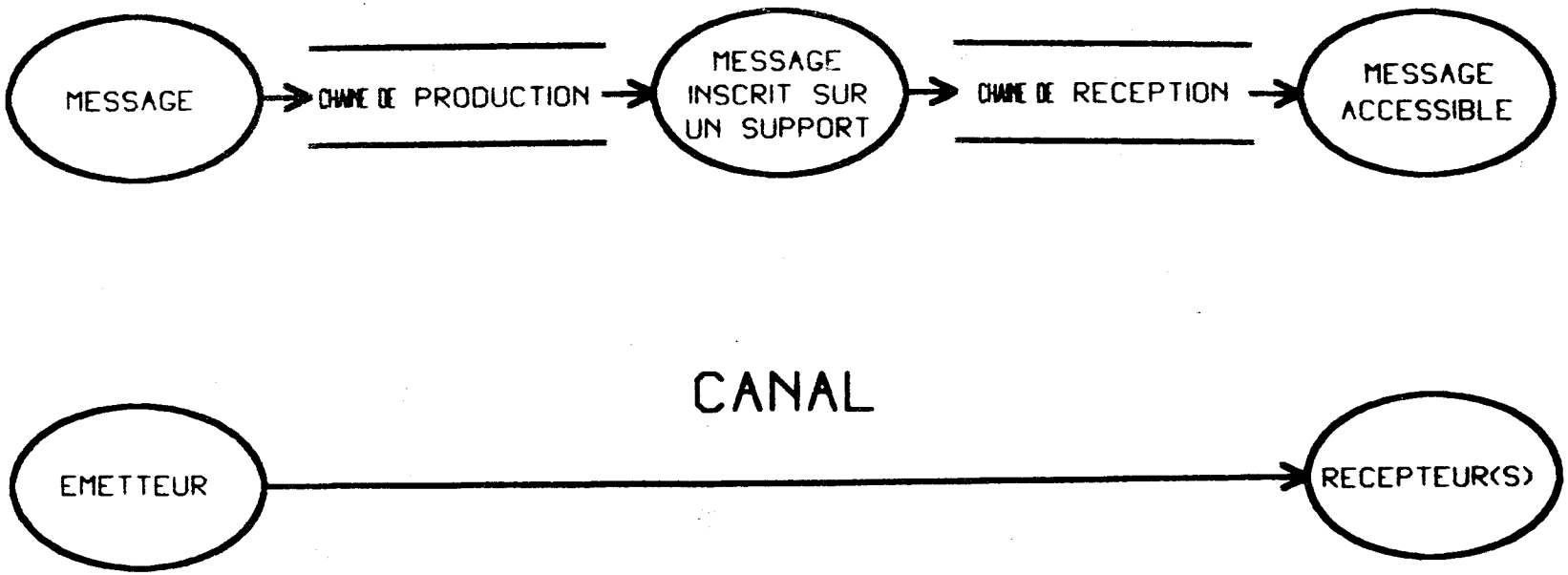


Figure 2 LE MEDIUM

2.13 - NOTION DE RETROACTION ("FEED-BACK"(*))

La vraie communication ne doit pas être un "dialogue de sourds", c'est pourquoi il est nécessaire que l'émetteur reçoive les réactions du récepteur au message. Ce "feed-back" peut être immédiat (téléphone,...) ou différé (courrier-réponse,...), avoir lieu par le même canal (téléphone,...) ou par un canal distinct et en général de caractéristiques différentes (émission télévisée et retour par le téléphone,...), et suivant la nature de la communication être utile (dans le cadre de l'enseignement, le retour permet d'évaluer la qualité du cours ainsi que le niveau des élèves) ou inutile, possible ou impossible (les manifestations dans une salle de cinéma n'atteindront que son directeur, et non pas le metteur en scène, c'est aussi un exemple d'inutilité !)

2.14 - LES TYPES QUANTITATIFS DE COMMUNICATION

Suivant le rapport entre le nombre d'émetteurs, et de récepteurs, et leur identité, on distinguera :

- la communication personnelle ("self-communication"), où émetteur et récepteur sont une seule et même personne : notes personnelles, "journal", autoscopie (*),...

- la communication interpersonnelle, qui met en jeu un émetteur et un récepteur distincts : téléphone, courrier,

- la communication de groupe, grâce à laquelle un émetteur est-en rapport étroit avec un nombre limité de récepteurs : conférence, visio-conférence, rapport, enseignement traditionnel,..

- la communication de masse, établit la communication entre un émetteur et un nombre indéterminé de récepteurs dispersés éventuellement dans le temps et dans l'espace : radiodiffusion, télévision, édition, presse,.. ("mass-média" (*))

2.2-ETABLISSEMENT D'UNE COMMUNICATION DE GROUPE OU DE MASSE

22 - ETABLISSEMENT D'UNE COMMUNICATION DE GROUPE OU DE MASSE

Après ces quelques définitions générales, recherchons un squelette commun à l'ensemble des communications et à partir duquel nous mettrons en évidence les quelques points faibles et goulots d'étranglement des procedés classiques.

221 - LE POINT DE DEPART : soit une population P ; celle-ci formera nos récepteurs potentiels R et peut être caractérisée par sa localisa- géographique, son niveau intellectuel, son sexe, sa manière de se vêtir, de se nourrir,. Soit de plus une tierce personne (ou un groupe) désirant communiquer de l'information à P (1), ou prenant conscience d'un besoin de P (2), cette personne ou ce groupe constituera notre émetteur E représenté par un promoteur responsable de la communication.

(1) E —INFORMATION→ R : art, publicité, enseignement traditionnel, informations générales, propagande,...

(2) E ←BESOIN— R, E —INFORMATION→ R : enseignement socratique, formation permanente, réalisations spécialisées (livres techniques,...), services de renseignements et de documentation,...

E doit alors se poser trois questions :

Quoi dire?	(nature et finalité)
A qui?	(niveau de la population)
Comment?	(canal (*) utilisé)

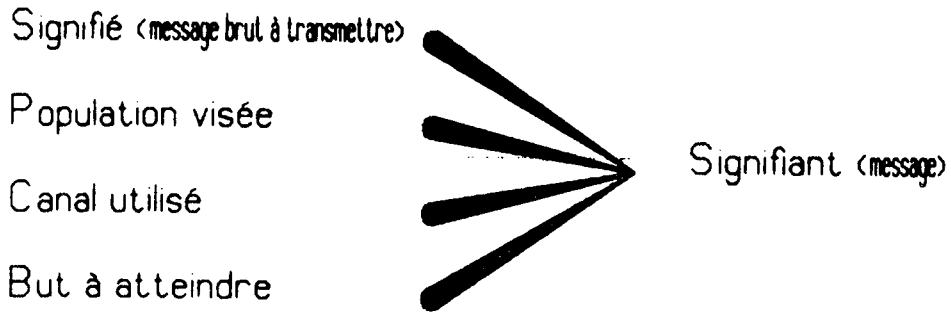
222 - QUOI DIRE? OU LE BUT A ATTEINDRE

Partant d'un signifié donné à transmettre, il s'agit de trouver le signifiant qui lui conviendra et l'habillera le mieux. Par exemple :

Signifié = 'achetez le produit X' , aura des signifiants très différents, suivant que :

X='une grue de chantiers à tour'
ou X='une paire de chaussettes qui ne tombent pas'

Ce choix dépend bien évidemment aussi de la population visée (on ne vend pas une calculatrice de poche à un ingénieur informaticien, comme on la vendra à une ménagère), du canal utilisé (une page de journal ne se "travaille" pas de la même manière qu'une séquence télévisée !), et du but à atteindre (un paquet de cigarettes ne se présente pas de la même façon suivant que l'on vante telle marque, ou qu'il s'agit d'une campagne anti-tabac !).



2.2.3 - A QUI? Une enquête (au sens large) devra définir précisément la population visée sous les angles :

- social,
- culturel,
- intellectuel,
- politique,
- ...,

et mettre en évidence ses besoins précis dans les domaines :

- didactiques,
- culturels,
- artistiques,
- des loisirs,
- ....

On constituera ainsi ce que l'on pourra appeler le niveau d'entrée de la communication. Une connaissance parfaite de celui-ci est évidemment nécessaire si l'on veut prétendre au meilleur résultat, suivant les critères :

- du résultat individuel (chaque individu de R a-t'il perçu correctement le message, et en-a-t'il tiré le meilleur profit?)
- du résultat global (toute la population P visée a-t'elle été atteinte?)
- économique (quel est le bénéfice retiré de l'opération) : c'est le critère fondamental de toute opération publicitaire!

Le résultat de la communication fera souvent l'objet d'une évaluation (le but a-t'il été atteint? y-a-t'il eu satisfaction?) :

- soit volontaire (rétroaction (*) dans un système d'enseignement programmé)
- soit forcée (système d'enquêtes provoquées par l'émetteur E lui-même, et faisant l'objet d'une deuxième communication!)

2.2.4 - COMMENT? : Suivant les caractéristiques de la population P (nombre, niveau d'entrée, localisation géographique, sexe, âge,...) on choisit le ou les canaux de la communication. On notera que le promoteur, suivant ses goûts, ses préférences ou bien ses dons influera plus ou moins consciemment sur ce choix. Par exemple, lorsque Fred Hoyle communique le résultat d'une découverte en astro-physique, il utilise facilement le message scriptural, par contre Louis Leprince-Ringuet utilise indifféremment les messages scripturaux et phono-iconiques (discussion télévisée).

Bien entendu, d'autres facteurs entrent en ligne de compte, par exemple :

- économique (tous les canaux n'ont pas le même coût d'utilisation),
- de la disponibilité (le canal souhaité n'existe pas toujours là et quand il le faudrait),
- de la maitrise (comme on le verra par la suite, la mise en œuvre des canaux nécessite des spécialistes).

2.2.5 - LE SCENARIO DE LA COMMUNICATION

Après avoir répondu aux trois questions précédentes (Quoi? A qui? Comment?), le promoteur devra établir un scénario rigoureux de la communication, document technique contenant chaque phase des chaines de production et de réception, et pour chacune des phases, le détail précis des actions à mener à bien, les personnes (spécialistes) concernées, le matériel nécessaire, le temps requis, les coûts évalués, .

Le terme 'scénario' doit être entendu dans un sens beaucoup plus large qu'on ne l'entend habituellement dans le milieu cinématographique, il inclut ici, tout ce qui doit être fait, et par qui, et

comment, depuis la conception abstraite du message, jusqu'à sa réception, et éventuellement jusqu'à son évaluation et ses redistributions possibles! Par exemple pour un cours audiovisuel, on y trouvera le scénario traditionnel des séquences (avec leurs dialogues et mise en scène), mais aussi la méthode pédagogique de diffusion du cours, les tests d'évaluation, l'exploitation de ces tests, le rôle de l'animateur du groupe,...
(voir la figure 3)

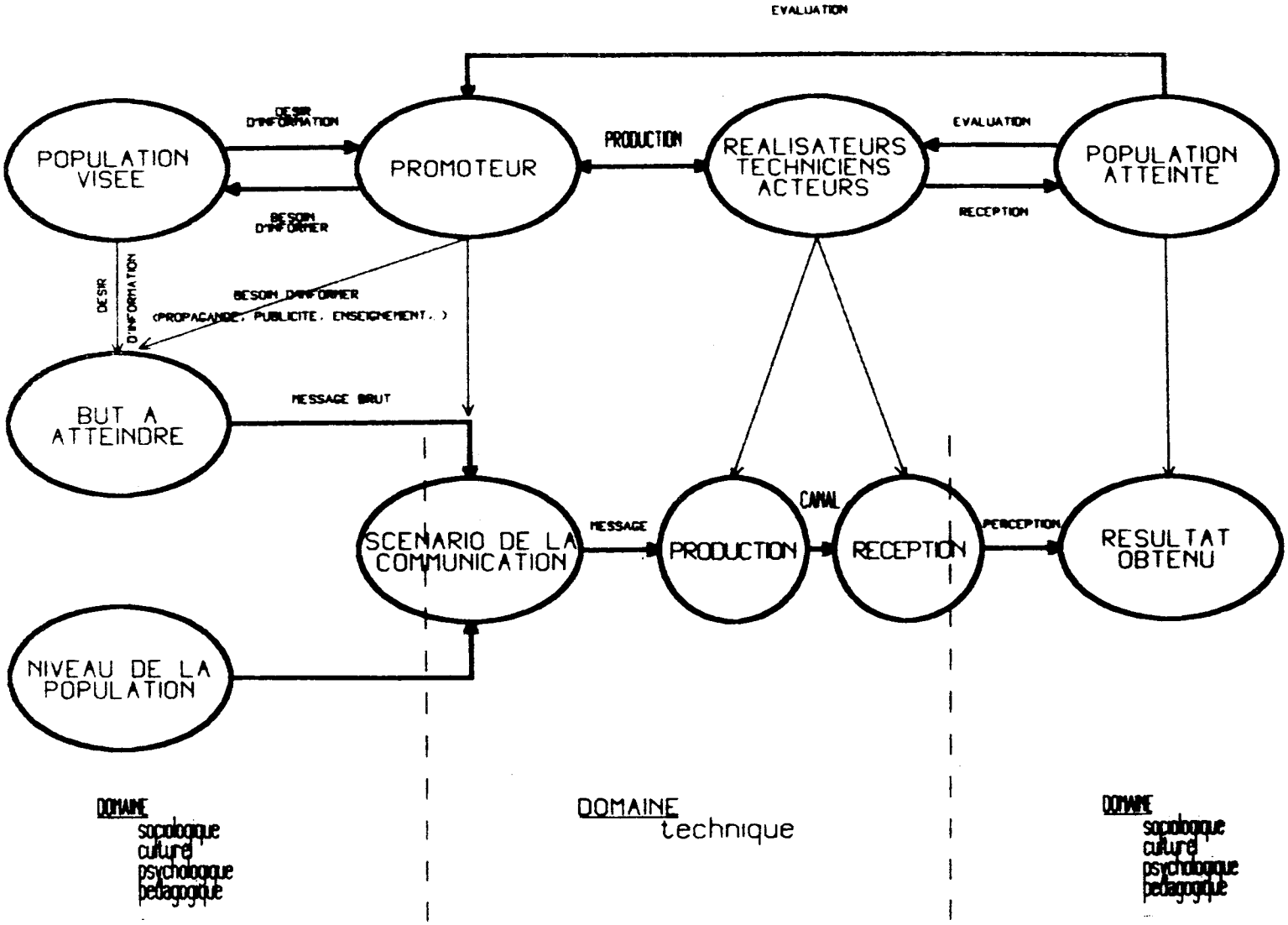
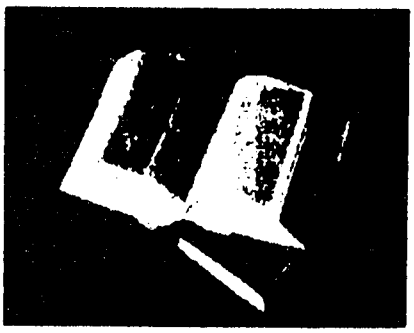


Figure 3 SCENARIO DE LA COMMUNICATION

2.3-LES TECHNIQUES



2.3 - LES TECHNIQUES (*) : La figure 3 fait apparaître un domaine technique, c'est-à-dire un domaine à l'intérieur duquel on peut exclure autant que faire se peut la subjectivité. Il recouvre une partie de l'établissement du scénario de la communication (puisque ce dernier est rédigé en tenant compte de tous les moyens utilisés), la chaine de production (dans la mesure où le scénario est rigoureux, et ne laisse place à aucune improvisation), et enfin la partie non perceptive de la chaine de réception. Il n'est point question d'ébaucher ici une méthodologie du scénario, c'est pourquoi, nous allons nous limiter aux chaines de production et de réception respectivement.

2.3.1 - LES TECHNIQUES DE PRODUCTION : on distingue :

2.3.1.1 - LES TECHNIQUES ISOLEES : On qualifie ainsi les techniques qui se suffisent à elles-mêmes, et parmi lesquelles on rencontre :

- le dessin : graphisme, peinture,..
- la prise de vues : photographique,
  cinématographique (8 mm, super 8, 16 mm,...)
  "video" (*),...
- la prise de sons : musique,
  bruits concrets,..
- la typographie (*), la lithographie (*), l'"offset" (*),...
- (..)

2312 - LES TECHNIQUES D'ENSEMBLE : Elles désignent les techniques faisant appel à d'autres pour s'exprimer On trouve ainsi :

- le cinématographe qui utilise la prise de vues (enregistrement de scènes), la prise de sons (pour les dialogues, la musique, le bruitage,...), le dessin (génériques, décors,...), l'animation,...

- l'animation qui utilise le dessin (obtention de chaque image à partir d'un dessin), la prise de vues (pour assurer l'enchaînement temporel des images), la prise de sons (au même titre que pour le cinématographe),...

- la télévision qui exploite toutes les techniques pré-citées, et dispose des moyens appropriés permettant la mise sous forme d'un signal vidéo-fréquence (*) de toutes les informations ainsi produites.

- l'édition qui utilise le dessin, la prise de vues photographique, la composition pour la préparation des images et des textes, la typographie (*), la lithographie (*),..., pour leur reproduction sur papier

- (...)

232 - LES TECHNIQUES DE RECEPTION :

La classification qui va suivre, est établie en fonction du comportement possible du ou des récepteurs, lors de la perception du message. Ce comportement fait partie du scénario de la communication, et n'est pas à confondre avec celui que chacun est libre d'adopter : par exemple, si le promoteur a prévu une réponse de la part du (des) récepteur(s), celui-ci a (ceux-ci ont) le choix entre répondre et ne pas répondre !

On distingue ainsi :

2321 - LA RECEPTION PASSIVE : Le récepteur n'est alors que spectateur d'après le scénario de la communication. Toute manifestation de sa part est inutile (mais parfois inévitable !), aucun retour d'informations ("feed-back" (*)) n'a lieu vers l'émetteur. C'est le cas des média suivants :

- la télévision commerciale (et la radiodiffusion),
- le "livre",
- l'enseignement traditionnel (où jusque dans un passé récent toute réaction spontanée de l'élève était réprimandée et assimilée en général à une rébellion, et non à un désir d'expression),
- l'art traditionnel (au sens classique des musées),
- (...)

2.3.2.2 - LA RECEPTION ACTIVE : De spectateur, le récepteur devient acteur, et la communication s'établit, se poursuit, ou bien s'arrête en fonction des réactions de celui-ci. Ces méthodes actives qui ont pour but de favoriser la créativité, sont utilisées par les médias suivants :

- la télévision communautaire (*),
- l'enseignement audiovisuel (*),
- l'enseignement assisté par ordinateur,
- la conception assistée par ordinateur,
- les groupes de travail ("brainstorming"),
- certaines formes d'art (particulièrement au niveau des spectacles : danse, musique,..., il est à remarquer que la réception artistique active n'est pas l'apanage de recherches contemporaines, mais existe depuis la nuit des temps dans toutes les civilisations tribales !),
- (...)

2.3.3 - UNE REMARQUE QUI S'IMPOSE !

Pour qui a déjà visité une régie de télévision, il est clair que la manipulation maitrisee d'une table de trucage ne s'improvise pas, mais requiert des connaissances techniques approfondies, et une grande expérience. Une constatation identique pourrait être faite au sujet de chacune des techniques de production et de réception énumérées précédemment, on ne s'improvise pas "ingénieur de la vision", de même que l'on ne s'improvise pas "monteur offset" (*). Toutes ces techniques exigent des spécialistes, et si le "génie" est appréciable, il n'en est pas moins vrai que les connaissances techniques et l'expérience sont nécessaires.

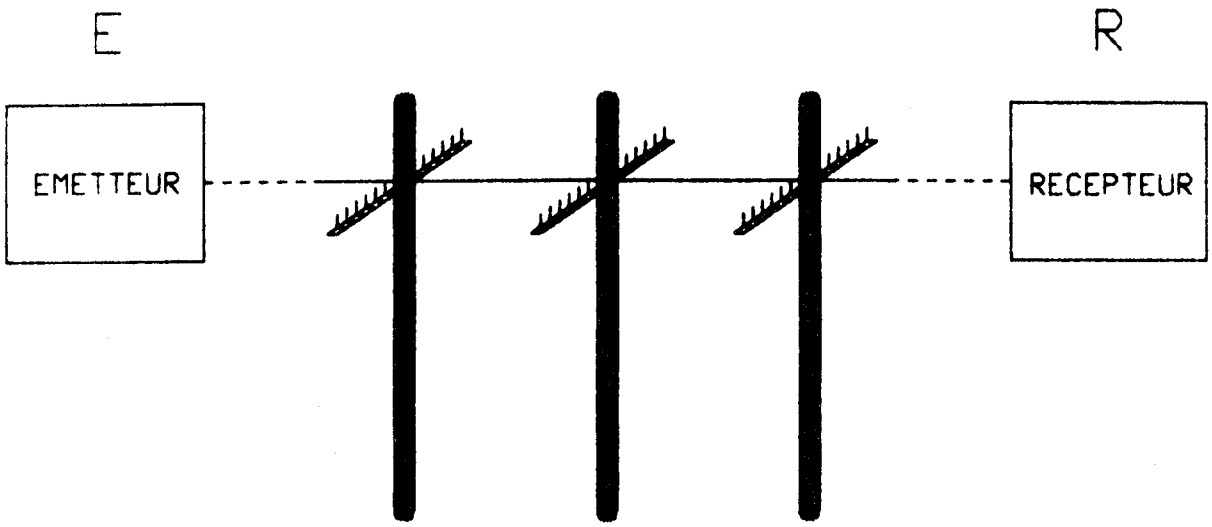
TECHNIQUES DE PRODUCTION ET DE RECEPTION $\Longrightarrow$ NECESSITE DE SPECIALISTES

On pourrait d'ailleurs expliquer par ce biais l'insuccès relatif des expériences de télévision communautaire (*). La bonne volonté ne suffit pas toujours, et une émission de télévision réalisée par des amateurs est souvent ennuyeuse et remplie d'erreurs techniques (sans tenir compte des moyens financiers mis en œuvre !) et "syntaxiques" (mise en scène par exemple).

234 - UN EXEMPLE DE REALISATION :

Imaginons un professeur désireux d'insérer dans un cours audiovisuel (*) une animation illustrant la transmission asynchrone de données suivant le Code Baudot (ou code télégraphique).

2341 - L'IDEE : Il s'agit de montrer visuellement deux postes (Emetteur et Récepteur) reliés par voie télégraphique



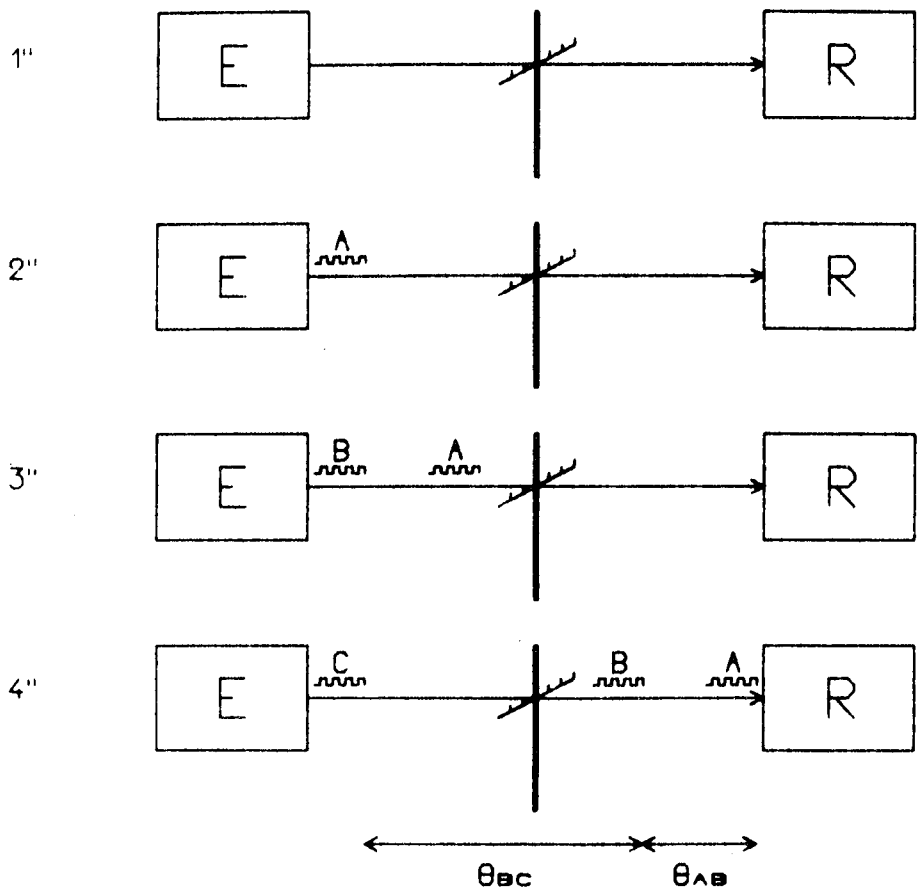
puis, la transmission asynchrone de caractères codés suivant le schéma :

1 BIT START + 5 BITS DE DONNEES + 1,5 BIT STOP (code baudot),

circulant de E vers R indépendamment les uns des autres :

2342 - LA PREPARATION LE "STORY BOARD"

Notre professeur va établir un scénario de l'animation, sous la forme des dessins principaux accompagnés de commentaires suffisants, et d'un minutage précis :



Mais malheureusement

- ses "dons artistiques" (ou plutôt leur absence), font qu'il éprouve quelques difficultés à traduire graphiquement ses pensées,
- de plus, il a tendance à trop schématiser ses désirs, à omettre les détails qui pour lui constituent des évidences,.

En conclusion, le promoteur, en général :

- s'exprime mal, incomplètement ou insuffisamment,
- manque de soin et de précision,
- (..)

2343 - LE DESSIN : Le scénario arrive ensuite entre les mains d'un ou plusieurs dessinateurs (et parfois d'un "intervalliste" (*) dans le cas d'animations complexes, comportant en particulier des êtres animés) Il s'agit alors de mettre au propre les "brouillons" du professeur, et là, deux types de fautes sont possibles

- les fautes d'interprétation : par exemple, le but de cette réalisation est de montrer que les intervalles de temps $\theta_{\wedge\blacksquare}$ et $\theta_{\blacksquare c}$ séparant les caractères sont indépendants et distribués aléatoirement, en particulier, il ne faut pas montrer

$\theta_{\wedge\blacksquare} = \theta_{\blacksquare c}$

ou $\theta_{\wedge\blacksquare} = \theta_{\blacksquare c}$ = durée d'un caractère

ou $\theta_{\wedge\blacksquare} = \theta_{\blacksquare c}$ = durée d'un bit

( ),

L'erreur commise le plus fréquemment par le dessinateur, sera de faire $\theta_{\wedge\blacksquare} = \theta_{\blacksquare c}$, qui risque d'imprégner plus profondément les élèves que le commentaire d'accompagnement tentant de définir l'asynchronisme par des mots!

- les fautes de copie : le dessinateur donnera par exemple à l'élément 'STOP' une durée d'un bit alors qu'elle devrait être de 1,5.

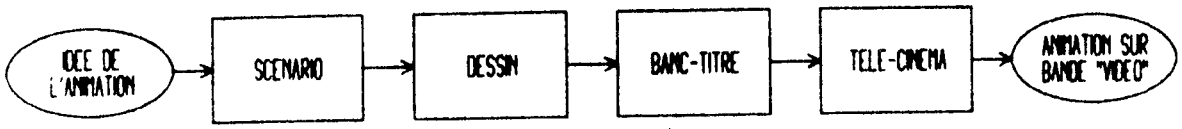
Enfin, le résultat de cette phase est une série ordonnée de dessins entachés, éventuellement, d'erreurs!

2344 - LE PASSAGE AU BANC-TITRE (*) Chaque dessin est enregistré une ou plusieurs fois (suivant le scénario) sur un support cinématographique (film) On obtient ainsi un film qui, une fois projeté, nous permettra de visualiser l'animation prévue.

2345 - LA CONVERSION "VIDEO" LE TELE-CINEMA (*)

Enfin, le film est recopié sur un support "vidéo" (*) (bande de magnétoscope (*)) à l'aide d'une technique de télé-cinéma (*).

2346 - CONCLUSION Après cette longue chaine d'intermédiaires, l'animation est disponible sur un support télévision.



Suivant la complexité du travail demandé, la charge du système de production, la compétence et la disponibilité de chaque intermédiaire, et la lourdeur des interfaces (*), le temps total demandé pour une animation est de plusieurs semaines (voire plusieurs mois!)

Il est important de noter que les erreurs mentionnées au paragraphe 2343 page 19 (plus celles pouvant évidemment apparaitre au banc-titre (*) dans l'ordre des images,) ne seront constatées par le promoteur (ici, notre professeur) que sur la bande de magnétoscope (*) résultat de la chaine En effet, soit il n'a pas le temps ou les moyens de suivre le produit au cours de son évolution, soit enfin, cette chose lui est interdite par des réglements internes ou externes (cas où il fait appel à une société de services) De plus, étant donnée la lourdeur des moyens mis en œuvre, il est toujours coûteux et difficile (pour ne pas dire impossible!) d'apporter des modifications ou des corrections sur le produit fini.

2.4-LES PROBLEMES DE LA PRODUCTION/RECEPTION

2.4 - LES PROBLEMES DE LA PRODUCTION ET DE LA RECEPTION :

La remarque 2.3.3 page 15 et l'exemple 2.3.4 page 17 font apparaître que toute chaine de production/réception est composée d'une ou plusieurs suite(s) ordonnée(s) de spécialistes. La conséquence en est immédiate : l'objectif atteint après mise en forme du message n'est pas l'objectif visé (voir la figure 4)

- le message reçu n'est pas le message à transmettre (ou attendu) il y a eu distorsion du fond et/ou de la forme.

- le message reçu n'est plus le message à transmettre (ou attendu) : son contenu a vieilli, et, est parvenu trop tard

Ces deux causes ne sont pas exclusives l'une de l'autre, et peuvent donc se combiner (même les fausses nouvelles peuvent arriver après bien des délais), leurs effets sont variables et dépendants du message lui-même (apprendre la démission du président Nixon avec une année de retard, et admirer une sculpture un an après sa réalisation).

Sur le plan économique, les chaines, les interfaces (*), les erreurs sont coûteuses. Le manque de souplesse des infrastructures limite la créativité et les expériences (en reprenant l'exemple 2.3.4 page 17, le professeur peut se poser la question de savoir s'il vaut mieux placer l'Emetteur E à gauche et le Récepteur R à droite (la lecture des images se faisant en général comme pour les textes) ou bien le contraire : mais pourtant, il lui faut choisir, il ne peut faire réaliser les deux animations et les essayer!).

Les structures traditionnelles engendrent donc :

- des erreurs,
- des coûts,
- des délais,

et enfin diminuent l'originalité et freinent la créativité des promoteurs. La suite de cet exposé consiste à montrer qu'à l'aide d'un système informatique, il est possible d'espérer une amélioration de cet état de fait.

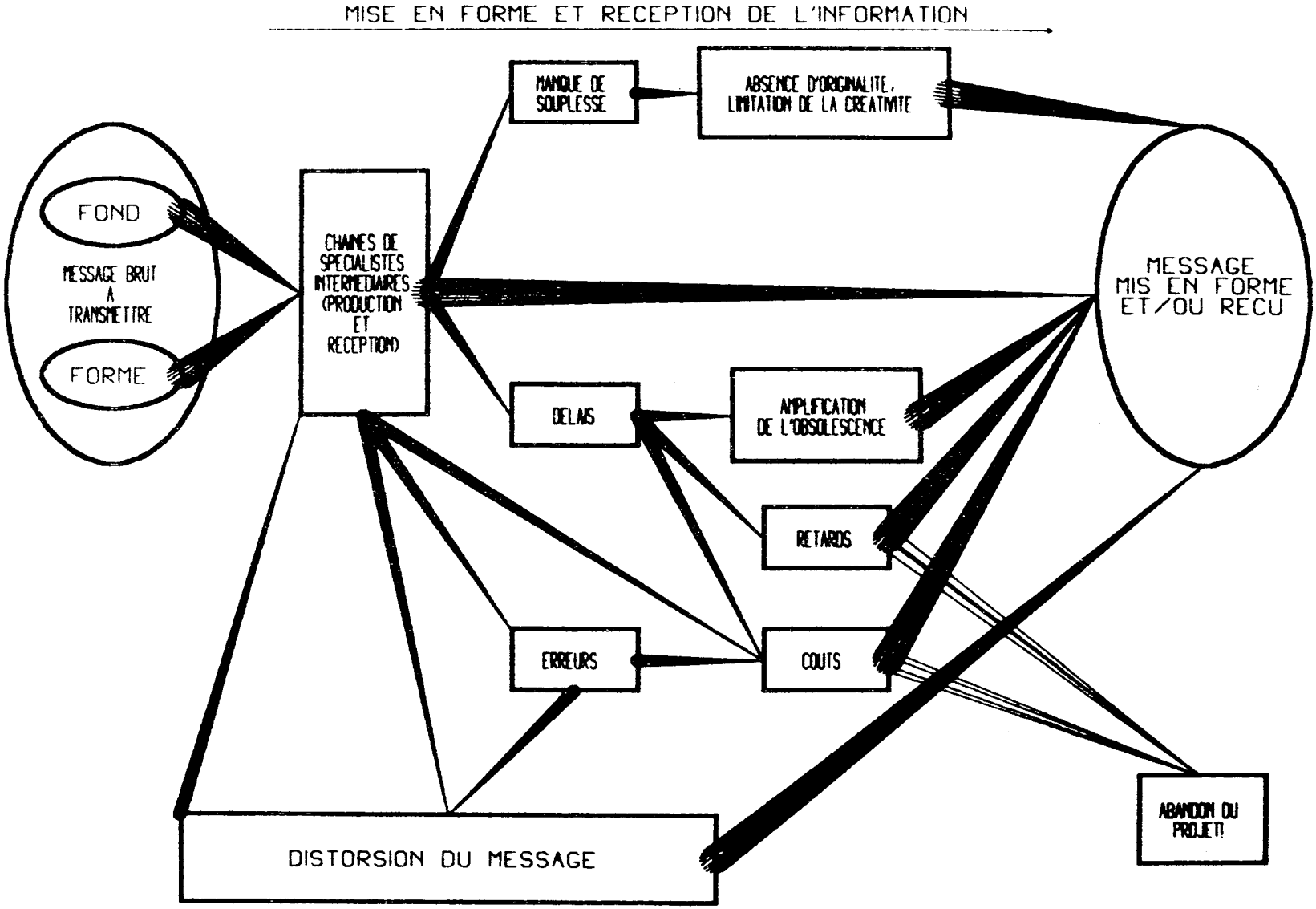
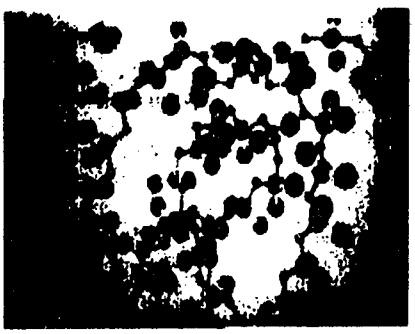


Figure 4: LES PROBLEMES DE LA PRODUCTION/RECEPTION

2.5-UNE SOLUTION:
LE SYSTEME SMC



25 - UNE SOLUTION : LE SYSTEME SMC :

Dans la mesure où le scénario de la communication est rigoureux et strict, les spécialistes intermédiaires des chaines de production/réception n'agissent qu'en tant qu'interprètes du promoteur. Ainsi que nous avons pu le noter précedemment, cette interprétation est subjective et sujette à erreur, ces spécialistes restent chacun dans leur domaine, d'où l'apparition d'interfaces (*) génératrices de dialogues de sourds (problèmes de langages communs), et d'erreurs de transmission. On voit alors apparaitre une solution (la solution?) mettre à la disposition du promoteur une machine suffisamment puissante pour remplacer les techniciens, et suffisamment souple pour que son utilisation soit ouverte à tous. La réalité sera moins brutale et moins tranchante : les spécialistes subsisteront et utiliseront cette machine, mais les tâches seront accomplies avec des délais sans rapport avec ceux des méthodes traditionnelles. Ainsi par exemple, il sera possible de montrer N formes possibles d'un message à transmettre, laissant ainsi la possibilité d'essayer chacune d'elles en espérant ainsi choisir la plus "efficiente" (efficace, capable de rendement, absente d'erreurs,...).

25.1 - L'ORDINATEUR (*) : L'ordinateur doit être considéré comme un générateur de machines virtuelles (le mot 'machine' étant entendu au sens large et ne se restreignant pas au terme informatique). Ces machines virtuelles pourront être des simulations de machines existantes, ou bien des réalisations de machines créées grâce à ce "méta-outil".

ORDINATEUR = GENERATEUR DE MACHINES VIRTUELLES

Cette génération pourra faire cohabiter du matériel (*) et du logiciel (*) : par exemple une "machine à dessiner" comprendra une table traçante et un programme de définition de formes graphiques.

252 - UN SYSTEME INTEGRE : SMC (SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL)

La solution que nous proposons, et que nous allons expliciter par la suite, est constituée

- d'une part, d'ensembles informatiques et de matériels de communication (au sens entendu jusqu'à présent),

- d'autre part, du logiciel (*) assurant le fonctionnement et le dialogue des différentes machines virtuelles (voir la figure 5)

Dans la suite de cet exposé, on appelera Utilisateur (*) une personne ou un groupe de personnes accédant au système SMC aussi bien en tant qu'Emetteur, que Récepteur

UTILISATEUR = EMETTEUR/RECEPTEUR

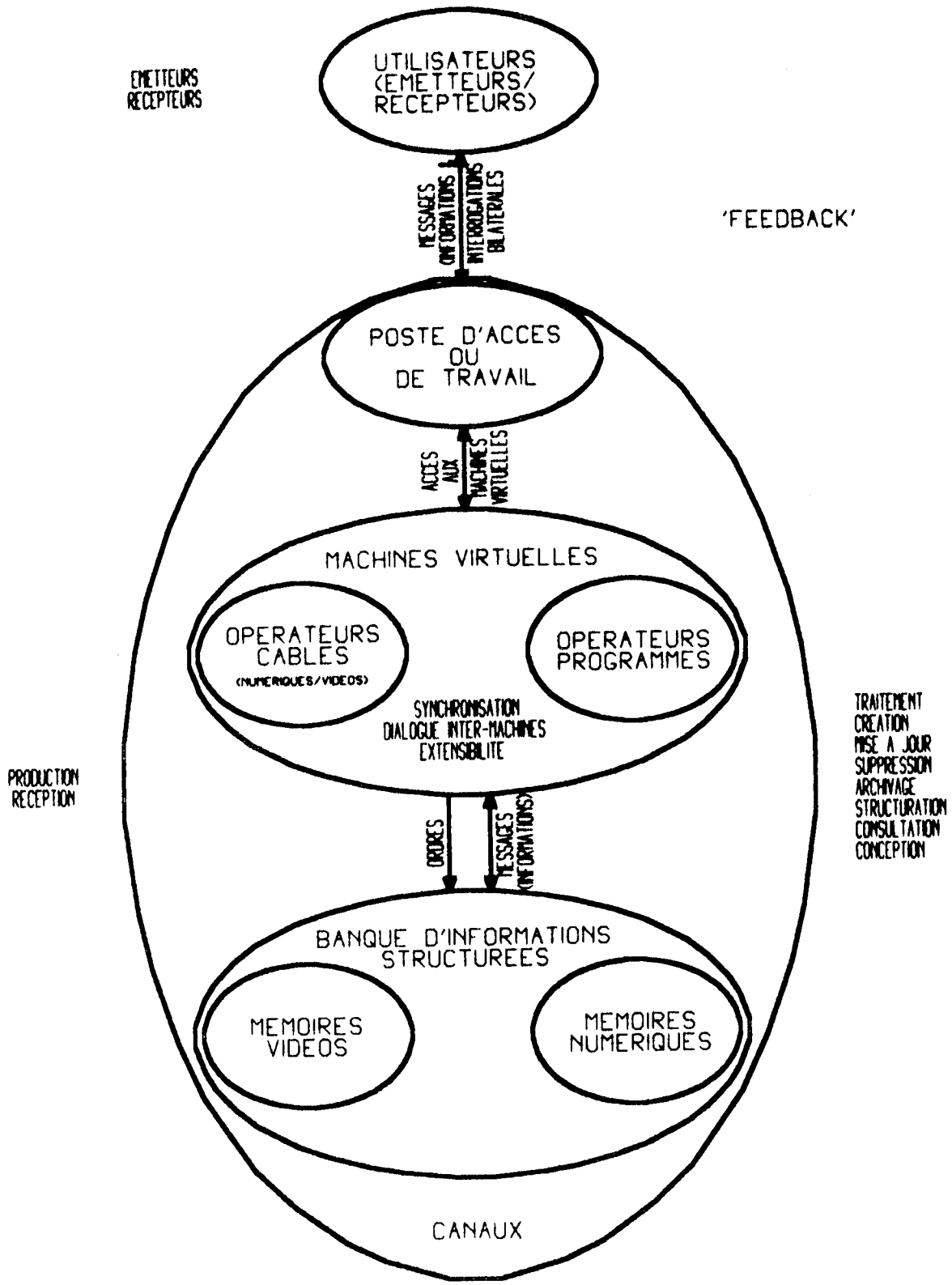


Figure 5 STRUCTURE LOGIQUE DU SYSTEME SMC

3-DESCRIPTION DE SMC

Après avoir décrit en détail les composantes matérielles de SMC nous étudierons les modules logiciels (*) permettant d'atteindre le but fixé. Construire un "système informatique au service de la communication" ne suffit pas, il ne s'agit pas d'un simple exercice de style, et que vaudrait cette réalisation si elle était obtenue au prix d'un coût prohibitif ? Vouloir un "système au service de la communication" c'est d'abord vouloir un système ouvert et accessible à tous (personnes isolées, groupes, entreprises de toute taille, écoles, lycées,..) : ce deuxième objectif nous a incité à placer un mini-ordinateur au cœur du système, et autour de lui des matériels standards dans la mesure du possible. Ainsi, on aboutit à une configuration possédant les propriétés suivantes :

- faible côut (d'où accessibilité),
- standard (matériel facile à acquérir, et ayant fait ses preuves,)
- fiable (entretien réduit, voire inexistant) et consommant peu,
- faible encombrement (quelques dizaines de mètres carrés),
- mobilité de l'installation (démontrée par quelques déménagements lors de la participation à des expositions),
- modulaire et extensible (valable pour le matériel (*) comme pour le logiciel (*)!), donc modifiable et susceptible d'évolution!

On notera qu'il ne s'agit pas ici de raisons données a posteriori, mais bien plutôt de celles qui ont guidé notre choix, puisqu'en effet, nous avions la possibilité de concrétiser nos idées sur un ordinateur CII 10070 en version maximale!

3.1-LES MATERIELS

3.1 - LES MATERIELS : Suivant qu'ils mémorisent, traitent ou restituent des informations numériques (*) ou analogiques (*) respectivement, on distinguera dans SMC

- les matériels informatiques, et
- les matériels audiovisuels (*)

Ces deux types auront évidemment des frontières communes (interfaces (*)) en certains points du système.

311 - LES MATERIELS INFORMATIQUES :

Comme cela a été annoncé en introduction page 25, nous avons porté notre choix sur un mini-ordinateur : le T1600 de la "Télémécanique Informatique", parce qu'il possédait les propriétés requises (coût, standardisation, fiabilité, modularité,...).
(voir la figure 6)

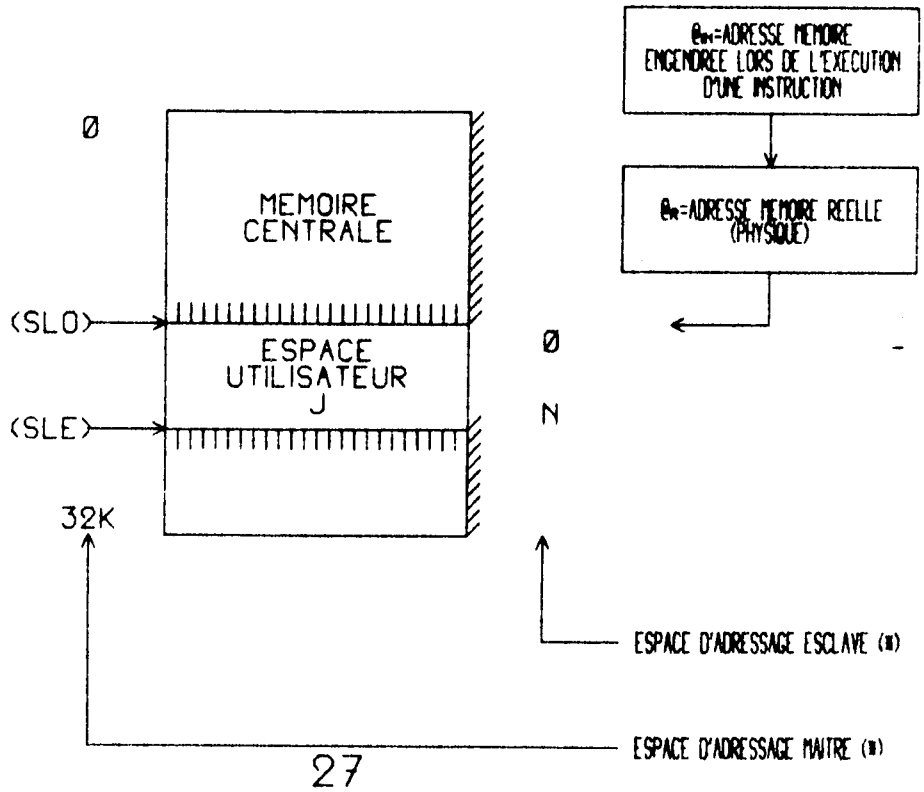
3111 - L'ORDINATEUR - PRESENTATION DU T1600

Le T1600 est un mini-ordinateur micro-programmé (*) à mots de 16 bits. Sa version de base contient une centaine d'instructions auxquelles il convient d'ajouter les codes flottants, et surtout les opérations P et V sur sémaphores (*).

1 - L'UNITE DE TRAITEMENT : Douze registres sont directement accessibles

A	accumulateur (arithmétique et logique),
B	extension de A,
X	index (*),
Y	registre de travail,
C, L, W	bases d'adressage (*),
K	pointeur de pile (*),
P	compteur ordinal (*),
S	registre d'état (en particulier mode maître/esclave),
SLO, SLE	utilisés pour la protection mémoire et la translation dynamique des programmes.

C, L, W et K facilitent la programmation réentrante (*)



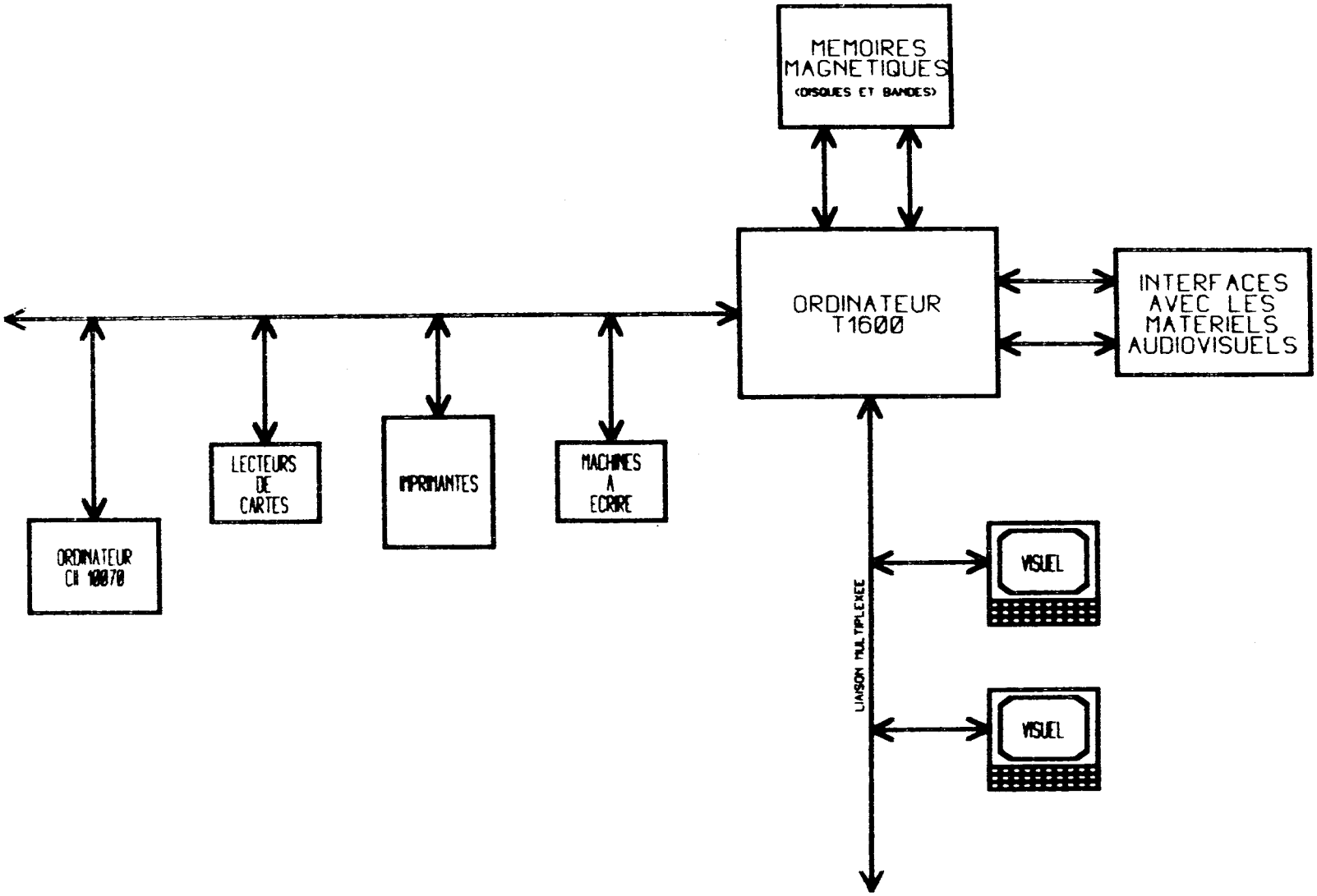


Figure 6 LES MATERIELS INFORMATIQUES

a - en mode maitre : $@_R = @_{IN}$,
et la protection mémoire n'existe pas.

b - en mode esclave . (1) : $@_R = @_{IN} + (SLO)$, $\forall\ @_{IN}$.
et il y a violation mémoire si
(2) : $@_R < (SLO)$ ou $@_R > (SLE)$.

On voit ainsi, (2) qu'à condition de faire travailler les utilisateurs en mode esclave (*), ceux-ci ne pourront perturber le reste du système (moniteur (*) ou utilisateurs), et (1) que de plus, l'exécution de leurs programmes sera indépendante de l'implantation physique de ceux-ci (donnée par (SLO)), autorisant ainsi la translation dynamique.

2 - LES NIVEAUX D'EXECUTION : Le T1600 dispose de 8 niveaux associés aux événements externes (interruptions (*)), appelés "niveaux hardwares" NH :

EVENEMENT(S) EXTERNE(S) ——θ——→ NH (ø à 7)

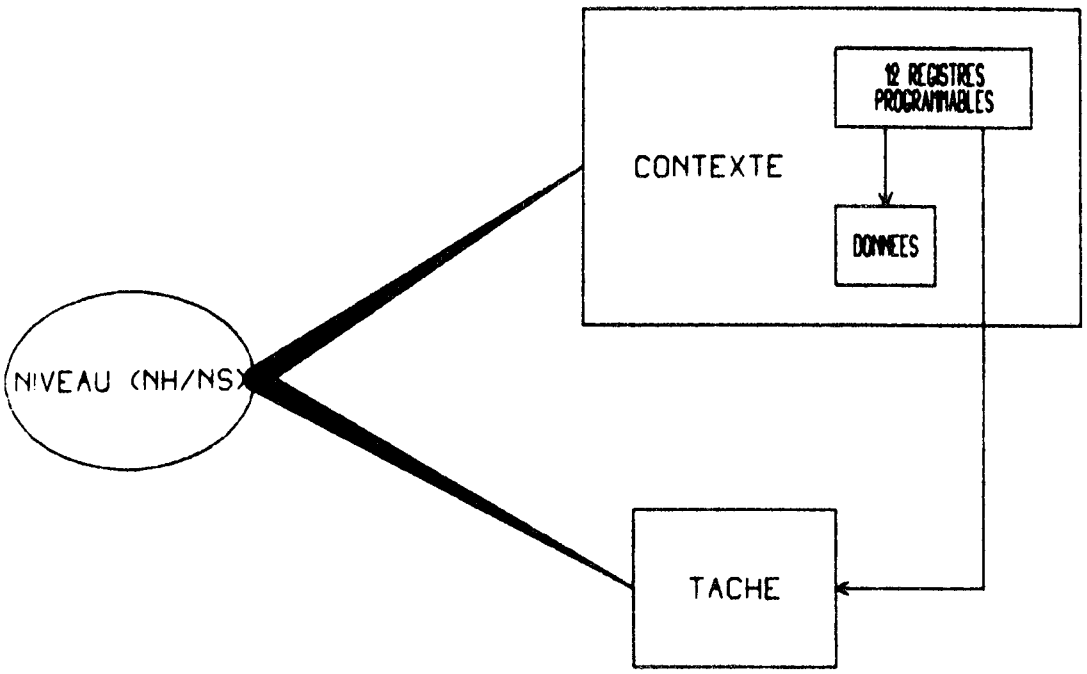
L'originalité de ce calculateur réside dans le fait qu'un certain nombre de mécanismes microprogrammés (*) (regroupés sous le vocable de "micro-scheduler") permettent de réaliser des événements internes, et de leur associer des niveaux hiérarchisés baptisés "niveaux softwares" NS

EVENEMENT(S) INTERNE(S) ——θ——→ NS (ø à 127)

A chacun de ces niveaux (NH ou NS) sont attachés :

- un CONTEXTE (*) constitué par la valeur des 12 registres programmables vus précédemment et par les données accessibles par l'intermédiaire des "registres adresses" C, L, W, K,

- une TACHE (*) formée d'un ensemble logique d'instructions repérées en permanence par le registre P du contexte (*)



On peut alors assimiler les TACHES à des MACHINES VIRTUELLES simulées dans l'unité de traitement réelle à l'aide du "micro-scheduler" qui opère l'ordonnancement de celles-ci, la sauvegarde et la restauration des contextes, et assure la transmission des événements internes par l'intermédiaire de sémaphores (*) et des opérations P et V qui s'y rattachent.
(voir la figure 7)

A un instant 't' donné, et à condition qu'aucun événement externe (interruption (*)) n'apparaisse, une seule machine virtuelle est simulée dans l'unité de traitement réelle, l'ordonnancement des simulations est réalisé par le "micro-scheduler" à l'aide d'indicateurs d'etat associés à chacun des niveaux (seuls, sont explicités ceux qui ont de l'intérêt pour la suite de l'exposé).

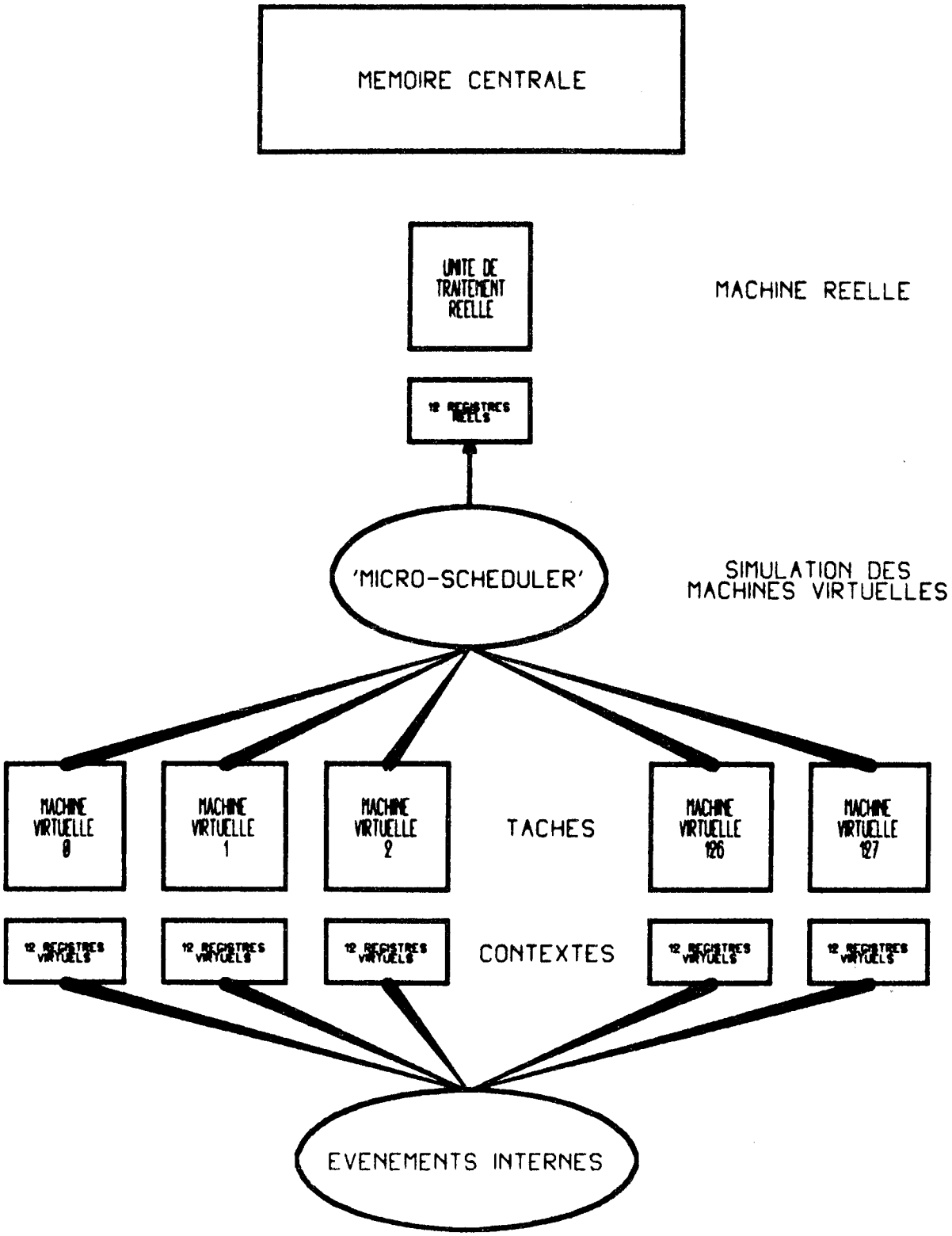


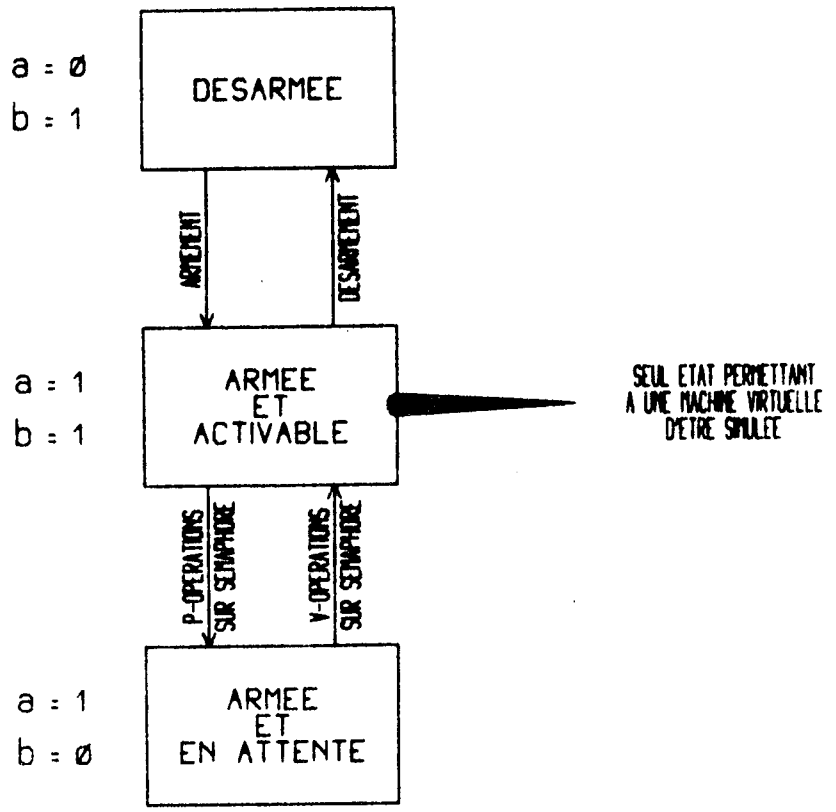
Figure 7 LES 128 MACHINES VIRTUELLES

Considérons le niveau NS_i : la tache T_i (ou machine virtuelle) est caractérisée par :

$a = ASTF(i) = \emptyset$: T_i est désarmée (DESARMEE),
1 : T_i est armée (ARMEE),

$b = ESTF(i) = \emptyset$: T_i attend un événement interne (EN ATTENTE),
1 : T_i n'attend rien (ACTIVABLE)

les transitions autorisées sont données par le diagramme suivant :



(on notera que la réalisation des événements internes se fait à l'aide de V-OPERATIONS (*) sur sémaphores (*))

L'ensemble (T0, T1, ..., Ti, ..., T127) des Ti forme une suite strictement ordonnée, classée par ordre de priorité décroissante de 0 à 127. Enfin, on trouvera dans la figure 8, les transitions possibles et autorisées entre les différents niveaux d'exécution sous lesquels peut se trouver l'unité de traitement réelle à l'instant 't'.

3 - L'ARCHITECTURE DU T1600 : Le T1600 utilise deux bus (*).

a - le bus mémoire qui met en relation les processeurs (*) (unité de traitement réelle et accès direct mémoire (*) ou ADM) et la mémoire

b - le bus général qui assure le dialogue entre l'unité de traitement réelle et les systèmes d'interruption (*) et d'entrées-sorties.

(voir la figure 9)

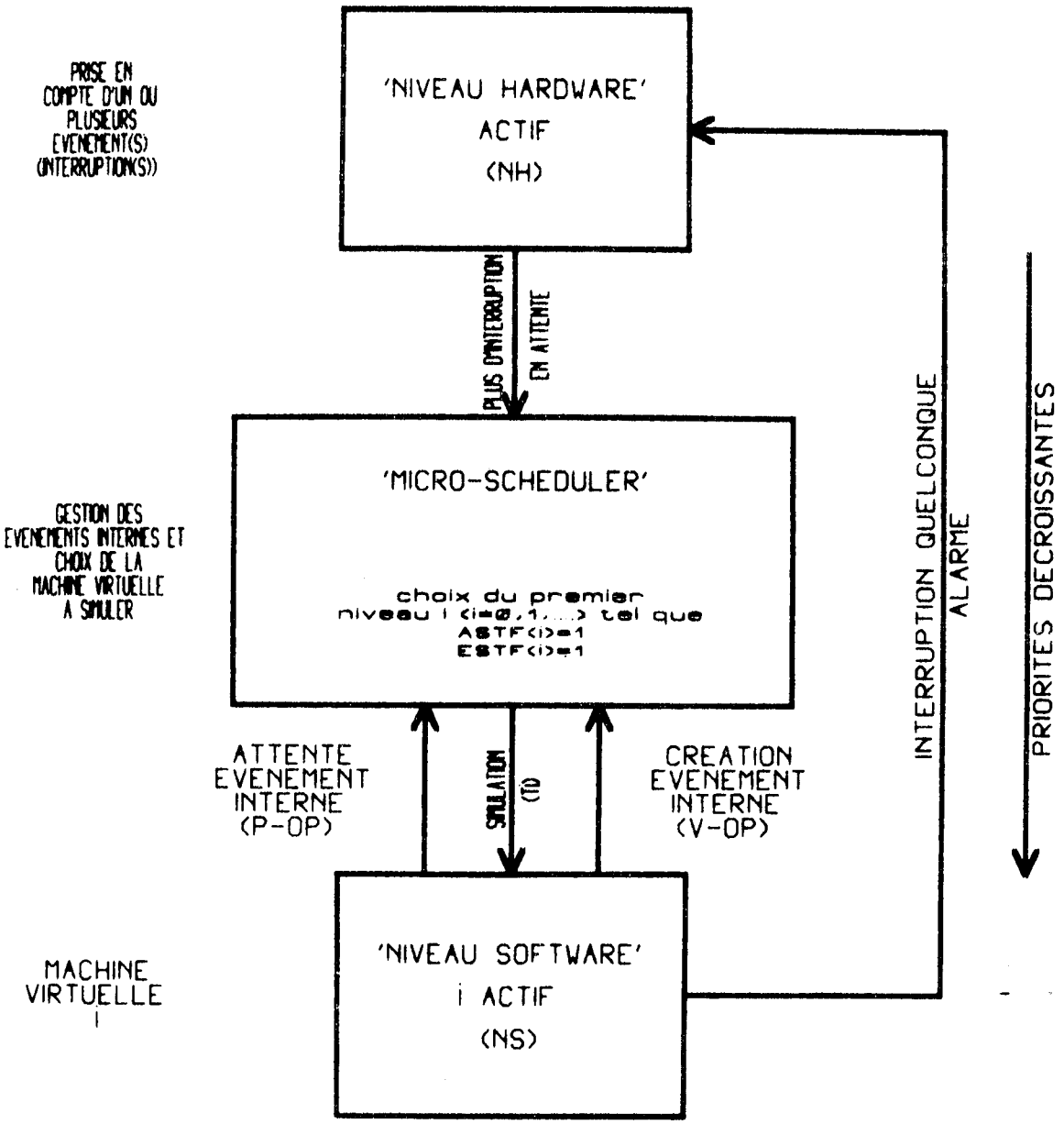


Figure 8 NIVEAUX D'EXECUTION DE L'UNITE DE TRAITEMENT REELLE

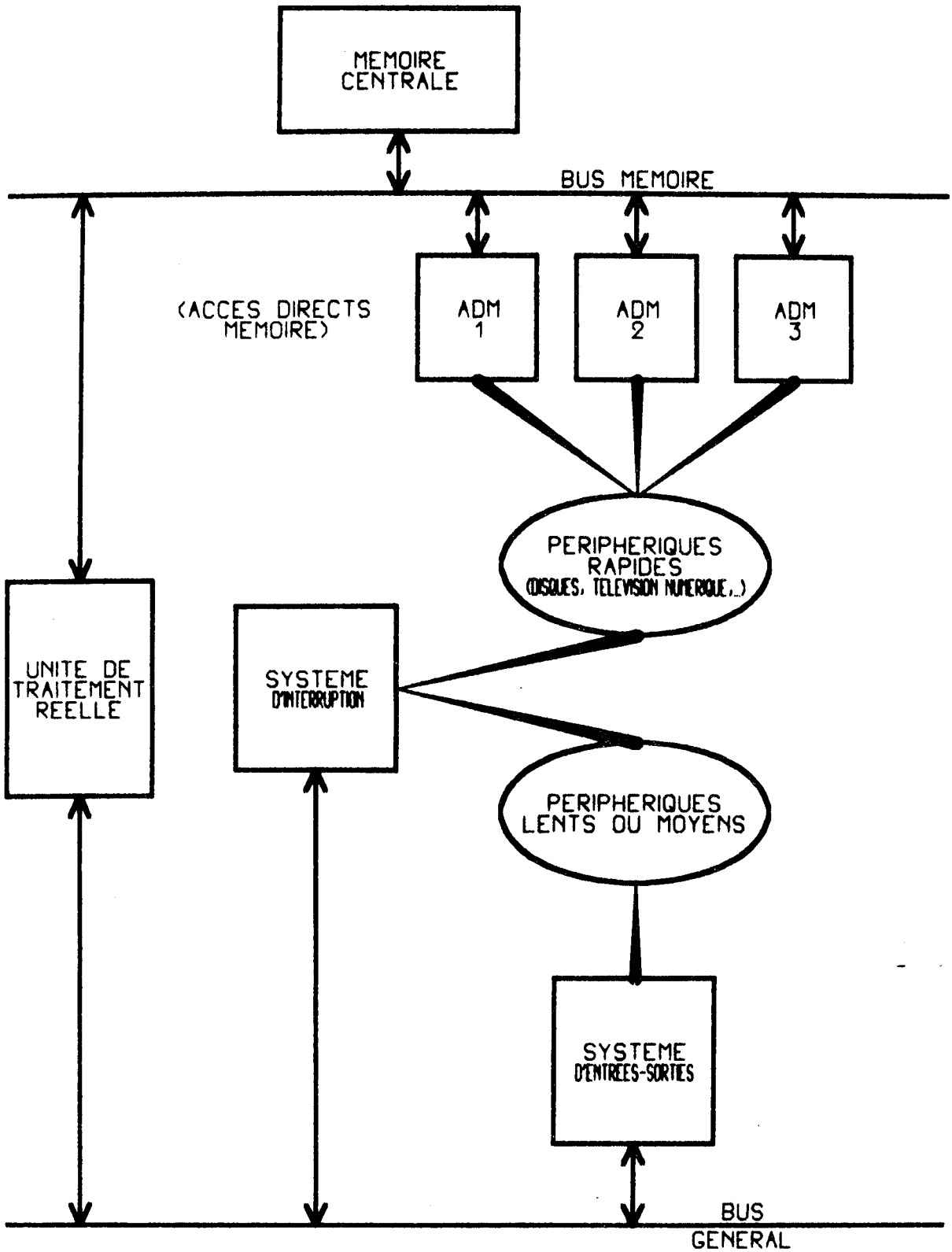
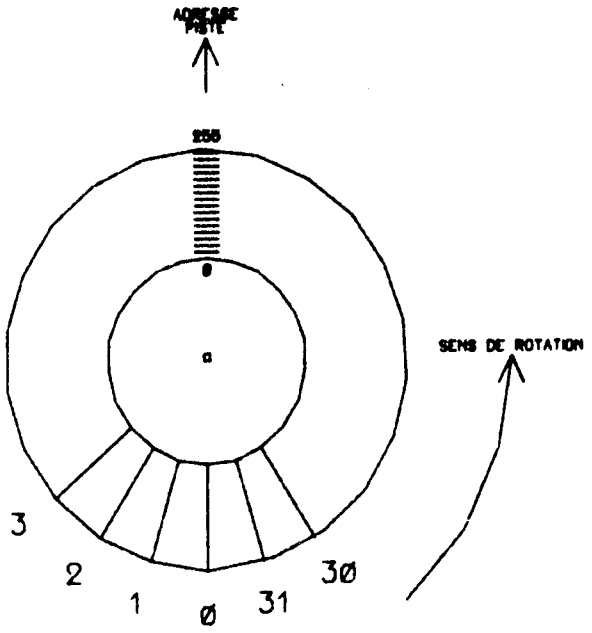


Figure 9 ARCHITECTURE DU T1600

3112 - LA MEMOIRE DE MASSE Elle est constituée par au moins un disque à tête fixe connecté en Accès Direct Mémoire (*) au calculateur Ceux-ci furent choisis en raison de leur rapidité, mais il est évident qu'un système à "têtes mobiles" augmenterait considérablement la capacité de stockage, tout en diminuant le coût de l'installation. Leurs caractéristiques techniques sont les suivantes :

- 1024K mots répartis sur 256 pistes (1K = 1024),
- chaque piste contenant 32 secteurs de chacun 128 mots,
- temps d'accès moyen : 10 millisecondes,
- débit maximal 200 000 mots par seconde

Remarque comme on le verra lors de la description du système d'exploitation (*) CMS4, ce dernier détermine de lui-même le nombre réel de disques contenus dans une configuration



NUMERO SECTEUR

Nota : on appelera <ADRESSE SECTEUR$_{physique}$> la concaténation de l' <ADRESSE PISTE> et du <NUMERO SECTEUR> :

<ADRESSE SECTEUR$_{physique}$> ::= <ADRESSE PISTE> <NUMERO SECTEUR>
(de 0 à 255) (de 0 à 31)

Cette <ADRESSE SECTEUR$_{physique}$> permet d'accéder physiquement à un secteur donné d'un certain disque.

3113 - LES PERIPHERIQUES CLASSIQUES :

1 - Afin de permettre un accès de type 'traitement par lots' (*), le système supporte un nombre quelconque de machines à écrire, lecteurs de cartes, imprimantes,...

2 - Pour assurer les interfaces (*) entre les matériels informatiques et audiovisuels, le calculateur doit posséder un certain nombre de coupleurs "16 bits parallèles" baptisés 'coupleurs universels', qui autorisent l'entrée et la sortie d'informations dont le format n'est pas standard, et en tout cas, non prévu par le constructeur!

3 - L'accès à un ordinateur (*) de grosse puissance (CII 10070) est obtenu par l'intermédiaire d'une liaison téléphonique "full-duplex" (*).

4 - Enfin une horloge à fréquence programmable permet de délivrer des interruptions (*) périodiques, celle-ci sera utilisée pour permettre le partage des ressources (*) du système entre les différents utilisateurs (voir le paragraphe 3.2.1.9 page 76).

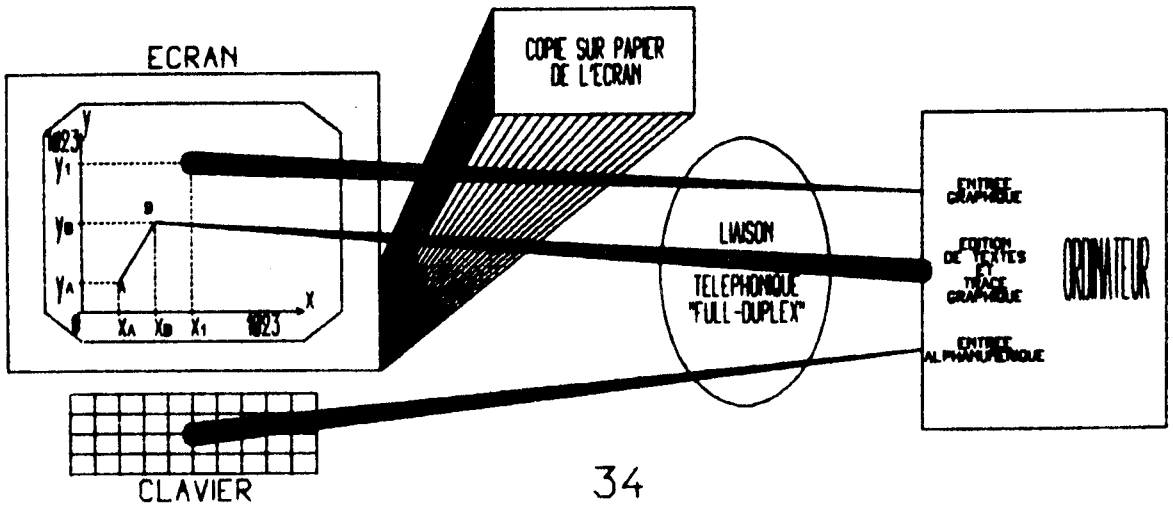
3114 - LES CONSOLES D'INTERACTION (*) Afin d'obtenir le meilleur rapport performance/prix nous avons opté pour des visuels (*) TEKTRONIX T4010. En effet, pour un prix modique, ils possèdent quatre modes de fonctionnement :

1 - L'alphanumérique permet, à partir de leur clavier, d'émettre des caractères à destination d'un ordinateur, et en retour d'afficher des textes (jusqu'à concurrence de 35 lignes de 74 caractères)

2 - Le tracé graphique : l'écran est constitué d'une matrice 1024*1024 de points "bistables" (pouvant prendre deux états) et adressables individuellement. Ces points sont eux-mêmes la mémoire de l'information qu'ils visualisent, ce qui permet à ce terminal de fonctionner sans mémoire de "rafraichissement" d'images, et ainsi, d'accepter les tracés les plus denses sans aucune scintillation ("flicker"). Un générateur cablé de vecteurs simplifie le travail du programmeur : la donnée des coordonnées y_A, x_A, y_B, x_B suffit au tracé du vecteur $\overrightarrow{AB}$.

3 - La reprographie ("hard-copy") : permet d'obtenir une copie sur papier du contenu de l'écran, quelqu'il soit.

4 - L'entrée graphique : un système cablé (appelé "réticule" ou curseur graphique) permet à l'utilisateur (*) de désigner n'importe lequel des points de l'écran, et d'en transmettre les coordonnées y,x accompagnées d'un caractère quelconque.



Dans le système SMC, les visuels (*) rempliront quatre fonctions

- assurer le dialogue avec l'utilisateur (*),
- fournir un outil graphique (*),
- obtenir des copies tangibles de textes et de dessins,
- permettre la surveillance et le contrôle décentralisés du système

3.1.2 - LES MATERIELS AUDIOVISUELS

De même qu'un ordinateur (*) mémorise, traite, échange des informations numériques, il va nous falloir constituer un système équivalent pour l'information analogique (*).

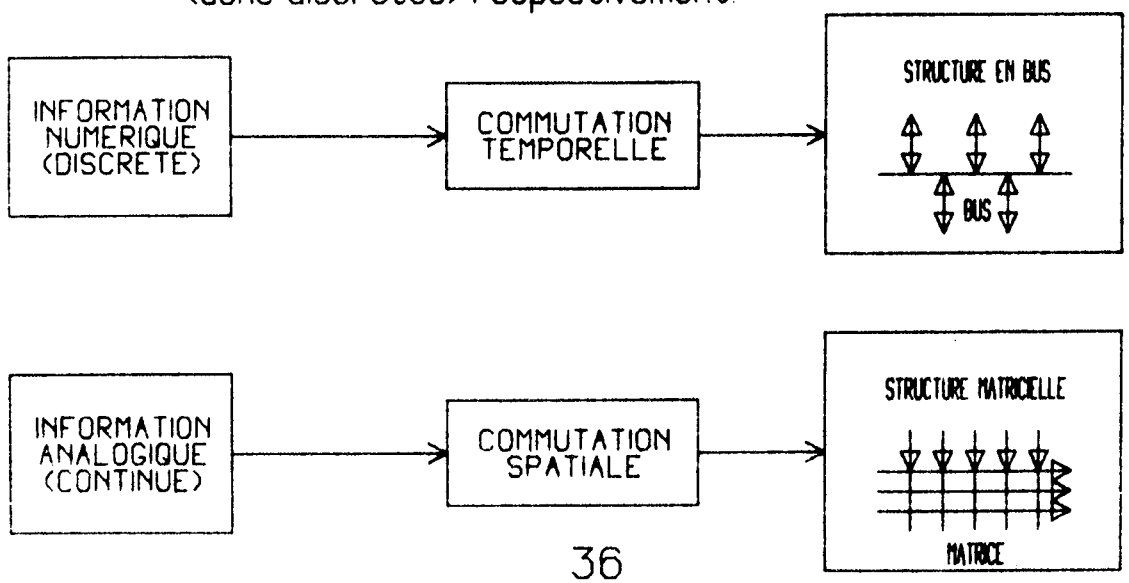
Nous devrons donc disposer de moyens

- de traitement
- de commutation
- d'entrée
- de sortie

d'informations audiovisuelles, ainsi que d'interfaces (*) avec le matériel informatique.

(voir les figures 10 et 11)

Remarque on observera avec profit, sur la figure 10, la profonde analogie qui existe entre les structures des composantes informatique et audiovisuelle de SMCI A noter que la 'baie de commutation' travaille en commutation spatiale ('n' informations passent simultanément sur 'n' voies distinctes), alors que les bus (*) mémoire et général font de la commutation temporelle (les informations passent chacune à leur tour), ce qui correspond au fait que les "messages" qui y transitent sont de nature analogique (*) (donc continues) et numérique (*) (donc discrètes) respectivement.



3121 - LA BAIE DE COMMUTATION Sur le plan fonctionnel, son rôle est analogue à celui d'un central téléphonique. Réalisée par la CIT-ALCATEL sur des plans fournis par l'ex-ORTF, elle permet d'établir, de rompre et de maintenir plusieurs communications vidéo-fréquences (*) simultanément. Elle dispose de 40 entrées E_i (i=0,..,39) et de 40 sorties S_j (j=0,...,39), à un instant donné une entrée E_i peut être connectée à plusieurs sorties S_j.

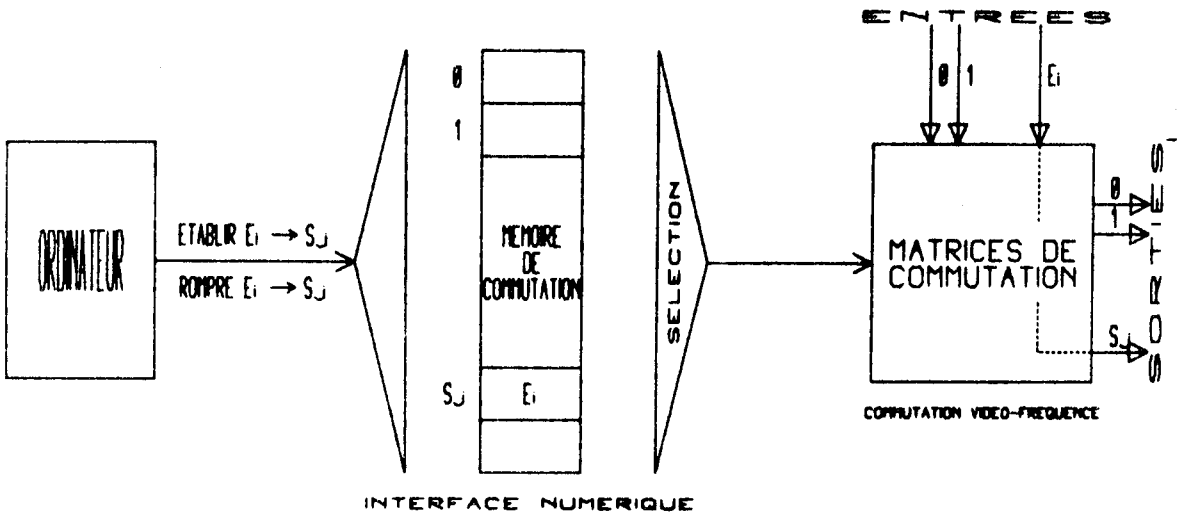
$$E_i \longrightarrow (S_{j_1}, S_{j_2}, ..)$$

de plus, il est possible de supporter simultanément un nombre quelconque de telles connexions.

$$E_{i_1} \longrightarrow (S_{j_1}^{i_1}, S_{j_2}^{i_1}, ..)$$
$$E_{i_2} \longrightarrow (S_{j_1}^{i_2}, S_{j_2}^{i_2}, ..)$$
$$(..)$$

1 - Sa structure : la baie se compose d'un ensemble de "matrices" de commutation matérialisées par des circuits vidéo-fréquences (*), et d'une mémoire numérique (*) reliée à l'ordinateur (*) par un "coupleur universel" (voir le paragraphe 3.1.1.3.2 page 33), et conservant les connexions sous la forme inverse :

$$S_j \longrightarrow E_i \qquad \text{soit : } (S_j) = E_i$$



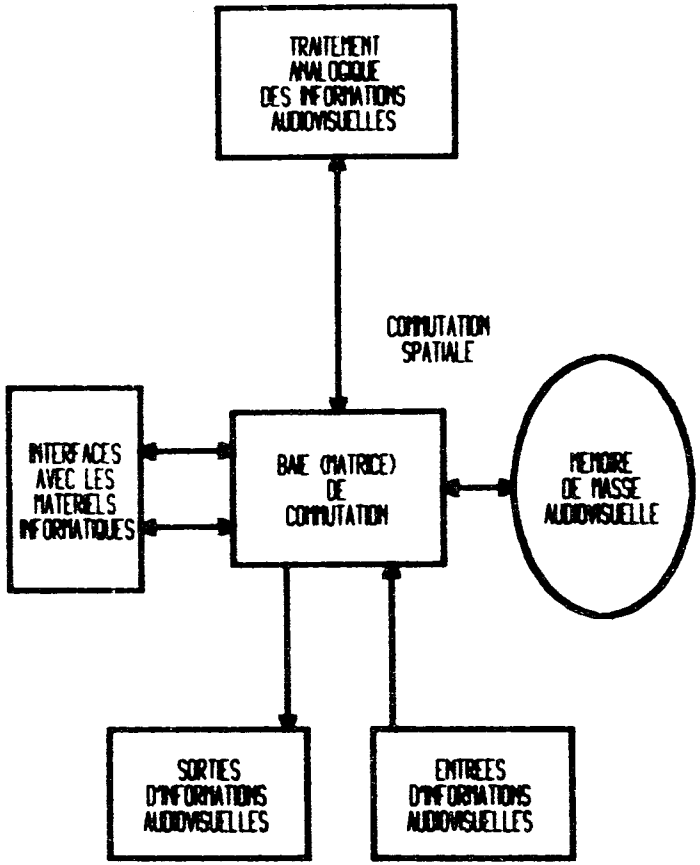
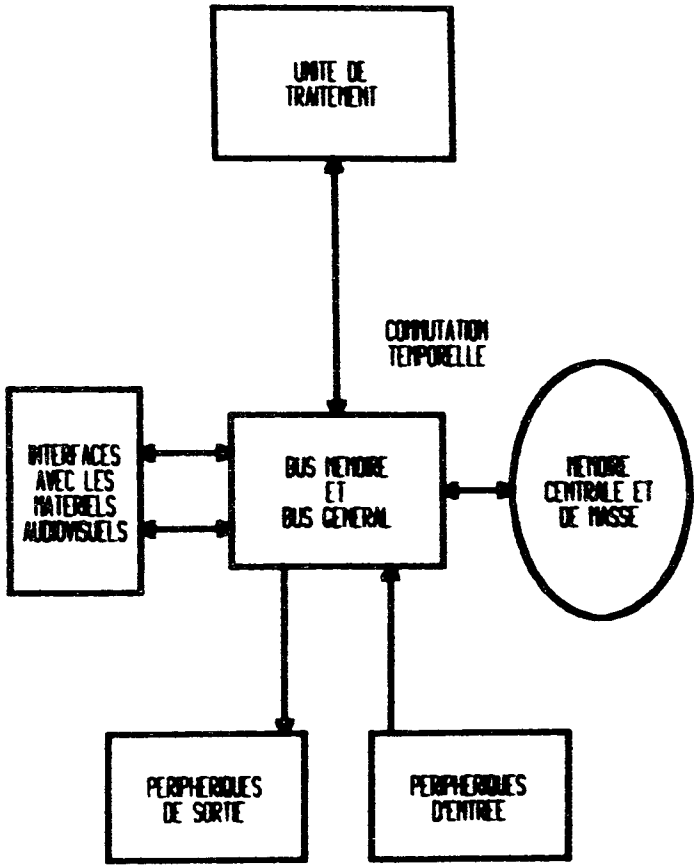


Figure 10 SYNOPTIQUE FONCTIONNEL DES MATERIELS AUDIOVISUELS



que l'on comparera utilement au schéma ci-dessus, qui est celui d'un ORDINATEUR !...

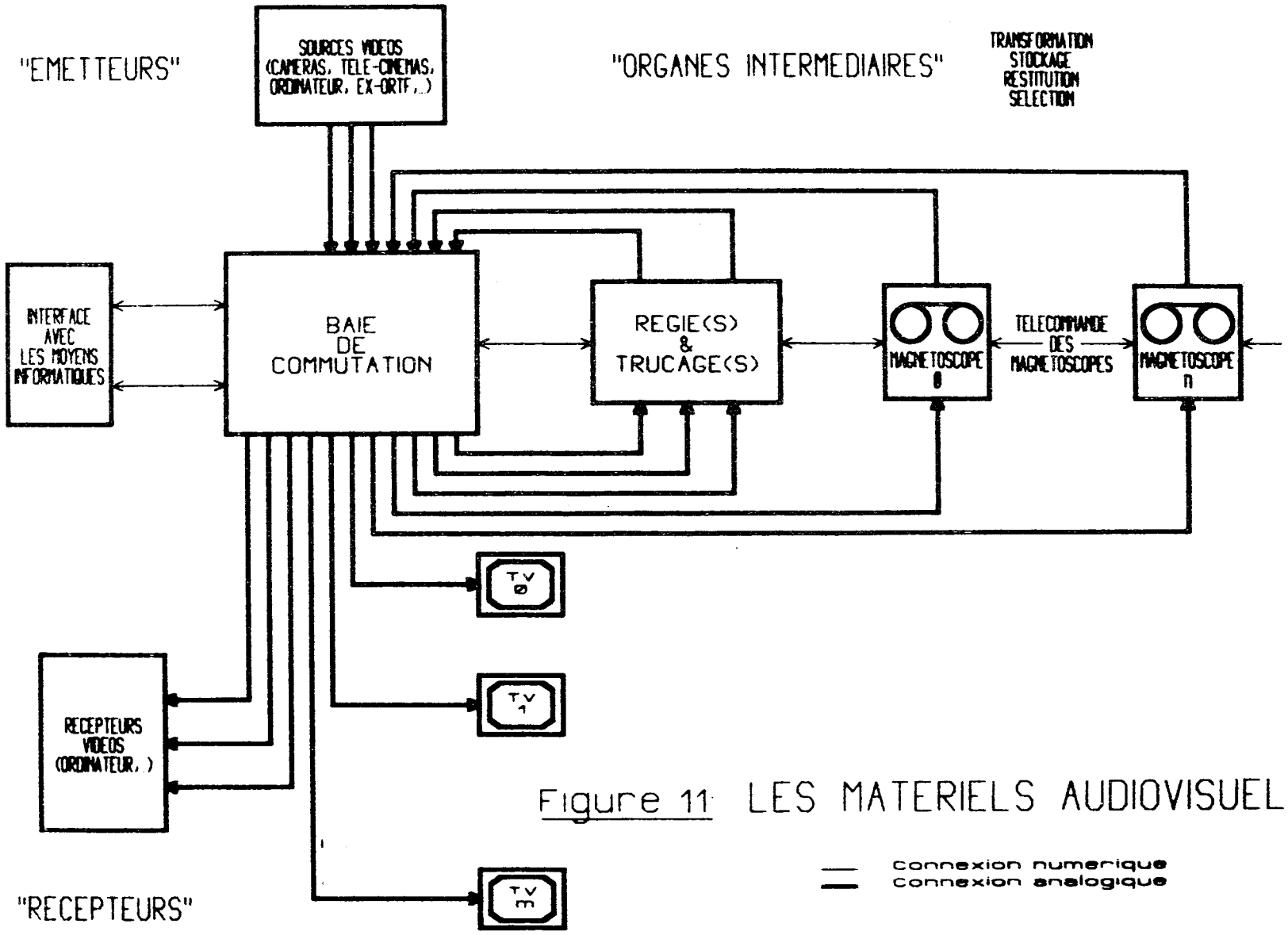
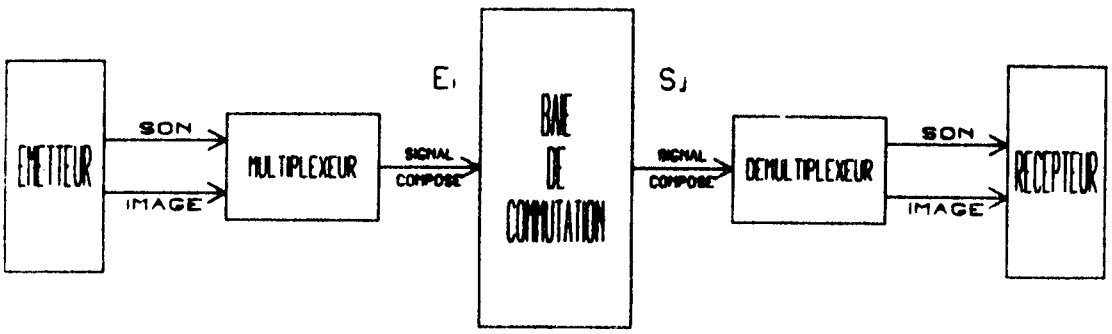


Figure 11 LES MATERIELS AUDIOVISUELS

2 - Le multiplexage son-image : dans une installation de télévision de type professionnel, le son et l'image circulent sur des voies différentes. Pour éviter de doubler la baie de commutation vidéo-fréquence (*) d'un organe semblable en audio-fréquence, on multiplexe (*), lorsque cela est nécessaire, les signaux 'son' et 'image' (en utilisant les "paliers de suppression ligne"). La chaine connectant un émetteur à un récepteur, pourra donc être :



3122 - LA MEMOIRE DE MASSE AUDIOVISUELLE : Etant donnée l'inexistence à l'état commercial de vidéo-disques (*), lorsque cette étude fut entreprise (ainsi que l'absence de normes!), nous fûmes contraints de nous tourner vers les enregistreurs vidéo-fréquences (*) à bandes magnétiques ou magnétoscopes (*). Mais disposer de supports ne suffit pas pour avoir une mémoire au sens informatique du terme : l'information stockée doit pouvoir être caractérisée univoquement (par une "adresse") afin d'assurer la fonction de restitution. De même qu'avec les disques magnétiques d'ordinateur (*), l'accès se fera en deux temps, correspondant à une structure hiérarchique du système

- Accès à un entraineur (de disques ou de bandes) parmi 'n',
- Accès à l'information d'adresse donnée sur cet entraineur

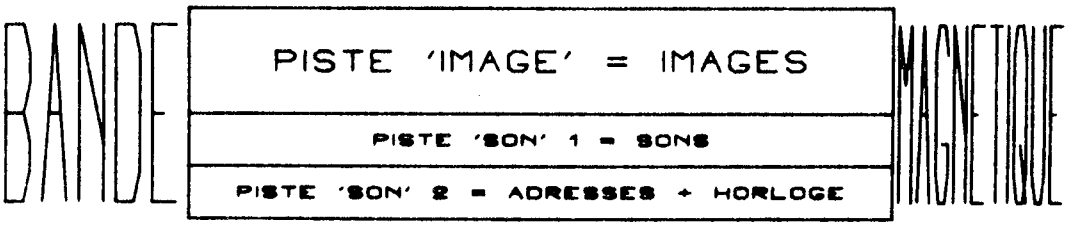
1 - Les magnétoscopes (*) utilisés : notre choix s'est porté sur des appareils du type IVC 711/871, pour les raisons suivantes

- Qualité semi-professionnelle en format "1 pouce" standard,
- Une piste "image" acceptant l'enregistrement en couleurs SECAM (*),
- Deux pistes 'son',
- Télécommande possible,
- Faible encombrement et coût peu élevé.

2 - L'adressage de l'information au niveau du magnétoscope : le support utilisé est donc une bande magnétique sur laquelle est stockée une suite d'images (et, éventuellement le son associé). Le repérage de l'une d'entre elles pourrait se faire par comptage/décomptage (suivant le sens de marche) à partir d'une origine conventionnelle, cette solution, si elle est simple à réaliser (mécaniquement ou électroniquement), présente de nombreux inconvénients :

- problème du choix de l'origine,
- cumulativité des erreurs, d'où grande sensibilité aux défauts de fonctionnement (parasites, "micro-coupures" du secteur électrique,..)

La solution adoptée consiste à utiliser la deuxième piste 'son' sur laquelle on inscrira des informations codées capables de fournir des adresses indépendamment du mode de fonctionnement de l'entraineur (sens de marche et vitesse). De plus, ne disposant que de cette seule piste d'adressage, le code à choisir doit comporter implicitement son horloge (tout comme un signal de télévision contient ses propres synchronisations!)



Suivant ces contraintes, le code inscrit sur la piste 'son' 2 est le code biphase différentiel, chaque adresse est codée sous la forme d'un "paquet" de 24 bits décomposé comme suit :

- 12 bits (3 caractères de 4 bits) représentant l'adresse codée en BCD (*) . à vitesse normale d'enregistrement/restitution (19 cm/s), celle-ci varie d'une unité toutes les quatre secondes.

- 12 bits de synchronisation (appelés 'mot de synchronisation') . ce mot doit être choisi tel qu'il ne puisse être confondu avec une adresse (par exemple, en contenant une suite de cinq bits à '1', les adresses étant codées en BCD (*)), de plus, il ne doit pas être symétrique, ainsi, il prendra deux valeurs distinctes suivant le sens de marche

Exemple : 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1

cinq bits à '1'

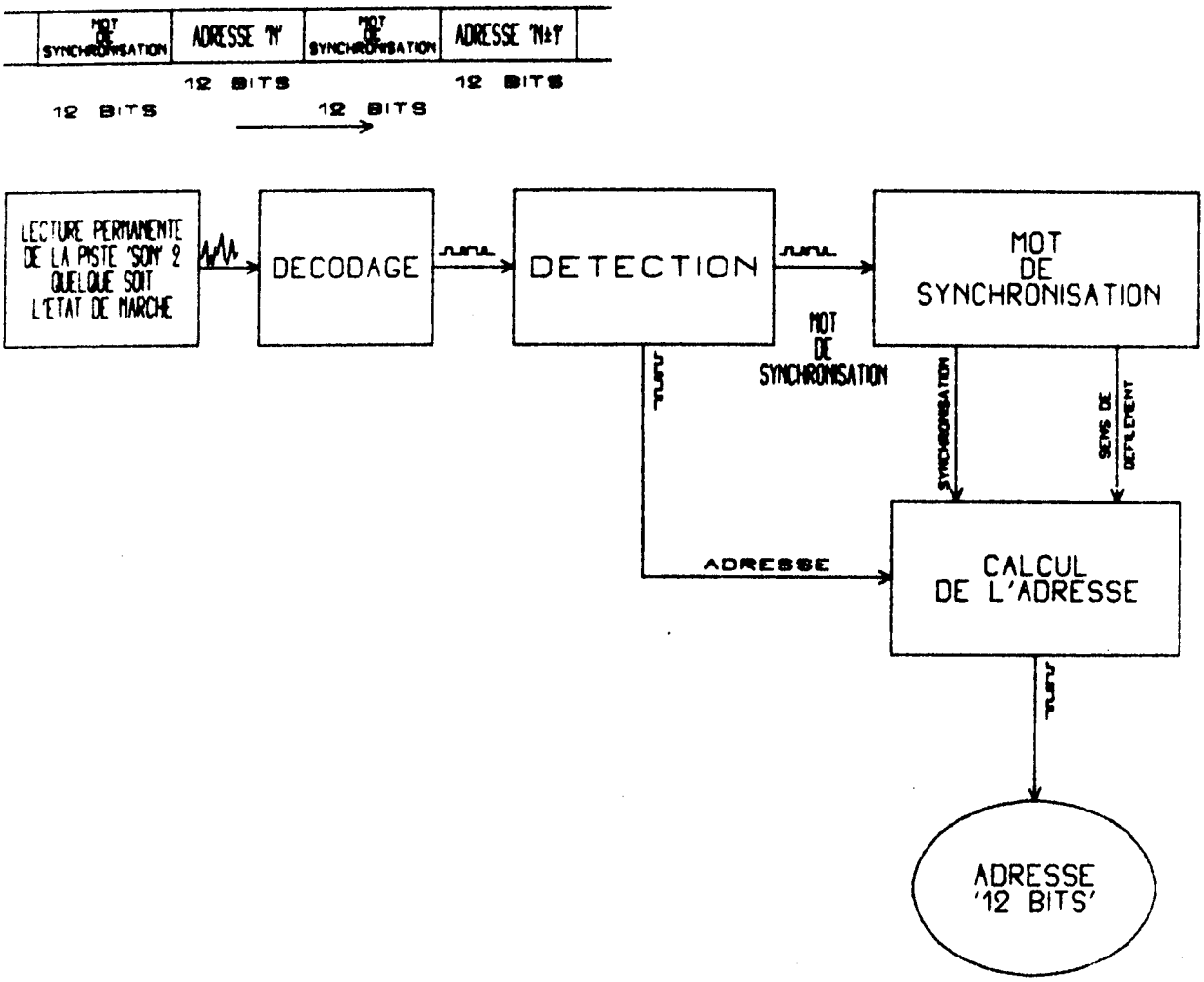
Le rôle du mot de synchronisation est triple :

- détermination du sens de défilement réel de la bande (grâce à sa dissymétrie),

- repérage du premier bit de l'adresse suivante (ou précédente, en fonction du sens).

- identification intrinsèque d'une bande indépendamment de son contenu, en effet, le nombre de 'mots de synchronisation' possibles est élevé (en respectant les contraintes précédentes), et ainsi, un nom univoque peut être donné à un support magnétique, nom inscrit sous la forme du 'mot de synchronisation'

Le schéma suivant montre le fonctionnement du système de restitution des adresses :



En conséquences, lorsque l'entraineur est en mouvement, il délivre en permanence une adresse codée sur 12 bits (à condition que celle-ci ait été préalablement inscrite sur la piste 'son' 2 !).

3 - La sélection et la télécommande numérique (*) des magnétoscopes (*) les échanges d'ordres et d'adresses entre les magnétoscopes et l'ordinateur (*) se feront par l'intermédiaire d'un "bus" (*) afin de réduire les connexions, et surtout d'assurer la modularité de l'ensemble, chaque magnétoscope sera repéré sur ce "bus" par une adresse (ou numéro). L'ordinateur pourra alors émettre des ordres particuliers ou bien généraux (destinés à l'ensemble des entraineurs) et choisis parmi la liste suivante :

- PLAY marche avant pour restitution de sons et d'images,
- FWD marche avant rapide pour positionnement,
- RWD marche arrière rapide,
- REC marche avant pour enregistrement de sons et d'images,
- STOP arrêt de l'entraineur,
- ADR accès à l'adresse courante lue sur la piste 'son' 2, celle-ci étant émise à destination de l'ordinateur par l'intermédiaire du "bus".

Nota 1 - pour éviter des interventions manuelles, un dispositif local à chaque magnétoscope provoque un arrêt automatique de celui-ci lors de tout passage à proximité du début ou de la fin de la bande (cette détection optique est faite grâce à des perforations pratiquées dans le support magnétique)

2 - on remarquera l'absence d'un ordre de positionnement à une adresse déterminée. Celui-ci sera obtenu par une combinaison programmée plus ou moins complexe des ordres présentés ci-dessus.

3 - la figure 12 montre l'organisation générale du "bus" et la connexion des magnétoscopes

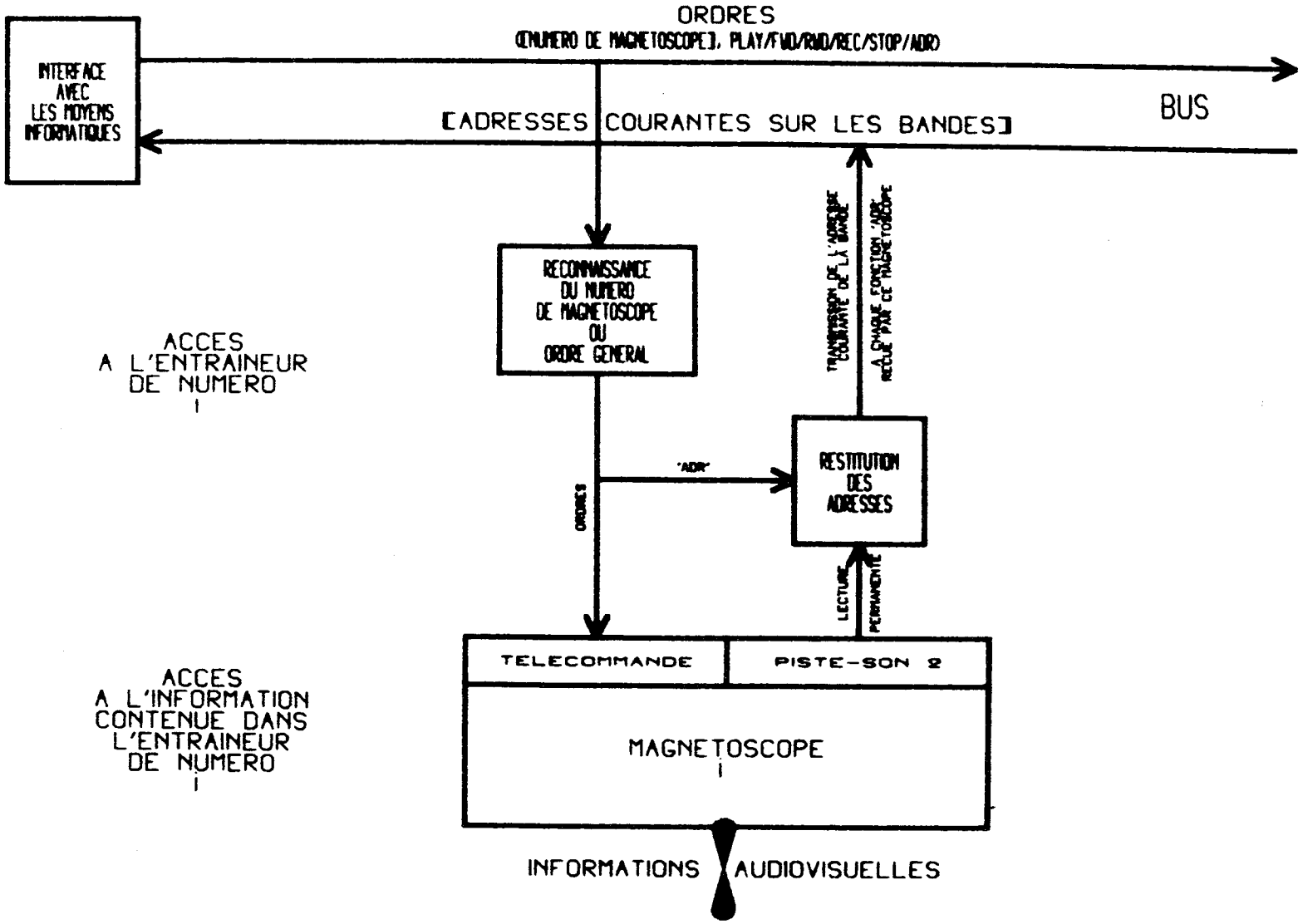


Figure 12 : LE "BUS" DES MAGNETOSCOPES

4 - Conséquences : ainsi, on peut repérer dans SMC :

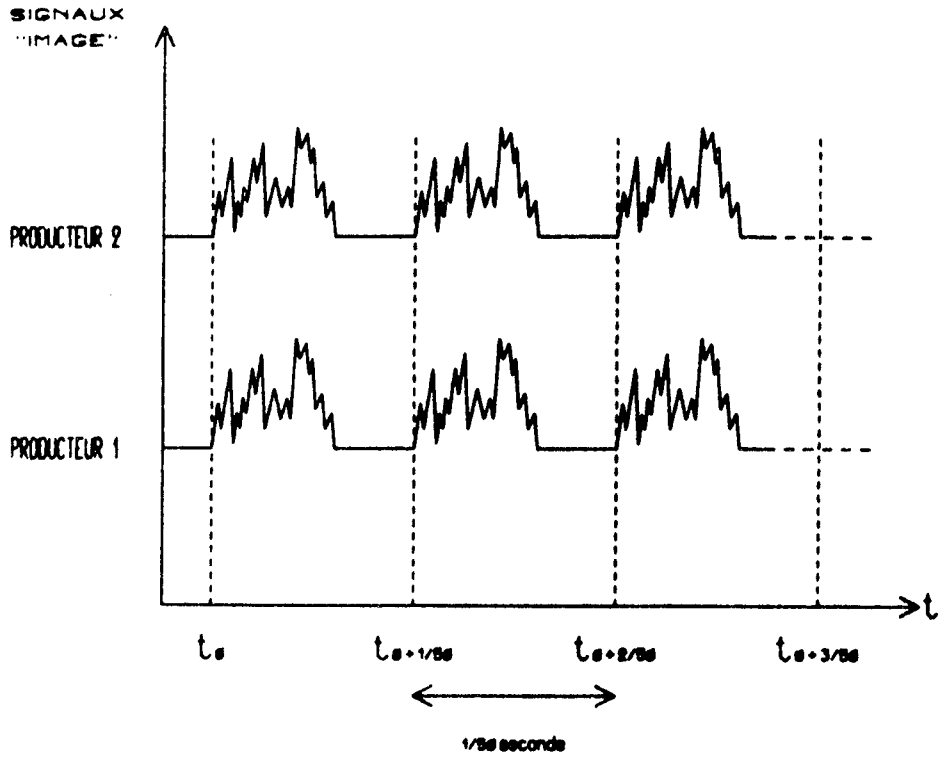
- un magnétoscope quelconque (par son numéro),
- une bande magnétique (à l'aide d'un 'mot de synchronisation caractéristique),
- une séquence de sons et d'images (à l'aide d'une adresse de 'début' et de 'fin', et à un instant donné, du nom de la bande qui la contient, ou du numéro de l'entraineur sur lequel elle est montée).

On avait déjà noté le parallèle qui existait entre la structure des matériels informatiques et celle des matériels audiovisuels (voir le paragraphe 3.1.2 page 36), on voit que le même phénomène se produira au niveau des logiciels (*) et des informations, et de même que l'on parle de fichiers (*) informatiques (et de leur gestion), on parlera de fichiers audiovisuels. On passe ainsi en audiovisuel (comme en informatique) du niveau physique (informations brutes et supports), au niveau logique (informations organisées et structurées).

Remarque on connecterait de même des magnétophones (à condition qu'ils possèdent, eux aussi, au moins deux pistes 'son'), des projecteurs de diapositives, des vidéodisques (*) qui, lorsqu'ils seront commercialisés, apporteront une dimension nouvelle au système En effet, l'accès à une information audiovisuelle donnée y est direct, et de plus, ces dispositifs acceptent de diffuser perpétuellement la même image ("arrêt sur image") Des utilisations du type "catalogue", "album", "musée", ... deviennent alors envisageables : les images stockées peuvent posséder une individualité.

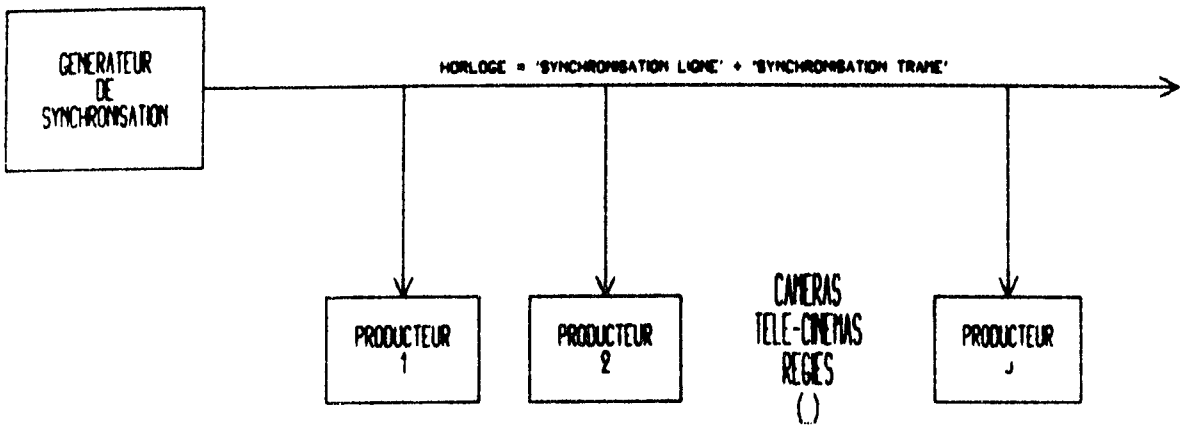
3123 - LES MATERIELS AUDIOVISUELS "CLASSIQUES"

Ils seront là pour produire (émetteurs), diffuser (récepteurs), transformer ("intermédiaires") des signaux de nature audiovisuelle (voir la figure 11). La coopération fréquente des divers appareils (par exemple la superposition des images prises par deux caméras) nécessite la présence d'une "centrale de synchronisation" délivrant un signal d'horloge à tous les dispositifs producteurs d'images (émetteurs ou "intermédiaires")



Nota : cette horloge est composée d'une "synchronisation trame (*) (indiquant la fin de chaque trame) et d'une "synchronisation ligne" (*) (indiquant la fin de chaque ligne

L'organisation générale sera donc la suivante :



Comme matériel "classique", on pourra trouver dans SMC :

1 - Des téléviseurs noir et blanc ou couleurs : permettant la réception audiovisuelle

2 - Des caméras vidéo-fréquences (*) : assurant la prise de vues noir et blanc ou couleurs, et la délivrance instantanée d'un signal "télévision".

3 - Des télé-cinémas (*) : un télé-cinéma remplit les fonctions d'une caméra vidéo-fréquence (*), la scène ou le sujet enregistrés étant déjà sur un support de type film cinématographique (ou photographique)

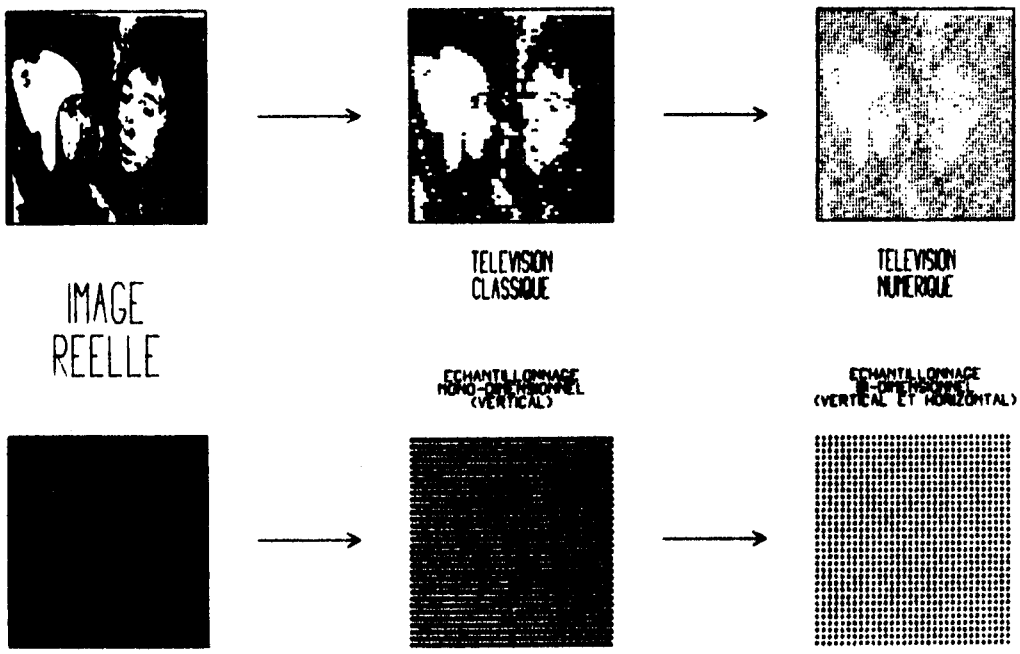
4 - Des régies : elles assurent en général le "mixage", la sélection et le trucage d'images produites par un système de télévision.

Enfin, ces différents matériels seront raccordés à SMC par l'intermédiaire .

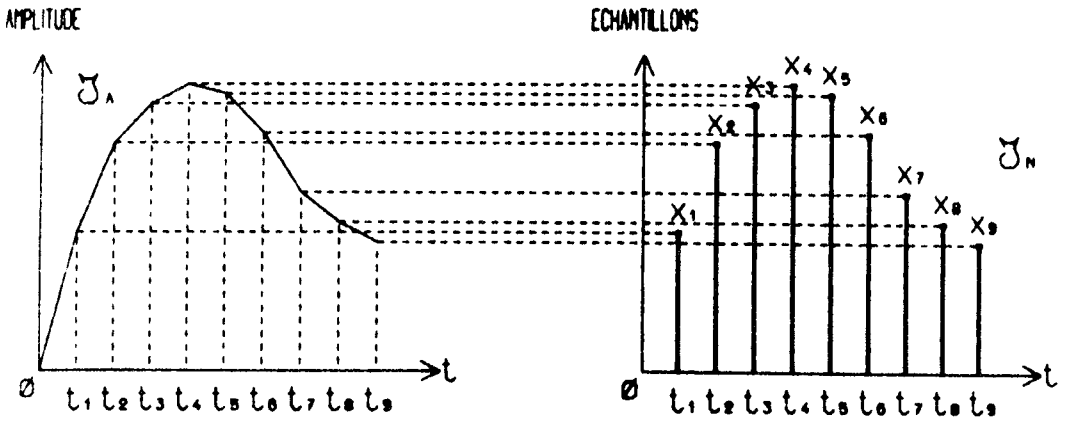
- d'une part de la baie de commutation pour ce qui est de l'information audiovisuelle (voir le paragraphe 3.1.2.1 page 37),

- d'autre part d'interfaces (*) spécifiques de télécommande transmettant éventuellement le signal de synchronisation générale (voir le paragraphe 3.1.1.3.2 page 33)

3124 - LA TELEVISION NUMERIQUE : Considérons le signal $\mathcal{S}_A$ représentatif d'une image de télévision (afin de ne pas alourdir l'exposé, on ignorera le fait qu'une image est constituée de deux "trames entrelacées" (*) dites paire et impaire respectivement), traditionnellement, $\mathcal{S}_A$ est un signal analogique (*) Faire de la télévision numérique (*), c'est extraire de $\mathcal{S}_A$ une suite d'échantillons (x$_i$) suivant une certaine loi, et à une certaine fréquence F. On notera qu'en télévision "classique", il est possible de dire que l'image est échantillonnée suivant une dimension, puisqu'étant "balayée" suivant des lignes horizontales, en télévision numérique, l'échantillonnage est bi-dimensionnel



Chaque échantillon est considéré comme ponctuel, et peut donc être représenté par une valeur numérique relativement à une certaine origine (par exemple, le 'ø volt' du signal analogique $\mathcal{J}_A$), suivant une certaine échelle et à valeur dans un certain ensemble (des entiers, des réels, ...).



t_i : instants d'échantillonnage (avec : $t_{i+1} - t_i = 1/F$)

$\mathcal{J}_A$ donne donc naissance à un signal $\mathcal{J}_N$ que l'on qualifiera de "numérique" (*) puisqu'étant constitué d'une suite de nombres (x_i)

$$\mathcal{J}_N = (x_i)$$

avec $x_i = f(\mathcal{J}_A, t, i, ...)$

Remarque : l'échantillonnage se fera en général à un fréquence F multiple de celle de $\mathcal{J}_A$, soit dans le cas présent :

$$F = k*50$$

Cette méthode présente les avantages suivants :

= sur le plan de la télévision :

- amélioration de la qualité d'une transmission, par des techniques empruntées à celles appliquées en télé-informatique.
- possibilité de faire de la "compression de signal"; par exemple, dans le cas où 'n' échantillons x_i consécutifs sont égaux, on pourra ne transmettre que leur valeur commune précédée ou suivie du facteur 'n' et d'un indicatif de répétition.
- introduction de nouvelles classes de trucage (par exemple, supprimer tous les échantillons pairs, à supposer que ceux-ci soient à valeur dans l'ensemble $\mathbb{N}$ des entiers naturels).

= possibilité d'introduire un ordinateur (*) dans le circuit puisqu'il est la machine numérique par excellence! Ainsi, comme on le verra par la suite, celui-ci pourra "calculer" des images (vues comme des ensembles de nombres), ou bien traiter une image réelle $\mathcal{I}_A$ après "numérisation" sous forme $\mathcal{I}_N$ (donc "accessible" informatiquement).

Dans SMC un tel dispositif a été introduit, pour des raisons économiques et technologiques (faible capacité mémoire, et débit peu élevé des "bus" (*)), la télévision numérique a les caractéristiques suivantes :

- 2*256 = 512 lignes par image (625-512 = 113 lignes sont perdues, mais on notera qu'il en est de même dans les systèmes commerciaux où une partie de l'image est utilisée aux fins de synchronisation).
- 256 échantillons (ou points) par ligne.
- les échantillons x_i sont à valeur dans $[0,1]$ ce qui signifie qu'un point sera noir (0) ou blanc (1) et que la couleur et/ou les niveaux de gris seront ignorés ou perdus.
- la fréquence d'échantillonnage F est donc de :

F = 25 images/seconde * 2 * 256 lignes/image * 256 points/ligne = 3.276.800 hertz.

Le transit d'une telle quantité d'informations entre la partie audiovisuelle de SMC et le mini-ordinateur ne peut se faire que par l'intermédiaire d'un ADM de ce dernier (Accès Direct Mémoire (*)). L'électronique nécessaire fut des plus simples à réaliser puisqu'en effet, là aussi, il est possible d'établir un parallèle entre la forme d'un signal "vidéo" (*) et celle d'un signal "numérique" enregistré sur les pistes d'un disque (voir l'analogie des structures informatique et audiovisuelle de SMC évoquée au paragraphe 3.1.2 page 36)

COMPOSANTE AUDIOVISUELLE		COMPOSANTE INFORMATIQUE
SIGNAL "VIDEO"	⟷	SIGNAL NUMERIQUE "DISQUE"
IMAGE (TRAME)	⟷	PISTE
LIGNE	⟷	SECTEUR
POINT	⟷	N BITS (N = 1 DANS SMC)

(voir la figure 13)

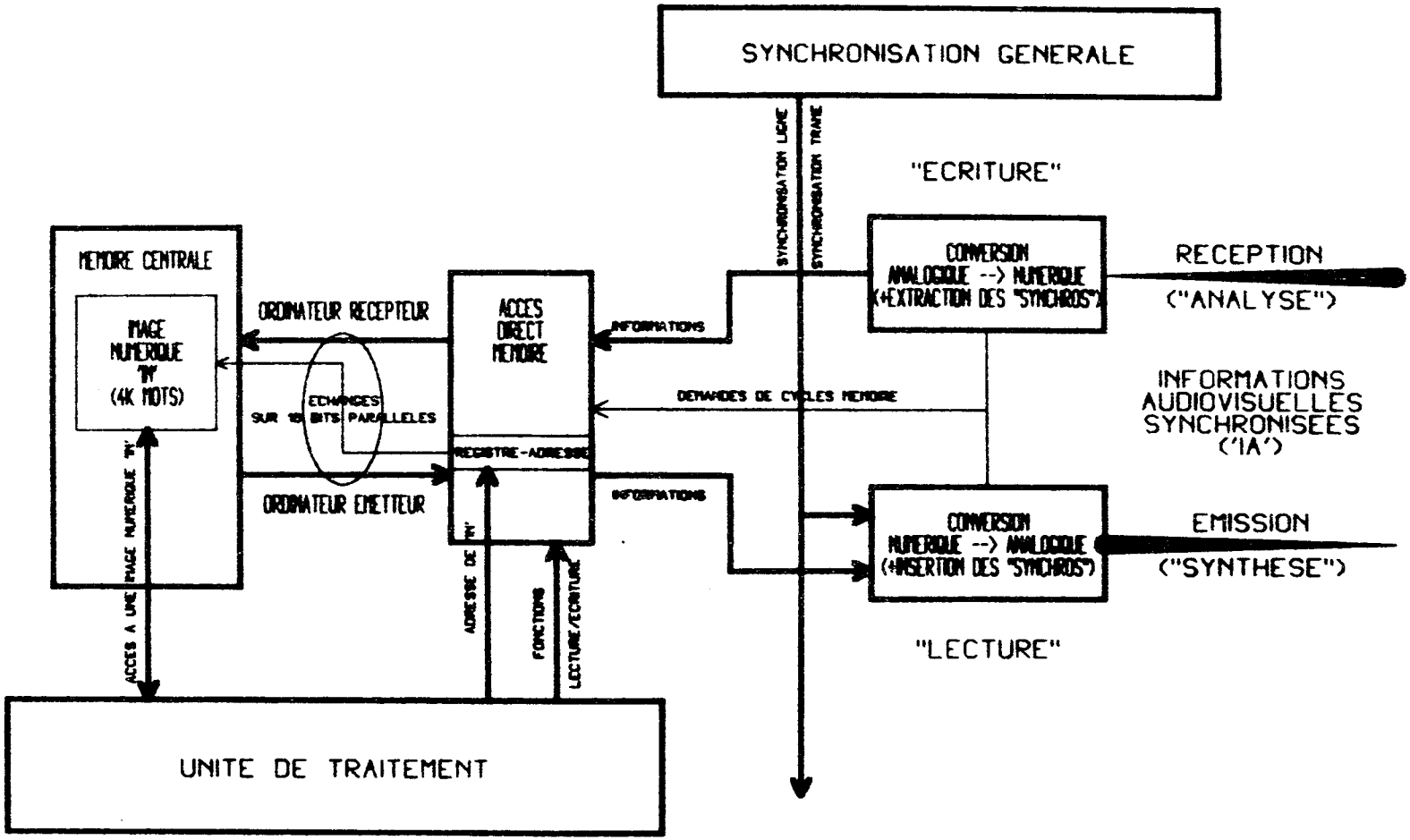


Figure 13: LA TELEVISION "NUMERIQUE"

Le système de télévision "numérique" (*) de SMC est donc assimilé à un disque, il fonctionne en lecture/écriture.

- lecture (ou "analyse") "numérisation" (*) d'une image $\mathfrak{I}_A$ et stockage de l'image $\mathfrak{I}_N$ correspondante en un endroit quelconque de la mémoire centrale
(conversion analogique ⟶ numérique)

- écriture (ou "synthèse") opération inverse de la lecture : reconstitution d'un signal $\mathfrak{I}_A$ à partir du "signal" $\mathfrak{I}_N$ mémorisé
(conversion numérique ⟶ analogique)

On notera :

1 - La mémoire à tores du calculateur est donc la mémoire de "rafraichissement" des images "numériques", celles-ci peuvent donc être manipulées directement par l'unité centrale.

2 - Une image $\mathfrak{I}_N$ occupe

256 points par ligne * 256 lignes / 16 points par mot = 4K mots (*),

plusieurs d'entre elles peuvent donc être résidentes (*) à un instant donné.

3 - Enfin, l'Accès Direct Mémoire (*) permet d'atteindre toute adresse physique, on pourra alors utiliser comme image "synthétique $\mathfrak{I}_N$ (ou "numérique" (*)) des programmes quelconques, et en particulier, le système d'exploitation (*) (un programme n'étant qu'une suite d'éléments binaires ou "points"!) L'opération d'écriture, étant, lorsqu'elle est autorisée et valide, renouvellée 50 fois par seconde, nous permettra de suivre l'évolution et l'activité de ce dernier : on pourra ainsi observer globalement, en temps réel, et sans perturbations parasites : la constitution des files d'attente, la mise à jour des tables d'attribution des ressources (*), les éditions de liens (*), les transferts 'mémoire à périphériques',..!

4 - Amélioration de la définition apparente des images : une image "numérique" $\mathcal{I}_N$ est perçue sur un moniteur de télévision comme étant une mosaique de points noirs et blancs ; la conséquence en est que les lignes continues (segments, courbes, contours de formes,...) apparaissent comme étant discontinues et brisées ("marches d'escalier"). Malgré cela, un lissage purement subjectif peut être obtenu : il ne modifie en rien l'image "numérique" $\mathcal{I}_N$, mais intervient lors de la conversion numérique-analogique donnant naissance au signal $\mathcal{I}_A$; il suffit, pour ce faire, de détecter les changements de luminance (passages du noir au blanc et du blanc au noir) qui correspondent en général à des points appartenant à des lignes continues, puis d'inverser aléatoirement la valeur des points voisins de cette frontière. Le résultat perceptif en est la création de gris estompant les discontinuités inhérentes au principe même du système.

3.12.5 - le son numerique : Tout ce qui a été dit précédemment au sujet des images peut être transposé aux sons. SMC contient donc un "synthétiseur sonore" fonctionnant par échantillonnage périodique (chaque x_i étant codé sur 8 bits).

Nota : comme décrit au paragraphe 3.1.2.12 page 38, sons et images "numériques" sont multiplexés, et donnent donc naissance à un SIGNAL AUDIOVISUEL NUMERIQUE.

313 - LE SYSTEME DANS SON ENSEMBLE

LE POSTE D'ACCES (OU DE TRAVAIL)

(voir la figure 14)

Comme on l'a vu précédemment, deux types de canaux (*) de communication sont explicitement contenus dans SMC

- informatique,
- audiovisuel (*)

La structure du poste d'accès (appareil, ou groupe logique d'appareils permettant le dialogue utilisateur-SMC) reflètera donc cette nature "multimédia" (*) caractéristique. Celui-ci possèdera trois composantes toutes facultatives et non exclusives (voir la figure 15)

3131 - LA CONSOLE INFORMATIQUE DE DIALOGUE

Extrémité bi-directionnelle du canal informatique, elle peut se réduire à une simple machine à écrire, bien évidemment, il sera préférable d'utiliser un visuel (*) tel celui décrit au paragraphe 3114 page 34 qui possède, pour un faible coût, d'importantes possibilités d'expression graphique (sans négliger sa rapidité, et son "confort")

3132 - "LE TERMINAL AUDIOVISUEL" Il sera constitué en général d'un récepteur de télévision noir et blanc ou couleurs, et pourra disposer par exemple, d'une caméra "vidéo" (*), et d'un microphone assurant le retour d'informations analogiques (*)
Nota au sens large, il conviendrait d'inclure ici la fonction visualisation du "visuel" (*) !

3132 - LE SYSTEME DE REPROGRAPHIE Il est pratique, et souvent nécessaire de conserver une information "hors-système", par exemple, l'ordinateur présente un schéma sur le visuel (*), et plutôt que de le reproduire à la main, la mise à disposition d'un système de copie, apportera rapidité, fidélité, et exactitude. Parfois même, cette copie sera le but de l'interaction (*) avec SMC : par exemple, création graphique sur papier, production des pages de cet ouvrage (!), réalisation d'une diapositive, . Ainsi on pourra trouver dans le poste d'accès (la liste suivante n'étant ni exhaustive, ni systématique)

- un "HARD-COPY" : dispositif de balayage électronique de l'écran du visuel donnant une copie papier, indépendamment de l'information affichée (alpha-numérique (*) et/ou graphique (*))

- une TABLE TRAÇANTE : elle remplit une fonction analogue à celle du "hard-copy", la reproduction se faisant sur papier par l'intermédiaire d'une plume déplacée en X,Y. Le résultat en est de bien meilleure qualité, éventuellement en couleurs (par changement de plume), mais malheureusement beaucoup plus long à obtenir (la durée étant évidemment fonction de la longueur totale du tracé!)

- un APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE : il pourra être utilisé indifféremment pour enregistrer une image affichée sur le visuel (sur pellicule noir et blanc "haut-contraste" de préférence), ou bien sur le téléviseur, dans ce dernier cas, et dans l'hypothèse d'une émission audiovisuelle provenant du système de télévision "numérique" (*) (voir le paragraphe 3.12.4 page 48), il est possible d'obtenir des épreuves couleurs par superposition d'images noir et blanc dont la prise de vues s'est faite au travers de filtres chromatiques (filtre rouge pour colorier en rouge,), avec des temps d'exposition variables fonction de la luminosité désirée (voir la figure 16)

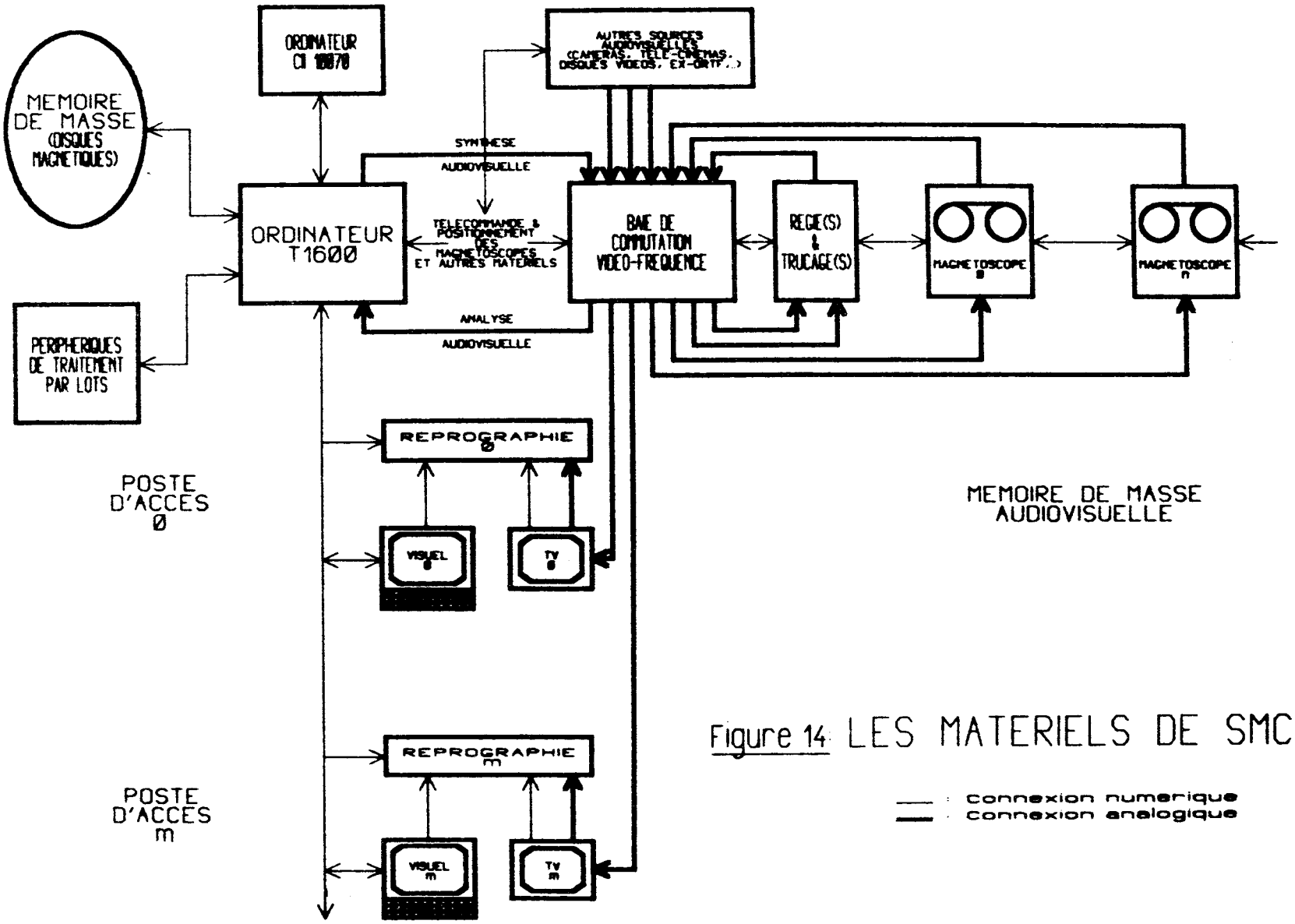


Figure 14 LES MATERIELS DE SMC

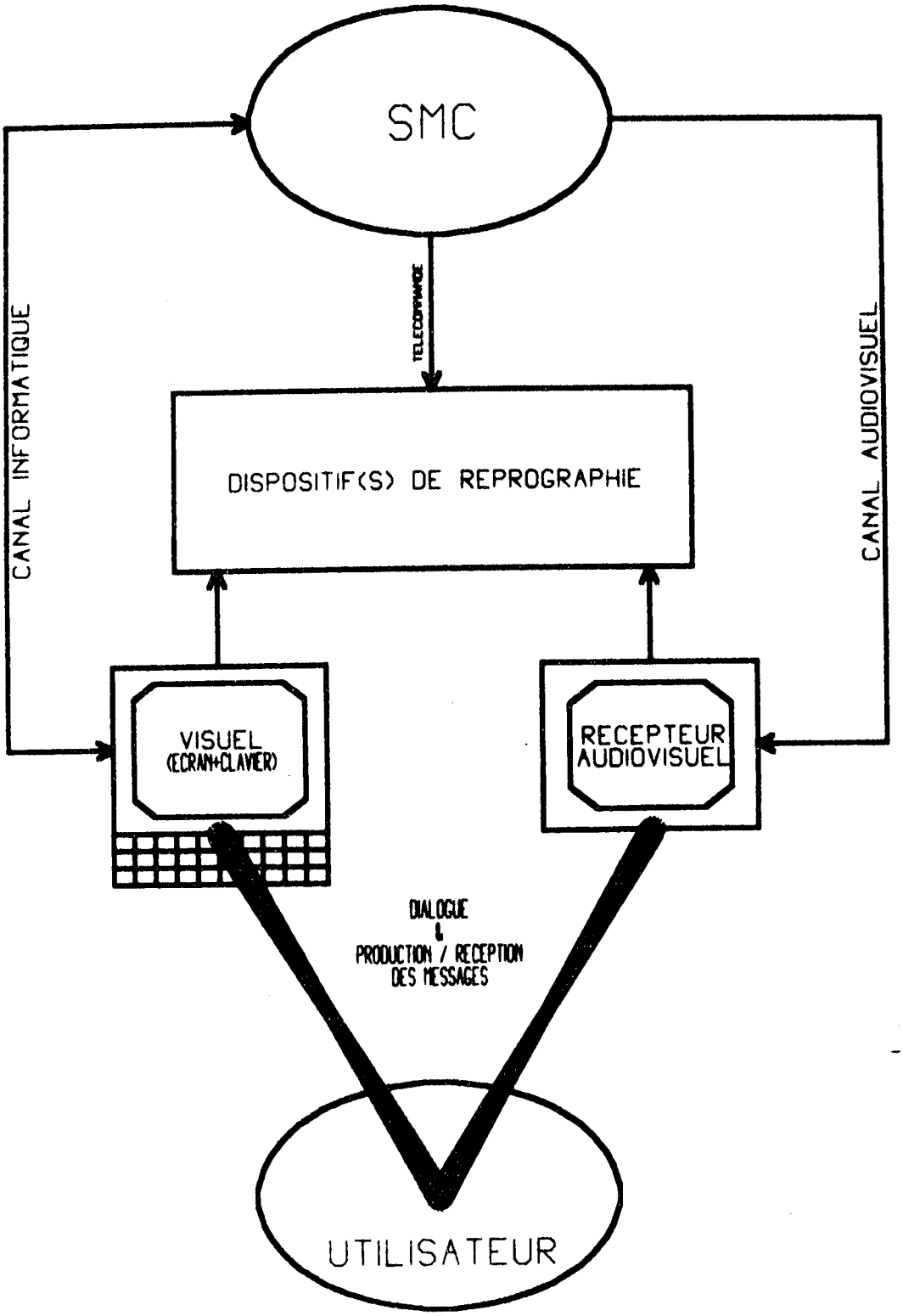


Figure 15: LE POSTE D'ACCES STANDARD (dit aussi "POSTE DE TRAVAIL")

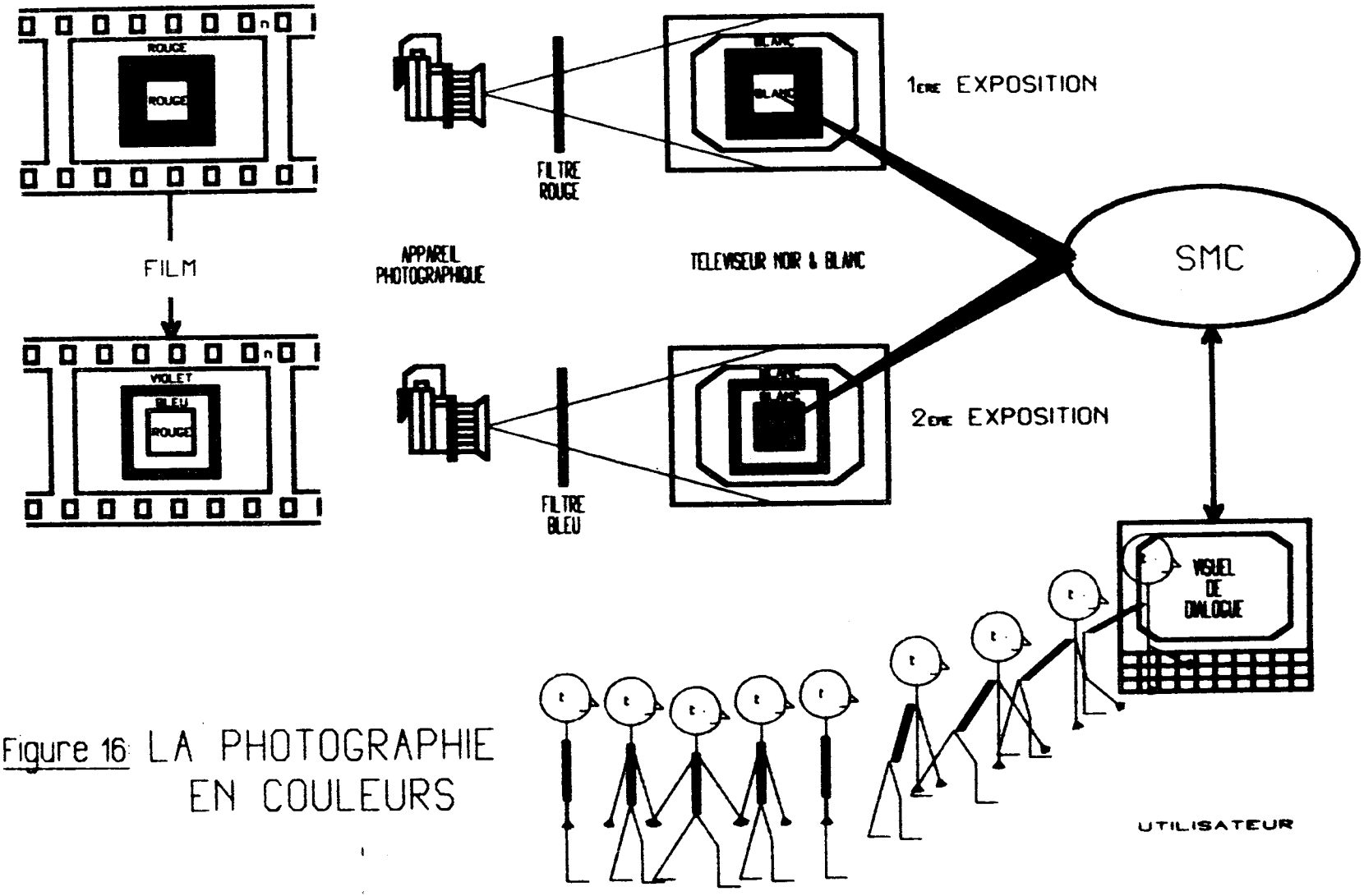


Figure 16 LA PHOTOGRAPHIE EN COULEURS

Cette méthode, si elle parait relever du 'Système D' (plus que de SMC!) présente deux avantages essentiels :

- production d'images d'excellentes qualités, comme il le sera montré plus loin,
- cette réalisation est obtenue pour un coût global dérisoire!

- une CAMERA CINEMATOGRAPHIQUE elle permettra la prise de vues télécommandée en "pas à pas" ("image par image") de graphismes affichés sur le visuel (*), et dont la projection séquentielle fournira une animation (*)

- cette liste n'est pas exhaustive, et peut être allongée suivant les besoins

Nota important : en réalité, la notion de poste d'accès est élargie, de manière à inclure une utilisation de type 'traitement par lots' (*) de SMC

3.2-LE LOGICIEL

32 - LE LOGICIEL

Après avoir décrit les différents matériels (*) mis en œuvre dans SMC (voir le paragraphe 31 page 26), nous allons présenter les logiciels (*) permettant d'y accéder et de les utiliser au mieux. Traditionnellement, nous distinguerons deux niveaux :

- le logiciel de base, ou "système d'exploitation" (CMS4),
- les logiciels d'application contenant des outils de service (assembleur (*), éditeur de liens (*),), et évidemment le 'système d'aide à la communication' proprement dit

321 - LE SYSTEME D'EXPLOITATION CMS4 (*)

Son rôle est de créer une structure d'accueil à l'intérieur du matériel, permettant à toutes les classes d'utilisateurs potentiels, un accès simultané et souple à l'ensemble des ressources du système (le mot "ressource" s'entendant ici au sens large) : il devra pouvoir supporter aussi bien des opérations classiques (traitement par lots (*) multiprogrammé (*)), que les applications de SMC. Qui dit 'accès simultané', dit 'partage de temps, CMS4 sera donc un moniteur (*) de temps partagé (*), et plus généralement, de multiprogrammation (*). Son architecture inédite, fondée sur la notion de service, a vu sa réalisation grandement facilitée par la structure originale du "calculateur-hôte" (voir le paragraphe 3.1.11 page 27)

3211 - NOTION DE SERVICE Le rôle d'un système d'exploitation (*), est de rendre des services, précisons cette notion, et examinons la structure induite

1 - On appelera service S_i, la réalisation, ou l'exécution d'une action A_i donnée, celle-ci formant un tout logique. Par exemple :

(1) 'lire une carte perforée',
(2) 'effectuer un échange (lecture ou écriture) mémoire à disque',
(3) 'gérer un fichier'

L'action A_i peut être complexe, composée d'alternatives (ou voir (2)), mais ne doit pas être "multiple" (et), précisons cela par un exemple :

'lire une carte et imprimer cette carte', ne constitue pas, dans cette terminologie, une action A_i, alors que

(4) 'faire un changement de support cartes à imprimante' en sera une.

2 - Soit $S = (S_i)$ l'ensemble des services possibles, on distinguera dans S les "services élémentaires" (voir (1) et (2)), de ceux qui ne le sont pas (voir (3) et (4)) un "service élémentaire" se suffit à lui-même. Il est possible de mettre en évidence dans S une relation d'ordre partielle notée ' $\longrightarrow$ ', et définie comme suit :

$S_i \longrightarrow S_j$: S_i nécessite S_j pour se réaliser.

Dans ces conditions, S_i sera qualifié d'élémentaire, si et seulement si :

$$\nexists j \text{ tel que } S_i \longrightarrow S_j$$

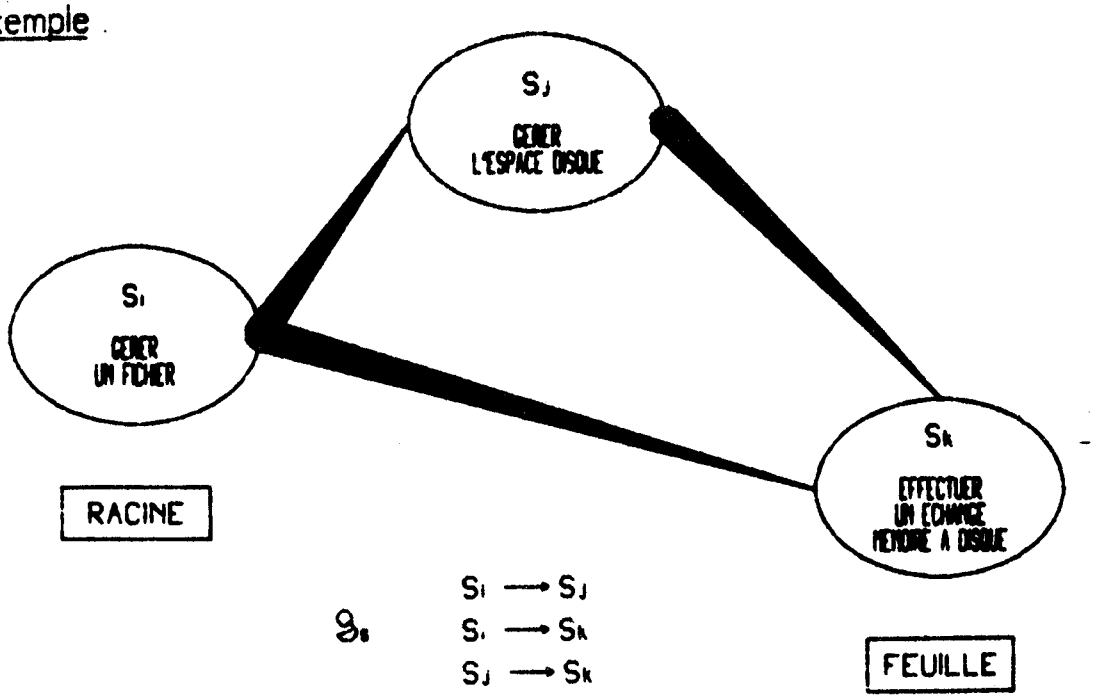
Cette relation d'ordre structure l'ensemble S en un graphe orienté $\mathcal{G}_s$ (qui sauf exception sera connexe). Par abus de langage, on dira qu'un service élémentaire est une feuille, et on appellera racine tout service S_i, tel que :

$$\nexists j \text{ tel que } S_j \longrightarrow S_i$$

(terminologie empruntée à la théorie des arborescences)

- feuille S_i $\quad \nexists j \quad S_i \longrightarrow S_j$
- racine S_i $\quad \nexists j \quad S_j \longrightarrow S_i$

Exemple :



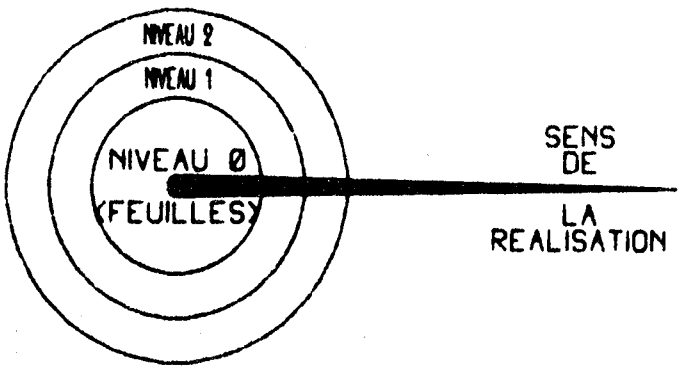
$\mathcal{G}_s$: $S_i \longrightarrow S_j$, $S_i \longrightarrow S_k$, $S_j \longrightarrow S_k$

Remarque : l'exemple ci-dessus montre clairement que le graphe $\mathcal{G}_s$ n'est pas un arbre!

3 - On voit ainsi se dessiner :

- d'une part, l'architecture du système d'exploitation (*) : celle-ci sera modulaire (voir la décomposition en services S_i) et hiérarchisée (voir les relations $S_i \longrightarrow S_j$).

- d'autre part, une méthodologie de réalisation que l'on qualifiera de "concentrique", et qui consiste à partir des feuilles (ou "niveau ø"), puis à "remonter" progressivement dans le graphe $\mathcal{G}_s$ jusqu'aux racines (passage de S_j à S_i, tel que $S_i \longrightarrow S_j$, S_j sera au niveau 'n' de la réalisation, alors que S_i sera à un niveau 'm'>'n').



Nota 1 - Cette méthodologie est à rapprocher de celle utilisée lors des "implémentations" de langages, au cours desquelles on passe de langages primitifs (par exemple, "micro-langage" (*), "langage machine" (*),) à des langages de plus en plus complexes (langages "évolués", .., langages "naturels)

2 - Le 'sens de la réalisation', est aussi celui de la complexification croissante : on produit ainsi des outils de plus en plus évolués, de plus en plus capables (par exemple, passage de 'lire un secteur disque', à 'lire l'enregistrement de nom XXX').

3.2.1.2 - NOTION DE TACHE ASSOCIEE A UN SERVICE

On appellera 'tâche T_i associée à un service S_i', l'ensemble logique des instructions nécessaires et suffisantes pour rendre le service S_i. On écrira

$$S_i \multimap T_i \qquad (\text{'}T_i \text{ est associée à } S_i\text{'})$$

1 - Soit $T = (T_i)$ l'ensemble des tâches T_i, isomorphe à l'ensemble $S = (S_i)$ La notion de 'tâche associée à un service' est identifiée à la notion de tâche (*) telle qu'elle a été définie au paragraphe 3.1.1.1.2 page 28. Ainsi à tout service S_i, on associera une tâche T_i (*), un contexte C_i (*), et un "niveau software" NS_i (*). Cette identification induit dans T (et dans S, par isomorphisme) une deuxième relation d'ordre, cette dernière étant totale, et fixée par les "niveaux softwares" NS_i (priorité) A compter de maintenant, on conviendra d'écrire

$$NS_i = i$$

en conséquences :

SERVICE S_i	$\multimap$	TACHE T_i CONTEXTE C_i NIVEAU i

2 - DEFINITION DE CMS4 : CMS4 est un ensemble structuré (par la relation d'ordre partielle ' $\longrightarrow$ ') de tâches T_i, cela signifie qu'il est constitué de T et des moyens de dialogue "inter-tâches", permettant de réaliser "physiquement" la relation ' $\longrightarrow$ '. D'une manière plus précise, on entendra par 'moyens de dialogue' :

'demander un service'
'synchroniser' (*)
's'exclure mutuellement'

(voir à ce propos le mot 'sémaphore' (*))

3 - INTRODUCTION A UNE STRUCTURE VIRTUELLE : Pour reprendre ce qui a été annoncé au paragraphe 3.1.1.1.2 page 28, on peut dire aussi qu'un service S_i est rendu par une machine virtuelle spécialisée, simulée par l'exécution de T_i sur la machine réelle. On ramène ainsi CMS4 à un réseau virtuel d'ordinateurs spécialisés (la notion de réseau incluant bien entendu ce que l'on a qualifié précédemment de 'moyens de dialogue'). Cette idée sera reprise à la fin du présent chapitre, où une ébauche de "réalisation cablée" de CMS4 sera présentée (voir le paragraphe 3.2.1.12 'réseau de micro-processeurs' page 87).

3213 - STRUCTURE DES TACHES, DES CONTEXTES - LE DIALOGUE

CMS4 est donc un ensemble structuré de tâches (*) T_i responsables chacune d'un service donné S_i. Ces tâches coopèrent, et entretiennent donc de façon temporaire et asynchrone des relations à l'occasion des opérations suivantes :

(1) 'demander un service'
(2) 'synchroniser'
(3) 's'exclure mutuellement'

> "coopération"

1 - LA 'DEMANDE DE SERVICE' : Quelque soit le service S_i à rendre, il est possible de dégager un squelette commun à la réalisation de chaque action A_i :

- prologue : prise en compte d'une demande de service particulière,
- corps : exécution spécifique de cette demande,
- épilogue : avertissement de l'achèvement de la réalisation.

Cette squelettisation est, par isomorphisme entre S et T, valable pour les tâches T_i, de plus, prologue et épilogue étant évidemment indépendants du service S_i, toutes les tâches T_i pourront être réalisées par le même programme réentrant (*), dont le "corps" variera avec 'i'. Cette "mise en commun" induit une une structure commune à tous les contextes! Enfin, les demandes de service, possèderont, elles aussi, un format indépendant du demandeur ainsi que du service S_i demandé, et, étant émises de façon aléatoire et asynchrone, devront transiter par des files d'attente FA_i spécifiques à chaque service S_i.

2 - LE FORMAT DES CONTEXTES C_i : On trouvera dans chaque contexte C_i les moyens nécessaires aux différentes synchronisations, matérialisés par :

- des sémaphores (*),
- la file d'attente FA_i permettant d'accéder à S_i (la gestion de celle-ci est du type "premier entré - premier sorti" ('FIFO'), avec la possibilité d'adresser des demandes prioritaires)

On y trouvera de plus la valeur des douze registres programmables permettant la simulation sur la machine réelle,.., et enfin une zone de données spécifiques à chaque S_i (il est clair que l'on ne gère pas un secteur disque, comme l'on gère un fichier!) La figure 17 donne un schéma légèrement plus détaillé de la structure commune des contextes.

Nota : Le registre L de chaque tâche T_i contient en permanence l'adresse en mémoire du contexte C_i associé (voir le paragraphe 3.1.1.1 page 27 pour les notations utilisées).

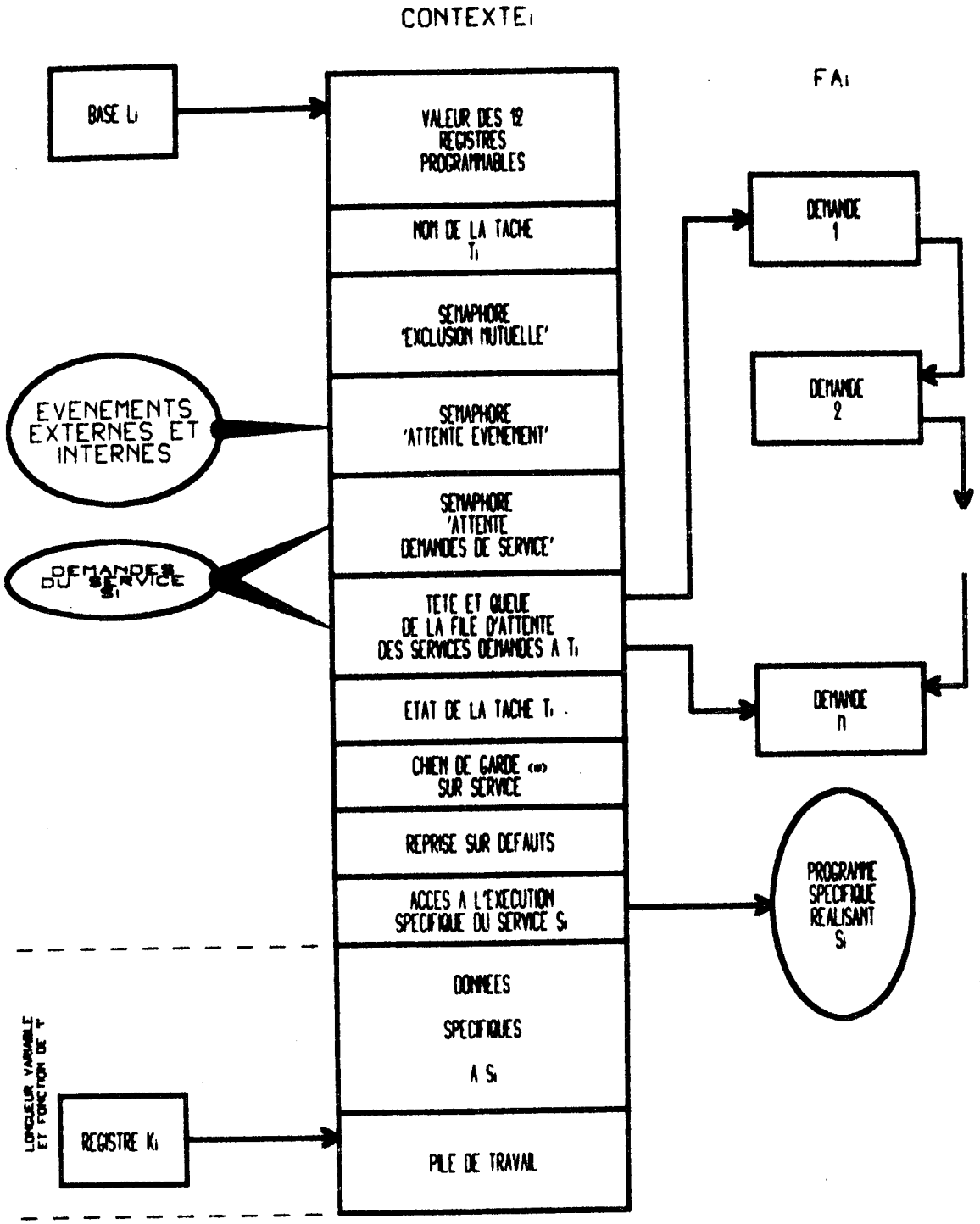


Figure 17 FORMAT COMMUN DES CONTEXTES

3 - LE FORMAT DES TACHES T_i . Comme il l'a été annoncé, toutes les tâches T_i sont réalisées à l'aide d'un même programme réentrant (*) baptisé HANDLR, et dont nous allons donner une version simplifiée (P et V désignent les opérations classiques sur sémaphores (*))

PROLOGUE COMMUN A TOUTES LES TACHES T_i

```
HANDLR      P("attente demande de service"),
            P("exclusion mutuelle"),
                  ACCES "tête de la file d'attente FA";
            V("exclusion mutuelle"),
            INITIALISATION "chien de garde sur service";
```

CORPS SPECIFIQUE A CHAQUE T_i

```
EXEC        'exécution spécifique du service',
            SI ("reprise sur défauts") ALLER A EXEC;
```

EPILOGUE COMMUN A TOUTES LES TACHES T_i

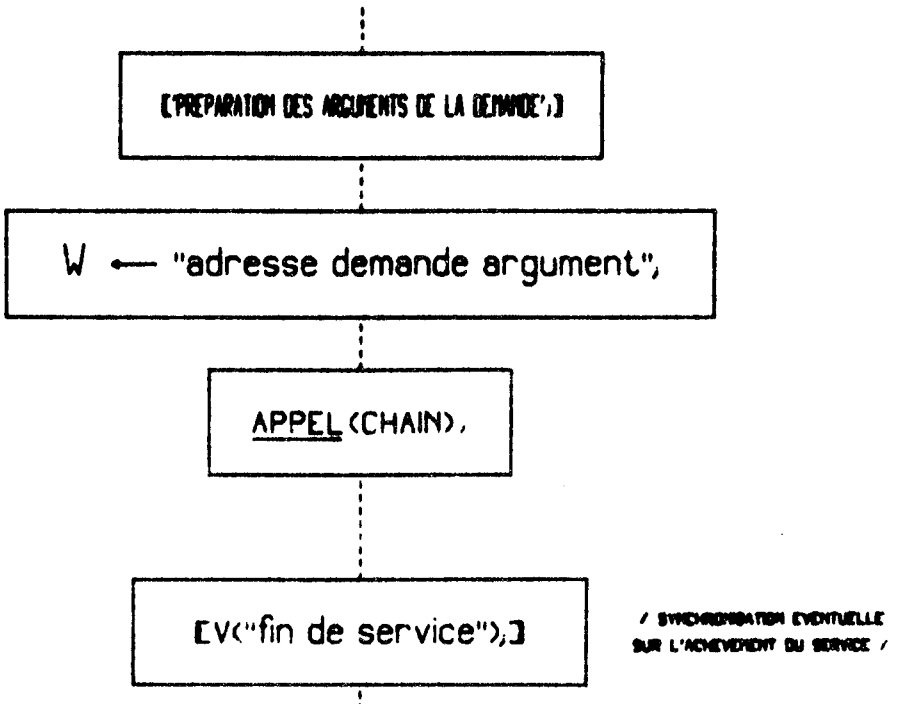
```
            RENVOI "conditions d'exécution du service" DANS
                  "tête de la file d'attente FA";
            P("exclusion mutuelle"),
                  SUPPRESSION "tête de la file d'attente FA",
            V("exclusion mutuelle"),
            V("fin de service"),          / avertissement synchronisation de
            ALLER A HANDLR;                 la tache demanderesse du service SI /
```

Nota la réentrance de HANDLR est évidemment obtenue par l'intermédiaire des registres L (adresse du contexte C_i), K (pointeur de la pile de T_i), et W (adresse de la demande de service courante).

4 - LA GESTION CENTRALISEE DES FILES D'ATTENTE 'FA' : Les formats des demandes de service et des contextes étant uniformes, il est possible et souhaitable de centraliser la gestion des files d'attente, facilitant ainsi les tests et les mesures sur le système. Un sous-programme réentrant (*) (voir le nota du paragraphe 3.2.1.3.3 page 65) baptisé CHAIN, assure cette fonction et, recevant par le registre W l'adresse d'une demande de service S_i à transmettre à T_i, opère son insertion dans FA_i. Donnons une version simplifiée de CHAIN

```
CHAIN       ACCES "contexte Ci";
            P("exclusion mutuelle");
                  MISE "demande argument" DANS
                       "queue de la file d'attente FAi";
            V("exclusion mutuelle");
            V("attente demande de service");   / overlaissement de la tache demandée Ti /
            RETOUR;
```

Nota une demande de service se programmera donc de la façon suivante :



La figure 18 donne un exemple de dialogue s'établissant entre deux tâches T_i et T_j, T_j émettant à destination de T_i une demande de service.

3.2.1.4 - L'ORGANISATION GENERALE DE CMS4 En plus des mécanismes et programmes vus précédemment, il est deux outils importants :

1 - LA TRACE Il s'agit d'une pile circulaire (*) dans laquelle sont mémorisés les événements importants (mises en file d'attente, interruptions, ...) de l'histoire du système On constitue ainsi un histogramme du passé récent de la machine, la durée ainsi couverte étant bien entendu fonction de l'activité (charge) du système.

2 - LA 'SYSER' (abréviation de "SYSTEME-ERREUR") Partout où cela est possible, CMS4 valide l'information qu'il manipule (par exemple : impossibilité d'avoir une adresse négative,...). Lorsqu'une telle anomalie est détectée, l'unité de traitement est placée sur son niveau d'exécution le plus prioritaire, c'est-à-dire le "niveau hardware 0" (*) (voir le paragraphe 3.1.1.2 page 28), ce qui a pour effet immédiat de bloquer et figer l'ensemble du système, facilitant ainsi la détection et la correction de l'erreur (en s'aidant de la TRACE éventuellement).

3 - LA STRUCTURE GENERALE DE CMS4 : CMS4 est donc un ensemble de tâches T_i que l'on qualifiera de "parallèles", puisqu'ayant la possibilité virtuelle de s'exécuter simultanément. Celles-ci entretiennent temporairement et "aléatoirement" des relations de 'demande de service', de 'synchronisation' (*) et d'exclusion mutuelle' (*).

- On aboutit ainsi à un système extrêmement modulaire, par exemple, rajouter une tâche T_k se fera en insérant son contexte C_k, et sa 'partie spécifique d'exécution', dès lors, elle sera accessible par toutes

- La limitation du nombre de dialogues possibles au strict minimum, le passage obligatoire par des files d'attente à gestion centralisée et les formats communs (contextes, demandes de service, tâches,...) ne souffrant aucune exception, font de CMS4 un système fiable, aisé à maintenir et à modifier, et sur lequel les mesures sont faciles (grâce à la centralisation,...)

- Enfin, les quelques propriétés énumérées précédemment, ont permis l'introduction de la NOTION DE CONNEXION MATRICIELLE : ce mécanisme (implanté au niveau du programme CHAIN vu au paragraphe 3.2.1.3.4 page 66) permet, par exemple, de reproduire sur un ensemble de tâches (T_{i1},T_{i2},..,T_{in}) toutes les demandes de service reçues par T_i,... Ainsi, on peut opérer "à peu de frais" des changements de support (connexion 'lecteur de cartes' - 'imprimante',), des éditions de journaux de transactions, de l'"espionnage" (visuel à visuel (*),...),...

La figure 19 donne une idée de CMS4, on y trouvera en particulier le SYSTEME D'INTERRUPTION dont le rôle se limite à établir des correspondances du type :

EVENEMENT EXTERNE —⊖→ T_i, par la création d'événements internes réalisés par des sémaphores (*)

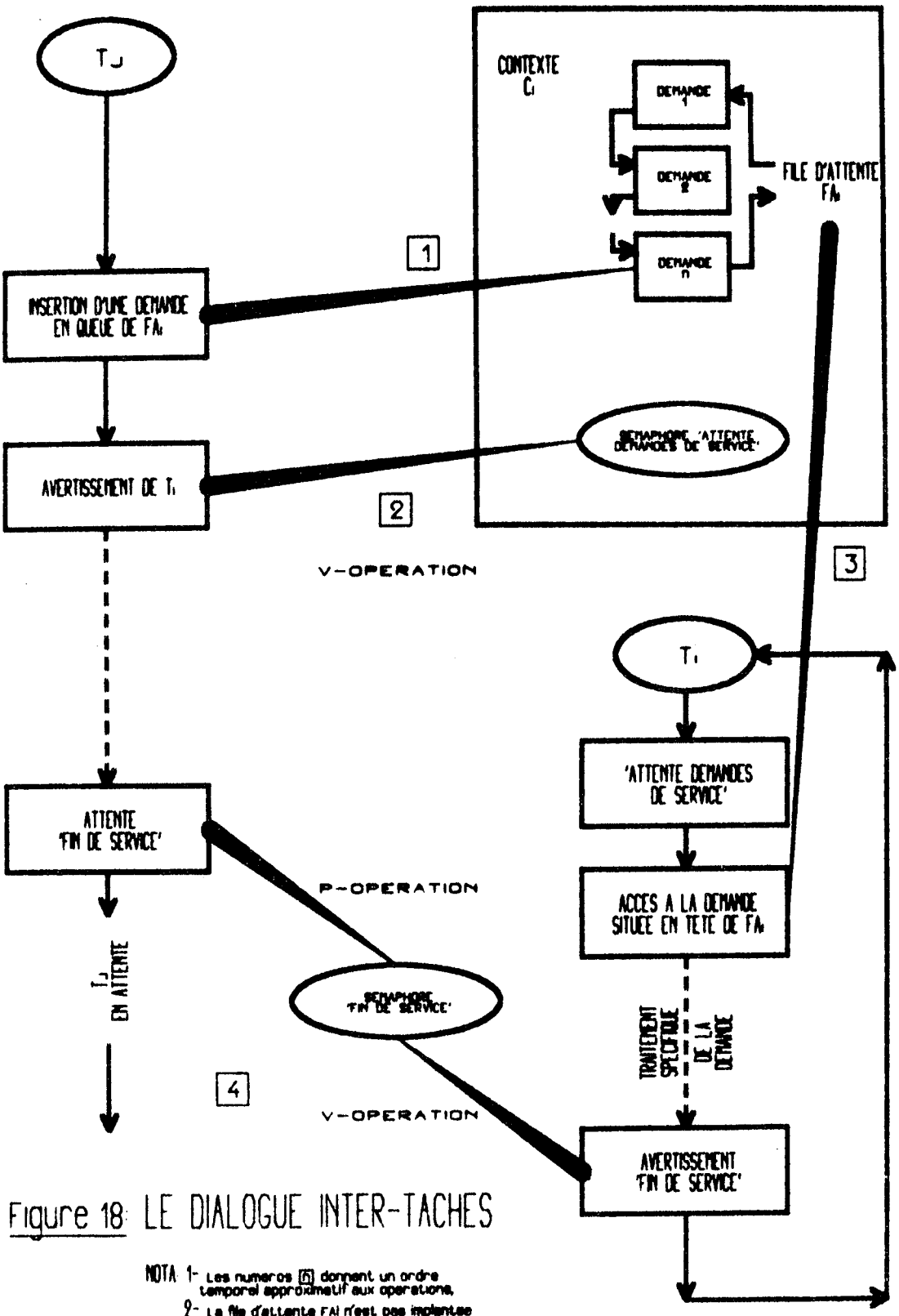


Figure 18 LE DIALOGUE INTER-TACHES

NOTA 1- Les numeros [n] donnent un ordre temporel approximatif aux operations.

2- La file d'attente FAi n'est pas implantee dans le contexte Ci, elle est en fait repartie entre Ci et chaque demande argument

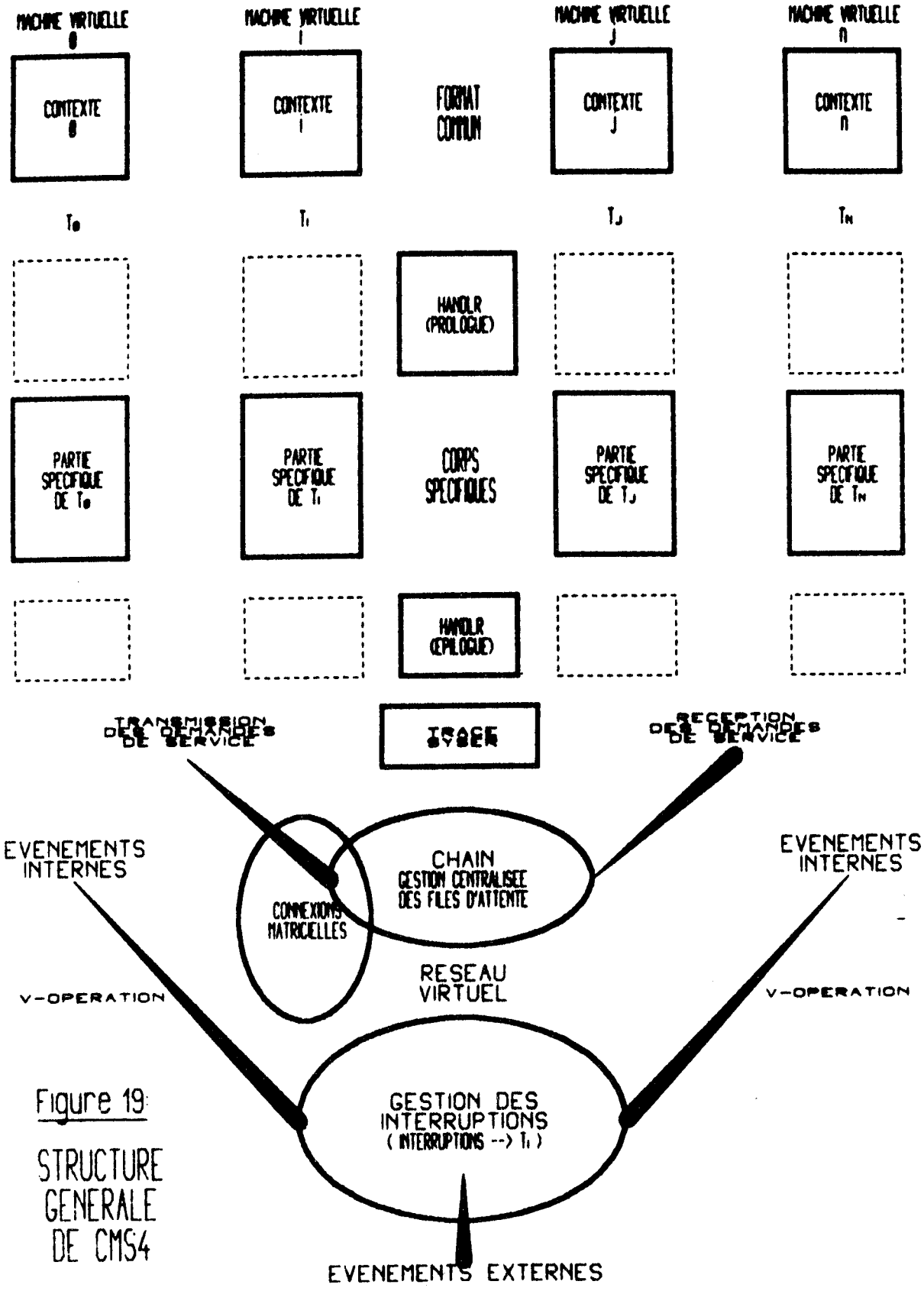


Figure 19

STRUCTURE GENERALE DE CMS4

3.2.1.5 - LES TACHES "PERIPHERIQUES" : Chaque organe "périphérique" du système (voir aux paragraphes 3.1.1.2 à 3.1.1.4 page 32 la description des disques, des visuels (*), des "interfaces" (*) informatique-audiovisuel,...) est géré par une tâche (*) rendant ce que l'on a qualifié précédemment de service élémentaire ou feuille (voir le paragraphe 3.2.1.1.2 page 58), chacune d'elle est en correspondance directe avec le système d'interruption :

TACHE DISQUE 1 ⟷ DISQUE 1 ⟷ NIVEAU D'INTERRUPTION α
TACHE DISQUE 2 ⟷ DISQUE 2 ⟷ NIVEAU D'INTERRUPTION β

TACHE VISUEL 1 ⟷ VISUEL 1 ⟷ NIVEAU D'INTERRUPTION δ
TACHE VISUEL 2 ⟷ VISUEL 2 ⟷ NIVEAU D'INTERRUPTION δ
TACHE VISUEL 3 ⟷ VISUEL 3 ⟷ NIVEAU D'INTERRUPTION ε

(.)

Enfin, on notera l'existence d'une TACHE HORLOGE (voir le paragraphe 3.1.1.3.4 page 33) participant à l'échantillonnage des programmes "utilisateurs" (voir le paragraphe 3.2.1.9.1 page 76), à l'équilibrage de la charge du système (voir le paragraphe 3.2.1.10 page 82), et calculant évidemment la date!

Remarque : lorsque 'n' périphériques sont identiques (disques ou visuels (*) par exemple), le système dispose alors de 'n' tâches distinctes matérialisées par 'n' contextes, et un seul programme spécifique (aux disques, aux visuels,..) réentrant (*).

3.2.1.6 - LES TACHES D'ATTRIBUTION DES RESSOURCES (*) :

CMS4 supporte actuellement deux types de ressources "spatiales" :

- l'espace mémoire,
- l'espace disque.

(l'attribution de l'unité centrale, ressource de nature "temporelle", sera évoquée lors de l'introduction de la notion d'utilisateur au paragraphe 3.2.1.9.1 page 76). Chacun de ces espaces est découpé en unité d'attribution ou quantum, par soucis évident d'homogénéité, les quanta relatifs aux deux espaces sont choisis égaux à 128 mots (représentant la longueur d'un secteur de disque, voir à ce sujet le paragraphe 3.1.1.2 page 32). Afin de simplifier l'exposé, on ignorera le fait qu'il existe pour l'espace mémoire des unités multiples du quantum (1K,2K,4K,...(*)) formant des zones-mémoire nécessairement continues (absence de pagination mémoire). Pour chaque type de ressources, il existe deux services distincts (voir le nota suivant qui justifie de plus cette nuance) :

- LIBERER 'n' QUANTA,
- ATTRIBUER 'n' QUANTA.

On trouvera donc les tâches (*) suivantes :

LIBERER ESPACE DISQUE
ATTRIBUER ESPACE DISQUE
LIBERER ESPACE MEMOIRE
ATTRIBUER ESPACE MEMOIRE

Nota important : il est clair, que l'action de libérer une ressource, est plus urgente que celle d'attribuer, on peut alors espérer, par un tel choix de priorités (voir le paragraphe 3.2.1.2 page 61), ne pas mettre trop souvent le système en déficit!

3.2.1.7 - L'ESPACE DES NOMS : Un système d'exploitation (*) ne doit pas se contenter de la gestion "physique" des matériels (*) qu'il supervise, il doit aussi mettre à la disposition des utilisateurs (*) des structures d'informations, ainsi que les moyens permettant de les exploiter et de les manipuler.

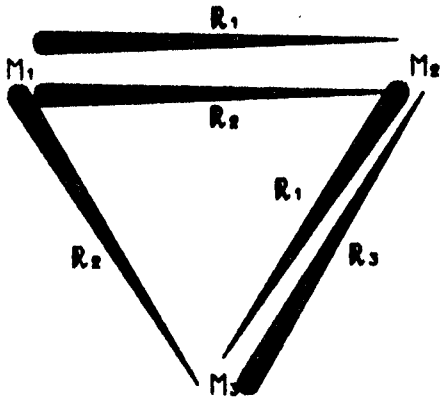
1 - DEFINITION DE STRUCTURES :

- Soit $\mathcal{E}$ un espace de points M_i : $\mathcal{E} = (M_i)$.

- Soit σ une fonction définie en tout point M_i de $\mathcal{E}$ et à valeur dans un ensemble $\sigma(\mathcal{E})$ non précisé, $\sigma(M_i)$ sera appelée valeur du point M_i

- Soit $\mathcal{R}$ un ensemble de relations binaires R_k : $\mathcal{R} = (R_k)$, tel que l'on puisse dire sans ambiguité, pour tout R_k de $\mathcal{R}$, et pour tout couple ordonné (M_i,M_j) de $\mathcal{E}^2$: "l'assertion $M_i\ R_k\ M_j$ est vraie ou fausse".

Exemple :



$\mathcal{E}=(M_1,M_2,M_3)$
$\mathcal{R}=(R_1,R_2,R_3)$

les assertions $M_1\ R_1\ M_2$, $M_1\ R_2\ M_2$, sont vraies,

l'assertion $M_1\ R_3\ M_2$ est fausse.

Nota : ces définitions sont suffisamment générales pour inclure des structures d'information plus restrictives, tels des graphes, des arborescences, des plexes,...

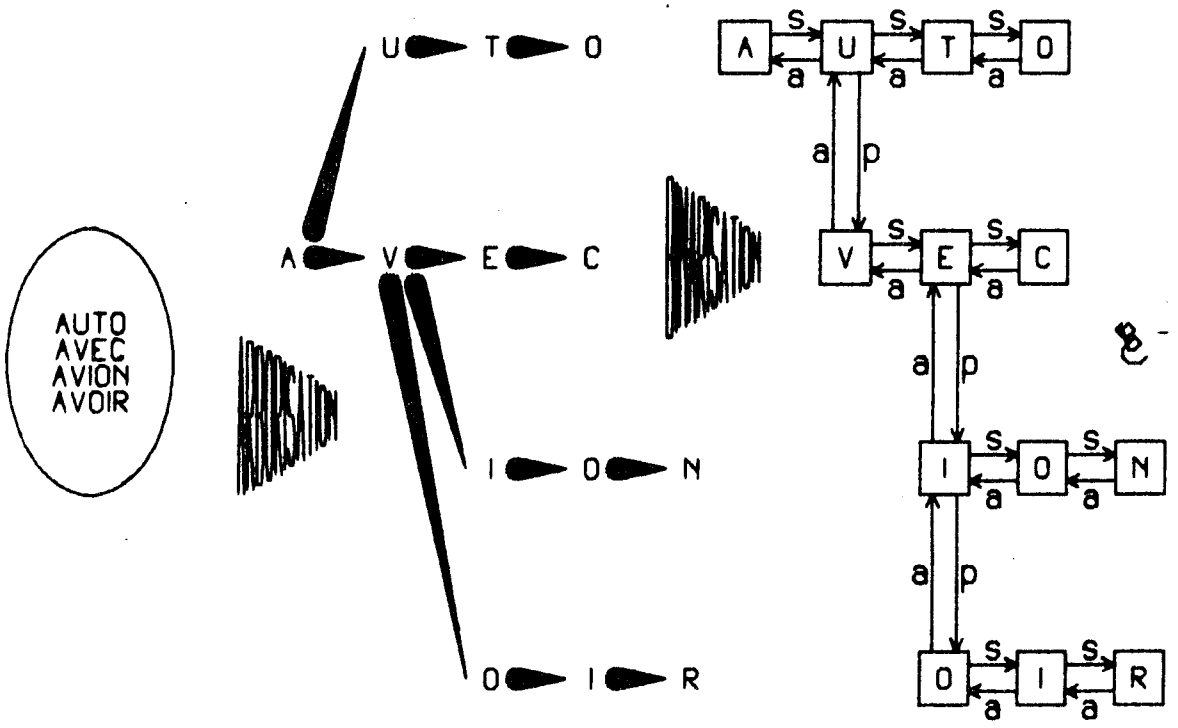
2 - LIGRE (Langage Interprétatif de Gestion des Relations) :

Pour permettre des manipulations sur de telles structures, CMS4 contient la définition d'un langage interprétatif (LIGRE), dont les instructions permettent, entre autres choses de :

- CREER / VALUER / SUPPRIMER un point M_i dans $\mathcal{E}$,
- RENDRE VRAIE/FAUSSE les assertions 'M_i R_k M_j',
- RESOUDRE DES EQUATIONS du type :
  - $\exists ?\ j$ tel que : M_i R_k M_j soit VRAIE,
  - $\exists ?\ k$ tel que : M_i R_k M_j soit VRAIE,

et dont l'interpréteur est une tâche (*) (GERER-ARBRE).

3 - L'ESPACE DES NOMS : Un ensemble ordonné de noms peut se représenter par une arborescence, qu'il est ensuite aisé de "binariser", ainsi que le montre l'exemple suivant :



L'ensemble $\mathcal{U}(\mathcal{E})$ introduit précédemment sans définition (voir le paragraphe 3.2.1.7.1 page 71) est ici l'ensemble des "codes-caractères" (A,B,C,D,E,...X,Y,Z,0,1,2,...), et l'ensemble $\mathcal{R}$ se réduit à trois relations notées 's' 'p' 'a', et représentant les "relations graphiques" qui existent entre les points de l'espace $\mathcal{E}$:

s — représente une relation SERIE (M_i s M_j : si $\mathcal{U}(M_j)$ suit le caractère $\mathcal{U}(M_i)$ dans au moins un nom),

p — représente une relation PARALLELE (M_i p M_j : s'il existe au moins deux noms possédant une racine commune de 'm' lettres, les 'm+1'ième différant, et étant respectivement $\mathcal{U}(M_i)$ et $\mathcal{U}(M_j)$ suivant l'ordre alphabétique par exemple),

a — représente une relation ARRIERE (M_i a M_j : si M_j s M_i ou exclusivement M_j p M_i).

CMS4 contient un espace de noms représenté par une arborescence binaire, elle-même gérée par un programme écrit en LIGRE et permettant :

- de tester l'existence d'un nom donné,
- d'ajouter/supprimer un nom.

Une relation d'équivalence triviale et implicite permet de partitionner l'espace, elle porte sur la racine de chaque nom, constituée par le numéro de compte (*) d'un utilisateur, ou du système lui-même.

4 - LA VALUATION DES NOMS : Un certain nombre de tâches (*) faisant appel à GERER-ARBRE (voir le paragraphe 3.2.1.7.2 page 72), permettent la valuation des noms, c'est-à-dire, la manipulation de relations du type :

NOM —⊖→ VALEUR où VALEUR représente une chaine quelconque d'octets (*). On trouvera en particulier les tâches (*) suivantes :

VALUER-NOM	établit : NOM —⊖→ VALEUR ,
SUPPRIMER-NOM	détruit un NOM et son éventuelle VALEUR associée,
ACCEDER-VALEUR	fournit la VALEUR d'un NOM donné,
EDITER-SOUS-CATALOGUE	récupère les NOMS commençant par une certaine racine $x_1 x_2 \ldots$

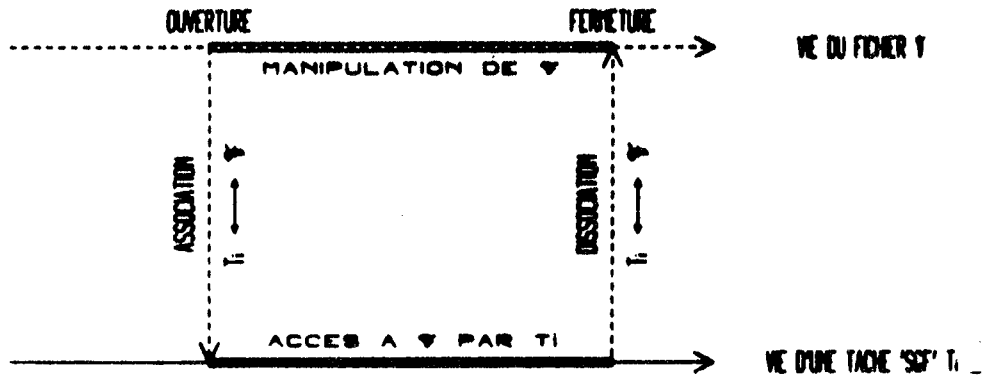
Nota : 1 - une VALEUR pourra être un fichier au sens classique du terme (voir le paragraphe 3.2.1.8 page 75), un "item" (*) dans un contexte d'utilisation SMC, une image de télévision "numérique" $\mathcal{I}_N$ (*) (voir le paragraphe 3.1.2.4 page 48),...

2 - le repérage des points M_i de $\mathcal{L}$ (coordonnées) est réalisé dans un espace virtuel implanté sur les disques, et dont la taille n'est pratiquement pas limitée.

3218 - LA GESTION DE FICHIERS : Dans CMS4, un fichier (*) désignera une collection ordonnée d'enregistrements (suite d'octets (*)) repérés chacun par une clef numérique. Toutes les opérations classiques sont disponibles, et parmi lesquelles, on trouvera :

- ouverture / fermeture / suppression d'un fichier,
- ouverture / fermeture / suppression d'un enregistrement,
- lecture / écriture / mise à jour d'un enregistrement,
- (.)

L'originalité du Système de Gestion de Fichiers (SGF) de CMS4 réside dans le fait que les opérations pré-citées sont prises en charge, pour un fichier ▼ donné, à un instant 't', par une tâche T_i (*) choisie parmi un ensemble de tâches identiques (dites 'SGF'), T_i étant associée temporairement à ▼, de son ouverture à sa fermeture :

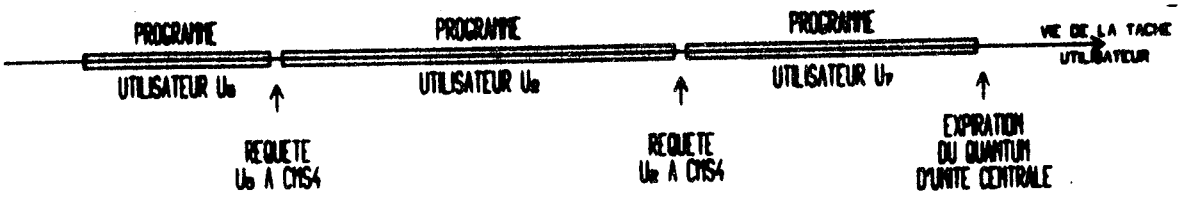


Nota : le "niveau software" (*) $NS_i = 1$ de la tâche T_i n'est pas une caractéristique intrinsèque du fichier ▼, le "couplage" $T_i \longleftrightarrow$ ▼ n'étant que temporaire, ultérieurement, l'accès à ▼ pourra se faire par $T_j \longleftrightarrow$ ▼ (où T_j est, comme T_i une tâche 'SGF').
(pour la suppression d'un fichier, voir aussi le paragraphe 3223 page 98)

3.2.1.9 - NOTION D'UTILISATEUR : On appellera utilisateur (noté U_j) une personne physique, un paquet de cartes, un fichier (*),.., interagissant avec le système d'exploitation CMS4 (*) par l'intermédiaire du langage de commande (voir le paragraphe 3.2.1.9.3 page 81) ou par le système de requêtes (voir le paragraphe 3.2.1.9.2 page 77).

1 - LE SERVICE 'UTILISATEUR' : Il serait logique de considérer, que donner à un utilisateur l'accès au système, constitue pour celui-ci un service S_i, au sens que l'on a donné à ce mot au paragraphe 3.2.1.1 page 58. Chaque utilisateur U_j accèderait alors à CMS4 par l'intermédiaire d'une tâche T_i qui lui serait propre : $i=f(j)$. Malheureusement, la deuxième relation d'ordre introduite au paragraphe 3.2.1.2 page 81 ,serait induite dans l'ensemble (U_j) des utilisateurs (puisque 'i' est le "niveau software" (*) NS_i ou priorité intrinsèque de la tâche T_i). Ainsi, on ne pourrait pas disposer de classes d'utilisateurs de même priorité. C'est pourquoi, il n'y a dans CMS4 qu'un seul service 'UTILISATEUR' partagé dans le temps entre $U_1, U_2, .. , U_j, ..$: la tâche (*) UTILISATEUR associée est constituée par l'ensemble des programmes "utilisateurs" échantillonnés à l'aide des critères suivants (de même pour le contexte (*) UTILISATEUR) :

- expiration du quantum de la ressource 'unité centrale' attribuée à U_j (fonction d'ordonnancement (*) ou "scheduling" (*)),
- requête (*) adressée au système d'exploitation (*).



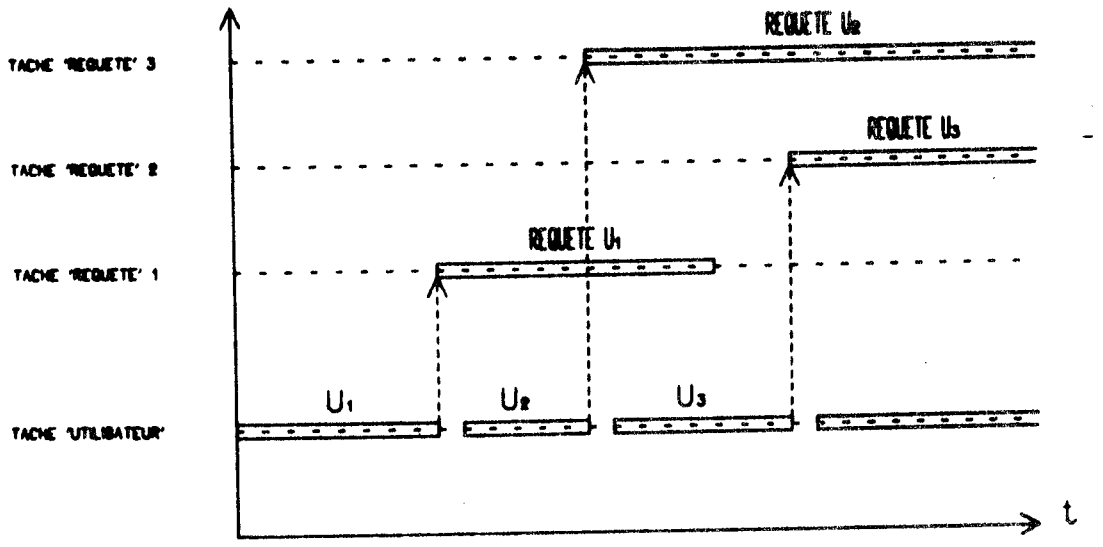
donc à l'instant 't' : TACHE 'UTILISATEUR' = PROGRAMME UTILISATEUR U_j

Remarque : pour des raisons évidentes, un programme "utilisateur" s'exécute en mode esclave (*). On consultera, avec profit, le paragraphe 3.1.1.1.1 page 27

2 - LES REQUETES : On appellera requête (*) toute demande de service adressée par un utilisateur U_j au système d'exploitation (*). On verra de plus, qu'une expiration de quantum d'unité centrale est ramenée à une requête implicite (!). Dans ces conditions, et afin de ne pas bloquer ou freiner l'activité des autres utilisateurs, U_j quitte alors immédiatement la tâche 'UTILISATEUR', et sa requête est prise en charge par une tâche T_i choisie parmi un ensemble de tâches disponibles et identiques (dites de 'REQUETES'), et pouvant être considérées comme les 'racines' évoquées au paragraphe 3.2.1.1.1 page 58. De même que pour la gestion de fichiers (voir le paragraphe 3.2.18 page 75), l'association :

UTILISATEUR U_j ⟷ TACHE 'REQUETE' T_i est limitée à l'exécution de la requête, la priorité 'i' alors accordée à U_j n'est donc que temporaire, et statistiquement, la priorité moyenne Σi / NOMBRE DE REQUETES calculée sur un grand intervalle de temps est indépendante de 'j' (des mesures sur le système ont vérifié cette affirmation intuitive!)

Pour ne pas créer d'attente, le nombre de tâches 'REQUETES' est pris supérieur ou égal au nombre d'utilisateurs supportés par le système. De plus, on garantit ainsi un "parallélisme temporel" maximal entre les requêtes, ce que montre la figure suivante :



Lorsqu'une tâche 'REQUETE' prend en charge la demande de service d'un utilisateur, elle reçoit en argument une liste $\&$ d'actions A_k à exécuter séquentiellement, fonction de l'origine (requête explicite, ou expiration du quantum d'unité centrale) et de la nature de la demande (voir la figure 20)

Avec les notations suivantes :

VIDAGE	stockage temporaire d'un programme utilisateur sur disque ("swapping out") à un emplacement dont l'adresse est calculée de façon à optimiser les durées d'attente entre chaque échange mémoire à disque,
CHARGEMENT	opération inverse du VIDAGE ("swapping in"),
LIBERATION	libération du quantum de mémoire centrale attribué à un programme utilisateur,
ATTRIBUTION	opération inverse de la LIBERATION,
DEPLACEMENT	déplacement d'une chaine d'octets entre un programme utilisateur et une zone résidente (*),
REQUETE	exécution de la requête proprement dite (par exemple effectuer l'écriture d'un message sur l'écran d'un visuel, voir l'ANNEXE-1),
COMMANDE	accès au langage de commande du système,
ORDONNANCEMENT	mise d'un programme utilisateur dans un état "PRET" tel qu'il puisse repasser dans la tâche UTILISATEUR.

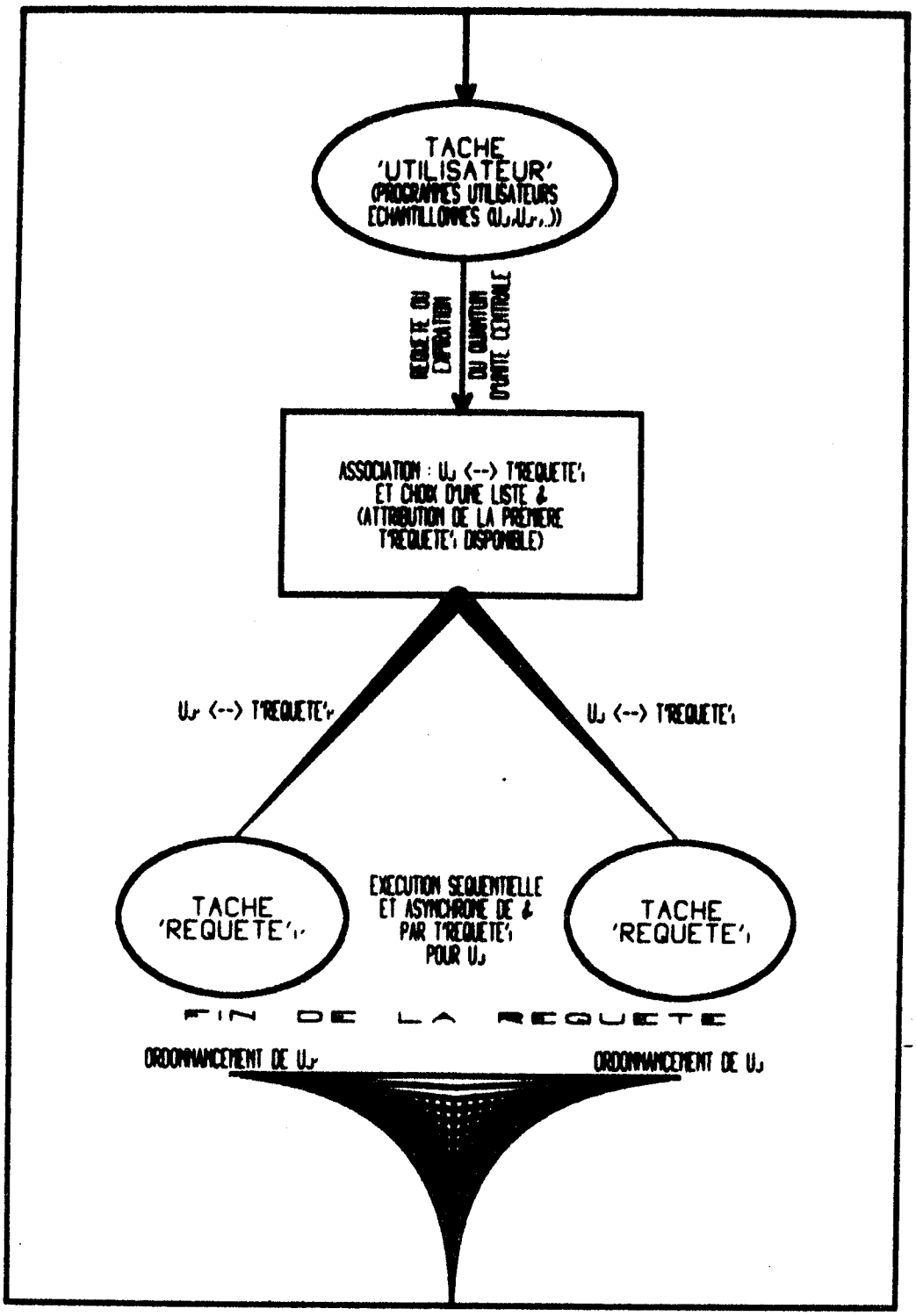


Figure 20: LES TRANSITIONS ET LES RELATIONS ENTRE LA TACHE 'UTILISATEUR ET LES TACHES 'REQUETES'

on trouvera, par exemple, les listes suivantes :

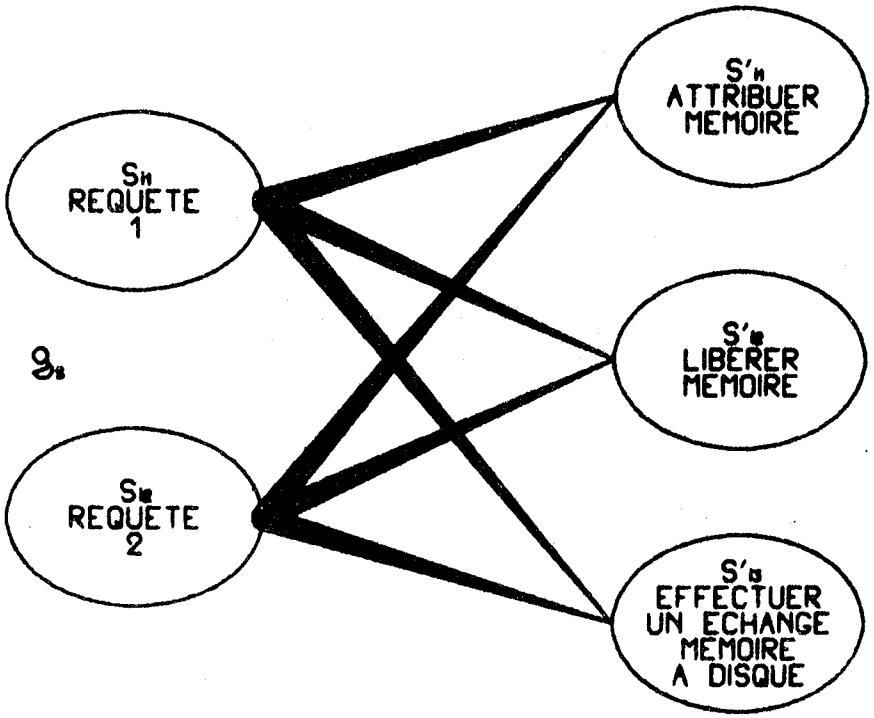
```
&(QUANTUM UNITE CENTRALE EXPIRE) =        (VIDAGE,
                                                LIBERATION,
                                                ATTRIBUTION,
                                            CHARGEMENT,
                                          ORDONNANCEMENT)

&(DEMANDE DE SERVICE) =                   (DEPLACEMENT,
                                                VIDAGE,
                                                    LIBERATION,
                                                        REQUETE,
                                                    ATTRIBUTION,
                                                CHARGEMENT,
                                            DEPLACEMENT,
                                          ORDONNANCEMENT)

&(ACCES AU LANGAGE DE COMMANDE) =         (VIDAGE,
                                                LIBERATION,
                                                    COMMANDE,
                                                ATTRIBUTION,
                                            CHARGEMENT,
                                          ORDONNANCEMENT)

&(ENTREE DANS LE SYSTEME) =                 (ATTRIBUTION,
                                          ORDONNANCEMENT)

&(SORTIE DU SYSTEME) =                      (LIBERATION)
```

(voir la figure 21)

Nota :

- La plupart de ces actions sont conditionnelles, et soumises à des critères liés en particulier à la charge du système (par exemple, le VIDAGE n'est pas toujours nécessaire, si la ressource 'mémoire centrale' n'est pas dans un état "critique"), et du déroulement des actions antérieures (ainsi, il n'est pas procédé à une LIBERATION, s'il n'y a pas eu de VIDAGE!)

- L'exécution de chaque action A_k est un service S_k pris en charge par une tâche (*) T_k. Cela signifie en particulier que pour chaque action A_k, une tâche 'REQUETE' T_i émet une demande de service à destination de S_k transitant donc par la file d'attente FA_k, l'écriture "LIBERATION,ATTRIBUTION" rencontrée dans la liste &(QUANTUM UNITE CENTRALE EXPIRE) n'est donc pas aussi triviale qu'il y parait! Avec les conventions d'écriture du paragraphe 3.2.1.1.2 page 58, on peut donner un fragment du graphe $\mathcal{G}_s$ relatif aux requêtes :



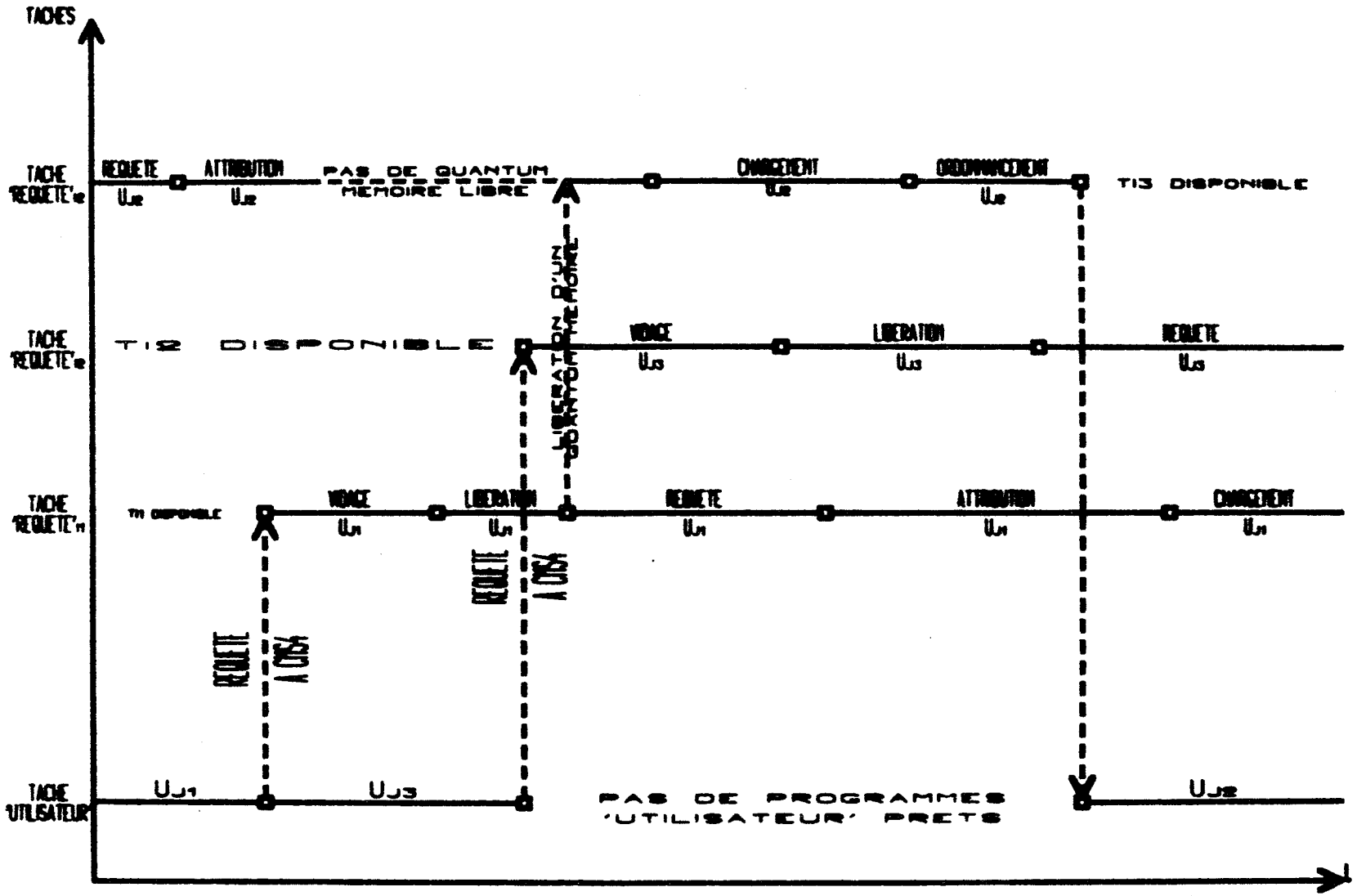


Figure 21 EXEMPLE SIMPLIFIE DE LA PRISE EN COMPTE DE REQUETES 'UTILISATEUR'

3 - LE LANGAGE DE COMMANDE : Un utilisateur U_j peut être assimilé à un point mobile se déplaçant dans un graphe $\mathcal{G}_c$ au fur et à mesure de sa session. Ce graphe $\mathcal{G}_c$ donne en particulier les transitions licites entre les états de U_j, et contient la grammaire d'analyse syntaxique du langage de commande (entrée dans le système, appel des processeurs (*), demandes d'"informations", création de périphériques logiques (*),..., système d'aide à la mise au point des programmes ou "DEBUG", sortie du système,...), les phrases du langage peuvent être émises par un périphérique d'entrée quelconque (visuel (*), lecteur de cartes,...), ou bien par un programme. La figure 22 donne un aperçu simplifié de $\mathcal{G}_c$.

Remarques : - Le système d'aide à la mise au point ("DEBUG") faisant partie intégrante de $\mathcal{G}_c$, peut être utilisé en permanence et sans spécifications préalables!

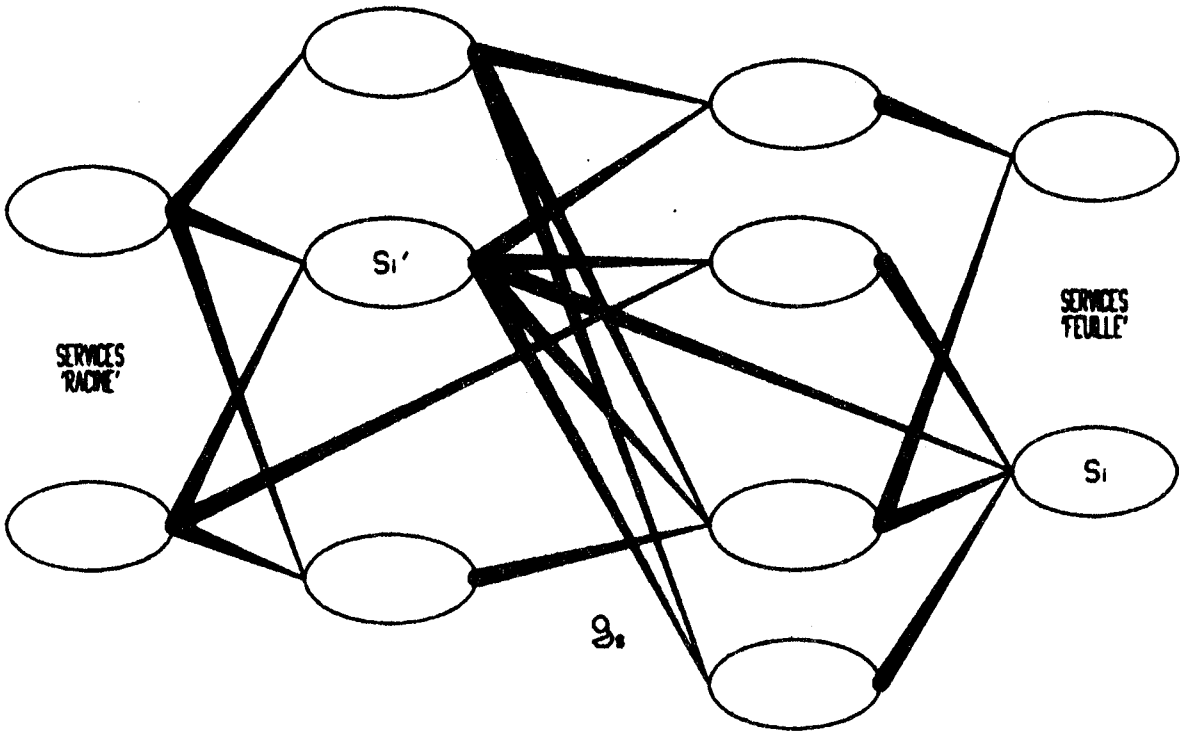
- La 'création d'utilisateurs virtuels' permet d'assimiler un paquet de cartes, un fichier,.., à un utilisateur "réel", et ainsi de remplir aisément la fonction de traitement par lots (*).

(voir l'ANNEXE-2)

3.2.1.10 - L'OISIVETE DU SYSTEME (ou "IDLE") : Lorsque toutes les tâches T_i de CMS4 sont EN ATTENTE (voir le paragraphe 3.1.1.1.2 page 28), on dit que le système est oisif (*). D'une manière schématique, une tâche (*) peut attendre (voir le paragraphe 3.2.1.3 page 63) :

(1) - qu'on lui adresse une demande de service,
(2) - un événement interne ('fin de service', ou provoqué par un événement externe via le système d'interruption).

On peut alors dégager deux causes extrêmes d'oisiveté :



(voir le paragraphe 3.2.1.1.2 page 58)

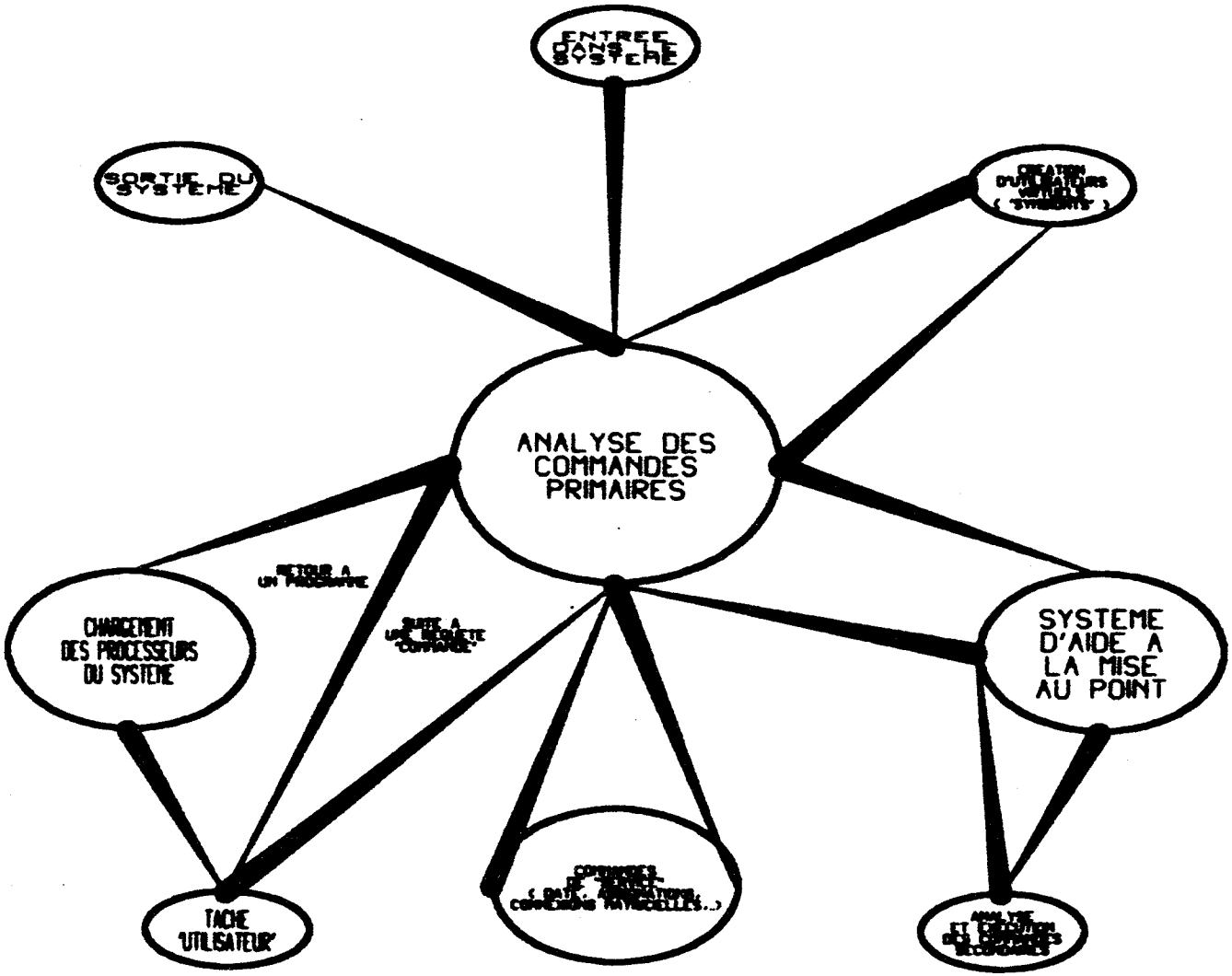


Figure 22: GRAPHE SIMPLIFIE DU LANGAGE DE COMMANDE

1 - Les services 'RACINE' (*) sont EN ATTENTE de type (1) : cela signifie que le système n'a rien à faire!

2 - Les services 'FEUILLE' (*) sont EN ATTENTE de type (2) : dans ces conditions, le système a trop à faire, ou bien sa charge est mal répartie On peut postuler à priori, que l'on se trouve toujours dans le deuxième cas, et tenter alors d'améliorer la situation :

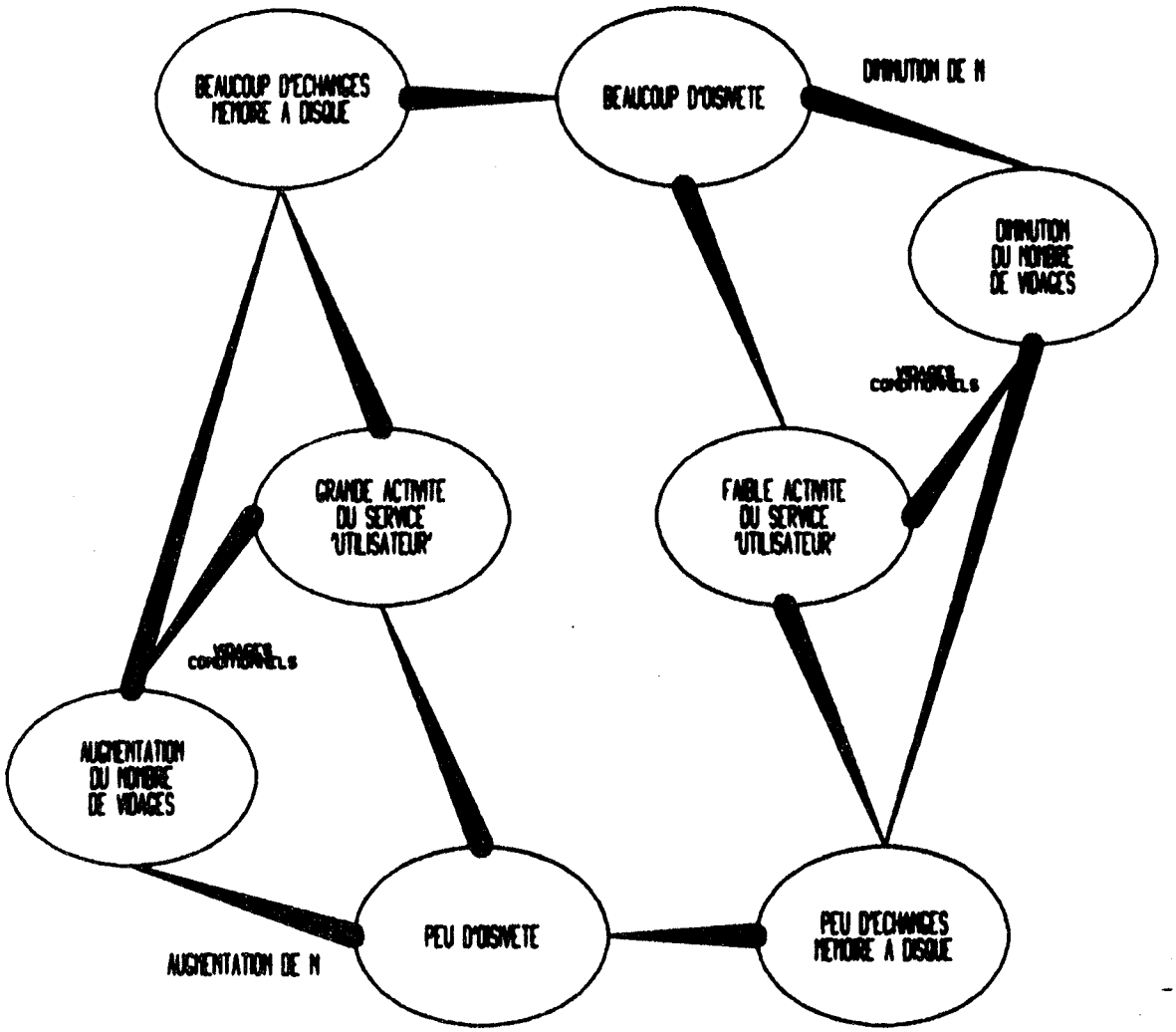
- La charge du système peut s'évaluer correctement par l'examen du nombre ND de demandes d'échanges mémoire à disque non encore satisfaites à l'instant 't' : ce sont en effet les services 'FEUILLE' les plus référencés! (le nombre NU de programmes en attente du niveau 'UTILISATEUR' suite à un ORDONNANCEMENT, est lié statistiquement à ND)

- Lors de la prise en compte d'une requête utilisateur (voir le paragraphe 3.2.1.9.2 page 77), on procède à un VIDAGE conditionnel du programme correspondant.

- De plus, on procède systématiquement à des VIDAGES inconditionnels (lors des requêtes) à raison de N par seconde. Ce taux N est variable, et modifié de la façon suivante :

  - N est incrémenté périodiquement (par la tâche (*) HORLOGE (voir le paragraphe 3.2.1.5 page 69)),
  - N est décrémenté lors de tout passage du système à l'état OISIF.

- On aboutit alors à une <u>boucle de régulation du système</u> :



- Enfin, il est évident que la valeur du quantum Δt de la ressource (*) 'unité centrale' attribuée à un utilisateur est déterminante quant à un bon équilibre du système, Δt varie systématiquement dans le rapport inverse de la charge évaluée par le procédé défini à la page 83 (mécanisme intuitif et empirique). On notera malgré tout que Δt doit satisfaire à la relation suivante :

$\Delta t \gg 10$ ms (par exemple : $\Delta t > 100$ ms),

10 ms étant le temps d'accès moyen aux disques du système (voir le paragraphe 3.1.1.2 page 32). Le non-respect de cette condition impliquerait un remplissage des files d'attente 'échanges mémoire à disque' à un rythme plus élevé que leur vidage!

3.2.1.11 - L'INITIALISATION ET LE REDEMARRAGE SUR DEFAUT :

Lors de son initialisation, CMS4 détermine les ressources (*) réelles ('espace mémoire' et 'espace disque') dont il va disposer pour travailler, il accepte de plus, que les espaces d'adressage correspondants ne soient pas continus.

Sur demande de l'opérateur, cette phase peut inclure la récupération de l'espace des noms (voir le paragraphe 3.2.1.7 page 71), de l'état d'attribution de la ressource 'espace disque', des fichiers,..., d'une version antérieure de CMS4.

Comme on l'a déjà noté, sa conception fait de CMS4 un outil extrêmement fiable (pas d'anomalies détectées au cours des 12 derniers mois). Une attention toute spéciale a été portée sur la sécurité et l'intégrité de l'information lors de défauts externes et internes : c'est ainsi qu'en pleine charge, il est possible de couper l'alimentation électrique, lors de la réapparition du secteur, CMS4 reprend son travail comme si de rien n'était!

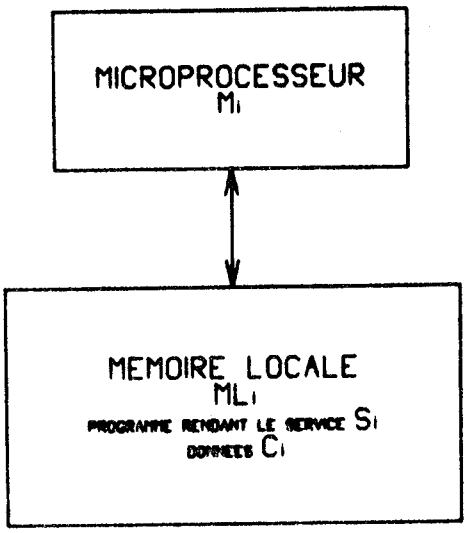
3.2.1.12 - UNE REALISATION CABLEE DE CMS4 :

La structure de CMS4 (voir la figure 23) nous permet d'assimiler ce système d'exploitation (*) à un réseau virtuel d'ordinateurs virtuels, spécialisés et coopérants (simulés par les tâches (*)) comme nous l'avons déjà noté aux paragraphes 3.1.1.1.2 page 28 et 3.2.1.2.3 page 62. L'existence sur le marché de microprocesseurs performants et de faible coût, permet d'en envisager la concrétisation.

1 - FONCTION D'UN MICROPROCESSEUR : Chaque microprocesseur M_i du système aura la responsabilité d'un service déterminé S_i, il sera donc l'équivalent de la tâche T_i (*) existant dans CMS4 :

$$T_i \longleftrightarrow S_i$$

Sa programmation sera simple, et constituée en fait par la "transcription" des instructions de la tâche T_i dans une mémoire locale ML_i, qui contiendra de plus les données de travail (contexte (*) C_i, à l'exception évidemment de la valeur des registres, puisqu'ici, il n'est plus question de simulation!)



Il est évident dès maintenant, que M_i, ne se consacrant qu'à rendre le service S_i, sera ,sauf exception, oisif (*) une grande partie du temps; si un tel état de fait est navrant sur une machine coûteuse, il n'en est rien sur un microprocesseur! Plutôt que de constater l'oisiveté (*), il sera préférable d'apprécier la disponibilité.

Si une telle conception n'est pas dans la tradition des grands systèmes "symétriques", elle présente, en contre-partie, les avantages suivants au niveau de chaque M_i :

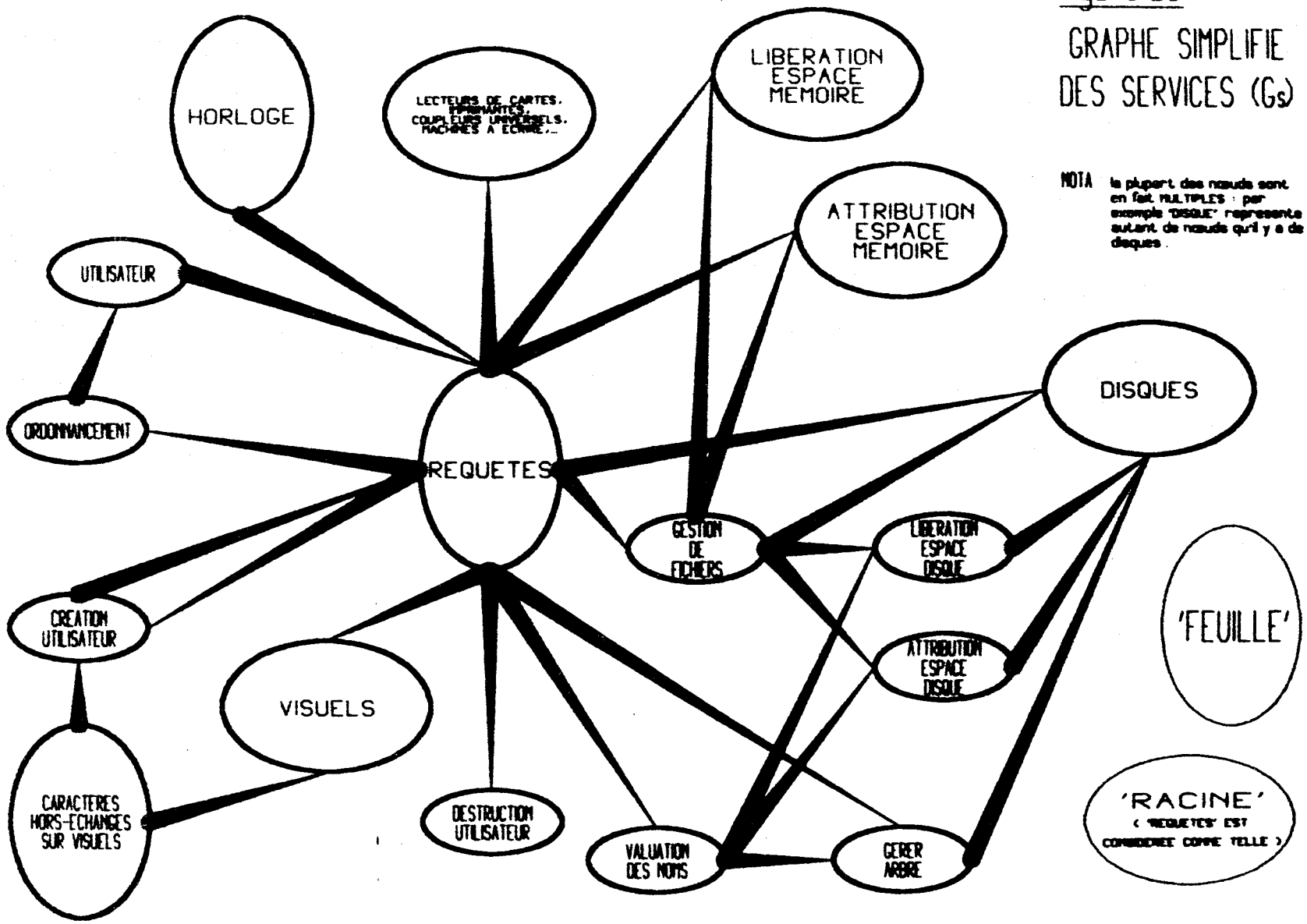
- simplicité : la programmation de M_i se réduit à l'exécution de l'action A_i associée à S_i (voir le paragraphe 3.2.1.1.1 page 58).

- transparence : on peut envisager dans certains cas particuliers, de remplacer M_i par un ensemble spécifique entièrement cablé ou microprogrammé (par exemple, la gestion d'un visuel), et ceci bien entendu dans le respect des interfaces (*) à définir.

- disponibilité : M_i consacre tout son temps à S_i, ou à attendre qu'on lui demande S_i.

Figure 23

GRAPHE SIMPLIFIE DES SERVICES (Gs)

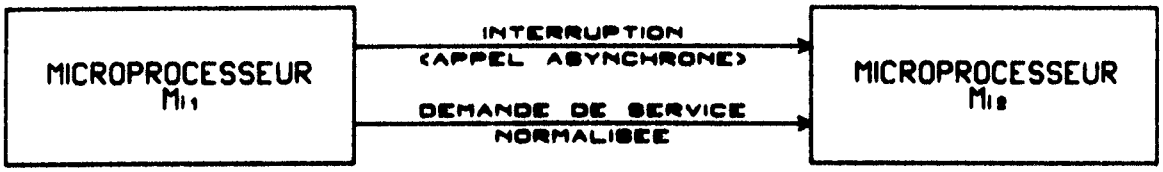


NOTA la plupart des noeuds sont en fait MULTIPLES : par exemple "DISQUE" représente autant de noeuds qu'il y a de disques.

2 - LES INTERFACES MICROPROCESSEURS : Indépendamment du problème de la circulation des informations entre les M_i, on peut définir ainsi l'interface (*) nécessaire :

- existence d'un signal d'interruption (*) permettant des appels M_{i1} à M_{i2} (évidemment asynchrones),

- définition d'un format logique de demande de service comme il en existe déjà un dans CMS4 ; comme cela a été dit au paragraphe 3.2.1.3.1 page 63, ce format sera indépendant de M_{i1} et de M_{i2}.



Nota : 1 - les deux flèches du schéma ci-dessus seront en général bi-directionnelles.
2 - bien évidemment, chaque microprocessur gère une file d'attente FA_i (voir le paragraphe 3.2.1.3.1 page 63).

On voit ainsi apparaitre de nouveaux avantages au niveau du principe :

- parallélisme : l'ensemble des microprocesseurs M_i peuvent travailler en réelle simulanéité (à opposer à celle virtuelle de CMS4 : voir le paragraphe 3.2.1.4.3 page 68).

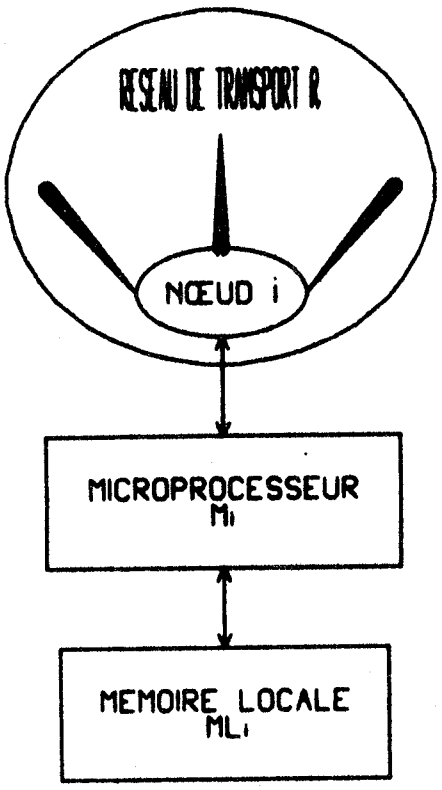
- modularité et extensibilité

- interchangeabilité : il est aisé de remplacer un M_i par un M_i' lors de défaillances, lors de modifications du système,...

- fiabilité : par exemple, en doublant les M_i.

3 - LE RESEAU R DE TRANSPORT : Les dialogues entre les divers microprocesseurs s'établiront via un réseau de transport R, dont les caractéristiques seront les suivantes :

- nodal : chaque nœud supportera un microprocesseur et un seul (M_i) qui le caractérisera univoquement ('i') :



- maillé et redondant : divers chemins possibles devront être envisageables pour aller de M_{i1} à M_{i2}.

- débit élevé : plusieurs méga-mots (*) par seconde sur chaque artère inter-nœuds le composant.

C'est donc l'ensemble des nœuds (NOEUD$_i$) qui assure la circulation de l'information (et non pas les microprocesseurs M_i eux-mêmes). Pour des raisons évidentes d'homogénéité, les mémoires "communes" à un ensemble de M_i seront assimilées à des processeurs spécifiques tels que nous les avions envisagés au paragraphe 3.2.1.12.1 page 87.

Remarque : une information circulant de M_{i1} vers M_{i2}, voyagera accompagnée de l'identité 'i2' du destinataire (afin de permettre le routage : voir le paragraphe 3.2.1.12.5 page 92).

4 - TOPOLOGIE DU RESEAU R : Deux topologies-types peuvent être envisagées :

- réseau général et "symétrique" réalisant une répartition et des interconnexions équitables des nœuds,

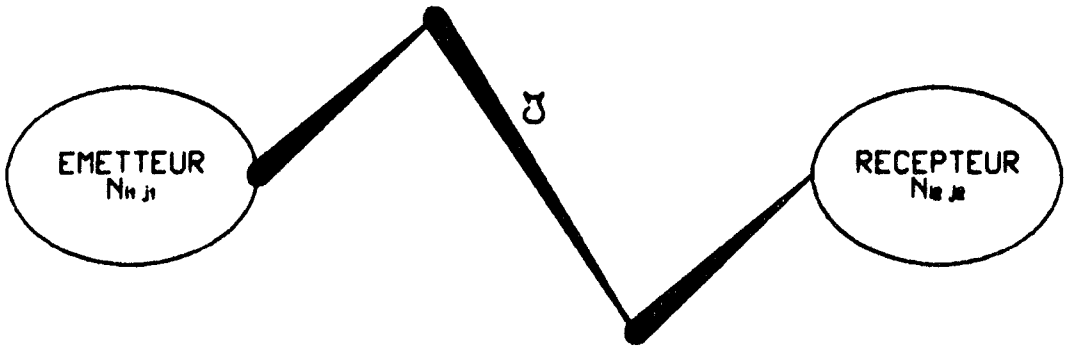
- réseau reproduisant le graphe des services $\mathcal{G}_s$ (voir la figure 23),

La deuxième solution donnera un meilleur débit global, sa configuration étant adaptée aux services à rendre (regroupage fonctionnel des nœuds). Par contre, elle est moins souple et relativement fermée à des applications différentes (nécessité d'une "reconfiguration").

Dans les deux cas, le réseau est partitionné en régions R_i suivant par exemple, des critères fonctionnels ($\mathcal{G}_s$). L'identification d'un nœud se fera alors à l'aide du nom 'i' de sa région d'appartenance R_i concaténé à un nom local 'j', soit N_{ij} :

$$N_{ij} \in R_i$$

5 - ROUTAGE DES INFORMATIONS : On appellera routage, la circulation d'une information δ d'un nœud $N_{i,j}$ vers un nœud $N_{m,n}$, avec détermination simultanée du meilleur chemin à suivre :

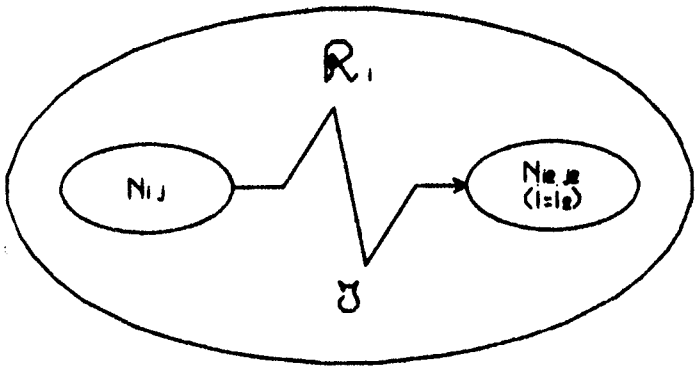


- matrices de routage : chaque nœud $N_{i,j}$ contient deux matrices indiquant le meilleur chemin menant :

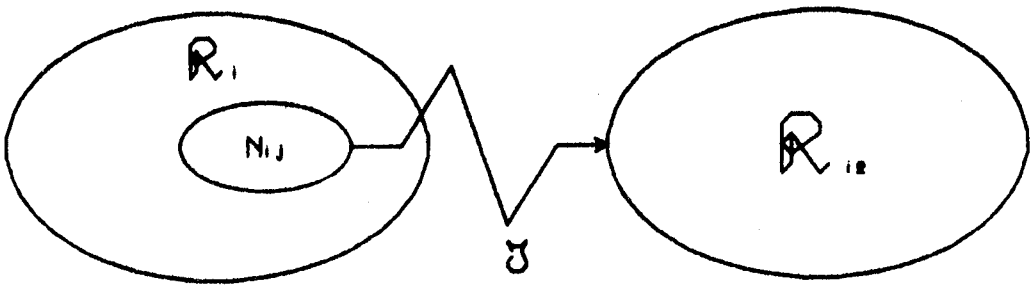
(1)	de $N_{i,j}$ à $N_{i,k}$:	M_{LOC}	(routage local à R_i)
(2)	de $N_{i,j}$ à $R_{i'}$ ($i' \neq i$)	M_{INT}	(routage inter-régionnal)

- lors de l'arrivée de l'information ♉ en $N_{i,j}$, deux cas se présentent ($N_{i,j}$ désignant l'un des nœuds du chemin $[N_{i_1,j_1}, N_{i_2,j_2}]$) :

(1) $i=i_2$ utilisation de la matrice locale $M_{i,j}$ précisant comment sortir de $N_{i,j}$ pour aboutir à N_{i_2,j_2} (à moins que $j=j_2$!) :



(2) $i \neq i_2$ utilisation de la matrice inter-régionale $M_{i,j}$ ne permettant que d'aboutir à la région R_{i_2} (et non pas à N_{i_2,j_2}) :



Nota : chaque matrice donne en fait, non pas le "meilleur chemin", mais la meilleure voie sortante de $N_{i,j}$ et menant au but!

- routage statique et routage dynamique : il est possible d'envisager de figer les matrices $\mathcal{M}_{Li}$ et $\mathcal{M}_{Ri}$ (à partir de considérations topologiques, et de l'étude du graphe $\mathcal{G}_R$), ou bien de les faire évoluer au cours du temps (et ceci, en fonction des charges locales et globales du réseau).

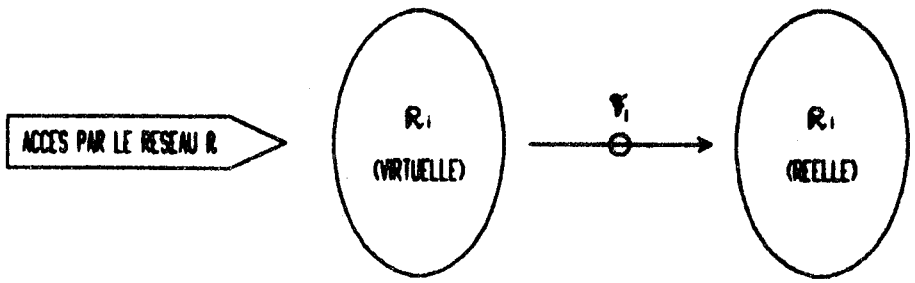
- virtualisation de R ou d'une région R_i de R : à l'intérieur d'une région R_i, par exemple, nous pourrons définir une application φ_i (dite de "virtualisation"), telle que si l'on désire se rendre de $N_{i,n}$ à $N_{i,m}$, le routage soit déterminé par recherche de $N_{i\varphi_i(m)}$ (et non pas $N_{i,m}$) dans la matrice locale $\mathcal{M}_{Li,n}$.

ROUTAGE VIRTUEL : $N_{i,n} \longrightarrow N_{i,m}$

ROUTAGE REEL : $N_{i,n} \longrightarrow N_{i\varphi_i(m)}$

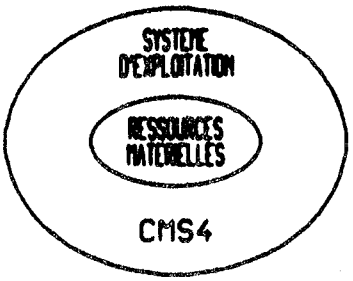
Nota 1 - Ce qui vient d'être explicité pour des matrices locales peut évidemment s'appliquer à des matrices inter-régionales.

2 - Si R_i représente une région "mémoire", on voit que l'on réalise par φ_i un système de mémoire topographique :

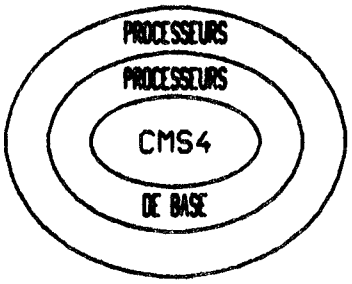


3.2.2 - LES PROCESSEURS DE BASE (*) :

Le chapitre précédent (3.2.1 page 57) a montré le rôle du système d'exploitation (*) CMS4 : créer une "couche logicielle" (*) entourant le matériel (*), et permettant des accès simultanés et souples aux ressources (*) du système.

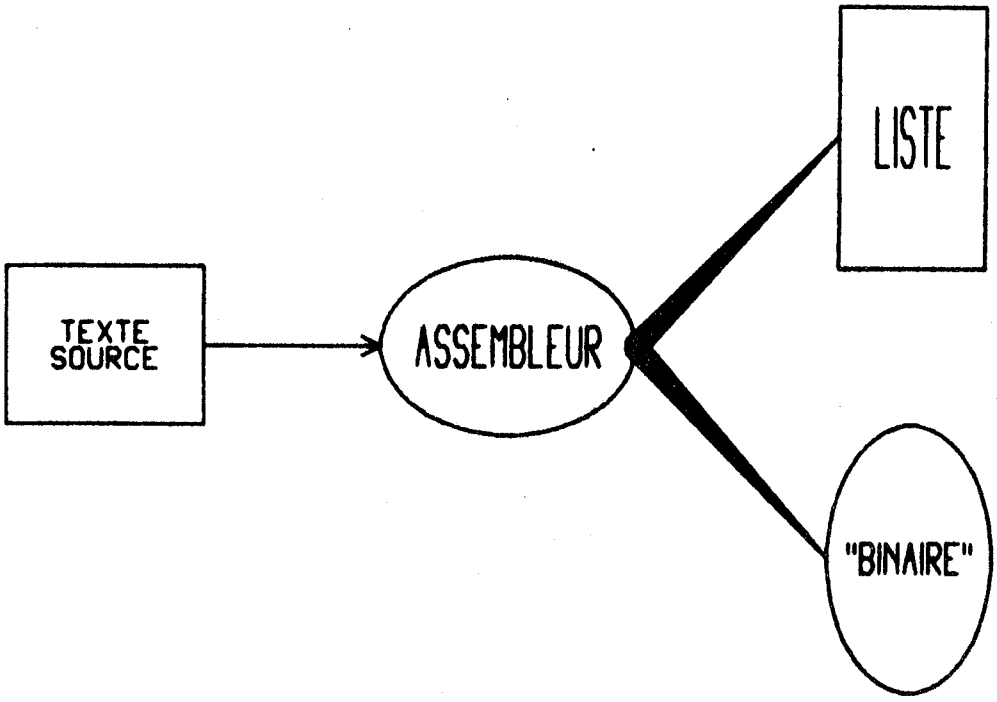


Poursuivant dans la voie de la réalisation concentrique (voir le paragraphe 3.2.1.1.3 page 60), on appellera processeur (*), un programme d'utilité générale, contenu dans une "bibliothèque" du système, accessible à tous et requérant les services de CMS4. On utilisera de plus, le qualificatif "de base", pour désigner un processeur fondamental ("dont on ne saurait se passer"), et dont l'implantation sur les disques sera "absolue" (indépendante de la version utilisée).

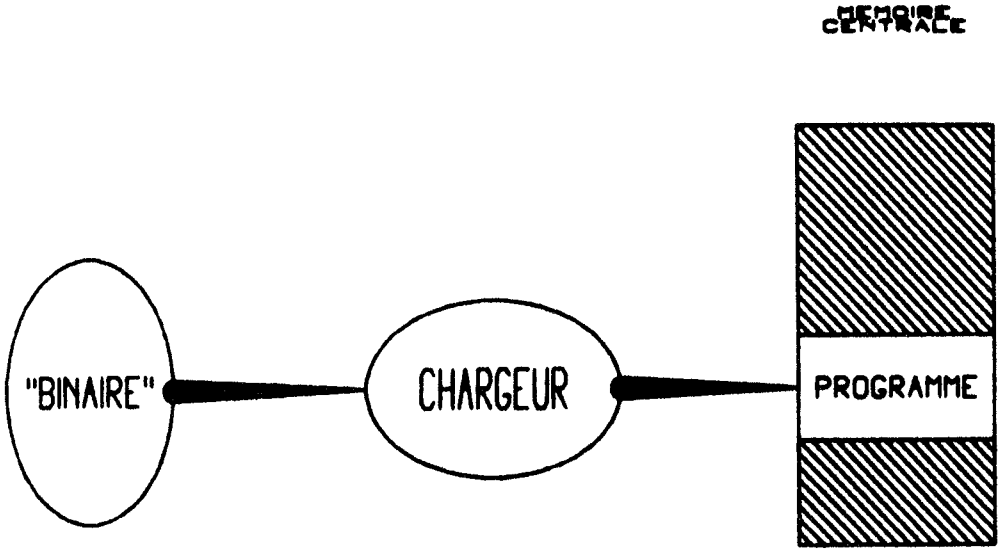


Parmi les processeurs de base, on trouvera :

3.2.2.1 - L'ASSEMBLEUR : fournit à partir d'un texte source en langage d'assemblage (*), une liste (*) détaillée du programme, et éventuellement la traduction en langage machine de ce dernier. Il utilise trois périphériques "logiques" (*) définis par l'utilisateur à l'aide du langage de commande de CMS4 (voir le paragraphe 3.2.1.9.3 page 81) : par exemple, entrée sur un lecteur de cartes, sortie sur un visuel, et génération du "binaire" sur un fichier (*) (voir le paragraphe 3.2.1.8 page 75).



3.2.2.2 - LE CHARGEUR : permet d'introduire en mémoire centrale le résultat de la traduction d'un programme en langage machine ("binaire"), obtenue par assemblage (*) ou compilation (*) :

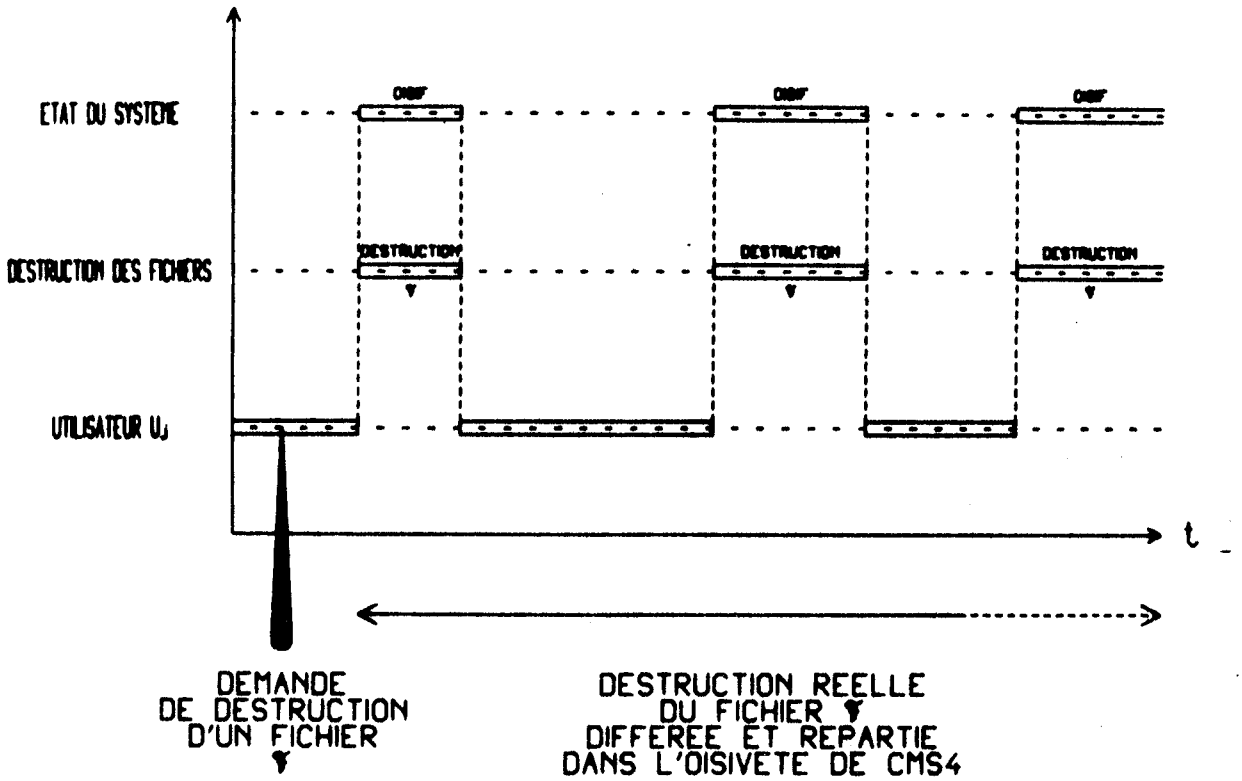


En règle générale, le "binaire" sera un fichier (*) produit préalablement par l'assembleur (voir le paragraphe 3.2.2.1 page 96). C'est cette procédure assemblage-chargement qui permettra de produire entre autres, les processeurs (*) du système.

Remarque : les deux processeurs décrits précédemment sont les seuls programmes "empruntés" à l'extérieur, il s'agit des versions livrées en standard par la TELEMECANIQUE avec le T1600. On notera malgré tout, qu'ils ont subi quelques modifications, en particulier afin de respecter les interfaces (*) avec le système d'exploitation CMS4 (voir les 'requêtes' au paragraphe 3.2.1.9.2 page 77).

3.2.2.3 - LE DESTRUCTEUR DE FICHIERS : permet de détruire tous les enregistrements d'un fichier (*), ainsi qu'évidemment le nom de celui-ci (voir le paragraphe 3.2.1.8 page 75).

Nota très important : les opérations sous-jacentes à cette destruction (récupération, puis libération de l'espace disque utilisé,...) sont naturellement prises en charge par CMS4 ; afin de ne pas immobiliser inutilement l'unité centrale et le demandeur, elles sont différées de façon à prendre place dans l'état d'oisiveté (*) du système (voir le paragraphe 3.2.1.10 page 82).



(pour simplifier, on ne représente pas sur ce schéma la multiprogrammation (*) des utilisateurs(*))

3.2.2.4 - LE PROCESSEUR DE COMMANDE : autorise, si l'utilisateur (*) en possède les prérogatives (et en particulier le numéro de compte (*)) :

- la mise en/hors fonction du système de télévision numérique (*) (voir le paragraphe 3.1.2.4 page 48),
- l'inhibition/autorisation de la 'trace' (*) (voir le paragraphe 3.2.1.4.1 page 67),
- l'obtention de l'état statistique du système,
- la modification des paramètres de VIDAGE (voir le paragraphe 3.2.1.9.2 page 77),
- la gestion des 'connexions matricielles' (voir le paragraphe 3.2.1.4.3 page 68),
- la préparation des messages à envoyer aux utilisateurs à chaque requête du type COMMANDE (voir les paragraphes 3.2.1.9.2 et 3.2.1.9.3 aux pages 77 et 81),
- (...).

3.2.2.5 - SMC - LE SYSTEME D'AIDE A LA COMMUNICATION :

Dernier des processeurs de base, c'est lui qui tentera de résoudre (ou d'aider à résoudre) quelques uns des problèmes évoqués au paragraphe 2.4 page 21. Son importance évidente fait qu'il sera l'objet des chapitres suivants.

3.2.3 - LE SYSTEME D'AIDE A LA COMMUNICATION

GENERALITES - LE NIVEAU PRIMAIRE

Au paragraphe 2.5.2 page 24 après avoir montré les problèmes inhérents aux techniques traditionnelles de la communication, nous avions suggéré qu'une solution possible, serait de donner aux promoteurs (*) une machine M suffisamment "capable", puissante et souple d'emploi, pour qu'ils puissent se libérer des contraintes nées de l'existence des chaines de spécialistes.

Autour d'un mini-ordinateur (*), nous avons donc regroupé un large choix de matériels (*) propres à jouer un rôle dans la production (*) et la réception (*) de messages (*) (voir le paragraphe 3.1 page 26). Le logiciel (*) de base (système d'exploitation (*) CMS4 : voir le paragraphe 3.2.1 page 57) en facilite l'accès, et surtout partage l'ensemble de ces ressources (*) entre les utilisateurs (*) potentiels : ce n'est donc pas une, mais plusieurs machines M identiques que nous allons mettre à leur disposition par l'intermédiaire des postes d'accès (ou "de travail") décrits au paragraphe 3.1.3 page 54.

On appellera machine M,

- le regroupement de machines virtuelles M_i, constituées chacune d'un processeur P_i (programme spécifique) utilisant éventuellement des ressources matérielles. Par exemple, une 'machine à dessiner' M_i sera un processeur graphique produisant des résultats sur une table traçante (...),

- ainsi que les moyens de dialogue et de coopération entre les différentes machines M_i.

(voir la figure 24)

3.2.3.1 - NOTIONS GENERALES (PAGE, NIVEAU PRIMAIRE)

3.2.3.1.1 - Le système SMC doit être accessible à tous, et en particulier aux non-informaticiens, ce qui conduit à :

- offrir la possibilité d'un dialogue souple, et si possible naturel lorsque cela est possible,
- proscrire les "langages universels" : les ordres seront donnés aux machines M_i à l'aide de langages spécifiques $\&_i$, orientés vers leurs fonctions respectives, ou lorsque cela sera possible par un système de "questions-réponses" entre les processeurs P_i (*) et l'utilisateur

3.2.3.1.2 - Le poste d'accès (*) (voir le paragraphe 3.1.3 page 54) contiendra en standard un visuel (*). L'écran de celui-ci, ou PAGE (*), forme un espace bi-dimensionnel dont le "volume" s'impose à nous pour définir l'unité de dialogue. Les ordres aux machines M_i seront donc introduits sous forme de textes contenus dans l'écran du visuel.

ORDRES ⟶ TEXTE DANS LA PAGE

La lecture d'une page se fera de manière naturelle, de gauche à droite, et de haut en bas, pour l'homme, comme pour les processeurs. De plus, elle pourra être assimilée sur le plan de son remplissage ou de sa modification à un bloc-note que l'on utiliserait anarchiquement, on pourra, par exemple "rayer une ligne", et la réécrire deux intervalles plus bas. Cela signifie que les caractères composant un texte seront manipulés par l'utilisateur sans qu'il ait besoin d'en connaitre les "coordonnées", ce sera l'objet d'un processeur appelé EDITEUR DE PAGES (voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114)

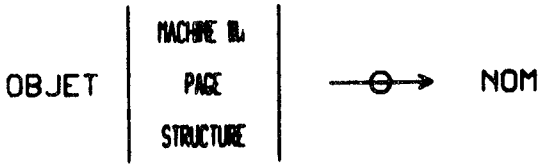
3.2.3.1.3 - Enfin, par l'intermédiaire de l'espace des noms de CMS4 (voir le paragraphe 3.2.1.7.3 page 72), il sera possible d'assurer l'archivage des pages (*), ainsi que la création de structures arbitraires en contenant un nombre quelconque (cet ouvrage par exemple!) (voir le paragraphe 3.2.3.3 page 106).

Remarques 1 - Une telle conception assurera un dialogue souple, naturel et en général non contraignant. Par contre, l'existence de langages d'ordres, assurera la rigueur et l'absence d'ambiguité dans l'expression des désirs de l'utilisateur (*). Ainsi, la "forme" des ordres, relativement libre, ne choquera pas les non-informaticiens, alors que leur "fond" univoque induira le (ou les) langage(s) commun(s) qui manquait(aient) dans les pratiques traditionnelles! (voir le paragraphe 2.5 page 23)

"FORME" DES ORDRES ⟶ caractères disposés bi-dimensionnellement dans la page (*)
⟹ LIBERTE.

"FOND" DES ORDRES ⟶ caractères recupérés séquentiellement dans la page, à valeur dans un certain langage
⟹ UNICITE.

2 - Tout objet (machine ℳ, page, structure,...) possède dans SMC un nom permettant de l'identifier (voir l'espace des noms au paragraphe 3.2.1.7.3 page 72)



3 - Rappelons que l'accès au système peut aussi avoir lieu en mode 'traitement par lots' (*).

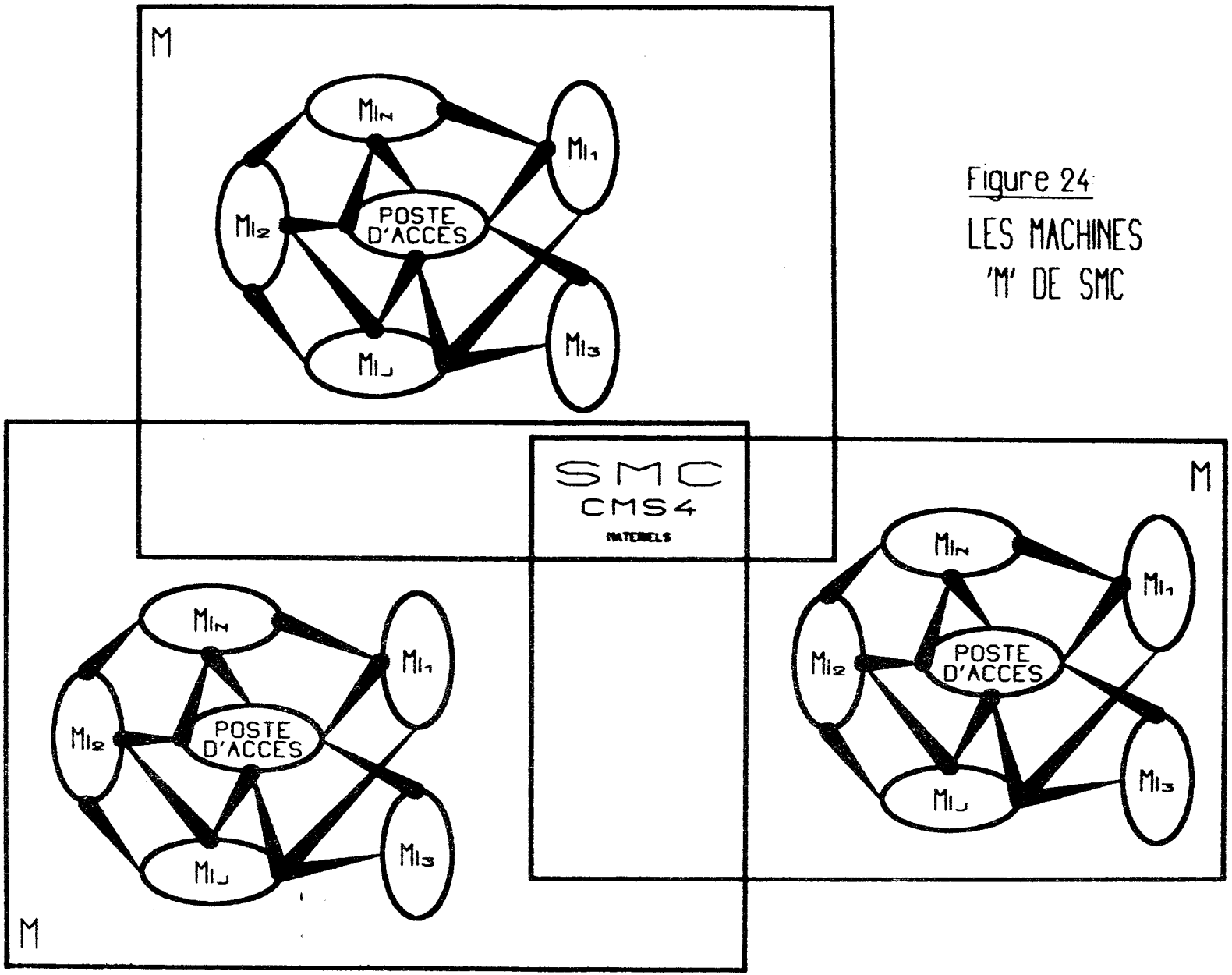


Figure 24

LES MACHINES 'M' DE SMC

3.2.3.1.4 - Nous pourrons distinguer dans SMC, deux niveaux hiérarchisés de machines M_i, au niveau primaire, se situent les outils de base, interfaces (*) entre l'utilisateur (*) et le niveau secondaire (voir le paragraphe 3.2.4 page 121), on y trouvera :

1 - 'GESTION DES PAGES' qui coordonne et "orchestre" la machine M d'un utilisateur (gestion de l'ensemble des M_i composant M, circulation et manipulation de l'information,...) (voir le paragraphe 3.2.3.3 page 106),

2 - 'EDITEUR DE PAGES' qui permet l'accès naturel aux pages (voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114),

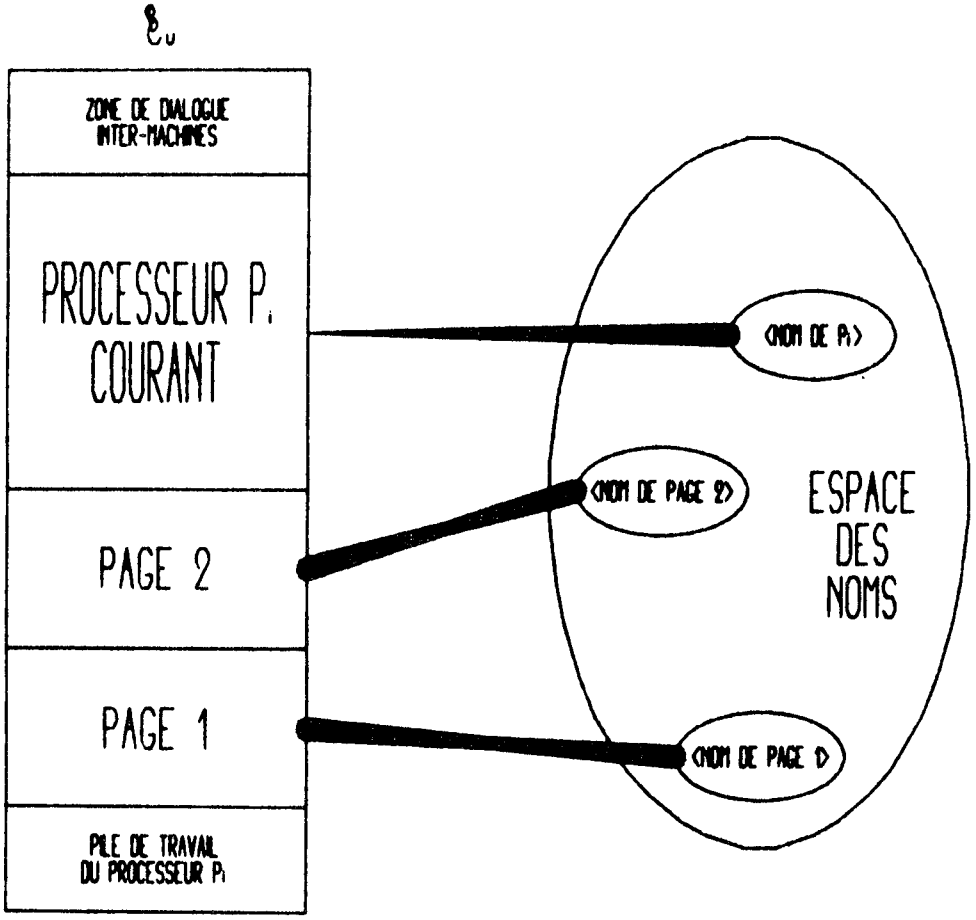
3 - 'DIALOGUE LIBRE' qui autorise l'usage d'un langage proche du langage naturel (voir le paragraphe 3.2.3.5 page 116)

Après avoir détaillé le format de l'espace mémoire $\mathcal{E}_u$ d'un utilisateur (*), nous examinerons les trois machines mentionnées ci-dessus, puis celles du niveau secondaire qui constitueront le système d'aide à la communication proprement dit.

3.2.3.2 - FORMAT DE L'ESPACE MEMOIRE UTILISATEUR $\mathcal{E}_u$

Comme on l'a vu lors de la description du système d'exploitation (*) (voir le paragraphe 3.2.1.9 page 76), l'espace mémoire d'un utilisateur (*) U_j est translatable (*), et sujet aux opérations de VIDAGE (*). Pour des raisons de simplification, on le supposera virtuellement résident (*)

Dans ces conditions, le format de l'espace mémoire $\mathcal{E}_u$ de chaque utilisateur U_j de SMC, est le suivant



(voir la figure 33)

Ainsi, à un instant 't' donné, l'utilisateur U_j dispose d'une machine courante M_i, recevant éventuellement ses ordres à partir de l'une ou des deux pages (PAGE 1 et PAGE 2), qui sauf exceptions ('EDITEUR DE PAGES') ne sont pas mofifiées par le processeur P_i. Enfin, une zone est réservée au dialogue inter-machines, permettant la coopération évoquée au début du présent chapitre (voir le paragraphe 3.2.3 page 100).

Examinons maintenant l'évolution de cet espace $\mathcal{E}_U$ au cours du temps, l'organisation des différentes machines M_i, et en premier lieu, le "processeur central" de SMC : 'GESTION DES PAGES'.

3.2.3.3 - LA GESTION DES PAGES : Le travail sous SMC se fait donc par l'intermédiaire de machines ℳ. Implicitement, l'espace mémoire 𝔲 contient un processeur baptisé 'GESTION DES PAGES', dont le rôle est d'assurer ce que l'on qualifiera de dialogue primaire, et qui permet (voir l'ANNEXE-3 et la figure 25) :

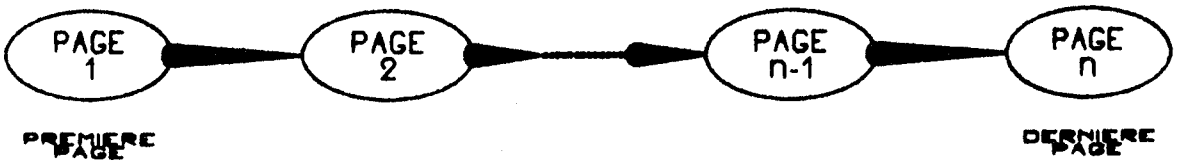
3.2.3.3.1 - L'archivage des pages : La mémorisation des pages d'un utilisateur est effectuée par l'intermédiaire de l'espace des noms de CMS4 (voir le paragraphe 3.2.1.7 page 71), trois opérations fondamentales sont disponibles :

- créer,
- détruire,
- mettre à jour.

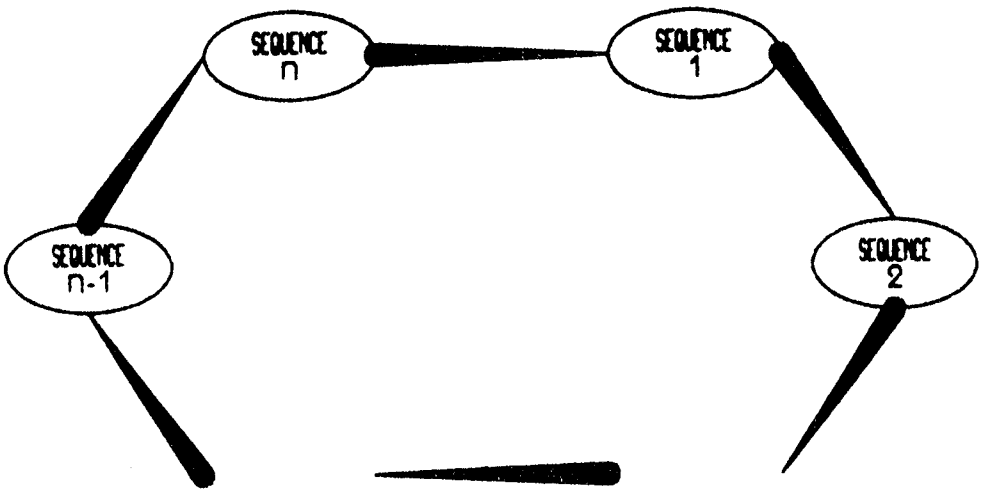
3.2.3.3.2 - Le traitement des structures : On appellera structure dans un sous-ensemble 𝔰 de l'ensemble des pages d'un utilisateur, une relation d'ordre éventuellement partielle et "récursive" (*), définie en extension. Elle pourra donc être représentée par les arcs orientés d'un graphe 𝔊 (le qualificatif "récursif" sous-entend alors que le graphe 𝔊 peut contenir des cycles).

Exemples :

- un livre (tel celui-ci) est représentable par une relation d'odre stricte et totale ("livre classique") :

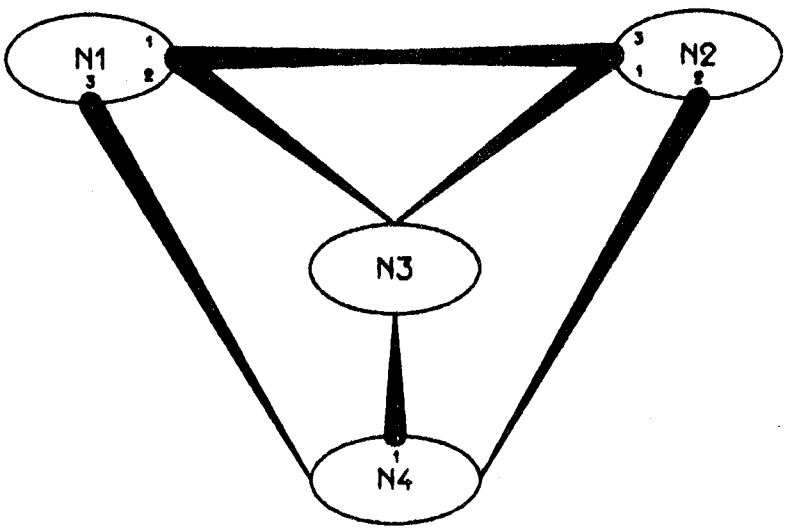


- la <u>présentation répétitive</u> de séquences audiovisuelles (*) dans une installation de télévision en "circuit fermé" (présentation publicitaire dans un "super-marché",...) se traduit par un cycle :



Un graphe $\mathcal{G}$ sera donc décrit par un certain nombre de <u>nœuds</u> (contenus dans l'espace des noms), ainsi que par des relations de filiation qui existeront entre eux.

<u>Exemple</u> :

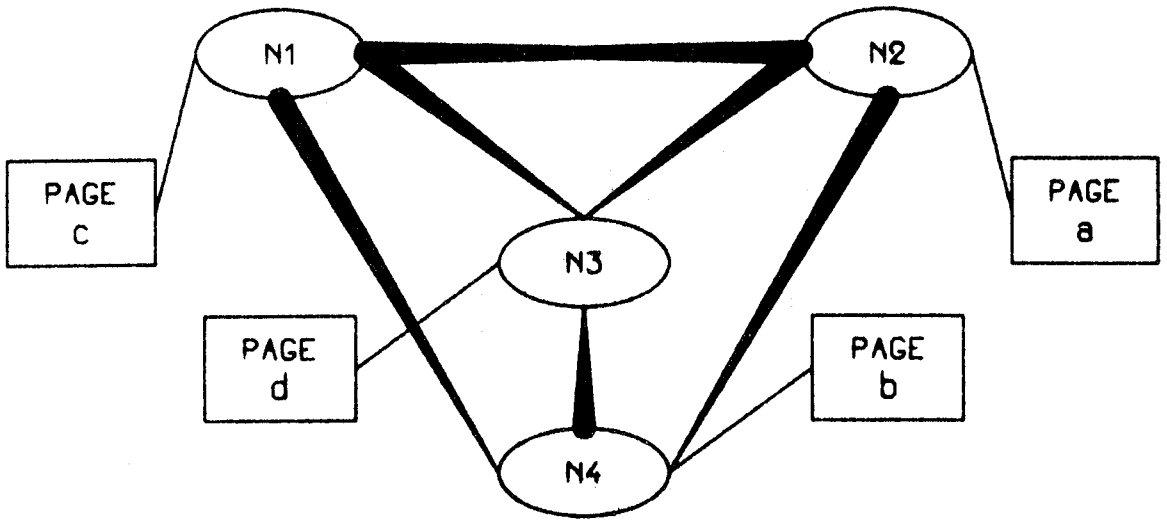


($\mathcal{G}$ contient les nœuds N1,N2,N3,N4, on dira que N4 est le deuxième fils de N2,...)

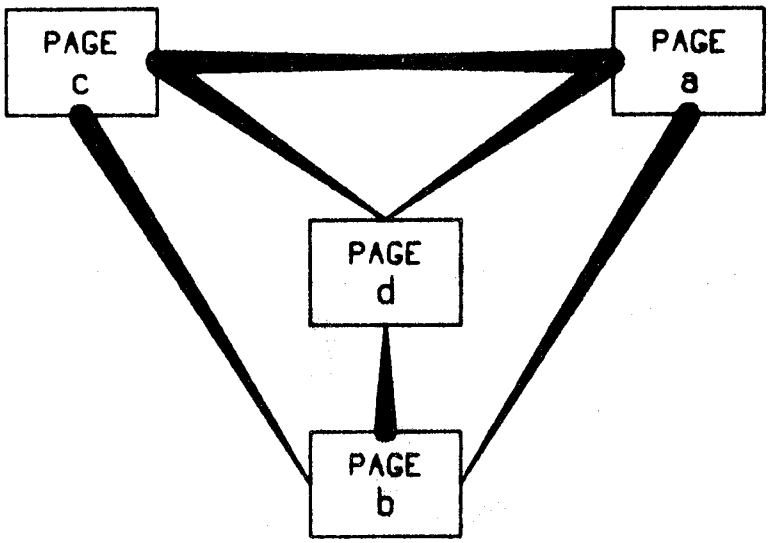
Ensuite, ce graphe $\mathcal{G}$ structurera un sous-ensemble $\mathcal{E}$ de l'ensemble des pages, par des attachements du type :

PAGE DE $\mathcal{E}$ —— NŒUDS DE $\mathcal{G}$

Suite de l'exemple précédent :



ce qui équivaut à :



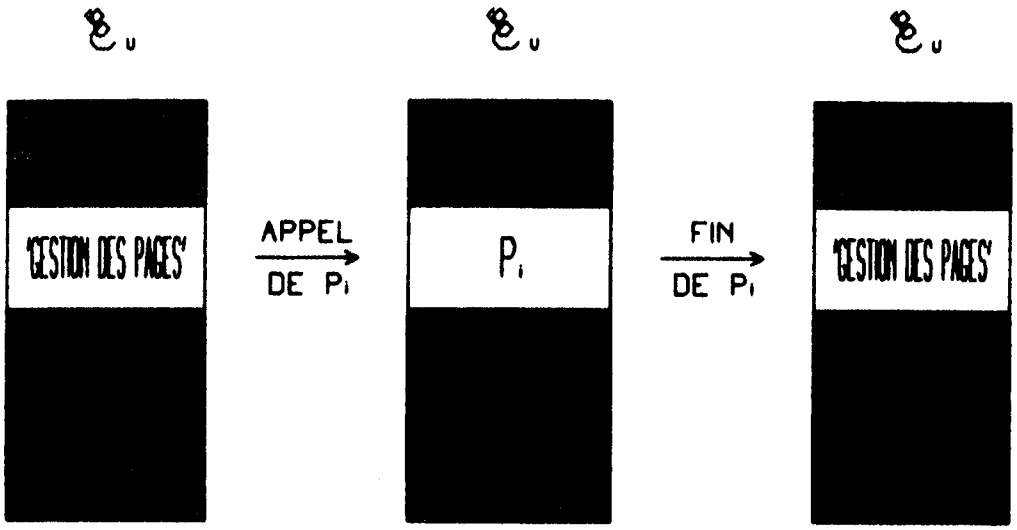
structurant ainsi l'ensemble $\mathcal{E}$ = ⟨PAGE a, PAGE b, PAGE c, PAGE d⟩

Remarques . 1 - Les graphes ❧ sont mémorisés en nombre quelconque dans l'espace des noms (*).

2 - Une même page peut être référencée simultanément plusieurs fois dans la même structure, ou dans des structures différentes.

3 - Une page "attachée" (*) peut être mise à jour, mais non pas détruite!

3.2.3.3.3 - L'appel des machines : Lorsqu'une machine M_i est demandée par un utilisateur, le processeur P_i (*) associé remplace 'GESTION DES PAGES', et assure à partir de cet instant ce que l'on qualifiera de dialogue secondaire (propre à chacun d'eux). Enfin, lorsque P_i aura achevé son "œuvre", 'GESTION DES PAGES' reprendra place dans l'espace mémoire $\mathcal{E}_u$.

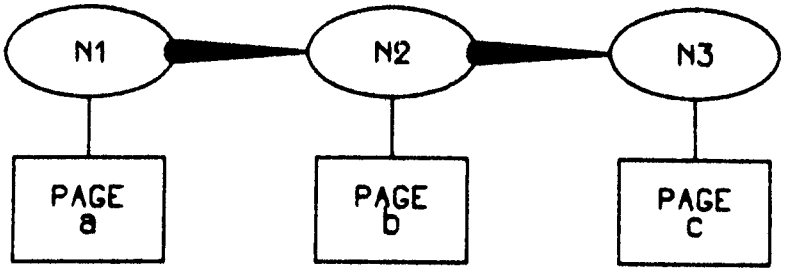


Nota : à tout instant, l'utilisateur dispose d'un moyen d'interruption de SMC, matérialisé par un caractère spécial du clavier du poste d'accès, le processeur P_i, alors actif, en est averti et agit en conséquences.
(voir l'ANNEXE-3, dans laquelle on trouvera une liste partielle des processeurs P_i)

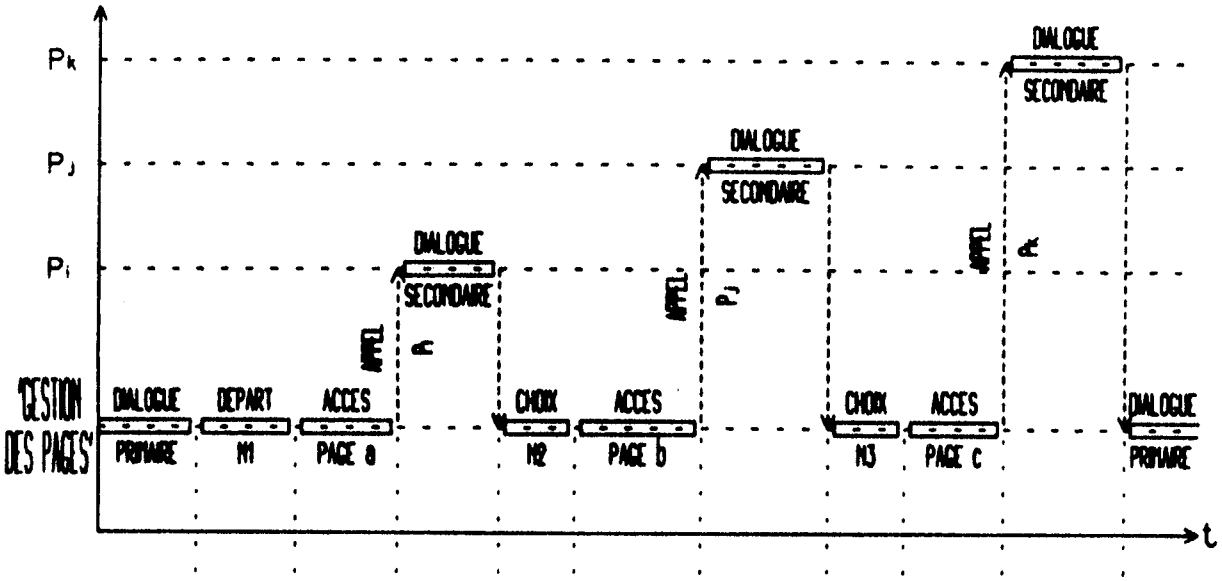
3.2.3.3.4 - L'exploitation des structures : Les structures décrites au paragraphe 3.2.3.3.2 page 106 peuvent être parcourues, combinant ainsi automatiquement les fonctions 'archivage de pages' et 'appel des machines' vues précédemment. Soit donc une structure $\mathcal{S}$ sur un ensemble $\mathcal{E}$, le parcours du graphe $\mathcal{S}$ se fait en commençant par un nœud origine choisi arbitrairement. En chaque nœud de $\mathcal{S}$, 'GESTION DES PAGES' récupère la page qui lui est attachée, et appelle la machine $\mathcal{M}_i$ capable d'assimiler les ordres qu'elle contient (si, par exemple, la page contient des "ordres graphiques", la 'machine à dessiner' sera référencée), lorsque $\mathcal{M}_i$ a terminé son travail, elle transmet à 'GESTION DES PAGES' un compte-rendu grâce auquel sera choisi le nœud suivant, parmi l'ensemble des fils du nœud courant (ce compte-rendu peut-être le résultat d'un calcul, la conséquence d'un dialogue avec l'utilisateur,...)

(voir l'exemple de la page suivante)

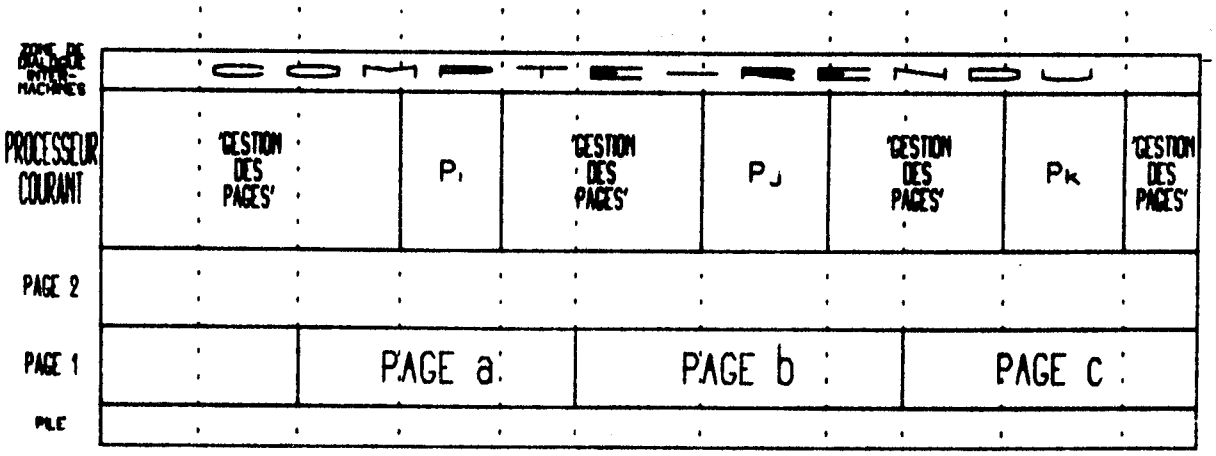
Exemple soit la structure 8 :



L'exploitation de 8 conduira au diagramme temporel suivant :

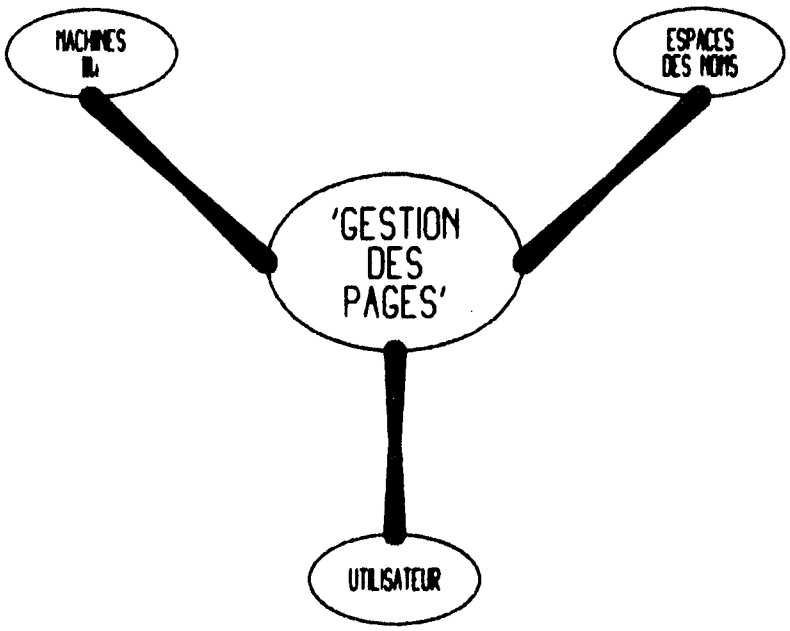


et aux états successifs de l'espace $\mathcal{E}_u$ représentés ci-dessous :



3.2.3.3.5 - 'GESTION DES PAGES' est donc bien ce que l'on a appelé précédemment le "processeur central" de SMC (voir le paragraphe 3.2.3.2 page 104), il assure la gestion de l'espace mémoire utilisateur ℰ, contrôle les flux d'informations en provenance ou à destination de l'espace des noms (*), supervise le dialogue avec l'utilisateur (*). On peut le considérer comme coordonnant plusieurs entités coopérantes

- l'utilisateur (*),
- les machines ℳᵢ,
- l'espace des noms



(voir la figure 25)

Examinons maintenant la "manipulation" du texte contenu dans une page.

3.2.3.4 - L'EDITEUR DE PAGES Le rôle de ce processeur (*) "clef" est de permettre l'examen et la modification de PAGE 1 et PAGE 2 considérées comme des textes (ou 'chaines de caractères'), indépendamment du sens qu'il est possible de leur donner par appel d'une machine ML (*).

Une PAGE (*) est, rappelons-le, considérée comme un espace plan (bi-dimensionnel), ce dernier est partitionné en lignes et colonnes, chaque intersection déterminant un emplacement accessible à un caractère. Il est possible de disposer d'une "position courante" appelée curseur (*), que l'on peut déplacer en direction des quatre points cardinaux (nord, ouest, sud, est) qui orienteront désormais notre page. Par simple mouvement de celui-ci, et sans préciser de coordonnées, on peut désigner n'importe lequel des caractères de la page, ainsi l'accès à un texte est des plus naturels, et analogue à celui pratiqué avec un crayon sur une feuille de papier!

L'ANNEXE-4 donne un aperçu des fonctions réalisables par ce processeur, on fera à leur sujet deux remarques :

1 - 'EDITEUR DE PAGES' n'altère que les contenus des PAGE 1 et/ou PAGE 2, et non pas les valeurs archivées dans l'espace des noms (c'est l'un des rôles de 'GESTION DES PAGES'),

2 - Chacune de ces fonctions est référencée à l'aide d'un caractère spécifique, choisi dans les codes du clavier du visuel (*) parmi ceux qui n'ont pas de représentation graphique ("CTRL"), et qui ne peuvent donc pas figurer dans une page. Ainsi, les fonctions seront demandées de la même façon que sont transmis les caractères significatifs d'un texte, sans perturber ni le contenu des PAGE 1 et PAGE 2, ni la visualisation sur l'écran, et ne peuvent donc pas être confondues avec l'information que l'on enregistre!

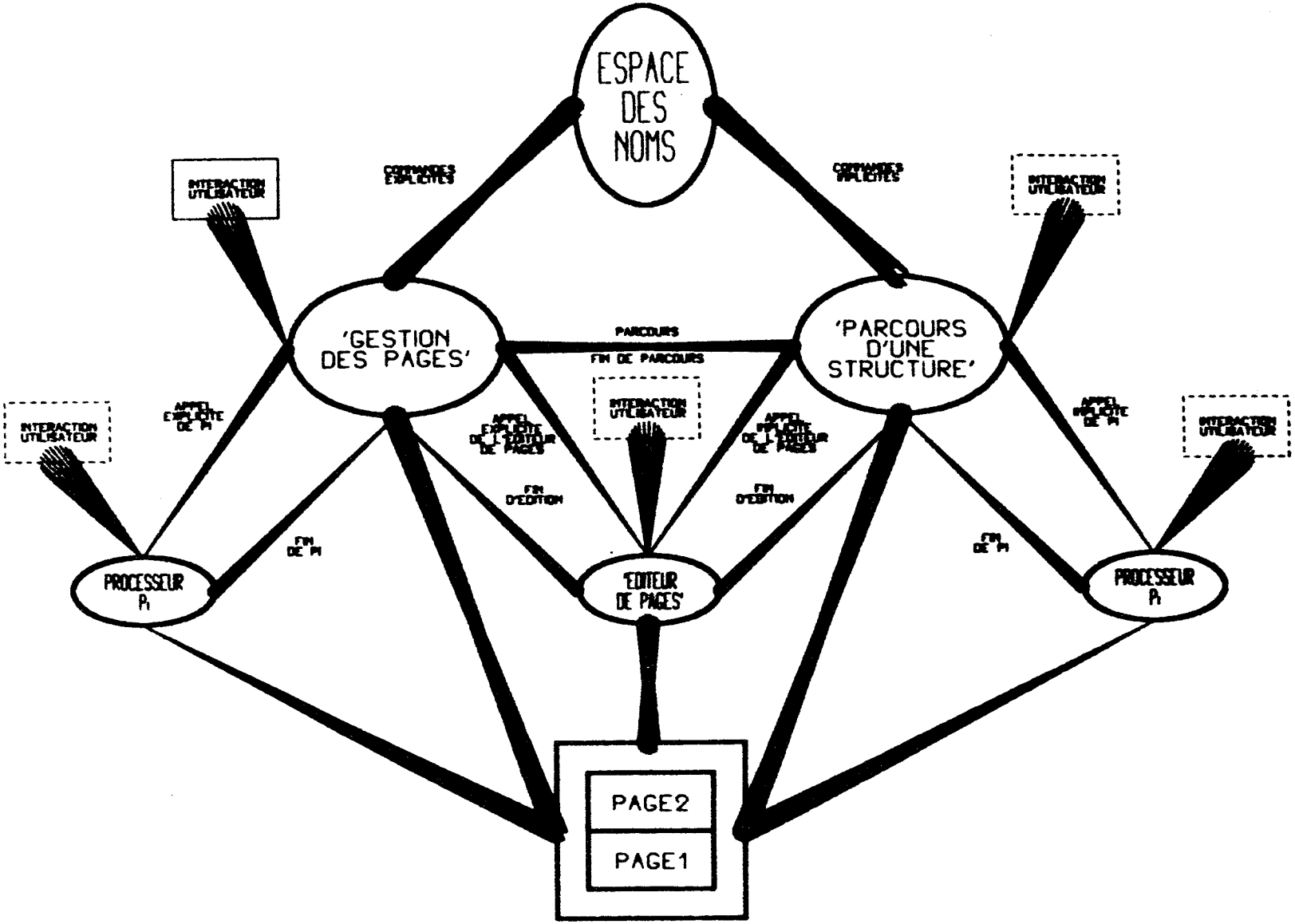


Figure 25 L'ENCHAINEMENT DES MACHINES DE SMC

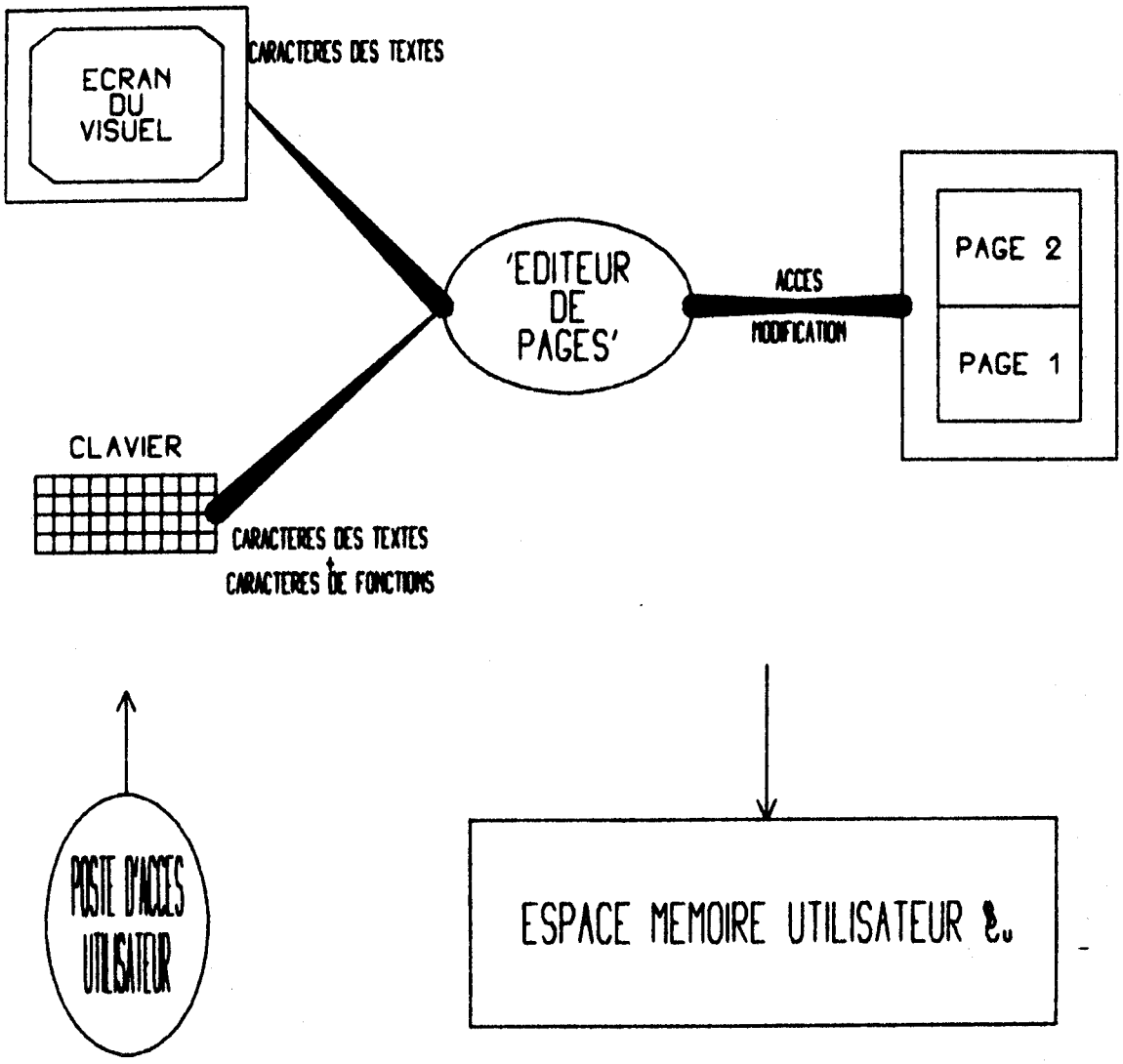
```
!PH
PHRASE>LE CHAT QUI MANGE LA SOURIS QUI MANGE LE FROMAGE NE BOIT PAS LE BON LAIT QUE NE BOIT PAS LE RAT QUI DORT
??? FROMAGE
??? BOIT
??? BON
??? LAIT                    < 7 MOTS INCONNUS
??? BOIT
??? RAT
??? DORT
CORRECT
>  LE /      =ARTICLE
>  CHAT /      =NOM
>>  QUI /
>>  MANGE /       =VERBE
>>  LA /      =ARTICLE
>>  SOURIS /       =NOM
>>>  QUI /
>>>  MANGE /       =VERBE
>>>  LE /      =ARTICLE
>>>  FROMAGE / =NOM
>  NE /
>  BOIT / =VERBE
>  PAS / -
>  LE /      =ARTICLE
>  BON / =ADJECTIF
>  LAIT / =NOM
>>  QUE /
>>  NE /
>>  BOIT / =VERBE
>>  PAS / -
>>  LE /      =ARTICLE
>>  RAT / =NOM
>>>  QUI /
>>>  DORT / =VERBE                                   < ANALYSE SYNTAXIQUE
5 PROPOSITIONS
x    / LE CHAT / NE BOIT PAS / LE BON LAIT
xx    / LE BON LAIT / QUE / NE BOIT PAS / LE RAT
xxx    / LE RAT / QUI / DORT
xx    / LE CHAT / QUI / MANGE / LA SOURIS
xxx    / LA SOURIS / QUI / MANGE / LE FROMAGE
<R> LE CHAT  / NE BOIT PAS  / LE BON LAIT  /
<R> LE RAT  / NE BOIT PAS  / LE BON LAIT  /
<R> LE RAT  / DORT  /
<R> LE CHAT  / MANGE  / LA SOURIS  /
<R> LA SOURIS  / MANGE  / LE FROMAGE  /
?
```

RECRITURE

< ANALYSE SEMANTIQUE

Figure 26 UN EXEMPLE D'ANALYSE DE PHRASE

Le schéma suivant résume le rôle de ce processeur :



3.2.3.5 - LE DIALOGUE "LIBRE" : On qualifiera de "libre", un dialogue qui s'établit dans une "langue naturelle" entre un utilisateur (*) et le système. SMC permet une approche de cette situation idéale, à cet effet, il dispose d'un dictionnaire et d'un modèle simplifié de la grammaire de la langue employée (le français dans le cas présent).

3.2.3.5.1 - Le dictionnaire : Il contient un nombre quelconque de mots, à coté de chacun d'eux se trouvent les diverses fonctions grammaticales qu'ils peuvent être amenés à jouer (ambiguité fonctionnelle acceptée), ainsi qu'une "signification" unique (monosémie). Il est decoupé en pages (*) (au sens que nous avons donné à ce mot au paragraphe 3.2.3.1 page 101) regroupant chacune des mots de même racine (définie ici par leurs deux premières lettres), ces pages sont évidemment accessibles et consultables d'une manière "naturelle" à l'aide du processeur 'EDITEUR DE PAGES' (voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114)! Enfin chaque mot peut être accompagné de règles simples de production de fautes d'orthographe, que le système sera autorisé à corriger (par exemple : lettre doublée,...)

Le schéma suivant montre la hiérarchie d'accès à un mot du dictionnaire :

(1) <DICTIONNAIRE>::= <PAGE>,...,<PAGE>

(2) <PAGE>::= <MOT>,...,<MOT>

(3) <MOT>::= (<ORHTOGRAPHE>,
[<REGLES DE PRODUCTION DE FAUTES>],
<FONCTION(S) GRAMMATICALE(S)>,
[<SIGNIFICATION>])

Remarque l'introduction de mots nouveaux se fait en général sous le contrôle d'un processeur responsable du dictionnaire ('EDITEUR DE PAGES' peut lui aussi remplir cette fonction).

3.2.3.5.2 - L'analyseur : Soit une phrase φ produite par un utilisateur, trois passages distincts vont être nécessaires pour en extraire le sens éventuel :

1 - traitement lexicographique : par utilisation des séparateurs de mots ('espace', caractères de ponctuation), la phrase φ-"chaine de caractères", est transformée en une phrase φ_1-"chaine de mots", l'existence de chacun d'eux est contrôlée à l'aide du dictionnaire évoqué au paragraphe précédent (voir le paragraphe 3.2.3.5.1 page 116) Simultanément, on leur associe les fonctions grammaticales qu'ils sont autorisés à remplir, ainsi que leur signification (à un mot inexistant on donnera l'ambiguité fonctionnelle maximale : 'NOM'+'VERBE'+'ARTICLE'+...).

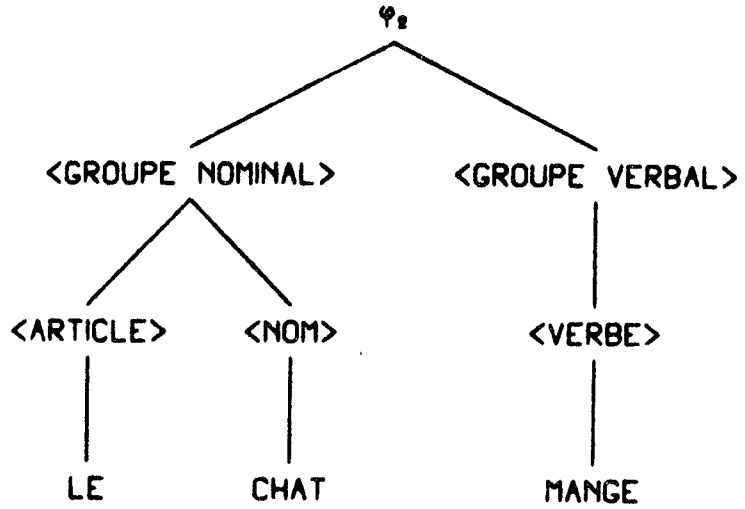
φ-<CHAINE DE CARACTERES> := φ_1-<CHAINE DE (<MOT>,...,<MOT>,
<FONCTION(S) GRAMMATICALE(S)>,
[<SIGNIFICATION>] >>

2 - analyse syntaxique : ce deuxième passage sur la phrase φ_1 s'appuie sur un modèle simplifié de la grammaire asserto-négative du français dont l'ANNEXE-5 donne un aperçu. Son but est d'extraire un arbre φ_2 représentant syntaxiquement φ_1, ainsi que d'attribuer à chacun des mots la composant, leur fonction réelle

Exemple : (utilisant les notations de l'ANNEXE-5)

φ = "LE CHAT MANGE."

φ_1 = "LE"/"CHAT"/"MANGE"/ (ou "/" désigne un séparateur de mots)



La figure 26 donne une analyse plus complexe, dans laquelle, on notera en particulier l'existence de sept mots inconnus du dictionnaire, et dont la fonction grammaticale a malgré tout, été identifiée correctement!

Remarque : le processeur P_1 (*), responsable de cette analyse, est indépendant des règles de la grammaire utilisée, celle-ci est de plus décrite dans un langage proche de sa représentation formelle (voir l'ANNEXE-5), facilitant ainsi sa modification (extension, changement,...).

3 - analyse sémantique : de l'arbre φ_2, on extrait les propositions reconnues (φ_{3j}), ainsi que leurs dépendances relatives. Chacune d'elle est ensuite réécrite à l'aide de règles simplificatrices (et, parfois déformantes..) du type :

<GROUPE NOMINAL>$_2$ "QUE" <VERBE> <GROUPE NOMINAL>$_1$ = <GROUPE NOMINAL>$_1$ <VERBE> <GROUPE NOMINAL>$_2$

Exemple :

"le fromage que mange la souris" sera transformé en :
"la souris mange le fromage"

(voir la figure 26 pour un exemple plus complet)

Toute proposition φ_{3j} est alors de la forme :

φ_{3j} ::= <SUJET> <PREDICAT>, où le <PREDICAT> est lui-même :
<PREDICAT> ::= <VERBE> [<ATTRIBUT>], soit :

φ_{3j} ::= <SUJET> <VERBE> [<ATTRIBUT>].

L'ensemble (φ_{3j}) peut être assimilé à un programme "arborescent" φ_4 écrit dans un langage dont <SUJET> et <ATTRIBUT> seraient les opérandes, et <VERBE> les opérateurs :

φ_4 ::= (φ_{3j})
φ_{3j} ::= <SUJET> <VERBE> [<ATTRIBUT>]
soit : 'opérande'*'opérateur'*'opérande'.

Remarque : la forme "arborescente" de φ_4 vient des relations de dépendance entre les propositions φ_{3j}.

A cet instant, les mots sont représentés par leur signification unique, celle-ci sera, lorsqu'une action est désirée, un objet connu du système (page (*), machine (*),..., par exemple, le sens du verbe "dessiner" pourra être 'APPELER LA MACHINE A DESSINER'), ou bien, dans le cas contraire, une valeur éventuellement abstraite. Dés lors, deux applications-type sont envisageables :

1 - Demander une ou plusieurs actions : le programme ϕ. est automatiquement exécuté lorsqu'il contient suffisamment d'objets connus (voir la figure 27) Ainsi, par exemple, le dialogue primaire du processeur 'GESTION DES PAGES' (voir le paragraphe 3.2.3.3 page 106) pourra être pris en charge par l'analyseur (par l'intermédiaire de l'interpréteur (*) de programmes de type ϕ. qu'il contient).

2 - Comparer sémantiquement deux ou plusieurs phrases dans le contexte formé par le dictionnaire et les règles syntaxiques (voir l'enseignement au paragraphe 4.2.2.3 page 161).

```
!PH        2 FAUTES D'ORTHOGRAPHE CORRIGEES                    2 FAUTES D'ORTHOGRAPHE CORRIGEES
PHRASE>TU DESSINNE UN GRAND CHATEAU ET, TU DESSINES A-DROITE UN PETIT MAIS
ON ET UN GRAND TRIANGLE ET.TU PHOTOCOPIE L'ECRAN
!G3                          1 FAUTE D'ORTHOGRAPHE CORRIGEE
```

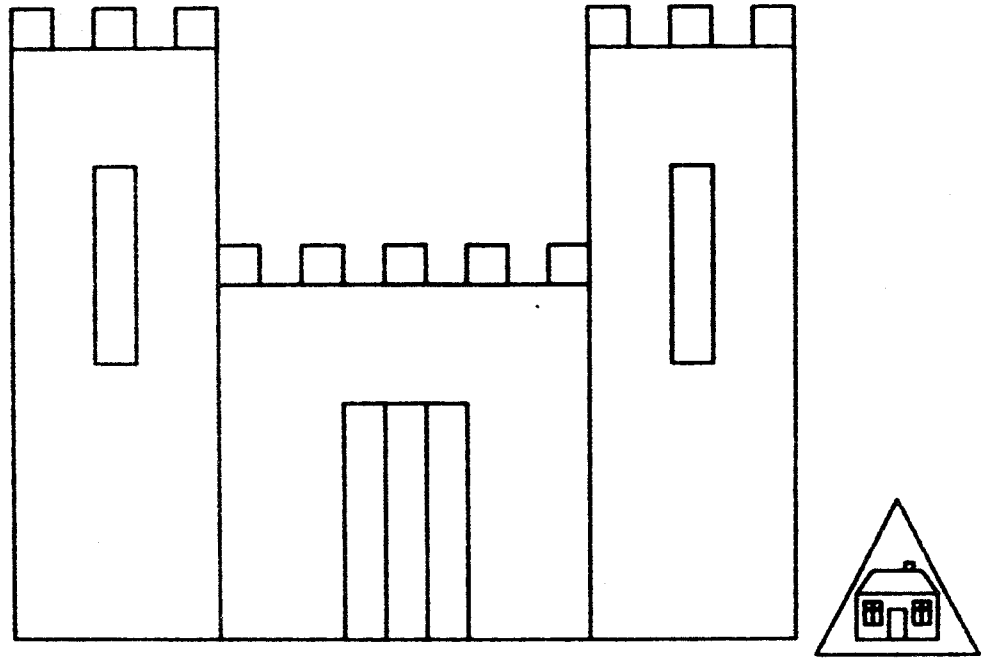


Figure 27 EXECUTION DES ACTIONS DEMANDEES DANS UNE PHRASE

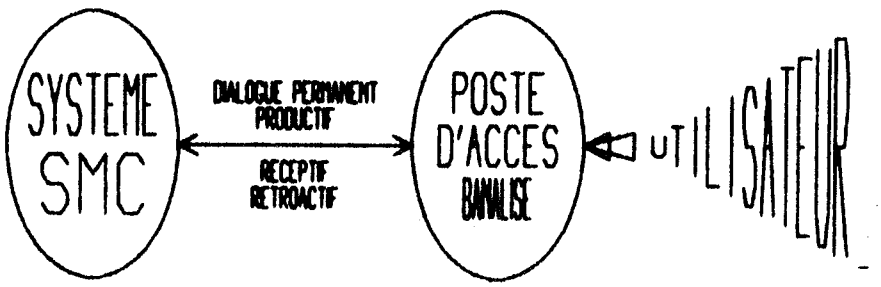
323 - LE SYSTEME D'AIDE A LA COMMUNICATION

LE NIVEAU SECONDAIRE

Lors des généralités sur les techniques de la communication (voir les paragraphes 2.3.1 et 2.3.2 aux pages 12 et 14), nous avons fait une distinction évidente entre production (*) et réception (*) d'un message. Dans SMC ce distinguo s'estompe, pour ne pas dire qu'il disparait, et ceci pour plusieurs raisons :

- Il n'y a pas de postes de travail spécialisés (voir le paragraphe 3.1.3 page 54), et sauf pour quelques points de détail (par exemple, présence ou absence d'un appareil photographique), ils peuvent jouer des rôles similaires.

- Par le dialogue permanent entre l'utilisateur (*) et le système ("CONVERSATIONNALITE"), il n'est pas de production qui ne soit aussi réception, et réciproquement.



Ainsi, production (*), réception (*), rétroaction (*) ("feedback"), ., se fonde en un tout caractéristique : la conversation.

Précisons cela en reprenant l'exemple traité au paragraphe 2.3.4 page 17, le promoteur de l'animation, par "introduction" d'une idée dans une chaine de spécialistes, avait obtenu avec plus ou moins de retard, et plus ou moins de satisfaction un produit fini et figé, auquel il était impossible d'apporter des modifications sous peine de repartir à zéro! Comme cela sera précisé dans la suite de l'exposé, il suffira au promoteur de décrire ses "désirs" à SMC, et par une alternance d'états "productifs" (promoteur = réalisateur) et d'états "réceptifs" (promoteur = spectateur), il mettra au point une animation optimale (par rapport au "but à atteindre"), et contenant un minimum d'erreurs! De plus, la rapidité avec laquelle les résultats concrets seront obtenus, lui permettra de tenter des expériences quant à diverses présentations possibles,...

Nota : ce qui vient d'être dit, sera valable pour tous les moyens d'expression, et pour tous les types de communication que permet (ou que permettra) SMC.

Le niveau secondaire de SMC va donc contenir des machines ■, (*), conversationnelles (*), et utilisées à des fins de production (*) et de réception (*). Rappelons à ce sujet que le niveau primaire (voir le paragraphe 3.2.3.1.4 page 103) permet et facilite l'accès à ce deuxième étage fonctionnel du système. Dans ce dernier, il est clair que l'image (au sens général) va occuper une place prépondérante, un certain nombre de machines vont donc lui être dédiées, et auxquelles, nous allons consacrer, en grande partie, les paragraphes suivants.

3.2.4.1 - G3 : LA 'MACHINE A DESSINER' : Elle est par définition, un processeur (*) utilisant des moyens matériels (*) d'expression graphique, et parmi lesquels nous citerons :

- Ecran de visualisation (voir le "visuel" au paragraphe 3.1.1.4 page 34),
- Table traçante (voir le paragraphe 3.1.3.3 page 55),
- Reprographe électronique (voir le paragraphe 3.1.3.3 page 55),
- Moyens cinématographiques et photographiques (voir le paragraphe 3.1.3.3 page 55),
- Téléviseur (voir la "télévision numérique" au paragraphe 3.1.2.4 page 48),
- (...)

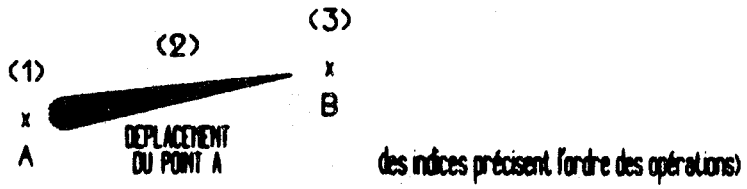
1 - BUTS ET PRINCIPES DE G3 : G3 a dans SMC la responsabilité des messages scripturaux et iconiques (voir le paragraphe 2.1.2 page 5), et doit donc permettre :

- la définition, l'introduction et la représentation d'objets linéaires,
- ainsi que la description de mouvements et de transformations relatifs à ces mêmes objets.

Un objet linéaire est un ensemble de segments ordonnés spatialement, la définition de chacun d'eux peut se faire suivant deux méthodes opposées :

- statiquement : par la donnée de ses deux extrémités (soient A et B) :

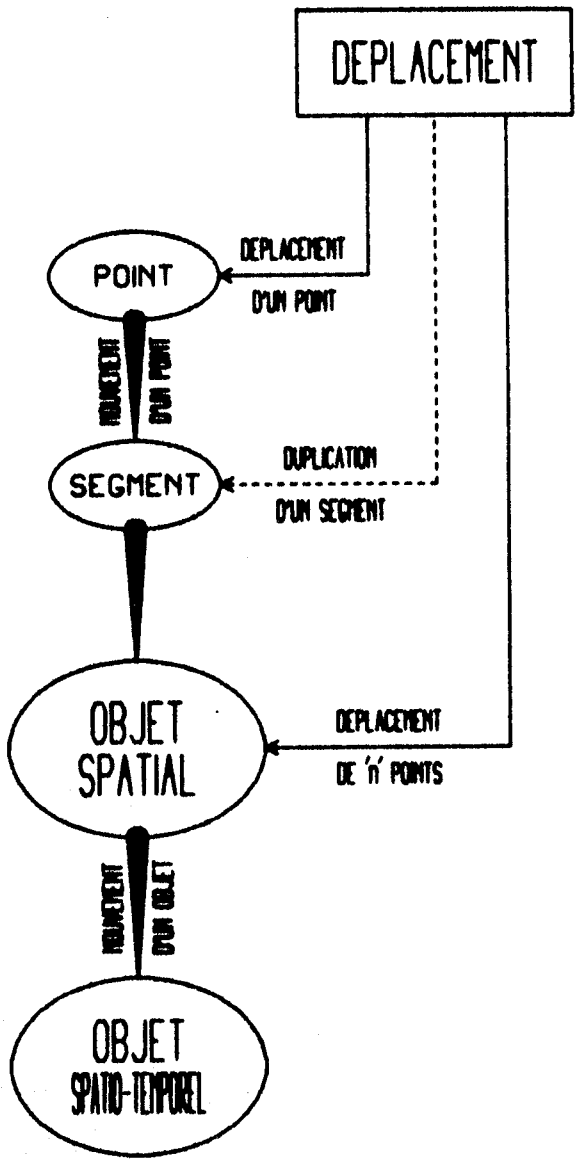
- dynamiquement : par le déplacement menant de son origine A à son extrémité B (le segment AB étant orienté arbitrairement) :



La méthode dynamique a été choisie dans G3, car elle unifie la définition des objets et la description de leurs mouvements :

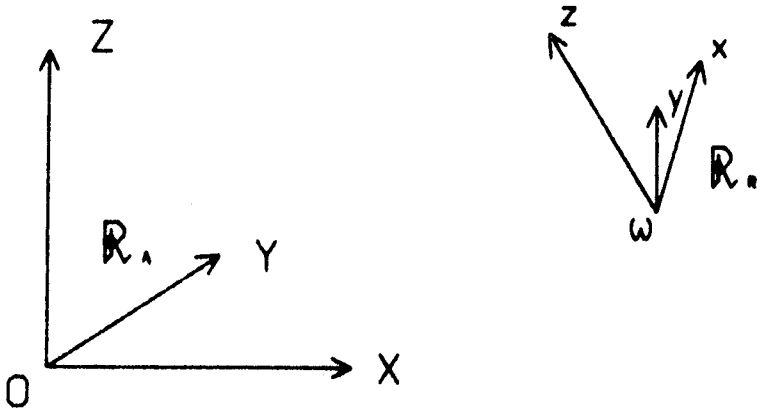
<OBJET LINEAIRE> ::= ,...,
 ::= <TRACE DU DEPLACEMENT D'UN POINT>
<MOUVEMENT D'UN OBJET> ::= <DEPLACEMENT DE 'n' DE SES POINTS>

Ce qui induit, en matière de conception graphique, la méthode suivante :



Nota : afin d'alléger la suite de l'exposé, un certain nombre de détails seront volontairement simplifiés ou omis, l'ANNEXE-6 contient une description plus complète et plus pragmatique de G3 à laquelle on pourra se rapporter.

2 - LES NOTIONS ATOMIQUES DE G3 : On appelle référentiel relatif R_R = (ωX,ωY,ωZ), un repère dont on ne précise à priori, ni la norme, ni la position par rapport à un référentiel absolu orthonormé R_A = (OX,OY,OZ), ce dernier est en général lié à l'écran du visuel (*) utilisé.



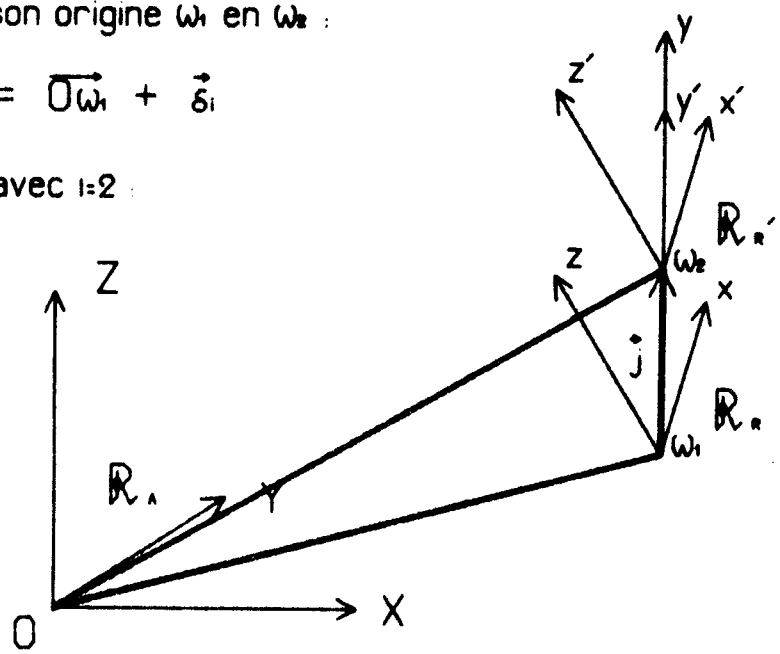
$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ désignant les vecteurs unitaires de R_R, on définit six translations élémentaires de celui-ci, caractérisées par :

$+\vec{i}, +\vec{j}, +\vec{k}, -\vec{i}, -\vec{j}, -\vec{k}$ et notées $\vec{\delta}_i$

qui amènent son origine ω_1 en ω_2 :

$$\overrightarrow{O\omega_2} = \overrightarrow{O\omega_1} + \vec{\delta}_i$$

par exemple, avec i=2 :



Toute translation $\vec{\Delta}$ de $\mathcal{R}_0$ sera donc obtenue par combinaison linéaire des $\vec{\delta}_i$:

$$\vec{\Delta} = \sum_{(i)} \lambda_i \vec{\delta}_i \qquad (\lambda_i \in N)$$

$$\overrightarrow{O\omega_2} = \overrightarrow{O\omega_1} + \vec{\Delta}$$

(on notera que $\vec{\Delta}$ est défini par rapport à $\mathcal{R}_0$!)

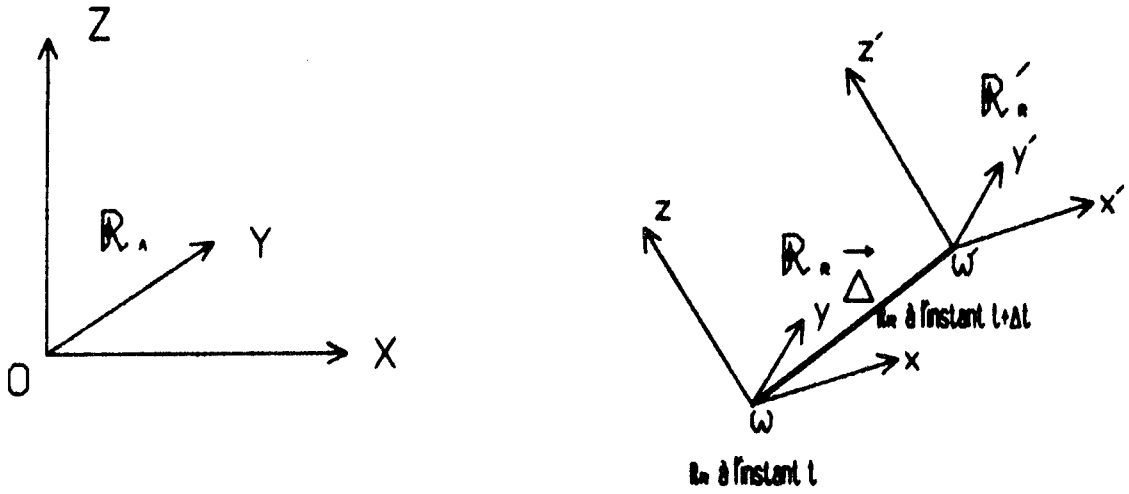
Enfin, $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ sont définis d'une manière glissante, à partir des vecteurs unitaires $\vec{I}, \vec{J}, \vec{K}$ de $\mathcal{R}_1$ à l'aide d'un produit $\mathcal{G}$ de transformations $\mathcal{G}_j$ (implicitement neutre), et parmi lesquelles on trouve :

- des homothéties $\mathcal{H}_j$,
- des symétries $\mathcal{S}_j$,
- des rotations $\mathcal{R}_j$,
- (...)

$$(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}) = (\prod_{(j)} \mathcal{G}_j)\ (\vec{I}, \vec{J}, \vec{K})$$

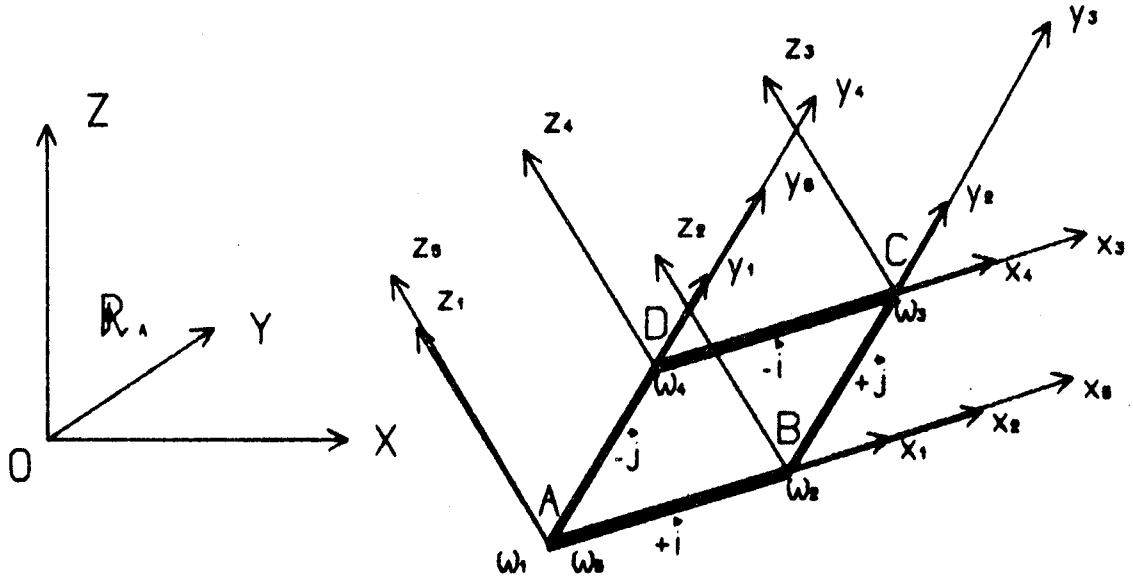
($\prod_{(j)} \mathcal{G}_j$ n'est pas nécessairement une transformation orthogonale!)

3 - DEFINITION D'UN SEGMENT, D'UN OBJET : On dira que l'on trace un segment $\omega\omega'$, lorsqu'on applique une translation $\vec{\Delta} = \vec{\omega\omega'}$ au référentiel R_a, en matérialisant ce déplacement (R_a est alors défini instantanément par son origine ω et par le produit $\prod_j (\theta_j)$).

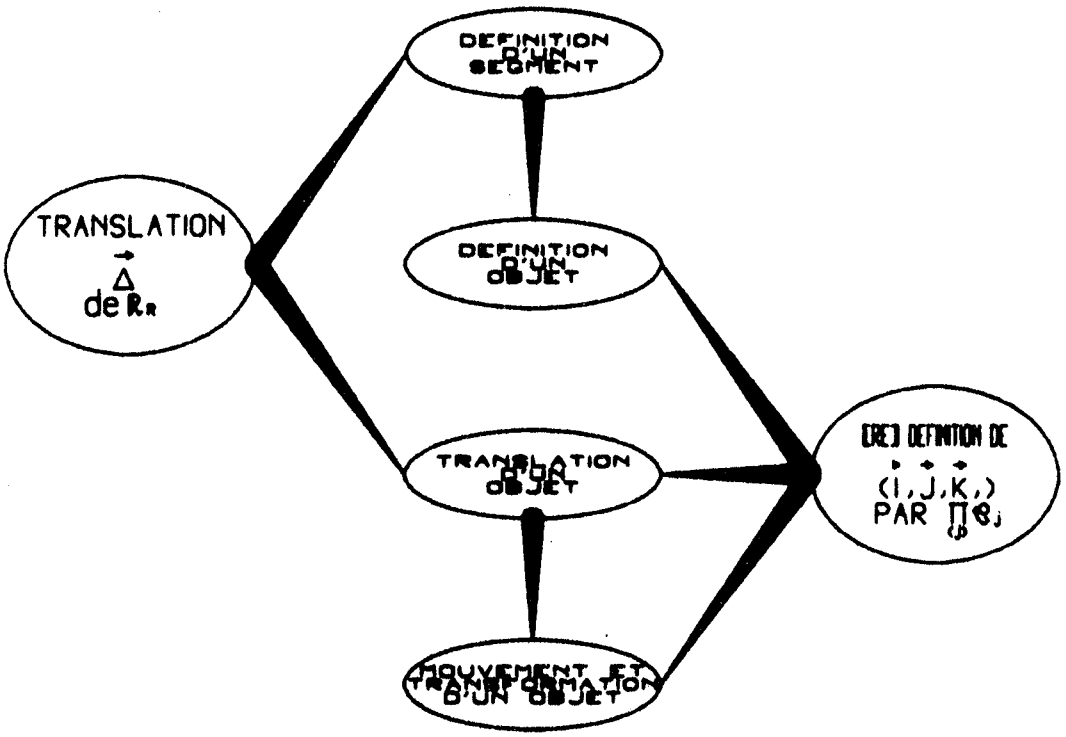


On dira que l'on trace un objet linéaire, lorsqu'on trace (au sens vu ci-dessus) les segments qui le composent.

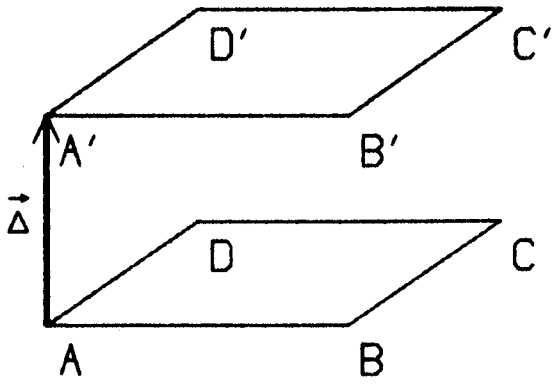
Exemple : l'application successive des quatre translations élémentaires $+\vec{i}$, $+\vec{j}$, $-\vec{i}$, $-\vec{j}$ définit un contour fermé, qui, sous condition d'orthonormalité, sera un carré ABCD.



4 - MOUVEMENT ET TRANSFORMATION D'UN OBJET : Ils s'obtiendront par translation de $\mathcal{R}_a$ (translation d'un objet), et/ou par redéfinition de $(\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ par l'intermédiaire du produit $\prod_{\beta}$ (rotation, homothétie, "déformation",..., d'un objet) :



Exemple : reprenant le précédent, si au préalable nous procédons à une translation $\vec{\Delta}$ de l'origine ω, nous obtiendrons un contour ABCD translaté de $\vec{\Delta}$:



Nota : un objet linéaire Ω est donc défini par une suite de translations $\vec{\Delta_i}(...)$:

$$\Omega = (\vec{\Delta})\ ,$$

Il est évident que, suivant la définition instantanée de $\prod_{\beta}$, le tracé correspondant de Ω sera plus ou moins déformé par rapport à sa conception, ainsi, notre "carré" peut apparaitre comme un rectangle, un losange,...!
(voir la figure 28)

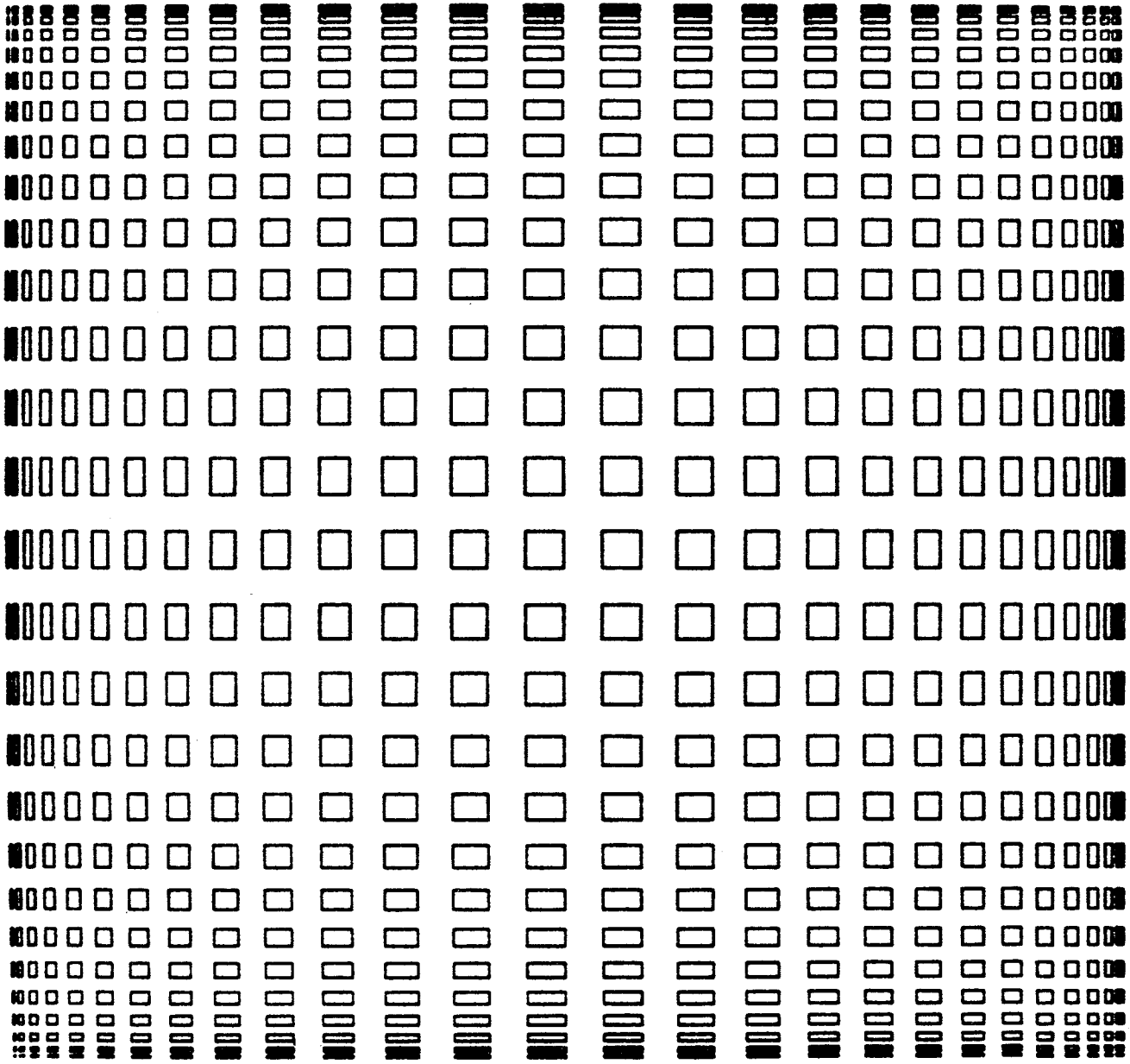


Figure 28 "VARIATIONS SUR UN CARRE"

LA FORME 'CARRE' A ETE DEFINIE COMME NOUS L'AVONS EXPLIQUE PAGE 129. PUIS TRACEE EN CERTAINS POINTS PARTICULIERS DU PLAN. EN FAISANT VARIER ITERATIVEMENT LA DEFINITION DES VECTEURS UNITAIRES DU REFERENTIEL LOCAL.

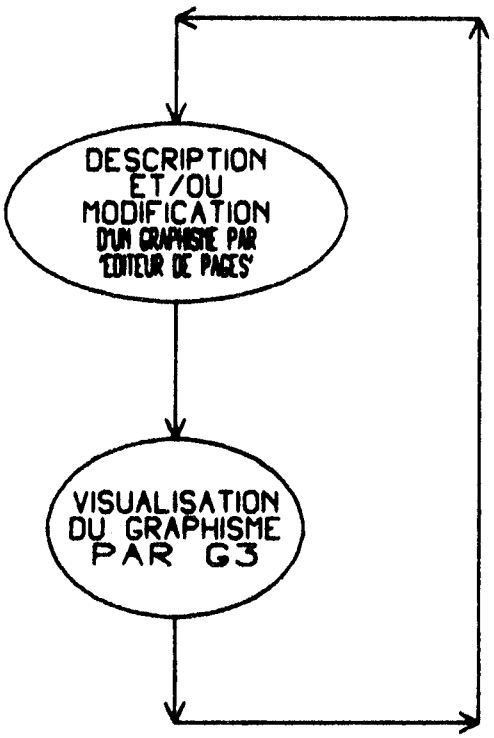
5 - LES "PROGRAMMES" GRAPHIQUES : Toutes les opérations décrites précédemment, sont les primitives du langage graphique interprété (*) par G3; celui-ci contient en outre tout ce qui est nécessaire pour en faire un langage de programmation algorithmique :

- récursivité (*) itérations, sous-programmes, changements de contextes, piles de travail,..
- gestion de bibliothèques d'objets,
- (..)

Enfin G3 permet l'entrée directe d'objets linéaires (voir le paragraphe 3.1.1.4.4 page 34) en assurant la génération automatique de leur définition sous la forme d'une suite de translations (Δ_i), fonction du produit $\prod_\beta \theta_i$ instantané.

Les programmes graphiques sont naturellement gérés par le processeur 'GESTION DES PAGES' (voir le paragraphe 3.2.3.3 page 106), et donc accessibles dans PAGE 1 et PAGE 2 à l'aide de l'EDITEUR DE PAGES' (voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114).

6 - "METHODOLOGIE GRAPHIQUE". Suivant le grand principe de la conversationnalité (voir le paragraphe 3.2.4 page 121), la création graphique sera le résultat de l'interaction et du dialogue permanents entre l'utilisateur et G3 :



(le schéma précédent ne tient pas compte du fait que G3 peut participer à la phase de description lors de l'entrée directe d'objets linéaires)

On voit ainsi s'ouvrir les portes de la créativité libérée (en partie!) des contraintes matérielles, laissant plus de temps pour la conception et les tentatives, la réalisation étant prise en charge par la 'MACHINE A DESSINER'.

On présentera au chapitre 4 des exemples d'utilisation de G3, allant de la simple représentation d'un circuit électrique à la conception artistique.

3.2.4.2 - LA "TELEVISION NUMERIQUE" : (ce terme générique regroupe un certain nombre de machines (*) responsables en particulier de l'utilisation des matériels (*) décrits au paragraphe 3.1.2.4 page 48)

La 'MACHINE A DESSINER' G3 présentée au paragraphe précédent, permet, comme on l'a vu, la description statique ou dynamique d'objets linéaires, bien qu'autorisant l'introduction de formes à priori non géométriques (par exemple un profil humain), il est clair qu'une telle méthode de représentation n'est pas adaptée.

- à la reproduction d'êtres ou d'objets en "volume" (par opposition à "linéaire"),
- à la manipulation globale d'une ou plusieurs images,

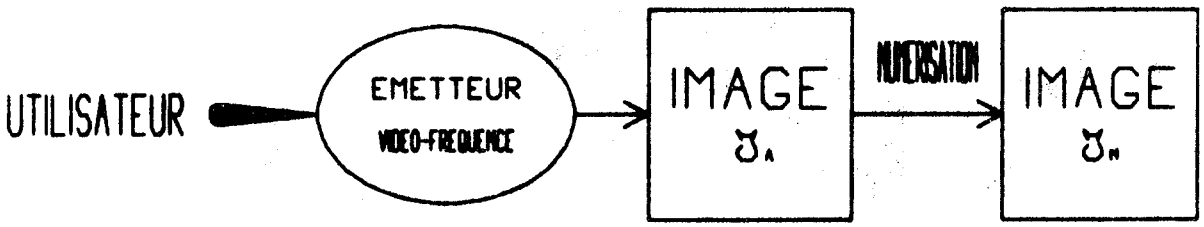
et que de plus, elle s'oppose à la visualisation rapide puisque, en reprenant une terminologie propre à la théorie des ensembles, elle décrit les objets en 'compréhension' ([+i,+j,-i,-j] représente un carré) et non pas en 'extension' (◻ est un carré)!

Par opposition à l'aspect descriptif des "programmes" graphiques de G3 (voir le paragraphe 3.2.4.1.5 page 131), les images de télévision "numérique" (*) seront considérées en première approximation, comme un tout informel montrant quelque chose vu sous un certain angle, avec un éclairage donné,..
(suivant les notations du paragraphe 3.1.2.4 page 48, $\mathcal{I}_N$ représentera une image "numérique" notée IMAGE (*), alors que $\mathcal{I}_A$ désignera le signal analogique (*) vidéo-fréquence correspondant)

1 - LES IMAGES DE TELEVISION NUMERIQUE : Pour des raisons déjà évoquées au paragraphe 3.1.2.4 page 48, une image $\mathcal{I}_n$ est représentée par un espace bi-dimensionnel de 256*256 points pouvant prendre chacun deux états (noir ou blanc, ø ou 1), elle peut avoir comme source :

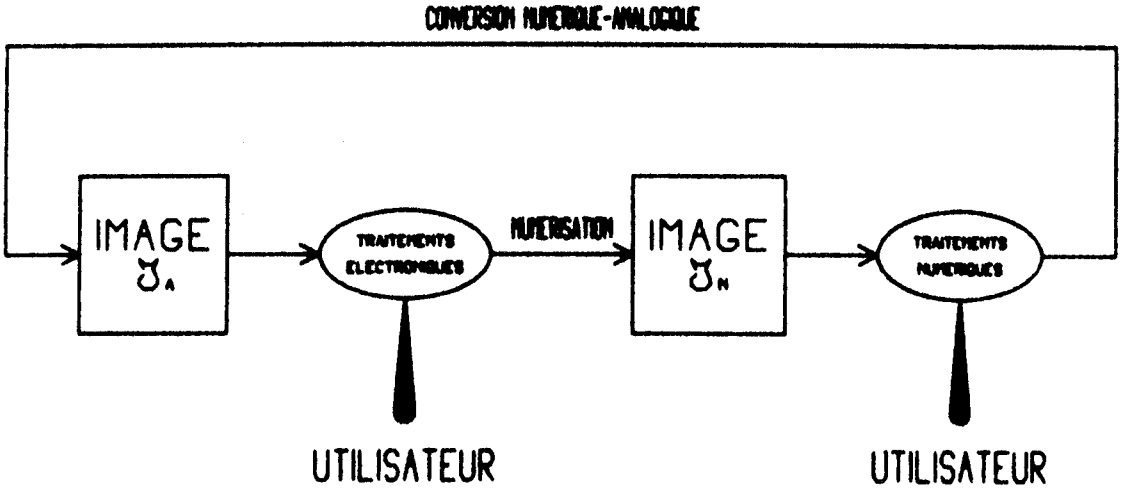
- la MACHINE A DESSINER' G3 :

- le dispositif d'analyse (*) (ou de "numérisation") :



qui permet ainsi l'introduction d'images réelles, ou de séquences d'images (personnages vivants, objets réels, mouvements, photographies, films,...).

- un <u>système de génération de formes</u> reposant en partie sur un "effet Larsen" ("rebouclage" d'un récepteur sur un émetteur) et dont le principe est le suivant :



- un <u>dispositif interactif</u> (*) permettant d'obtenir des images simples et descriptibles : image blanche ou noire, bandes horizontales, bandes verticales, damiers,....

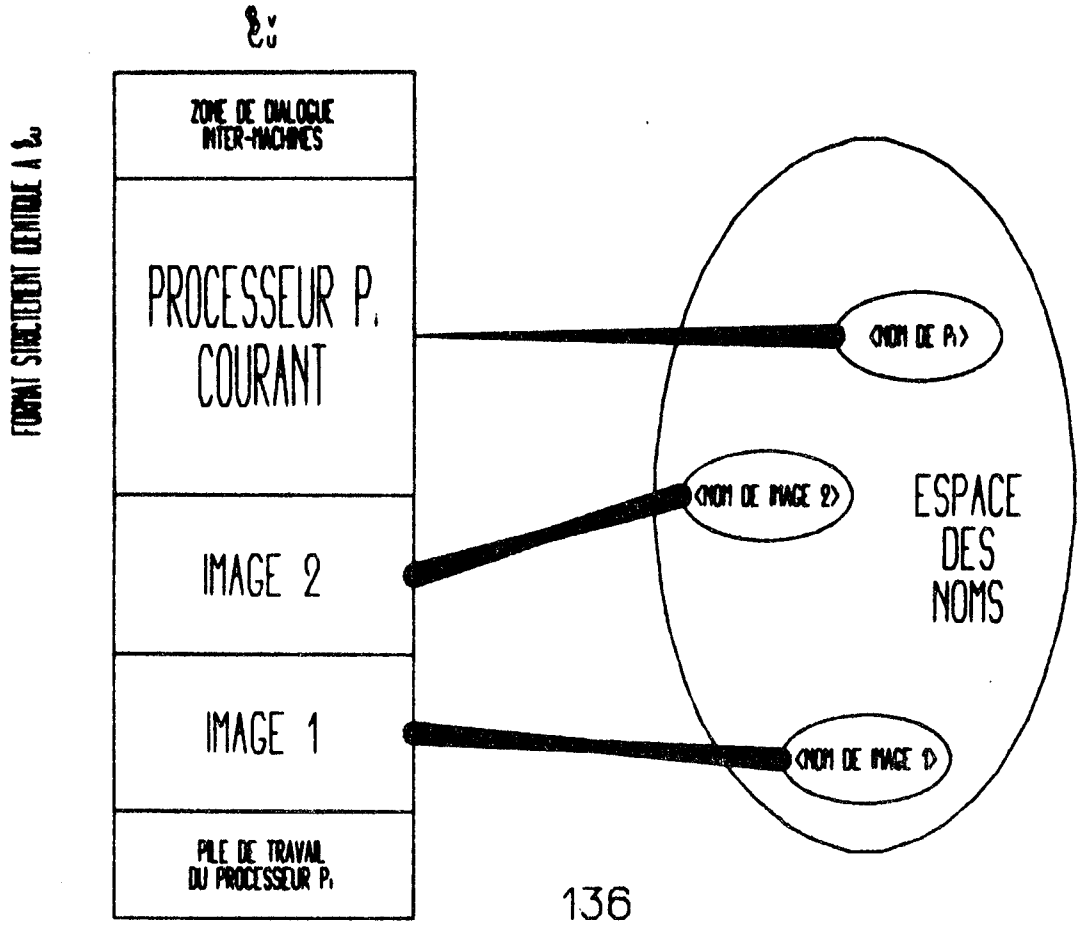
- les <u>machines</u> (*) dont la description va suivre.

2 - L'ESPACE MEMOIRE VIRTUEL UTILISATEUR $\mathfrak{L}_u^v$: Lors de la description des matériels (*) mis en œuvre dans SMC (voir le paragraphe 3.1 page 26), nous avions souvent noté un parallèle entre les structures informatiques et audiovisuelles, celui-ci conduit naturellement à l'analogie suivante :

PAGE ⟷ IMAGE

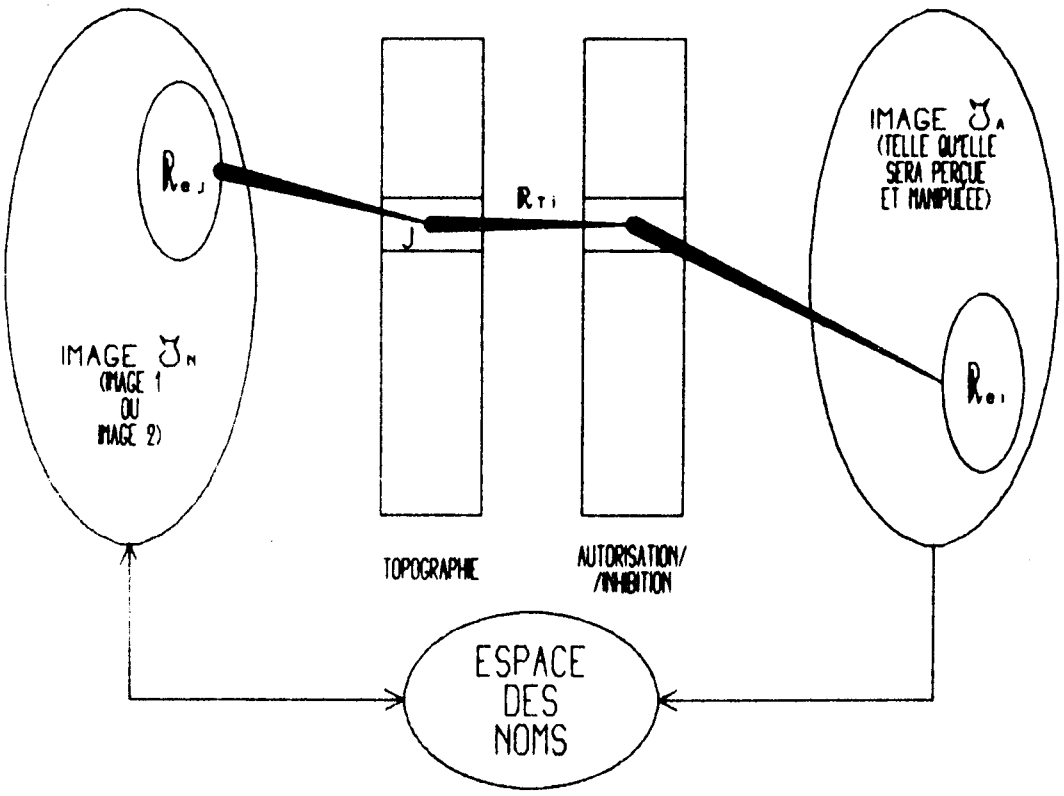
(VISUEL) (TELEVISION NUMERIQUE)

Malheureusement, les "volumes" mémoire nécessaires sont fortement disparates : il suffit de se souvenir qu'une image $\mathfrak{I}_n$ de 256*256 points occupe 4k mots (*), alors qu'une page de visuel ne demande que 35*74 octets, soit 1295 mots! C'est pourquoi, le format de $\mathfrak{L}_u$ (voir le paragraphe 3.2.3.2 page 104) ne peut être conservé que virtuellement, sous l'appellation $\mathfrak{L}_u^v$.



NOTE SUR LA PARTITION DES IMAGES : Une image quelconque, lorsqu'elle se trouve présente dans $\mathfrak{I}$ (IMAGE 1 et/ou IMAGE 2), est implicitement partitionnée en régions R_{oi} (actuellement, en 32 bandes horizontales de chacune 8 lignes). Deux dispositifs programmés exploitent ce découpage (IMAGE = (R_{oo},R_{o1},...,R_{oi},...)) :

- autorisation/inhibition : chaque région R_{oi} possède un indicateur binaire permettant, suivant son état, de prendre en compte ou d'ignorer celle-ci lors de toute réception (*) et manipulation (transformations, opérations inter-images,).
- topographie : un système de "registres topographiques" (R_{Ti}), identique à celui que l'on peut rencontrer dans les mémoires de certains ordinateurs (CII 10070 par exemple), permet de changer l'ordre implicite des régions (ø,1,2,...,J,...) en un ordre logique ((R_{To}),(R_{T1}),...,(R_{Ti}),...) autorisant ainsi, non seulement la permutation, mais aussi, la duplication, le remplacement de certaines d'entre elles.



L'organisation générale des machines (*) de gestion de la télévision numérique (*) sera, par l'analogie PAGE - IMAGE déjà mentionnée, identique à celle de SMC (voir les paragraphes 3.2.3.3 et 3.2.3.4 aux pages 106 et 114), mais située à un niveau hiérarchique inférieur (voir la figure 29).

3 - LA 'GESTION DES IMAGES'. Il s'agit d'une machine (*) virtuelle pouvant être appelée explicitement ou implicitement par 'GESTION DES PAGES', et qui remplit entre autres les fonctions d'archivage des images dans l'espace des noms (*) de CMS4 ; trois opérations fondamentales sont disponibles :

- création,
- destruction,
- mise à jour,

Enfin, elle permet l'accès à des processeurs spécifiques de manipulation d'images.

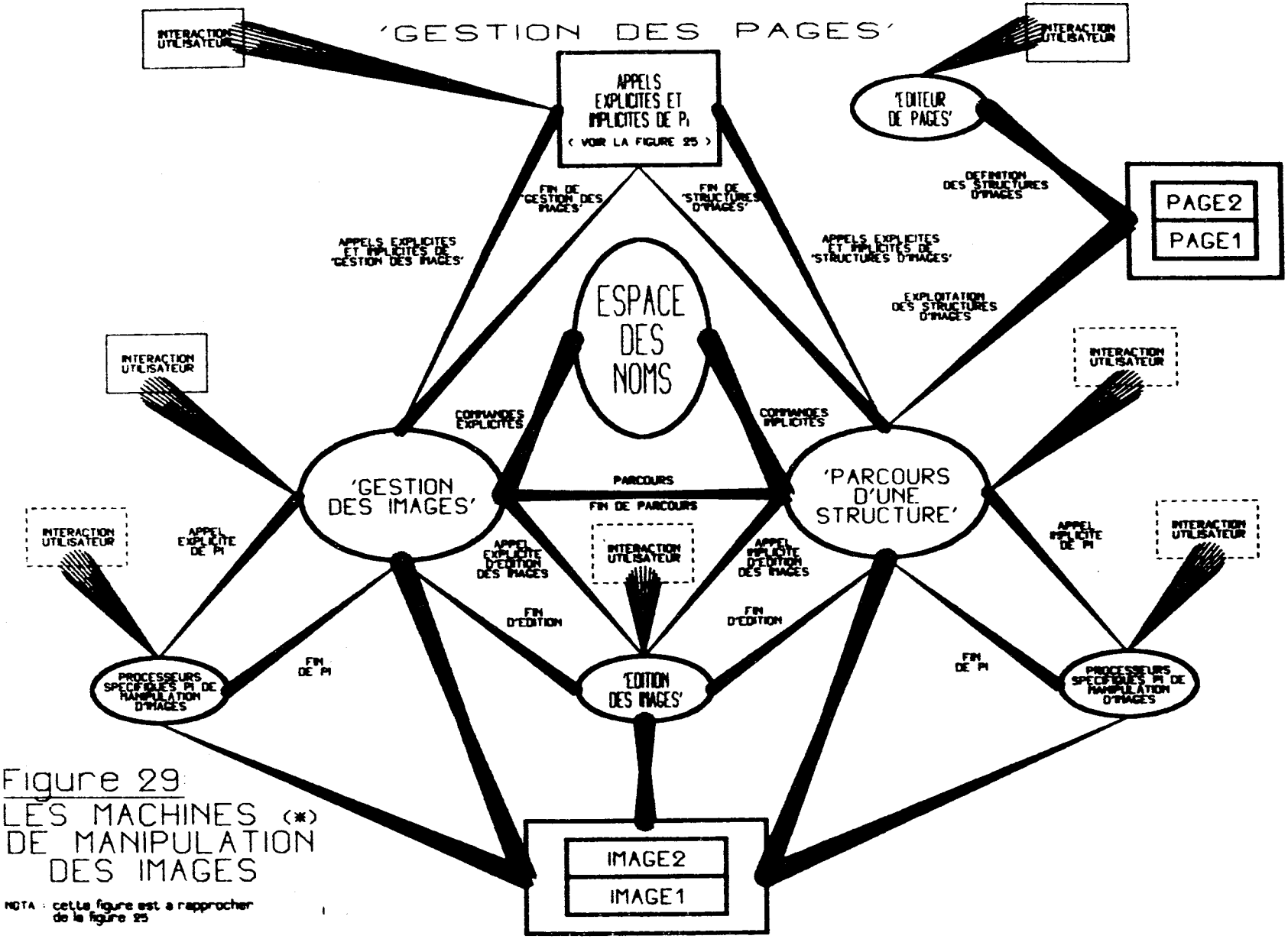


Figure 29

LES MACHINES (*) DE MANIPULATION DES IMAGES

NOTA : cette figure est à rapprocher de la figure 25

4 - LA MANIPULATION DES IMAGES Elle se fait par l'intermédiaire de processeurs (*) spécialisés, et inclut (en se remémorant la note du paragraphe 32422 page 136)

- les opérations inter-images par exemple, 'Ψ' désignant un éventuel décalage circulaire de 'n' points

IMAGE 1 ⟵ (Ψ(IMAGE 2))
IMAGE 2 ⟵ (IMAGE 1)
IMAGE 1 ⟵ (IMAGE 1) + (Ψ(IMAGE 2)) (somme arithmétique)
IMAGE 1 ⟵ (IMAGE 1) - (Ψ(IMAGE 2)) (différence arithmétique)
IMAGE 1 ⟵ (IMAGE 1) + (Ψ(IMAGE 2)) (ou logique)
IMAGE 1 ⟵ (IMAGE 1) $\oplus$ (Ψ(IMAGE 2)) (ou exclusif logique)
IMAGE 1 ⟵ (IMAGE 1) * (Ψ(IMAGE 2)) (et logique)
( )

donnant ainsi naissance à un "potentiel infini" d'effets spéciaux inaccessibles aux techniques classiques

- les transformations d'images par application de matrices 2*2 quelconques (notées M_T) aux coordonnées de tout ou partie des points de IMAGE 1 :

IMAGE 1 ⟵ M_T(IMAGE 1)

permettant ainsi les rotations, les transpositions, les "multiplications". Notons que, M_T étant absolument arbitraire les effets les plus originaux peuvent être atteint par ce biais!

par exemple, l'application de la matrice $M_T = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$

à l'image

amène au résultat suivant

- le "coloriage" des images permet l'inversion numérique (*) d'une image (le blanc devenant noir, et vice-versa), ainsi que le remplissage des contours fermés contenus dans IMAGE 1

- le "travail manuel" sur les images, par combinaison d'un récepteur de télévision et d'une caméra vidéo-fréquence (*) (voir le paragraphe 3.1.2.3 page 45), facilite le travail sur IMAGE 1, par exemple, il est possible d'effacer ou rajouter un morceau d'image avec le doigt!

- la recherche de corrélations dans une image, suivant certains critères de voisinnage, de distance et de direction dans le plan constitué par IMAGE 1, donne sur l'écran d'un visuel (*) des graphismes reproduisant plus ou moins fidèlement cette dernière, par exemple une version linéaire et stylisée d'une image analogique ♉ (voir les figures 30 et 31).

- le filtrage des images par suppression de points jugés "anormaux".

- ( )

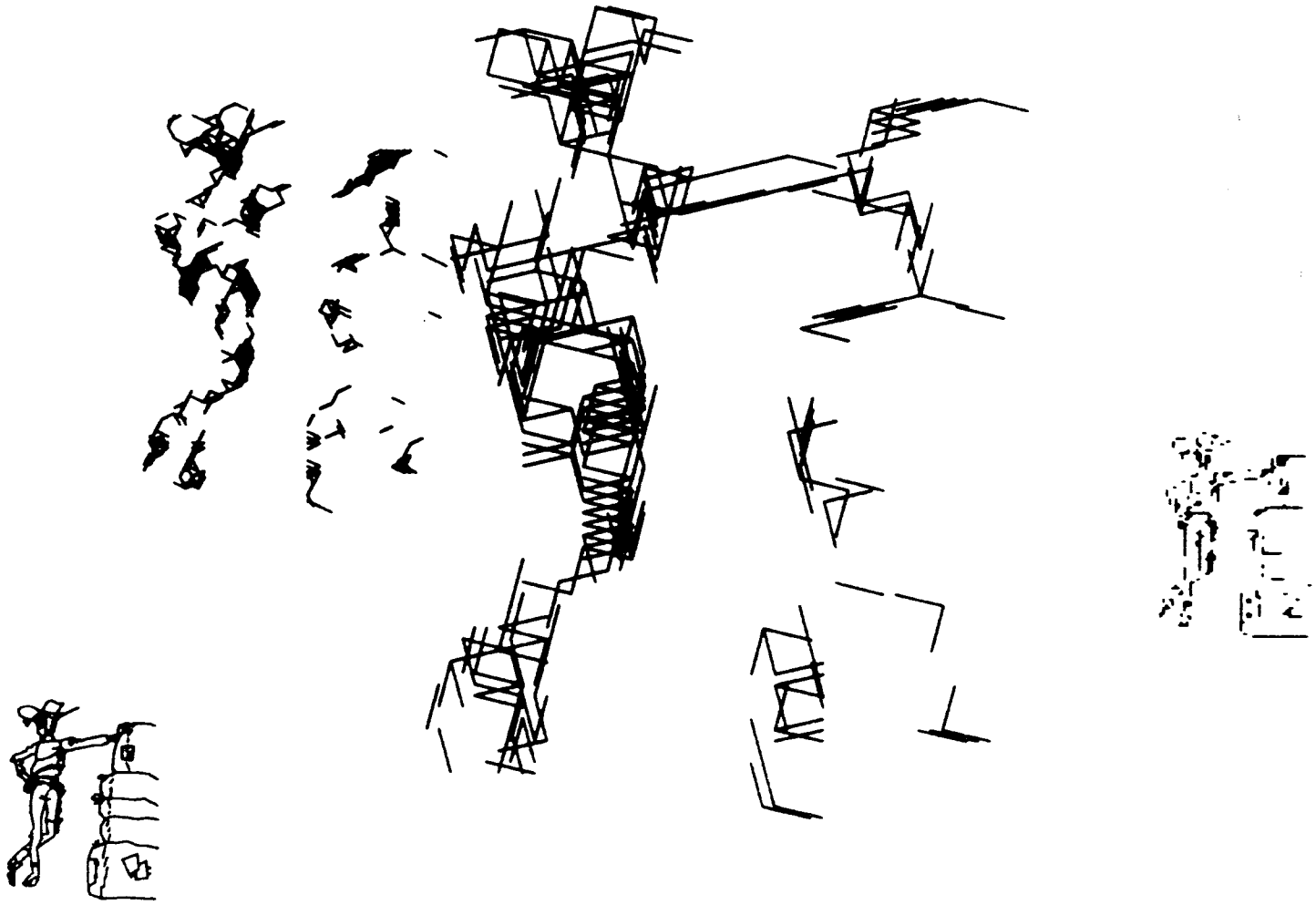


Figure 30 STYLISATION D'UN PERSONNAGE DE BANDES DESSINEES ("LUCKY-LUKE")

LE PERSONNAGE DE BANDES DESSINEES ('LUCKY-LUKE') A ETE TRACE INTERACTIVEMENT SUR L'ECRAN DU VISUEL; SIMULTANEMENT, LA DEFINITION DE SA FORME A ETE MEMORISEE PAR 'G3' SUIVANT UNE LISTE DE TRANSLATIONS. ENSUITE, CE GRAPHISME A ETE CONVERTI EN UNE IMAGE DE TELEVISION 'NUMERIQUE' (C'EST-A-DIRE EN UNE MATRICE DE POINTS). A LA DEMANDE DE L'UTILISATEUR, LE PROCESSEUR DE RECHERCHE DE CORRELATIONS A EXTRAIT DE CETTE IMAGE DES SEGMENTS (FAITS DE POINTS ALIGNES) SATISFAISANT A CERTAINES CONDITIONS IMPOSEES A LEUR ORIENTATION, AINSI QU'A LEUR LONGUEUR.

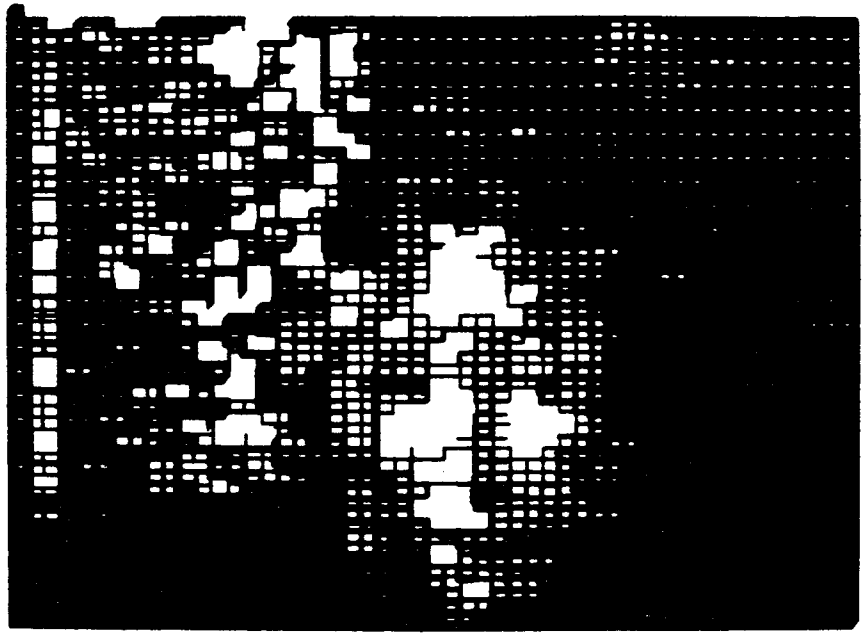


Figure 31 STYLISATION D'UN FRAGMENT DU "PRINTEMPS" DE BOTTICELLI

5 - LES STRUCTURES D'IMAGES . On appellera structure (ou "film") d'images $\mathcal{I}_n$, une relation d'ordre éventuellement partielle, portant sur un sous-ensemble $\mathcal{E} = (\mathcal{I}_n)$ (voir le paragraphe 3.2.3.3.2 page 106). Les images $\mathcal{I}_n$ dont il est fait mention dans la définition précédente, peuvent être "pré-composées" (c'est-à-dire en provenance directe de l'espace des noms (*)), ou bien le résultat de manipulations itératives.
(voir la figure 32)

Les descriptions de "films", faites dans un langage dont la syntaxe est proche de celle utilisée dans G3 (et dont l'ANNEXE-7 donne un aperçu), sont naturellement gérées par 'GESTION DES PAGES' (voir le paragraphe 3233 page 106), et donc accessibles dans PAGE 1 et PAGE 2 par l'EDITEUR DE PAGES' (voir le paragraphe 3234 page 114).

6 - REMARQUE IMPORTANTE Des dispositifs analogues, mais moins développés, existent en ce qui concerne le SON NUMERIQUE (voir le paragraphe 3125 page 53), c'est ainsi que l'on peut

- utiliser le clavier d'un visuel (*) en guise d'instrument musical (la courbe représentative du son émis étant implicitement sinusoidale, mais pouvant être redéfinie par un simple tracé interactif),

- écrire des "partitions" insérées dans les descriptions de "films" évoquées ci-dessus,

- définir des lois de correspondance son-image, permettant ainsi de "dessiner de la musique",

- (...)

(l'ANNEXE-8 définit un projet plus évolué en matière d'éducation et recherches musicales, né à la suite de recontres avec le compositeur XENAKIS)

3243 - LES AUTRES MACHINES DE SMC : Actuellement, SMC contient une trentaine de machines ₥ (*), en plus de celles déjà décrites au sujet de la manipulation des messages scripto-iconographiques (voir les paragraphes 3.2.4.1 et 3.2.4.2 aux pages 123 et 133), et parmi lesquelles nous pouvons citer :

1 - LA GESTION DES MATERIELS AUDIOVISUELS (voir le paragraphe 3.1.2 page 36) qui assure :

- la commutation de l'information analogique (*) (voir le paragraphe 3.1.2.1 page 37),

- la télécommande des magnétoscopes (*) ainsi que leur positionnement précis (voir le paragraphe 3.1.2.2 page 39),

associés à :

- la gestion des "fichiers audiovisuels" par l'intermédiaire de 'GESTION DES PAGES' et 'EDITEUR DE PAGES' (voir le paragraphe 3.1.2.2.4 page 44),

- des opérations de service, telles la copie multiple de bandes magnétiques, le montage électronique de séquences d'images,...

- (...)

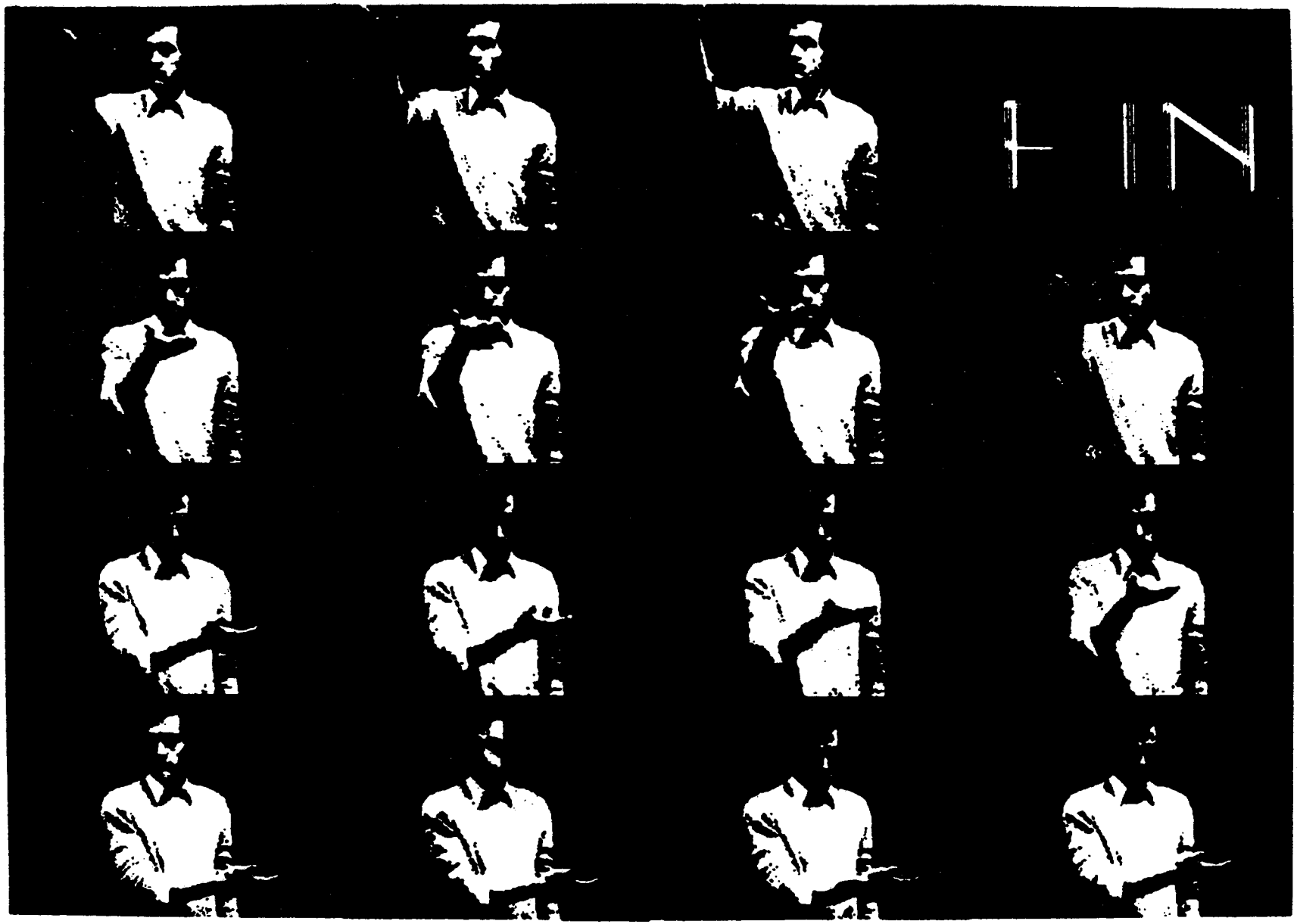
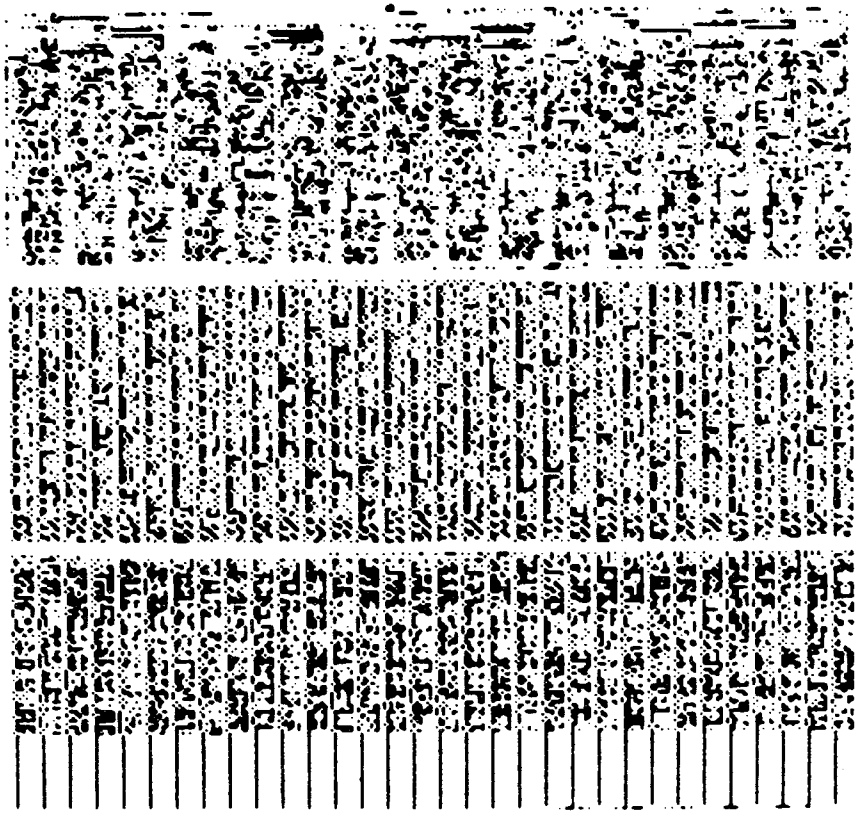


Figure 32 EXEMPLE DE STRUCTURE D'IMAGES

LA STRUCTURE D'IMAGES PRESENTEE RESULTE DE LA NUMERISATION D'UN MOUVEMENT REALISE DEVANT UNE CAMERA VIDEO-FREQUENCE (*). LE SYSTEME DE TELEVISION "NUMERIQUE" PRELEVANT ALORS QUATRE IMAGES PAR SECONDE.

ESPACE MEMOIRE UTILISATEUR



ZONE DE DIALOGUE INTER-MACHINES

PROCESSEUR P_α COURANT
('MACHINE A DESSINER G3')

PAGE 2
(BIBLIOTHEQUE COURANTE CONTENANT LA DESCRIPTION DES LETTRES MAJUSCULES ET MINUSCULES)

PAGE 1
(DESCRIPTION D'UN GRAPHISME)

PILE DE TRAVAIL

Figure 33 VUE INSTANTANEE DE L'ESPACE MEMOIRE $\mathcal{E}_U$ D'UN UTILISATEUR

UN PROGRAMME QUELCONQUE OCCUPANT UNE ZONE DE MEMOIRE CENTRALE, PEUT ETRE VISUALISE SOUS FORME D'IMAGE DE TELEVISION "NUMERIQUE"; UN POINT NOIR REPRESENTE ALORS UN BIT A 1.

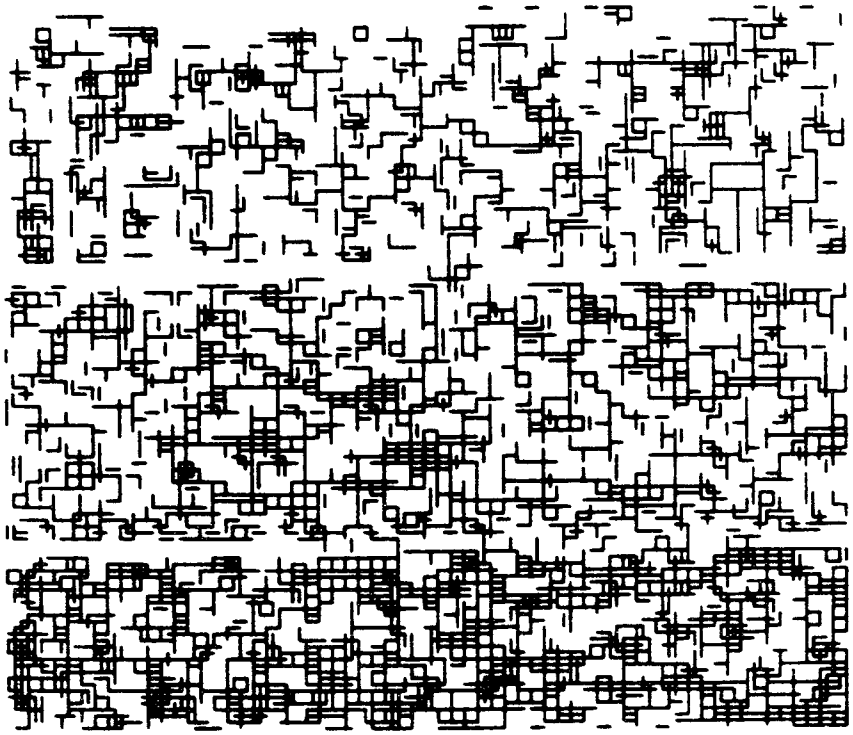


Figure 34 STYLISATION D'UN "DUMP" MEMOIRE

2 - L'ASSEMBLEUR - CHARGEUR - EXECUTEUR qui permet l'exécution de programmes dont les instructions symboliques sont contenues dans des pages (*) (et donc manipulées par les moyens évoqués aux paragraphes 3.2.3.3 et 3.2.3.4 pages 106 et 114). On notera à ce propos deux particularités de cette machine (*)

- aux instructions du langage d'assemblage, peuvent se mêler des "macro-instructions" composées de programmes graphiques tels qu'ils ont été définis lors de la présentation de la 'MACHINE A DESSINER' G3 (voir le paragraphe 3.2.4.15 page 131 et l'ANNEXE-6) Par exemple, il sera possible d'itérer le tracé d'un carré un nombre de fois déterminé par un calcul complexe.

- le 'vidage mémoire' (ou "dump") peut être obtenu sous forme de pages (*) de textes (exprimé par des caractères et non par des chiffres binaires), et donc être manipulé par l'EDITEUR DE PAGES' (voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114) : par exemple, la modification de mots de l'espace de l'utilisateur se fera ainsi qu'une mise à jour de texte, dans PAGE 1 et PAGE 2 (voir l'ANNEXE-4).

3 - L'ACCES A UN SYSTEME INFORMATIQUE EXTERIEUR par l'intermédiaire duquel il est actuellement possible, à tout poste de travail (voir le paragraphe 3.1.3 page 54) de SMC, de bénéficier du système de temps partagé (*) et de traitement par lots (*) d'un ordinateur de beaucoup plus grosse puissance (voir le paragraphe 3.1.1.3.3 page 33)

4 - LES MACHINES DE "SERVICE" qui permettent :

- la sauvegarde et la restauration de pages (*), de processeurs (*), , par utilisation d'un support externe (cartes perforées,),

- l'édition totale ou partielle des catalogues des utilisateurs (par exemple, visualisation de toutes les images $\mathcal{I}_n$(*) dont le nom commence par le radical 'BOTTICELLI'),

- visualisation sous forme d'une image dynamique $\mathcal{I}_n$ (avec le sens donné à ce mot au paragraphe 3.2.4.2 page 133) de l'espace mémoire utilisateur $\mathcal{E}_u$, ou bien de l'espace disque qu'occupe ce dernier. On notera l'aspect spectaculaire et pédagogique de ce dispositif : en effet, il permet d'avoir en "temps réel" une vue globale d'un programme et surtout de son activité! c'est ainsi que l'on pourra voir se constituer des files d'attente (*), se remplir et se vider des piles (*), s'insérer dans PAGE 1 et PAGE 2 les caractères introduits sous l'EDITEUR DE PAGES' (*) par un utilisateur,..! (voir la figure 33 qui donne une vue instantanée de l'espace $\mathcal{E}_u$ d'un utilisateur ayant référencé la 'MACHINE A DESSINER' G3; on notera que cette figure a été obtenue par les moyens décrits au paragraphe 3.2.4.2.4 page 139, la figure 34 "s'inspire" de la précédente, en laissant loin derrière elle le "dump" mémoire!),

- (..).

5 - LES EXTENSIONS ENVISAGEABLES OU SOUHAITABLES . suivant le contexte dans lequel est utilisé SMC, suivant la "population" qui le fréquente, il peut être décidé l'adjonction de telle ou telle autre machine (*) (rappelons à ce propos la modularité de SMC à tous ses niveaux : matériel (*), logiciel (*) de base, système proprement dit) Nous citerons pour exemple :

- des machines de simulation (*) : fonctionnement de circuits électroniques ou logiques, représentation de réseaux de transport, étude de structures matérielles, "jeux d'entreprises",.

- des machines de jeu : échec, go,..

- des machines facilitant la production de documents écrits, le plus gros effort serait à faire dans le domaine du matériel, par exemple, par acquisition d'une photo-composeuse (*) (on notera que l'ensemble du présent ouvrage a été obtenu à l'aide d'un visuel (*) et d'un reprographe-papier connecté).

- (..)

Nous pourrons noter dès à présent que SMC est un système ouvert, ouvert aux techniques nouvelles, mais ouvert aussi aux idées des hommes qui sauront l'utiliser et qui verront en lui un outil d'un nouveau genre, un outil avec lequel ils pourront s'exprimer, un outil qui les aidera à concrétiser leurs idées

4-APPLICATIONS
ET UTILISATION DE SMC

Nous avons proposé comme solution à certains problèmes de la communication, la mise à la disposition des promoteurs (*), de machines idéales auxquelles ils pourraient eux-mêmes exprimer leurs désirs, sans passer par les intermédiaires inhérents aux techniques traditionnelles (voir le paragraphe 25 page 23). La présente version de SMC en est une modeste approche, fonction des technologies actuelles, sans qu'elle représente l'objectif ultime. Etudions quelques unes de ses applications aujourd'hui opérationnelles (cette liste, non exhaustive, sera prolongée d'utilisations potentielles), et examinons au préalable la réaction et le comportement des personnes se trouvant confrontées à SMC, ainsi que le boulversement de leurs habitudes

4.1-NOUVEL OUTIL NOUVEAU STYLE

4.1 - NOUVEL OUTIL, NOUVEAU STYLE

Mis à part dans les couches jeunes de notre société, l'ordinateur n'est pas encore entré dans les mœurs, comme l'ont déjà fait le livre, la radio, la télévision... Le "non informaticien" déifie à priori l'objet de son admiration ou de sa crainte, le considérant inaccessible, et souvent même, sans chercher à s'en approcher, adopte vis à vis de lui une attitude de recul et parfois même de peur devant la technique "monstrueuse"! Lorsqu'enfin il admet la "machine" dans le cercle de ses outils quotidiens, sans essayer d'innover, il calque son utilisation sur des modèles antérieurs, tentant ainsi d'adapter l'outil (par l'usage qui en est fait) à un style ancien, alors que la démarche inverse est nécéssaire pour qui veut exprimer pleinement sa créativité, et exploiter au maximum les ressources de la technique.

A nouvel outil, nouveau style : le progrès au niveau de l'outil doit donc se traduire par un progrès au niveau de l'"ouvrier", il s'agit alors de créer un nouveau langage, changeant peut être de nombreuses habitudes, mais participant à la marche en avant de l'humanité (voir la figure 35).

Ce constat peut trouver illustration dans les techniques de la télévision, les moyens vidéo-fréquence (*) d'enregistrement (caméra (*), magnétoscope (*), régie (*),...) sont apparus bien après le cinématographe, mais, mis à part quelques isolés (J.C. AVERTY par exemple), qui, a tenté de créer un style purement "télévision"? Les réalisateurs (*) font du cinéma avec des matériels vidéo-fréquence, alors que la plupart des fabuleux trucages (...) autorisés par la télévision couleurs restent là, inexploités!

L'"imagination assistée par ordinateur" SMC, de par sa vocation, est l'exemple-type du système destiné à des non informaticiens, et qui par ses possibilités et sa "philosophie" nécessite la mise en place de méthodes de travail originales Sa caractéristique fondamentale, principalement au niveau de la production (*), est comme nous l'avons déjà noté, la conversationnalité (*) Que recouvre ce néologisme?

Il consiste d'une part en un dialogue permanent entre l'homme et la machine, permettant de concrétiser une idée, et d'autre part en la possibilité d'évaluer immédiatement le résultat de cette concrétisation, on atteint ainsi deux objectifs intéressant

- la constatation immédiate des erreurs (au niveau du fond, comme de la forme),

- et surtout, la stimulation des fonctions créatives des utilisateurs, en effet, la rapidité et la facilité avec lesquelles les résultats sont atteints, les résultats eux-mêmes, ouvrent le champ des expériences. Notons qu'il ne s'agit pas là uniquement du domaine artistique, sur lequel nous reviendrons par ailleurs, mais que cela concerne toute mise en forme de message (*), quelqu'en soit le but!
(voir la figure 36)

Enfin, la possibilité de recommencer, après correction ou modification de certains "arguments", permet d'atteindre l'objectif optimal dans les délais les plus brefs. Remarquons à ce propos que l'objectif optimal n'est pas toujours celui que l'on visait, la stimulation de la créativité pouvant avoir ouvert une voie, que "l'imagination non assistée par ordinateur", n'avait pas alors soupçonnée.

SMC doit donc induire un nouveau style, reposant sur le concept "d'imagination assistée par ordinateur" ("IAO"??)

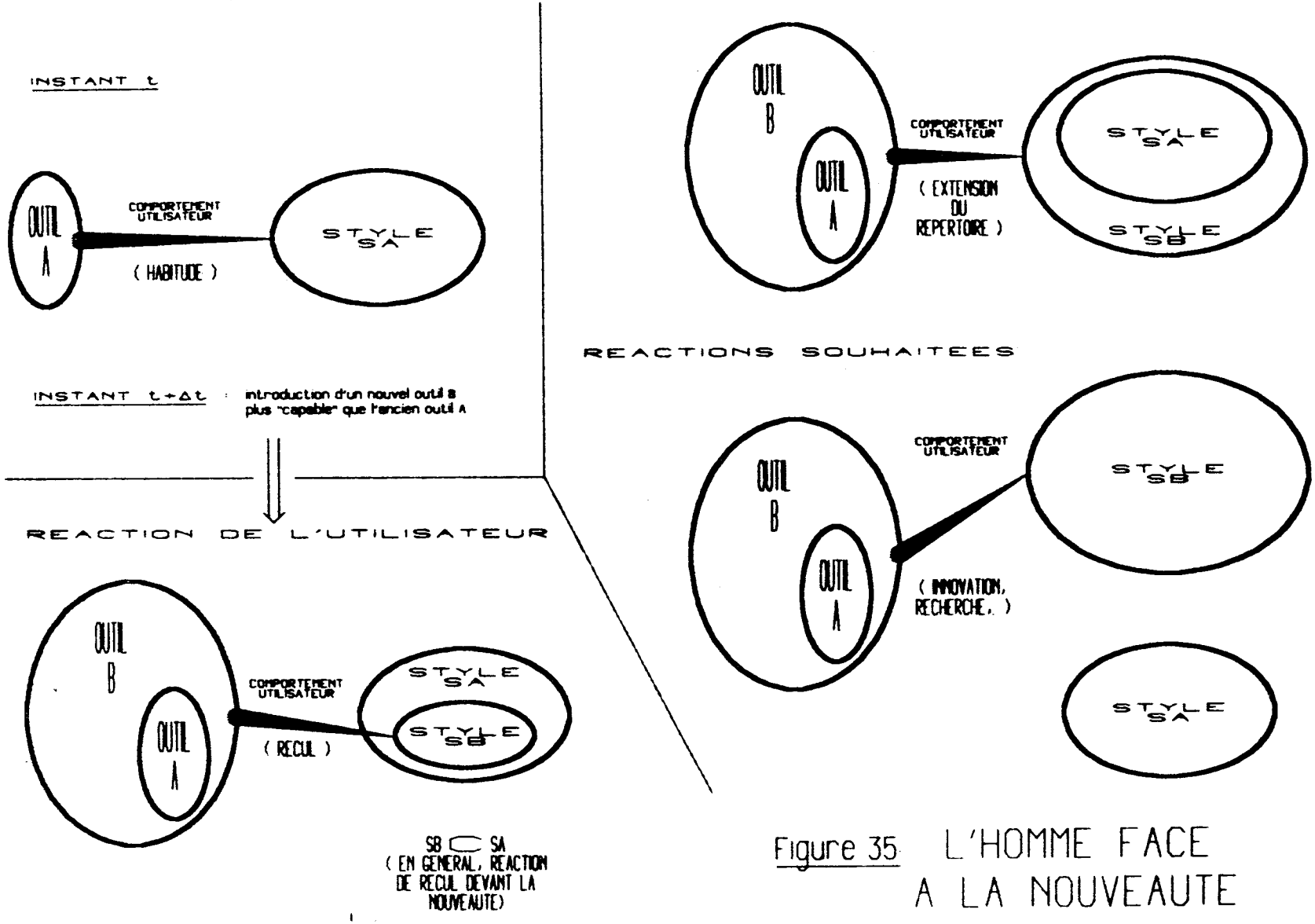


Figure 35 L'HOMME FACE A LA NOUVEAUTE

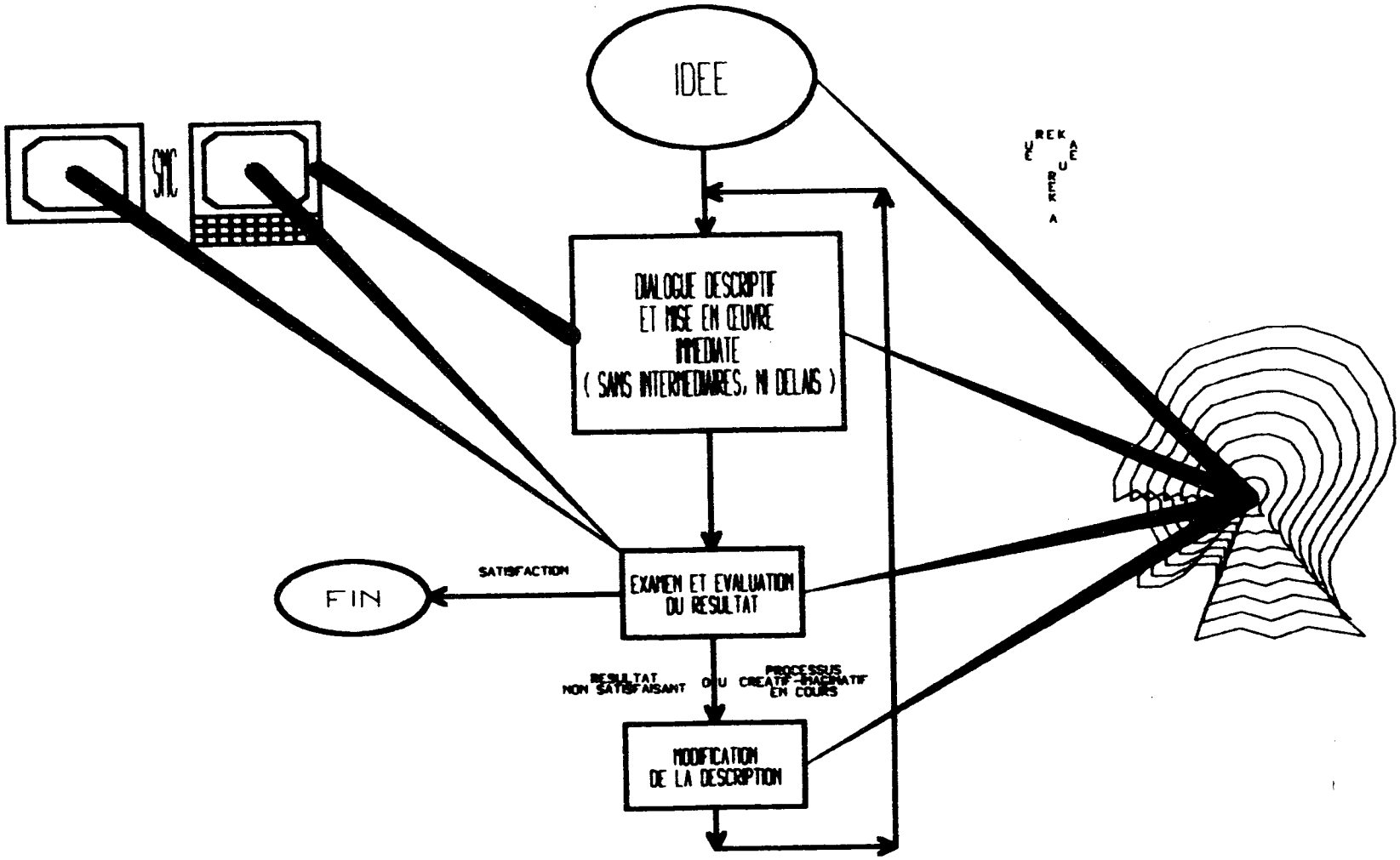


Figure 36 LA CONVERSATIONNALITE CREATIVE
"L'IMAGINATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR"

4.2-LES GRANDS AXES D'UTILISATION

4 2 - LES GRANDS AXES D'UTILISATION

Lors de la description des machines (*) contenues dans SMC (voir le paragraphe 3.2.4 page 121), nous avions fait disparaitre la distinction production (*) - réception (*), de par le concept même de conversationnalité (*). L'insertion de SMC dans des circuits préexistants de communication, nous oblige à la réintroduire, en notant toute fois que ces deux termes désignent alors les raisons pour lesquelles on accède à SMC, sans recouvrir, ni qualifier strictement les méthodes de travail ("il n'est pas de production qui ne soit aussi réception, et réciproquement"; voir le paragraphe 3.2.4 page 121)

Remarquons enfin que la réception d'un message en suppose la production préalable. La figure 37 montre quelques domaines d'applications possibles de SMC, que nous allons tenter d'illustrer par la suite

4.2.1 - LA PRODUCTION La suite de cet exposé, est destinée à présenter des applications aujourd'hui opérationnelles par l'intermédiaire de résultats concrets :

4.2.1.1 - REALISATION DE DOCUMENTS SCRIPTO-ICONOGRAPHIQUES

Les moyens matériels (*) et logiciels (*) nécessaires, ainsi que la méthodologie de travail, ont été exposés précédemment, examinons donc, sans commentaires, des exemples-type issus de SMC. Il convient de noter au préalable, qu'un certain nombre d'entre-eux (en particulier, les schémas électroniques et logiques) furent obtenus par des utilisateurs non informaticiens. Enfin, les sujets traités ne sont nullement limitatifs : ils ne font que présenter les produits d'une exploitation du système, qui inclut, remarquons-le, la totalité de la mise en page de cet ouvrage (ainsi, par exemple, l'ensemble des têtes de chapitre et leurs illustrations fut obtenu en une demi-journée de dialogue!).

Nota 1 - On consultera avec profit :

- le paragraphe 3.1.3 page 54 qui présente le poste de travail et les moyens de reprographie (*),
- les paragraphes 3.2.4.1 et 3.2.4.2 pages 123 et 133 qui décrivent la 'MACHINE A DESSINER' G3, ainsi que le système de télévision numérique (*),
- le paragraphe 4.1 page 147 qui propose une méthodologie de travail commune à toutes les utilisations de SMC

2 - Etant donné l'importance que nous attachons au domaine artistique, ce type de créativité sera abordé dans un paragraphe spécial (voir le paragraphe 4.2.3 page 167).

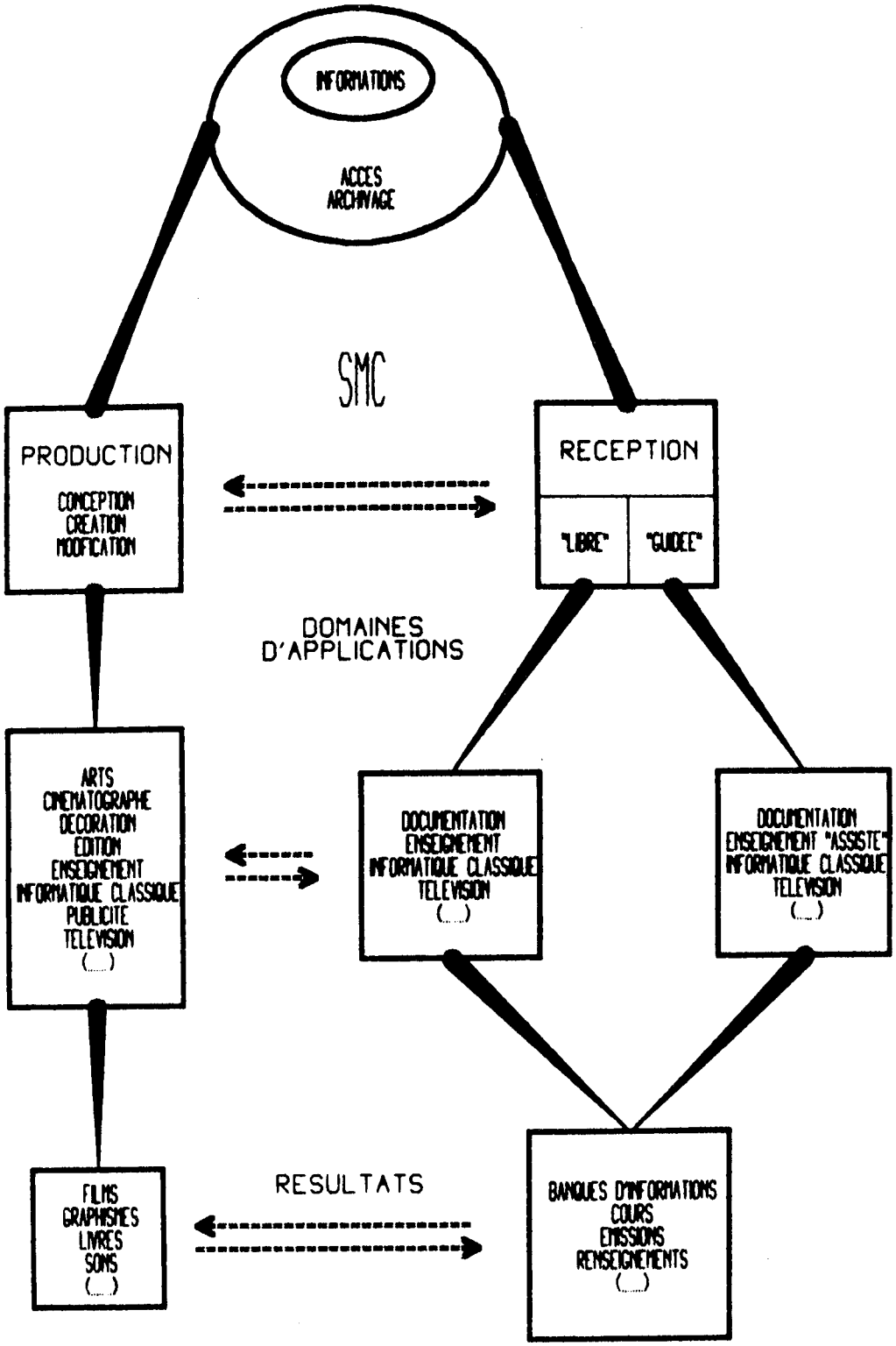


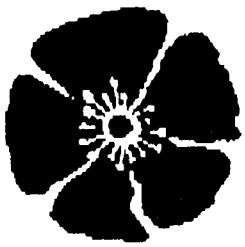
Figure 37 LES GRANDS AXES D'UTILISATION

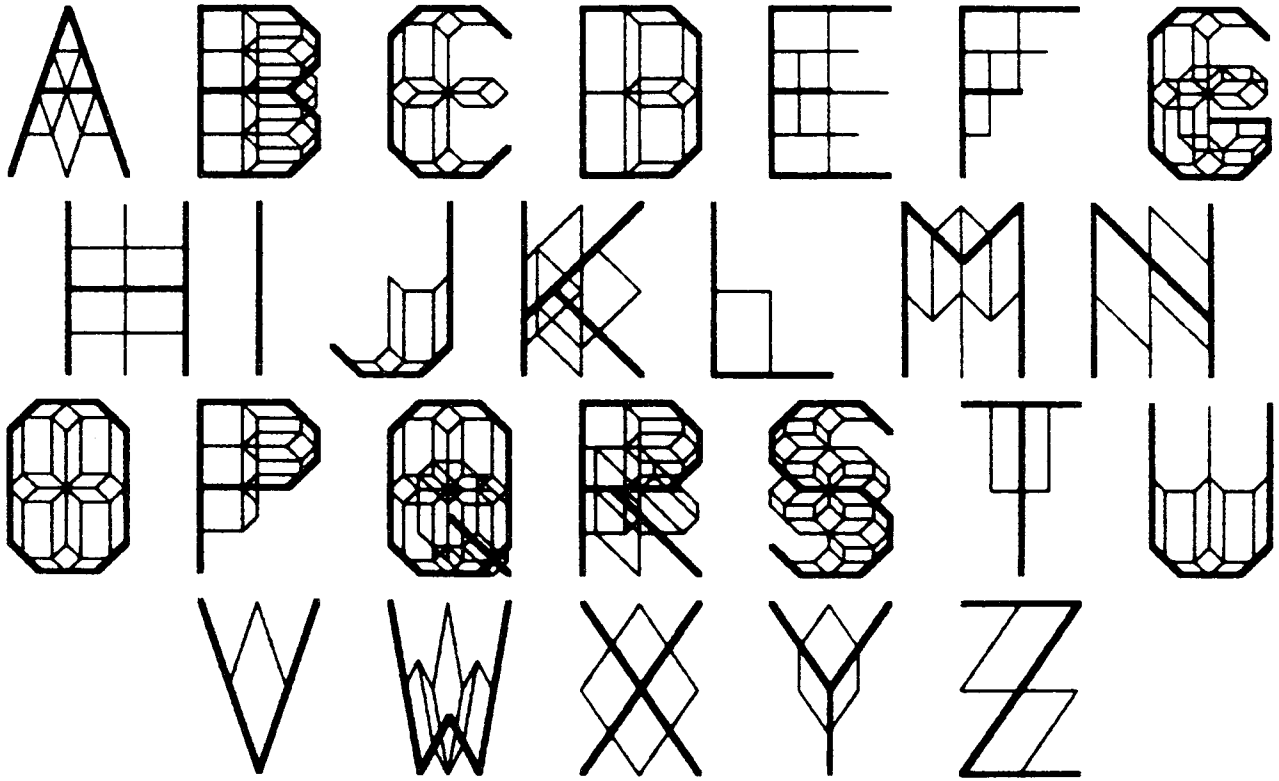
NOTA : les flèches ----> traduisent les relations temporaires PRODUCTION-RECEPTION

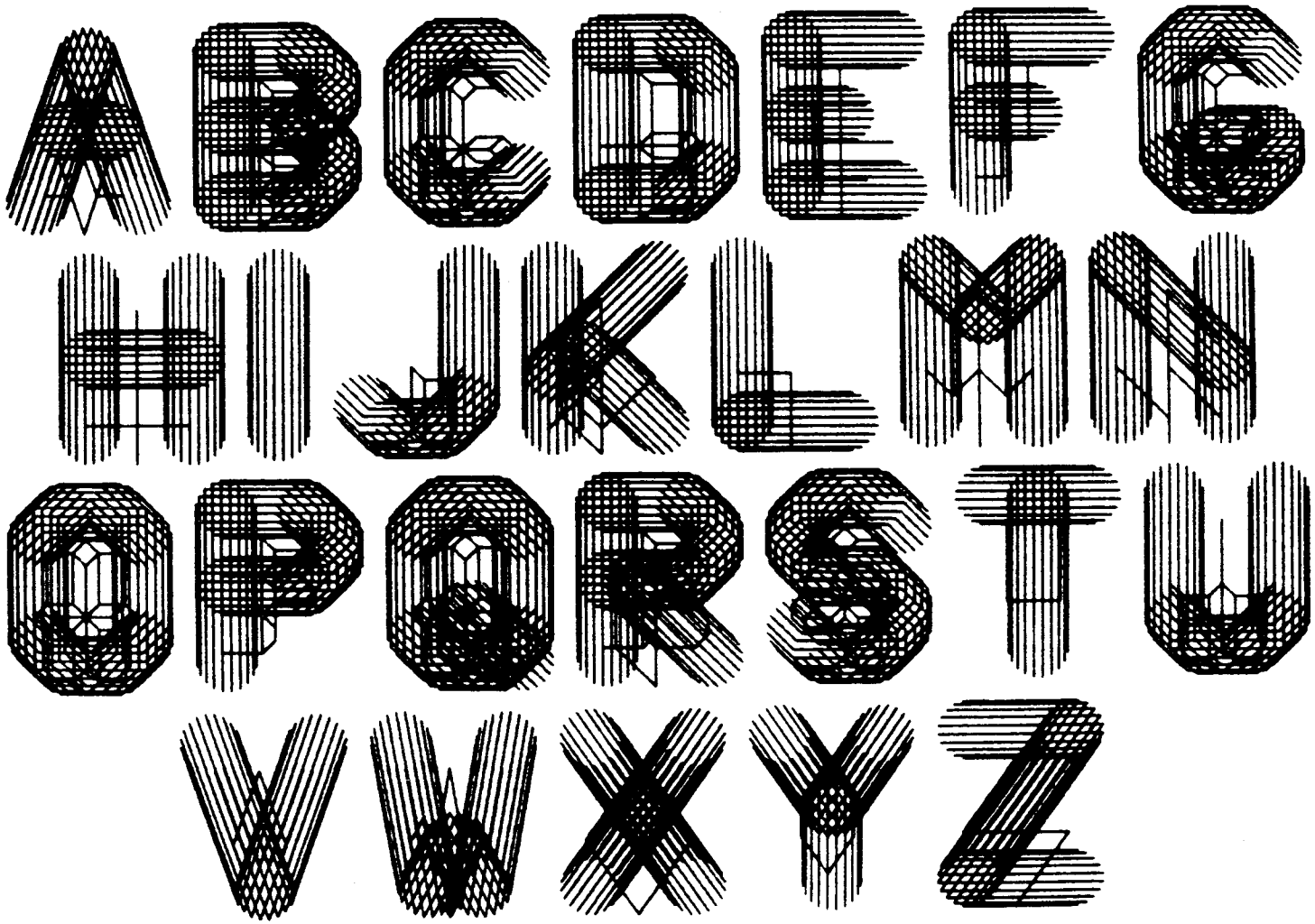
PRODUCTION DE DOCUMENTS SCRIPTO-ICONOGRAPHIQUES

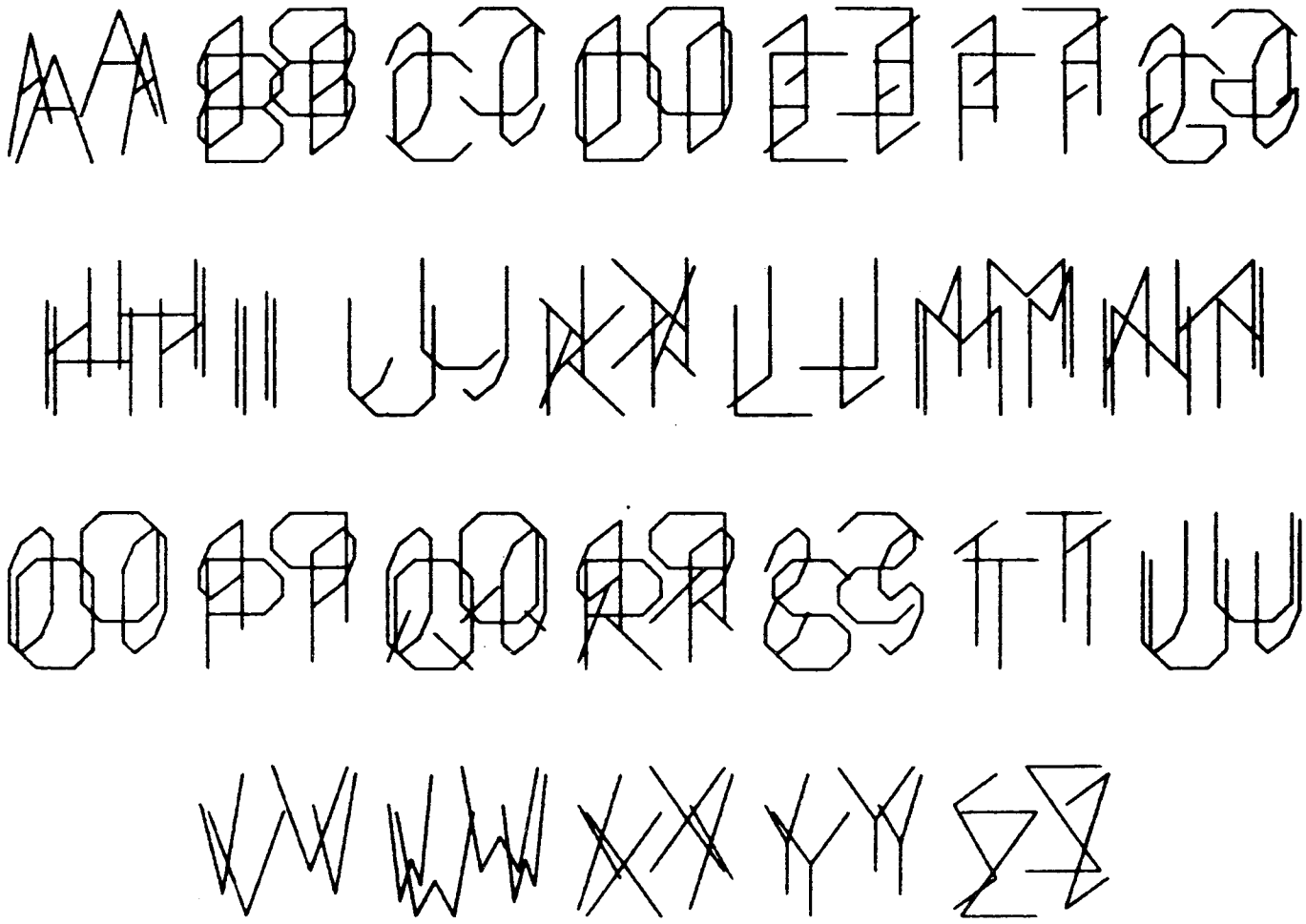
QUELQUES POLICES DE CARACTERES

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

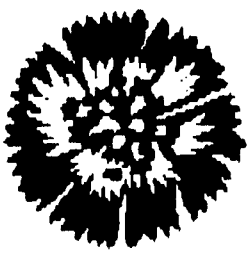




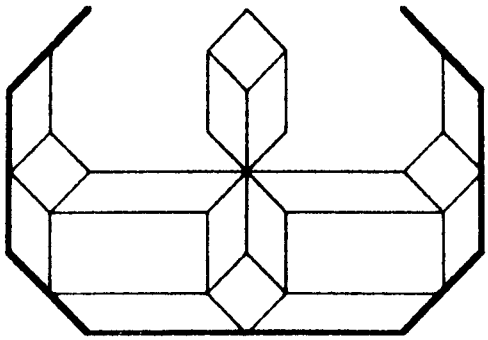

A B C D E F G
H I J K L M N
O P Q R S T U
V W X Y Z

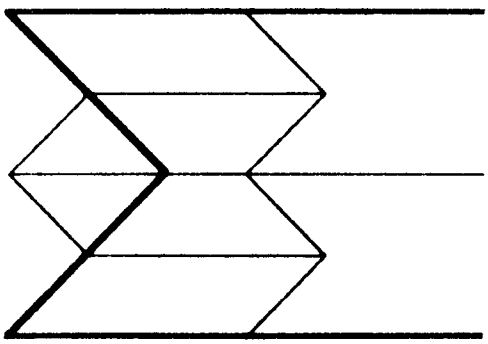


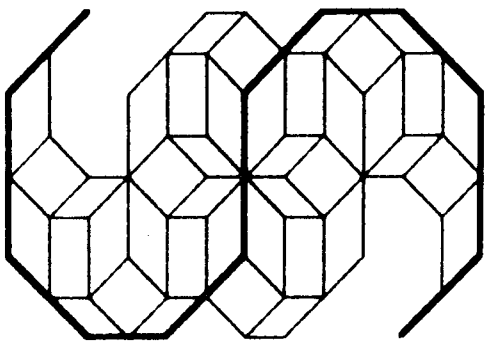
EXEMPLE : QUELQUES MANIERES D'ECRIRE LE NOM DU SYSTEME

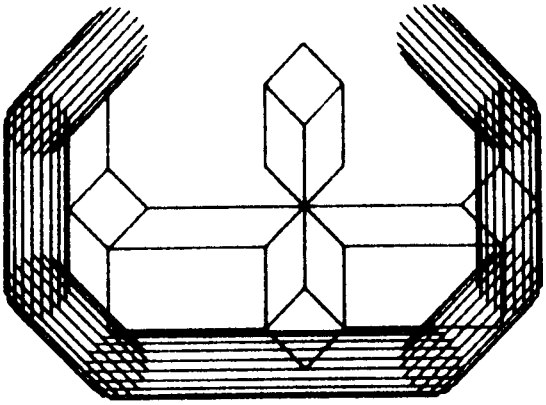


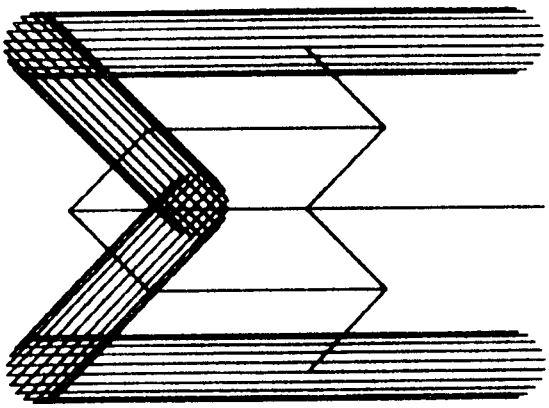
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
systeme multimedia conversationnel
systeme multimedia conversationnel
systeme multimedia conversationnel
systeme multimedia conversationnel
systeme multimedia conversationnel
systeme multimedia conversationnel
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL
SYSTEME MULTIMEDIA CONVERSATIONNEL

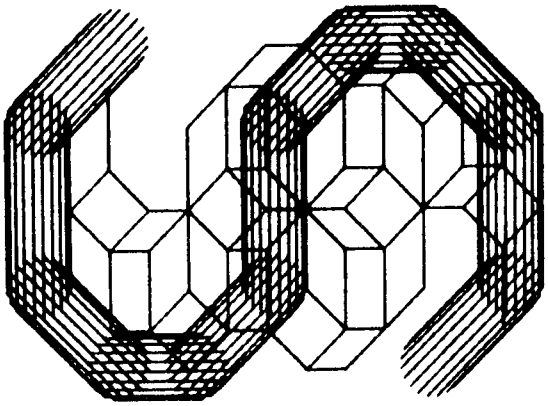


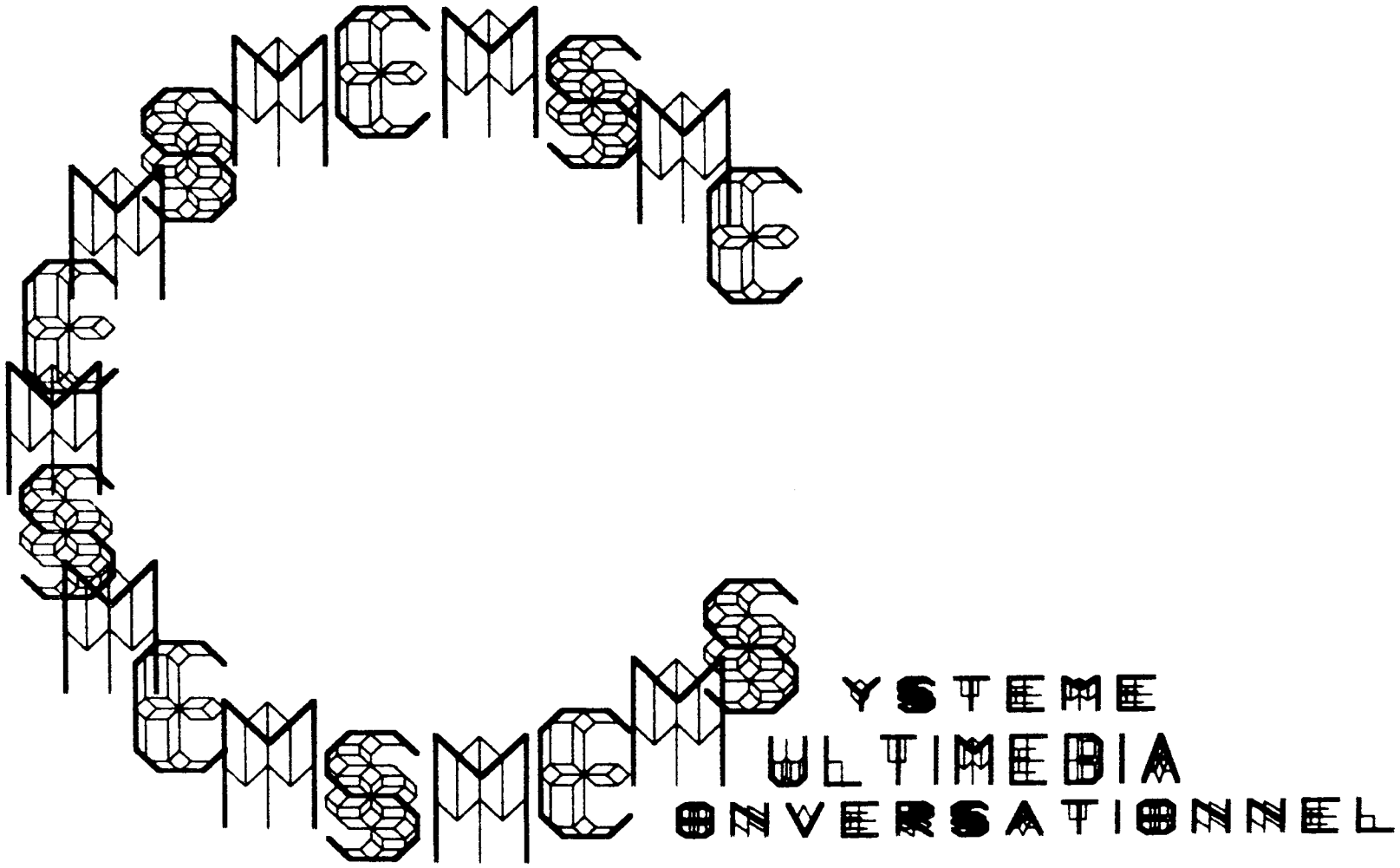


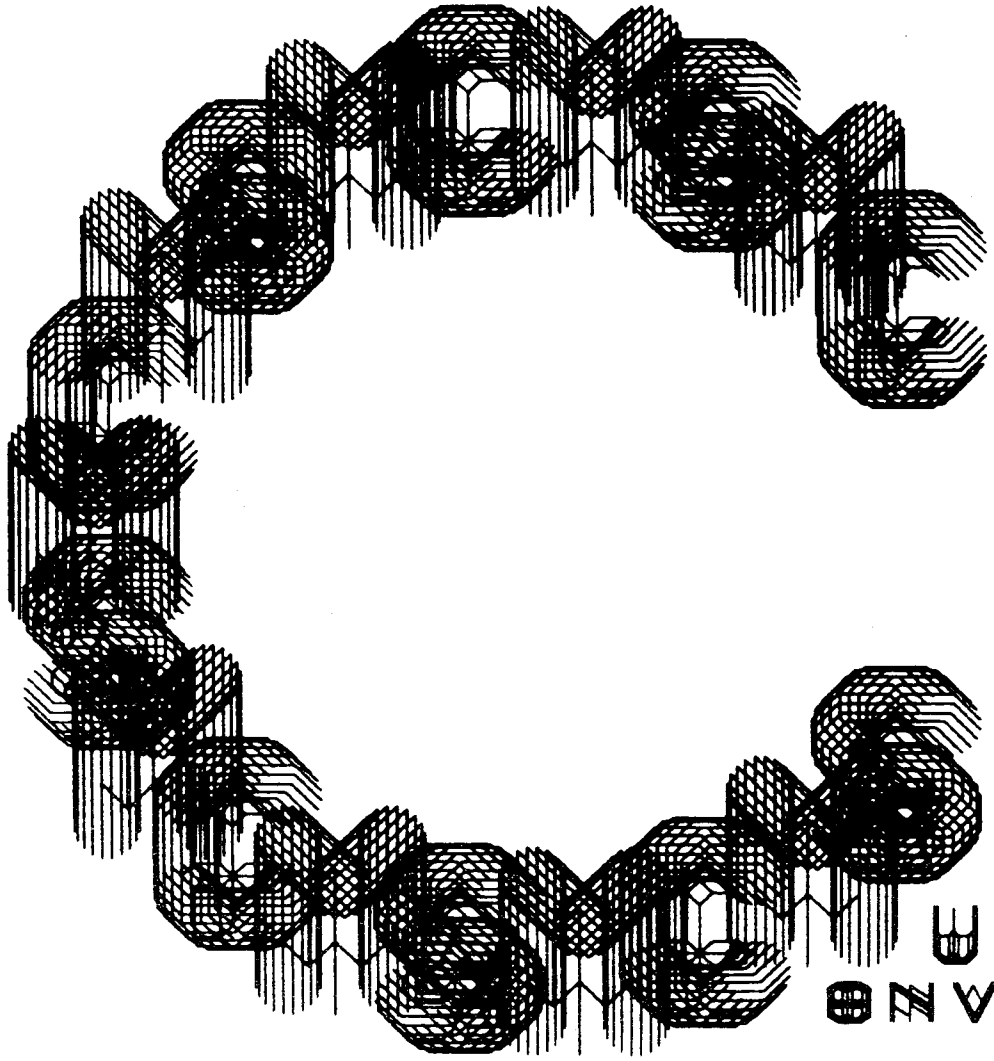




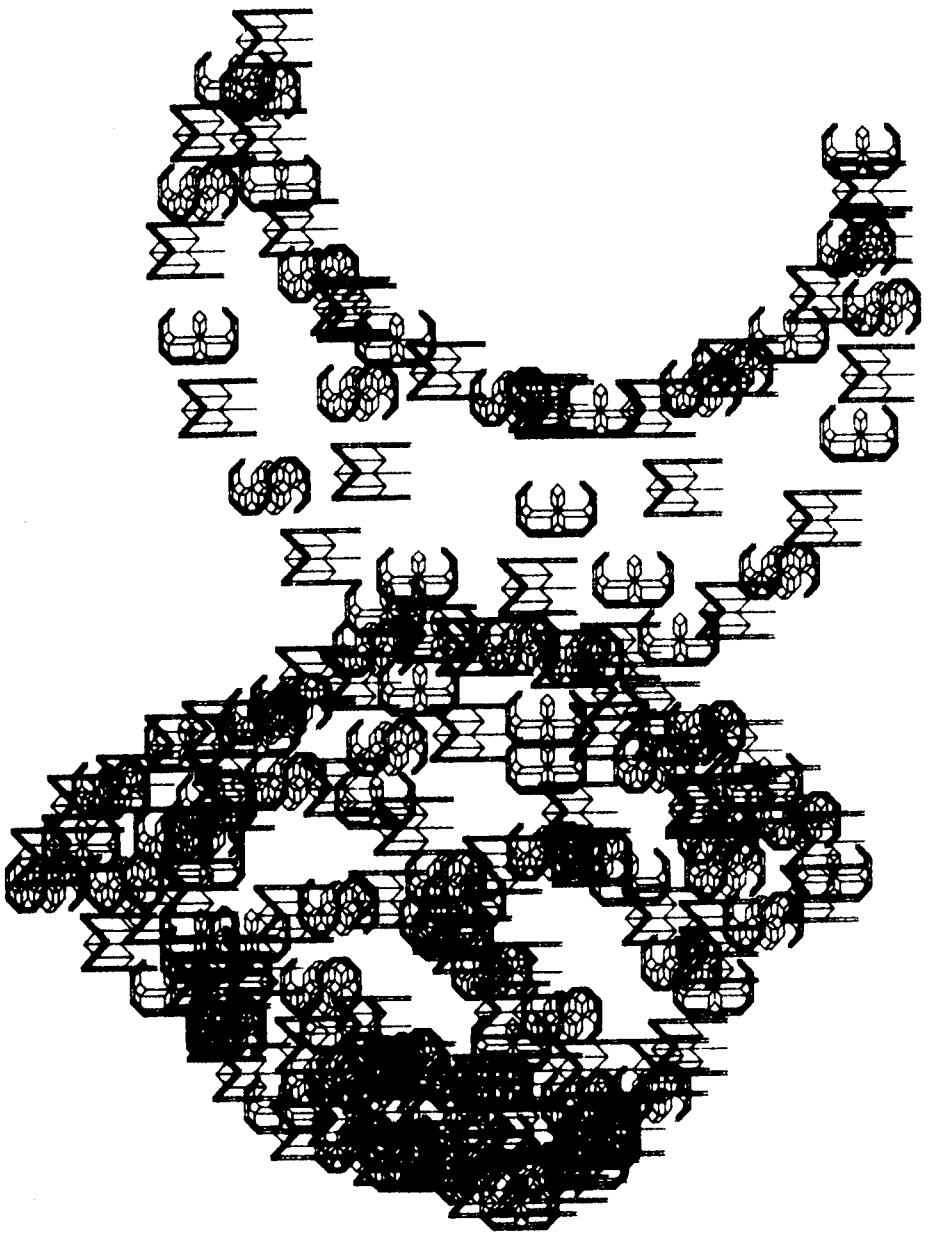


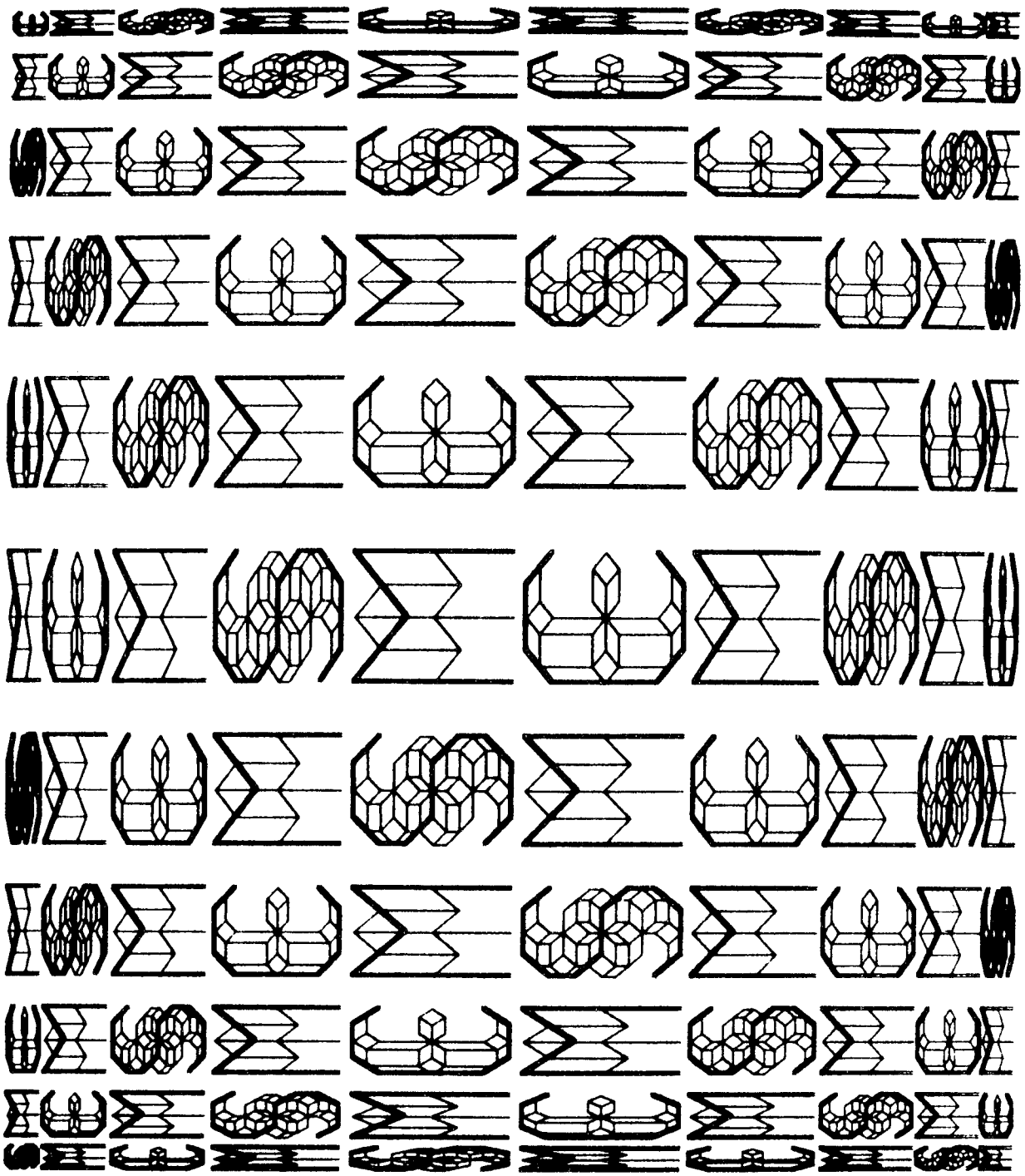



YSTEME
ULTIMEDIA
ONVERSATIONNEL

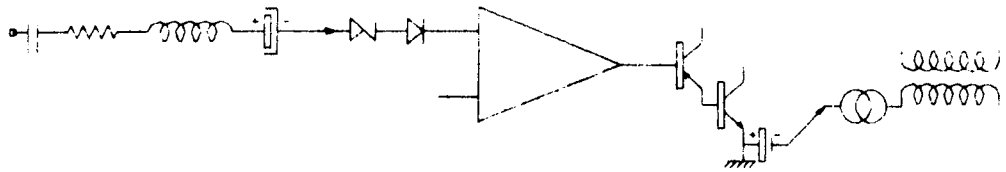


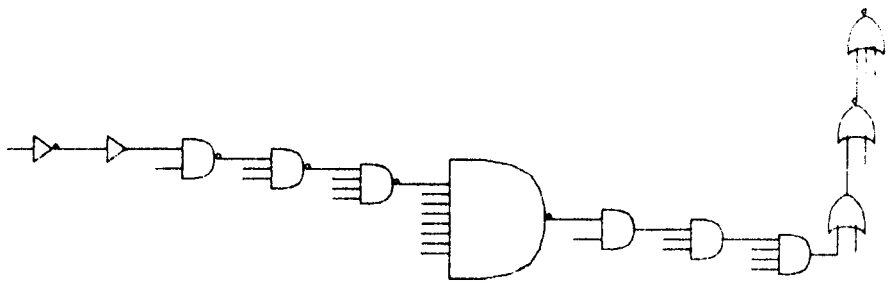
YSTEME
ULTIMEDIA
ONVERSATIONNEL

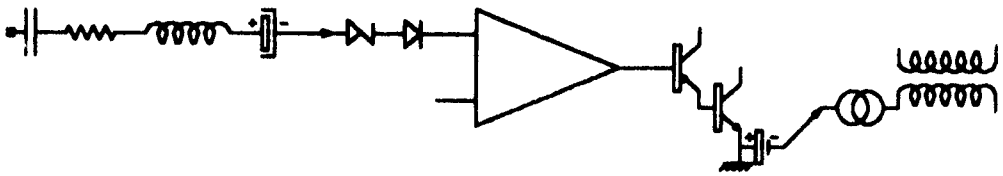


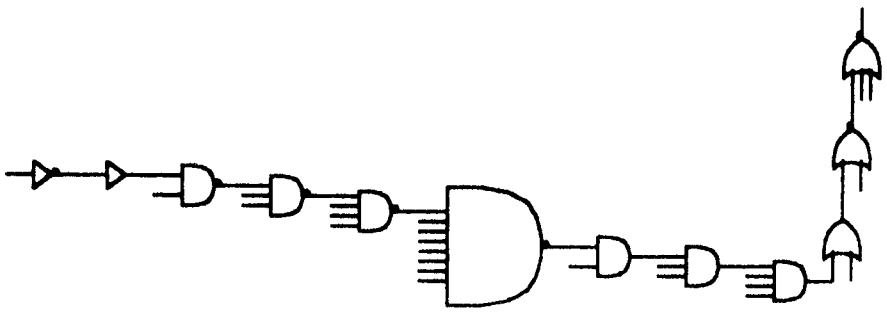


QUELQUES POLICES DE SYMBOLES

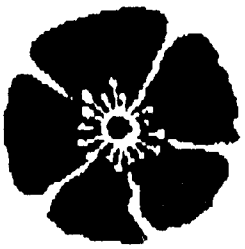




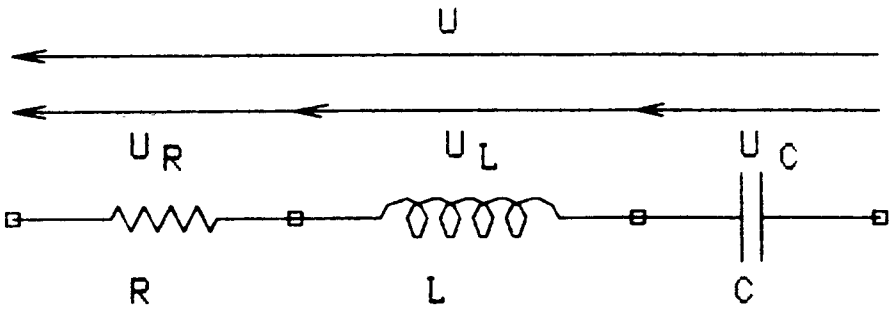




APPLICATION A LA REPRESENTATION DE SCHEMAS ELECTRONIQUES ET LOGIQUES

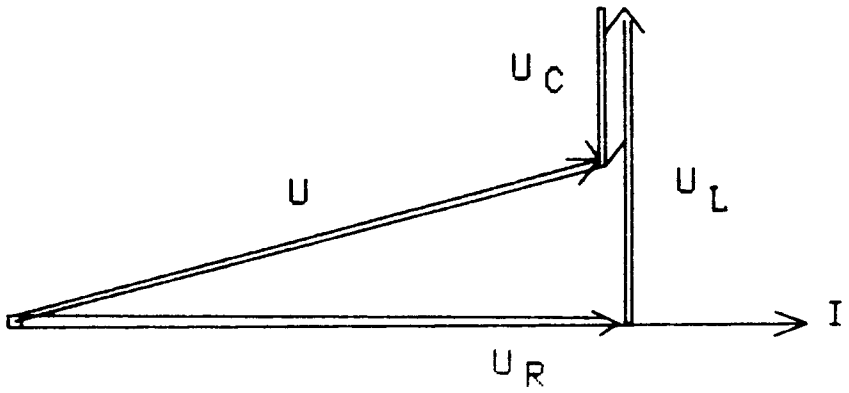


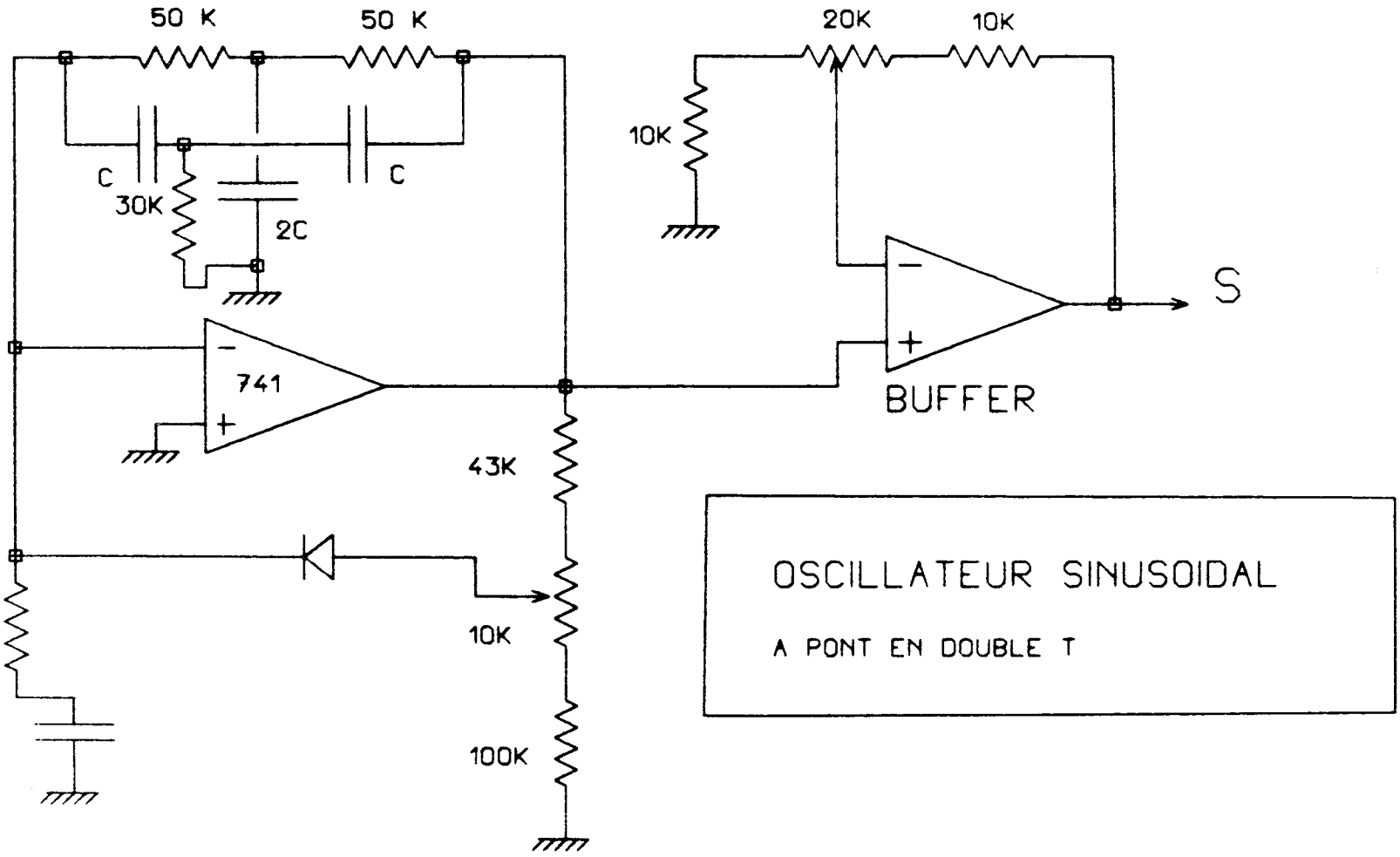
CIRCUIT R L C SERIE.



$$U = U_R + U_L + U_C$$

DIAGRAMME DE FRESNEL:

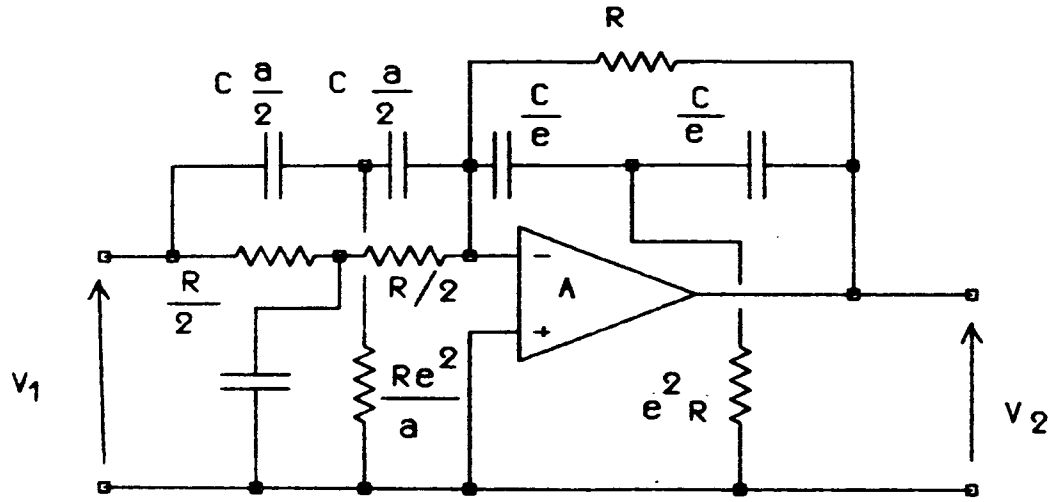




OSCILLATEUR SINUSOIDAL

A PONT EN DOUBLE T

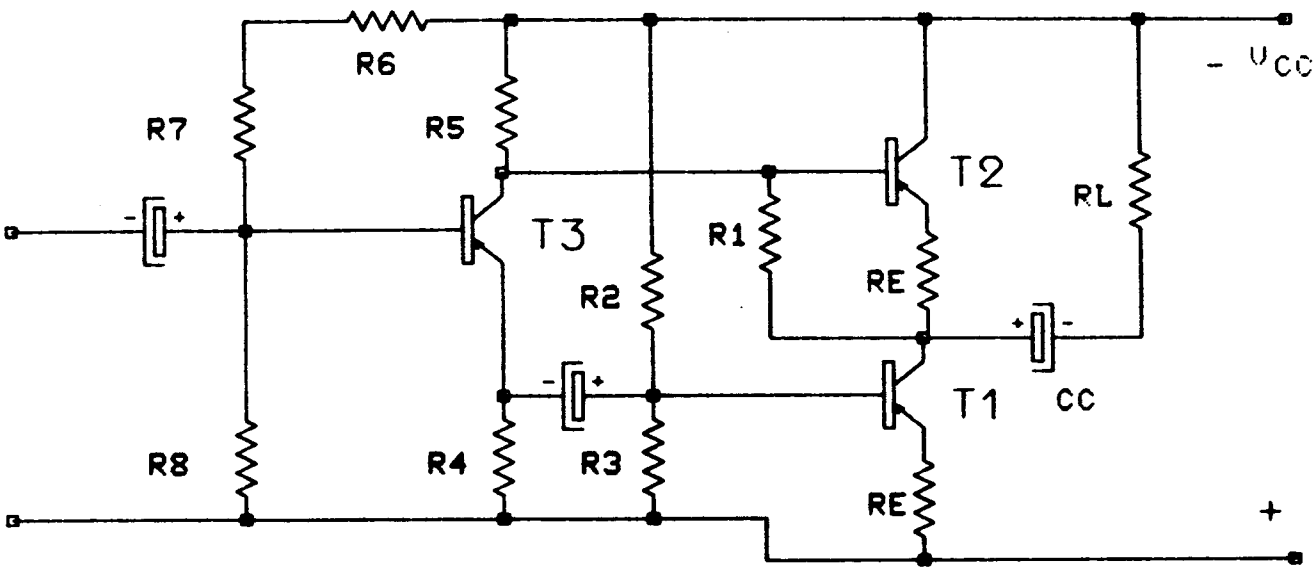
FILTRE ACTIF



CE SCHEMA REPRESENTE UN FILTRE ACTIF DU SECOND ORDRE AYANT UN ZERO DE TRANSMISSION. IL PEUT ETRE UTILISE POUR LA REALISATION DE FILTRES PLUS COMPLEXES PAR MISE EN CASCADE. IL A POUR FONCTION DE TRANSFERT:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1 + a R^2 C^2 p^2}{R^2 C^2 p^2 + 2 e R C p + 1}$$

AMPLIFICATEUR

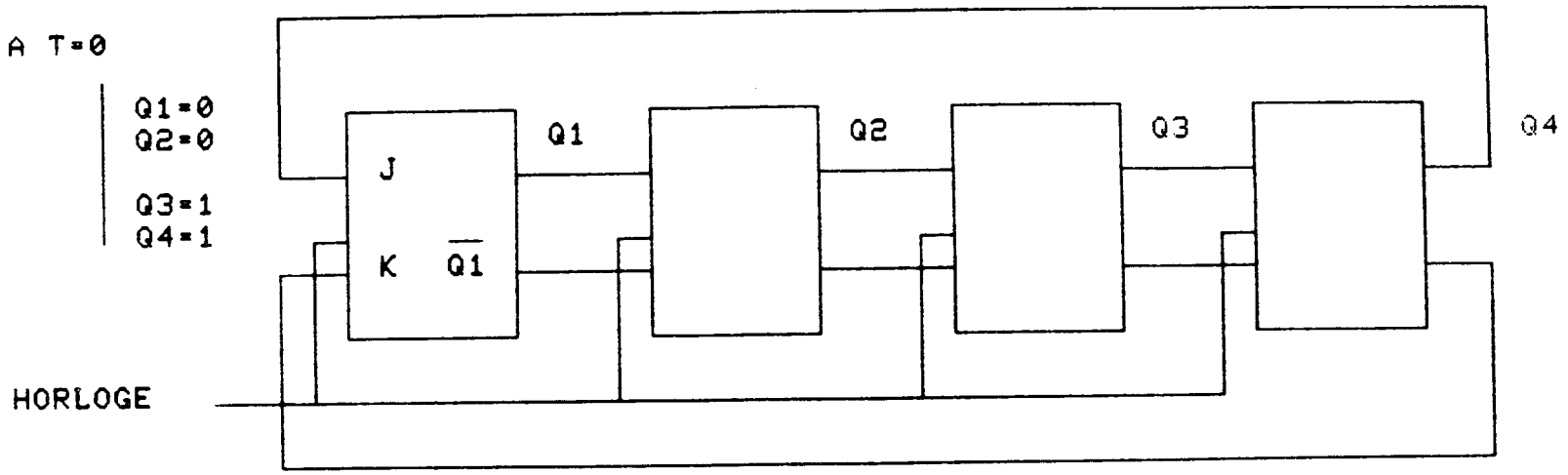


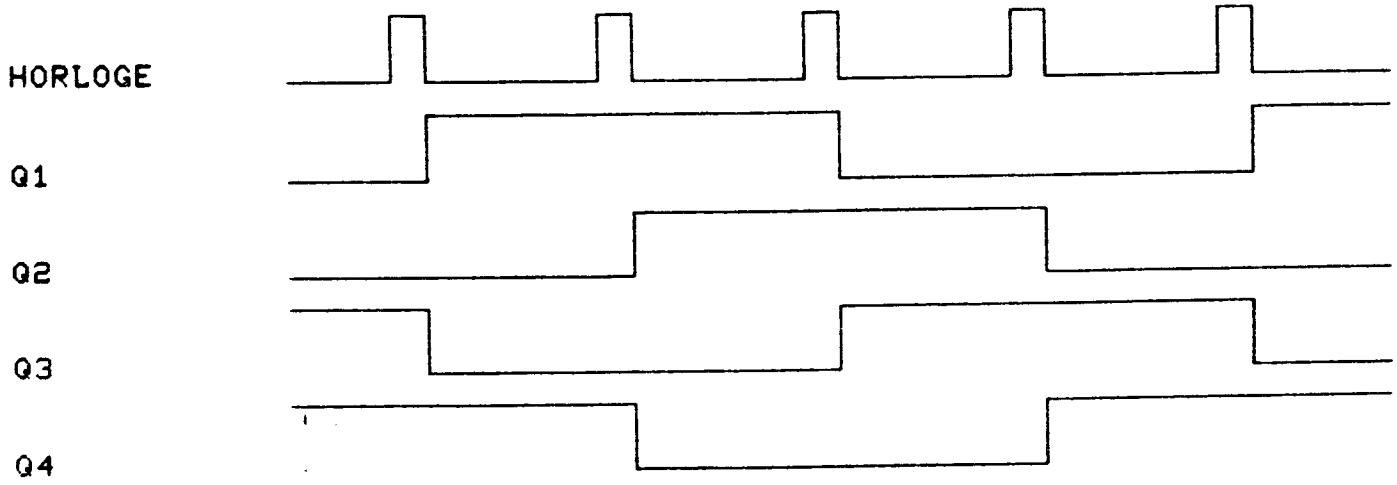
CE MONTAGE REPRESENTE UN AMPLIFICATEUR PUSH-PULL SERIE, EQUIPE DE DEUX TRANSISTORS P-N-P. UN DES TRANSISTORS (T2) EST MONTE AVEC SON COLLECTEUR A LA MASSE, L'AUTRE (T1) AVEC L'EMETTEUR A LA MASSE.

AVANTAGES : ABSENCE DE TRANSFORMATEURS : REDUCTION DE PRIX, D'ENCOMBREMENT.
COURBE DE REPONSE TRES ETENDUE EN FREQUENCE.
FAIBLE DISTORSION.
POSSIBILITE DE PUISSANCES IMPORTANTES.

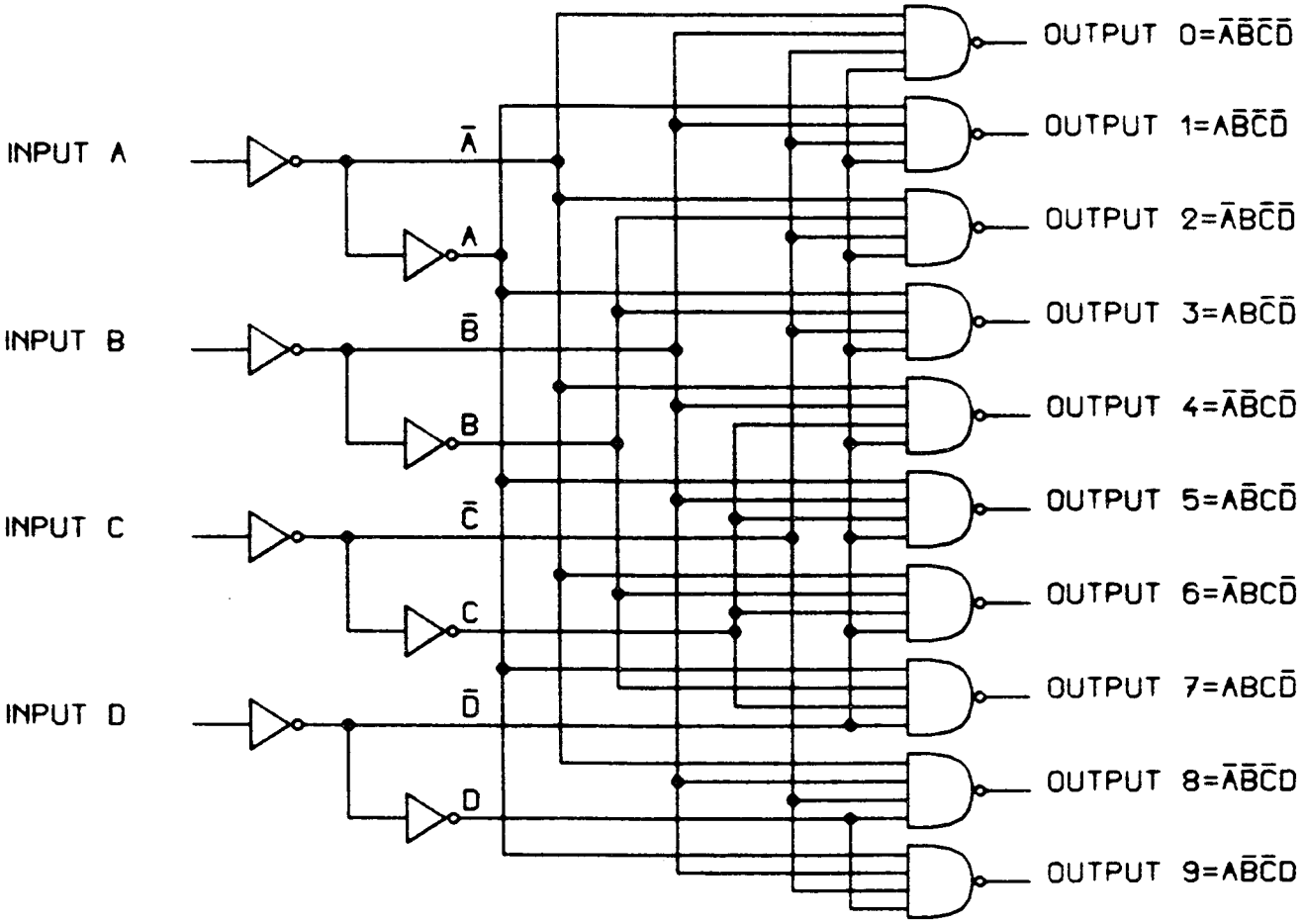
INCONVENIENTS : POINTS DE FONCTIONNEMENT ET COMPENSATION DIFFICILES A REGLER. LE COURANT DRIVER DOIT ETRE IMPORTANT.
LES TRANSISTORS DE SORTIE DOIVENT ETRE APAIRES ET AVOIR UN GAIN EN COURANT IMPORTANT.

REGISTRE A DECALAGE BOUCLE

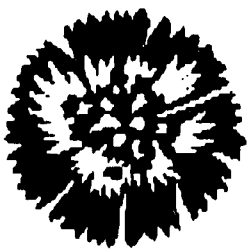




DECODEUR BCD-DECIMAL

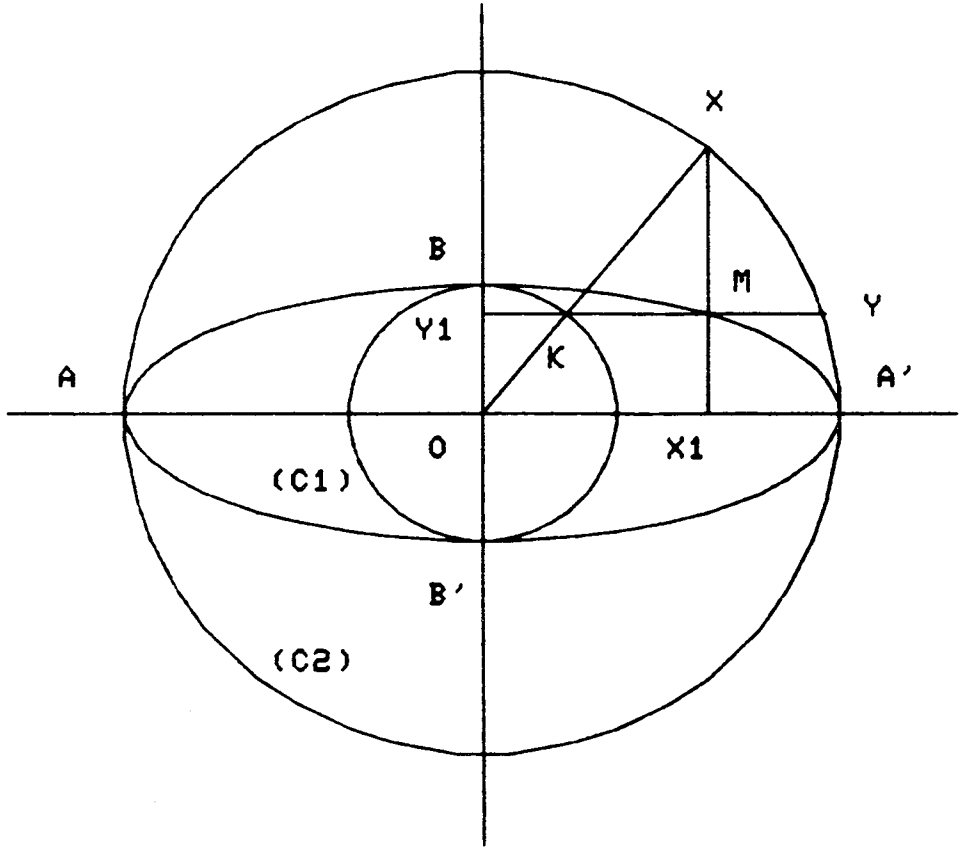


ELABORATION
DE DOCUMENTS
SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES



CONSTRUCTION DE L'ELLIPSE

PAR LA METHODE DES DEUX CERCLES.



OX COUPE (C1) EN K

A PARTIR DE K ET X ON TRACE Y Y1 ET X X1

CES DEUX DROITES SE COUPENT AU POINT M APPARTENANT A L'ELLIPSE

LES AXES DE L'ELLIPSE SONT LES DIAMETRES DES CERCLES (C1) ET (C2)

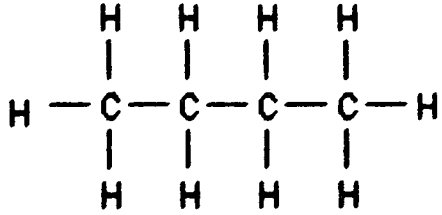
LES ALCANES

LES ALCANES SONT DES COMPOSES ORGANIQUES AYANT UNE FORMULE DU TYPE :

$$C_N H_{2N+2}$$

EXEMPLE : LE BUTANE A POUR FORMULE : $C_4 H_{10}$

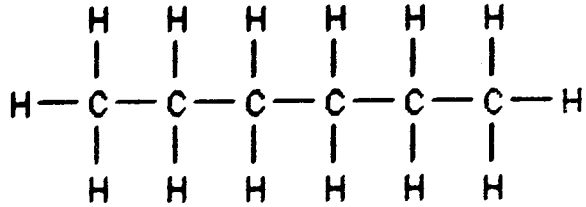
FORMULE DEVELOPPEE :



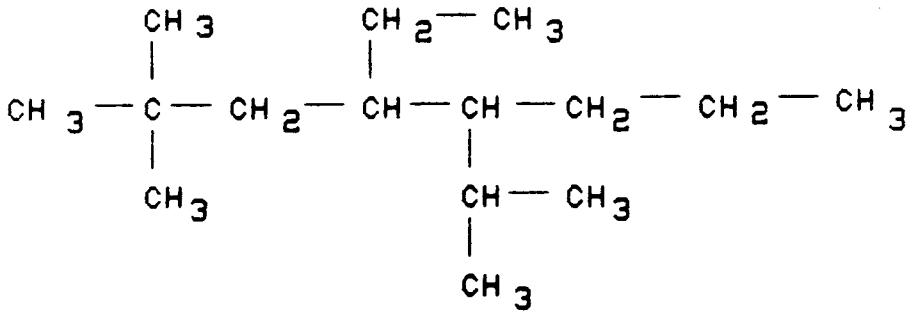
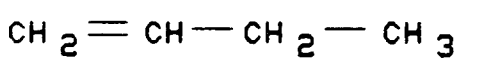
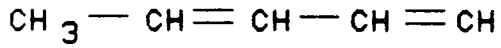
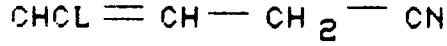
ON REMARQUERA QUE LES ALCANES SONT DES COMPOSES SATURES.
LE CARBONE EST TETRAVALENT, ET L'HYDROGENE EST MONOVALENT.
TOUTES LES LIAISONS SONT UTILISEES.

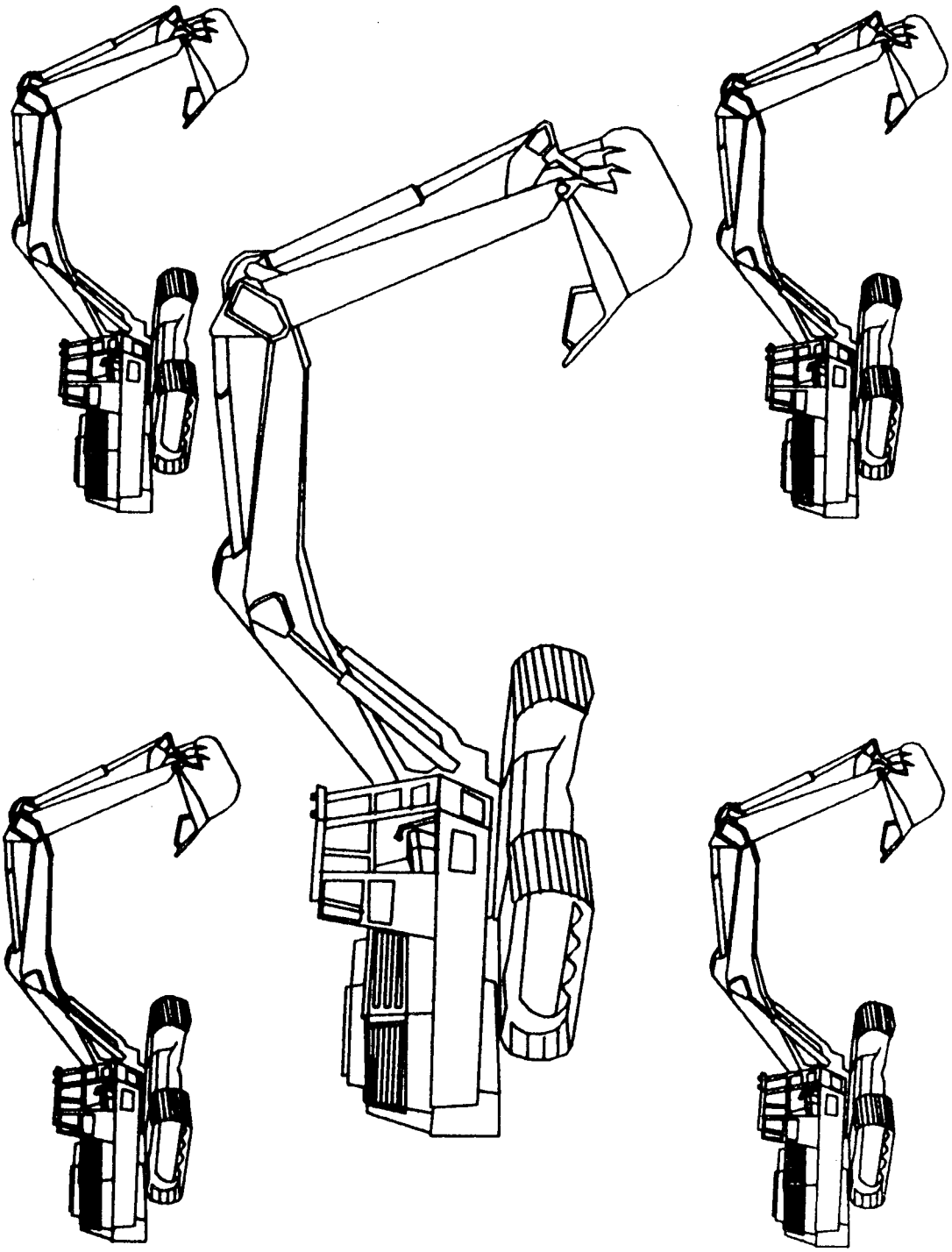
AUTRE EXEMPLE L'HEXANE : $C_6 H_{14}$

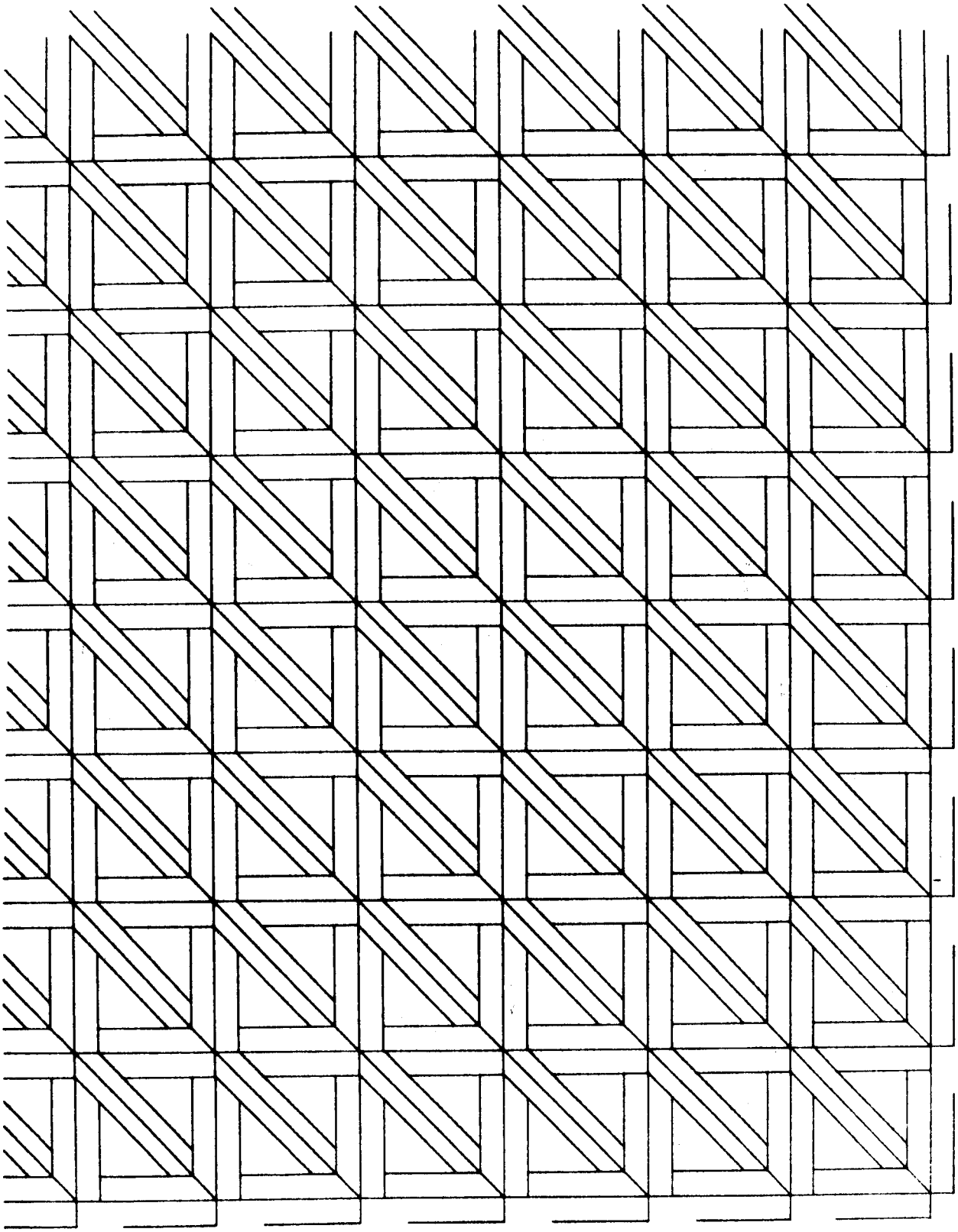
FORMULE DEVELOPPEE :

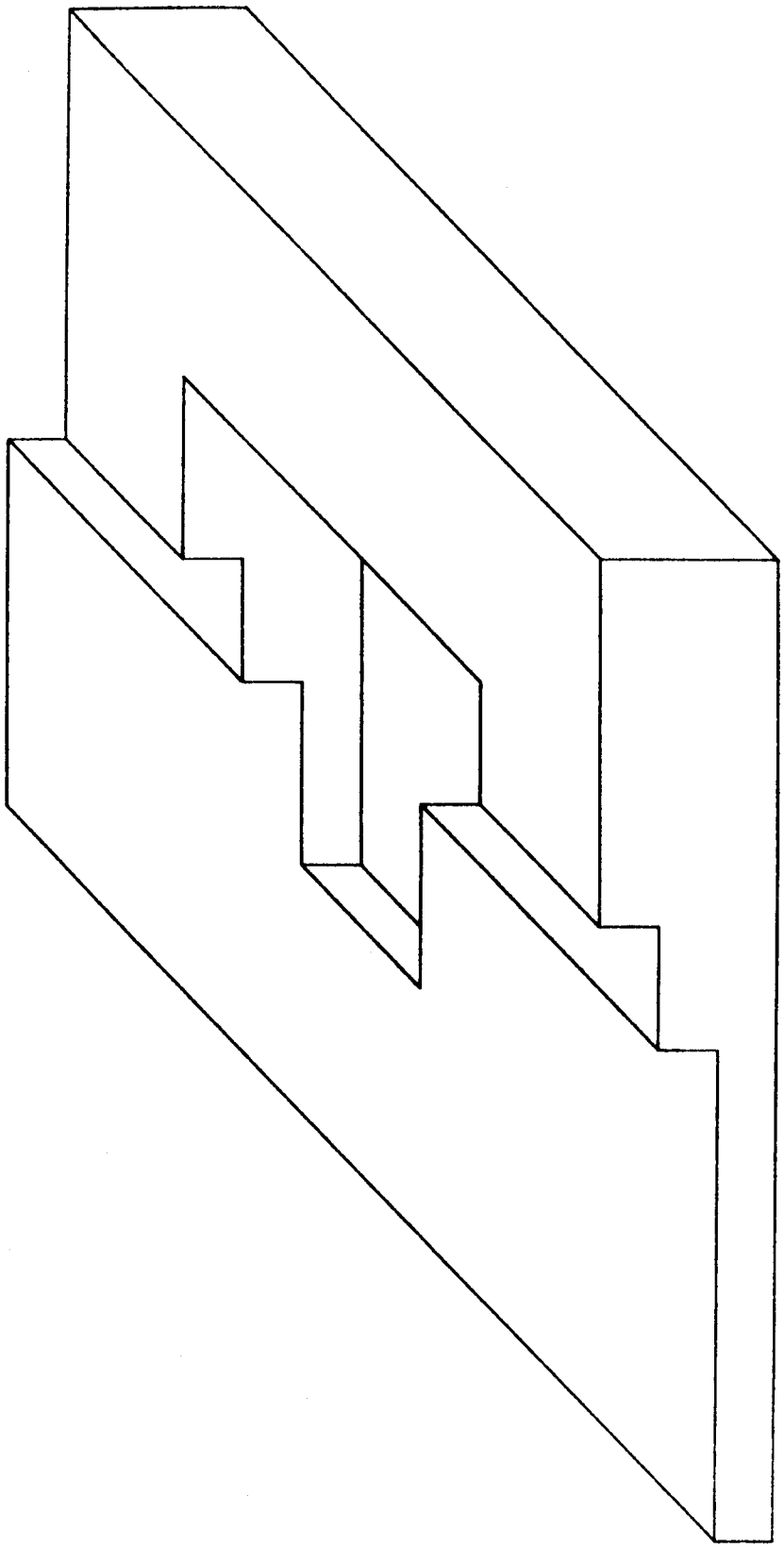


EXEMPLES D'HYDROCARBURES

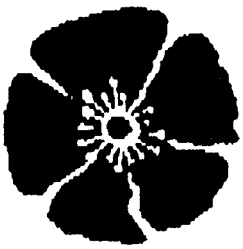
ALCANES 	ETHYL-4 ISOPROPYL-5 DIMETHYL-2,2OCTANE
ALCENES  	BUTENE-1 PENTADIENE-1,3
ALCYNES 	CHLORO-3 CYANO-1 PROPYNE-2

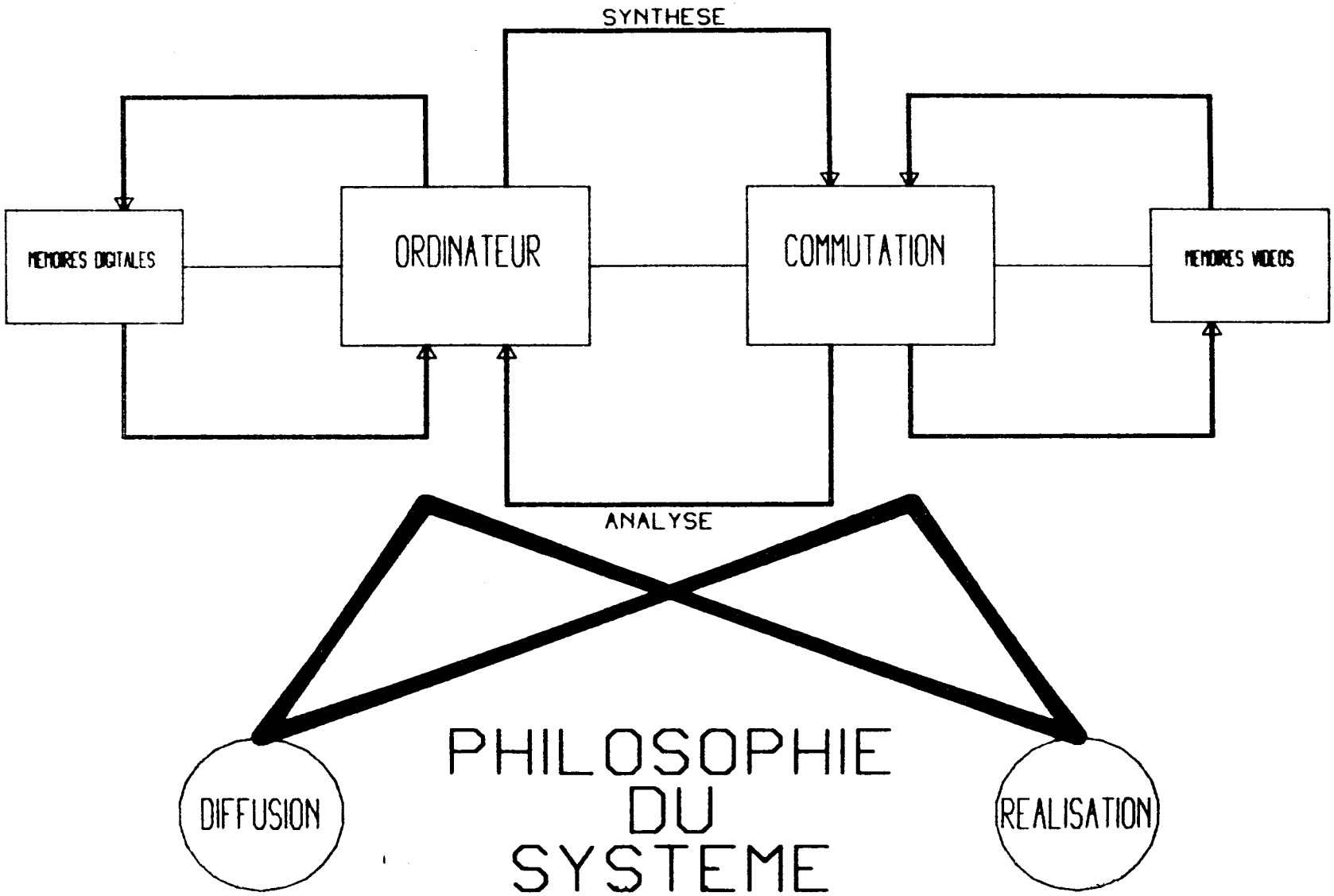


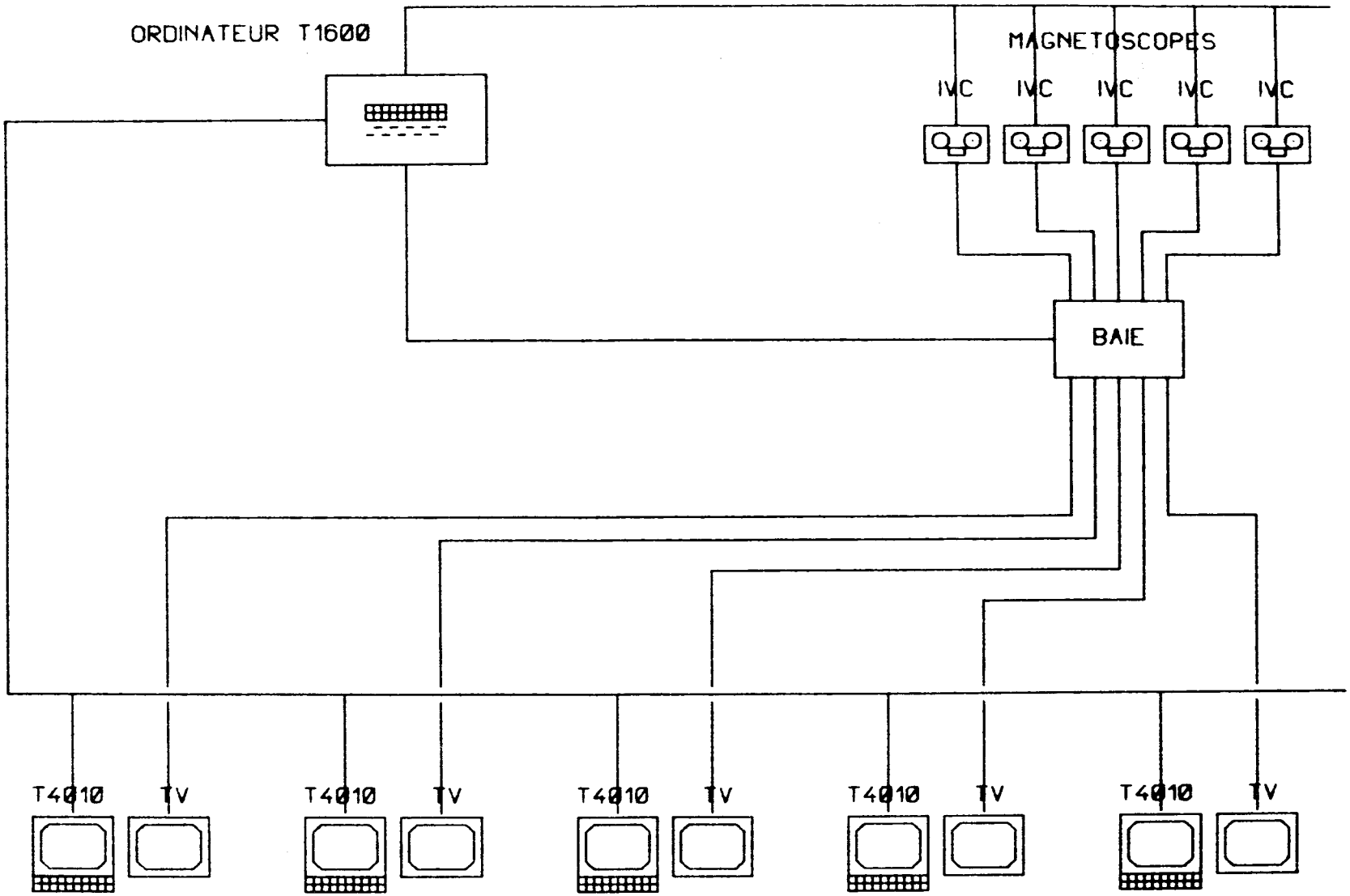




PRESENTATION
DE
SYNOPTIQUES

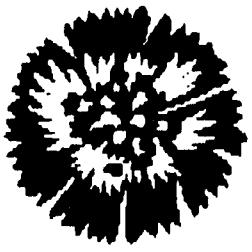



SYNTHESE
MEMOIRES DIGITALES
ORDINATEUR
COMMUTATION
MEMOIRES VIDEOS
ANALYSE
DIFFUSION
PHILOSOPHIE
DU
SYSTEME
REALISATION

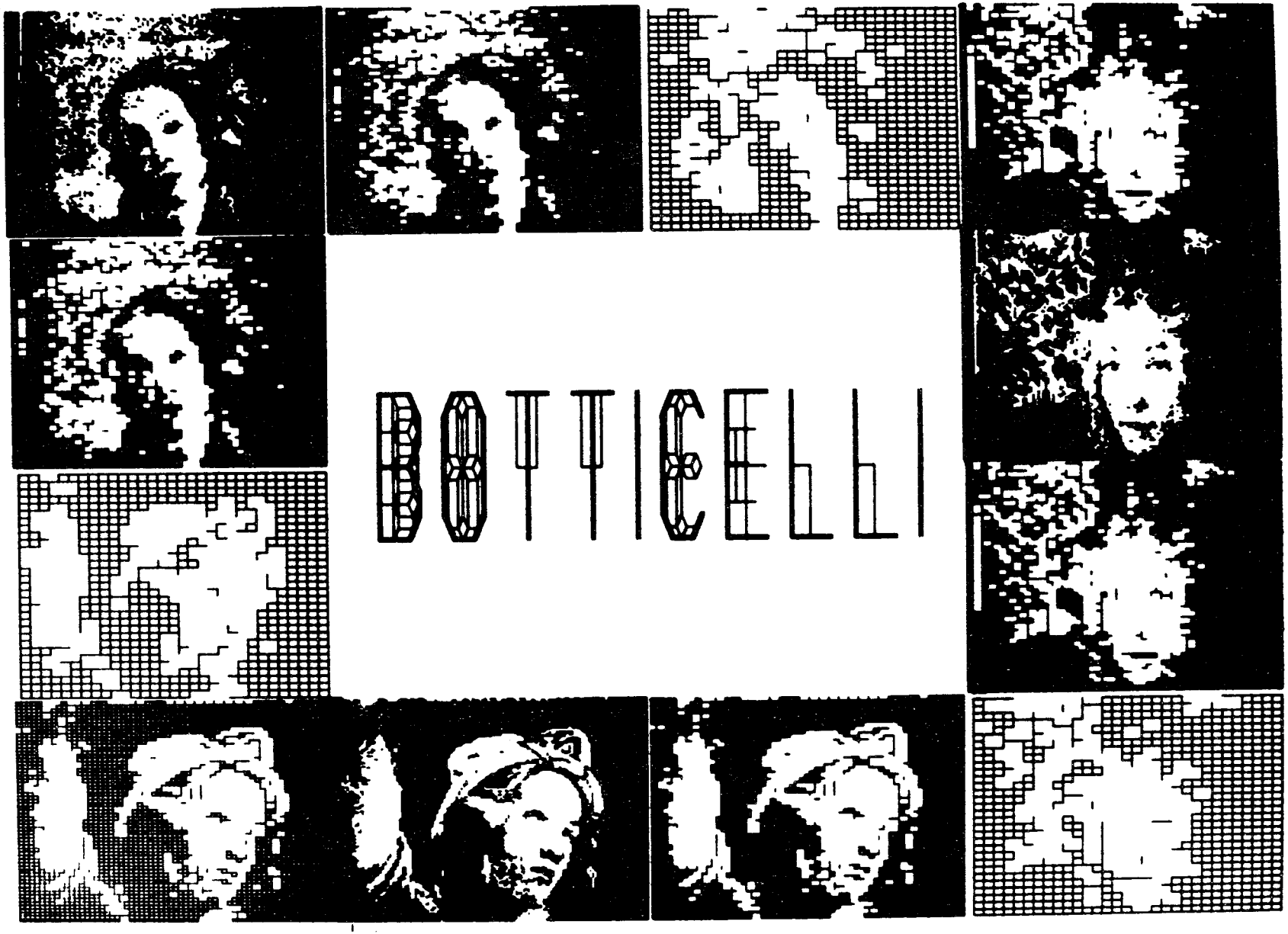


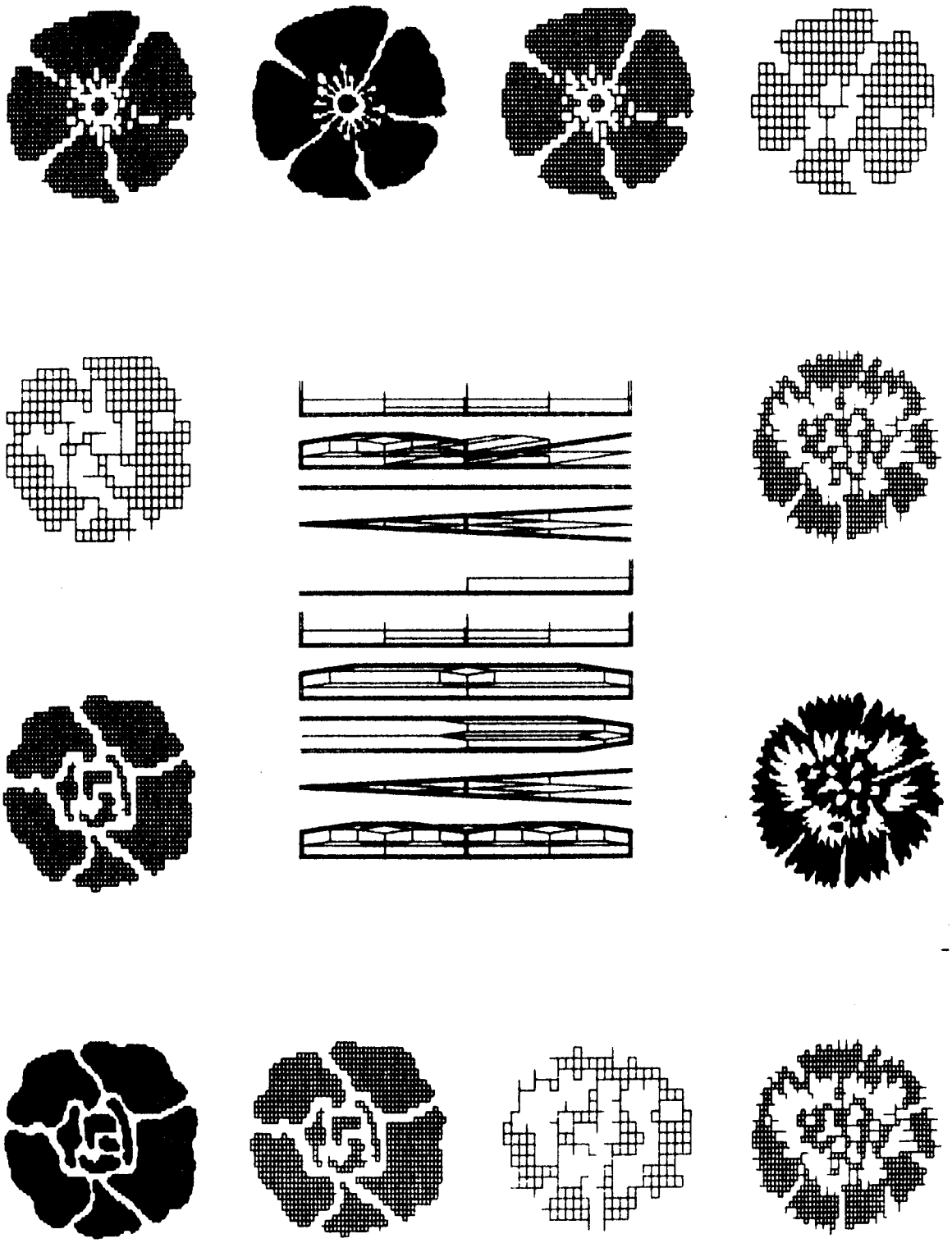
ENSEIGNEMENT AUDIOVISUEL ASSISTE PAR ORDINATEUR

MISE EN PAGES
PHOTO-COMPOSITION



LES FAISCEAUX HERTZIENS


BOTTICELLI

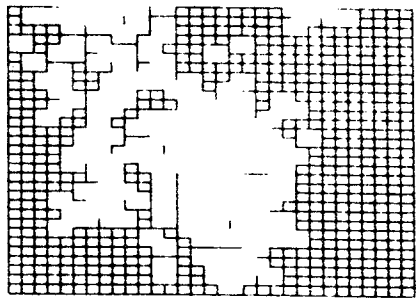


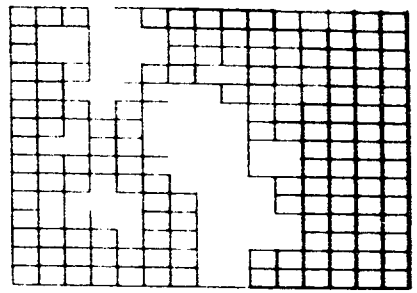
-Je n'ai ni père,ni mère,ni soeur,ni frère
-Tes amis?
-Vous vous servez là d'une parole dont le sens m'est resté jusqu'à ce jour inconnu
-Ta patrie?
-J'ignore sous quelle latitude elle est située
-La beauté?
-Je l'aimerais volontiers,déesse et immortelle
-L'or?
-Je le hais comme vous haïssez Dieu
-Eh!Qu'aimes-tu donc,extraordinaire étranger?
-J'aime les nuages..les nuages qui passent..là-bas..
Là-bas..Les merveilleux nuages!

L'Etranger

Qui aimes-tu le mieux,homme énigmatique,dis?Ton père,ta mère,ta soeur ou ton frère?
-Je n'ai ni père,ni mère,ni soeur,ni frère.
-Tes amis?
-Vous vous servez là d'une parole dont le sens m'est resté jusqu'à ce jour inconnu.
-Ta patrie?
-J'ignore sous quelle latitude elle est située.
-La beauté?
-Je l'aimerais volontiers,déesse et immortelle.
-L'or?
-Je le hais comme vous haïssez Dieu.
-Eh!Qu'aimes-tu donc,extraordinaire étranger?
-J'aime les nuages..les nuages qui passent..là-bas..
Là-bas..Les merveilleux nuages!

L'Etranger.
Qui aimes-tu le mieux,homme énigmatique,dis?Ton père,ta mère,ta soeur ou ton frère?
-Je n'ai ni père,ni mère,ni soeur,ni frère.
-Tes amis?
-Vous vous servez là d'une parole dont le sens m'est resté jusqu'à ce jour inconnu
-Ta patrie?
-J'ignore sous quelle latitude elle est située
-La beauté?
-Je l'aimerais volontiers,déesse et immortelle
-L'or?
-Je le hais comme vous haïssez Dieu
-Eh!Qu'aimes-tu donc,extraordinaire étranger?
-J'aime les nuages..les nuages qui passent..là-bas..
Là-bas..Les merveilleux nuages!





L'Etranger

Qui aimes-tu le mieux,homme énigmatique,dis? Ton père,ta mère,ta soeur ou ton frère?

– Je n'ai ni père,ni mère,ni soeur,ni frère

– Tes amis?

– Vous vous servez là d'une parole dont le sens m'est resté jusqu'à ce jour inconnu

– Ta patrie?

– J'ignore sous quelle latitude elle est située

– La beauté?

– Je l'aimerais volontiers,déesse et immortelle

– L'or?

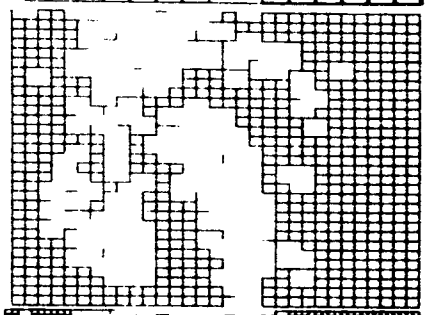
– Je le hais comme vous haissez Dieu

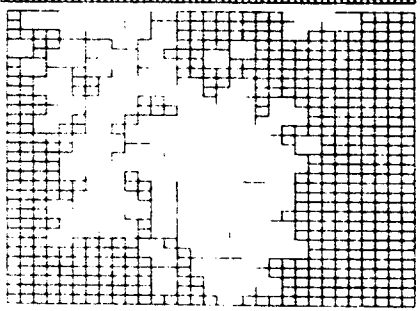
– Eh,Qu'aimes-tu donc,extraordinaire étranger?

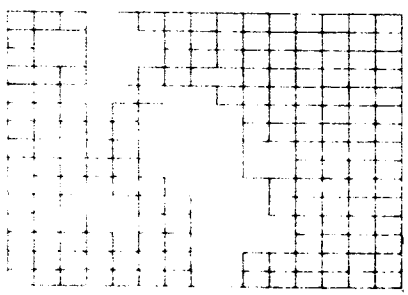
– J'aime les nuages les nuages qui passent là-bas

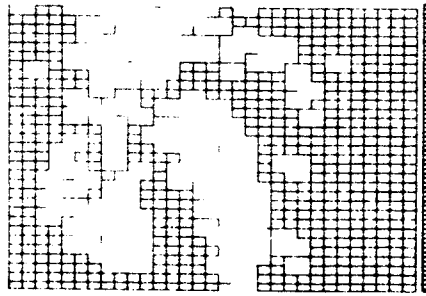
Là-bas Les merveilleux nuages!

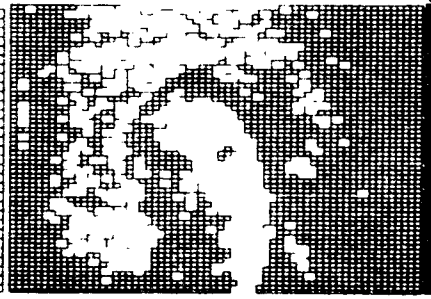
Le spleen de Paris BAUDELAIRE



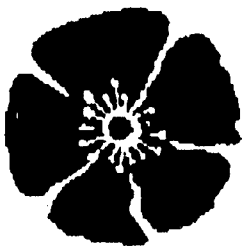


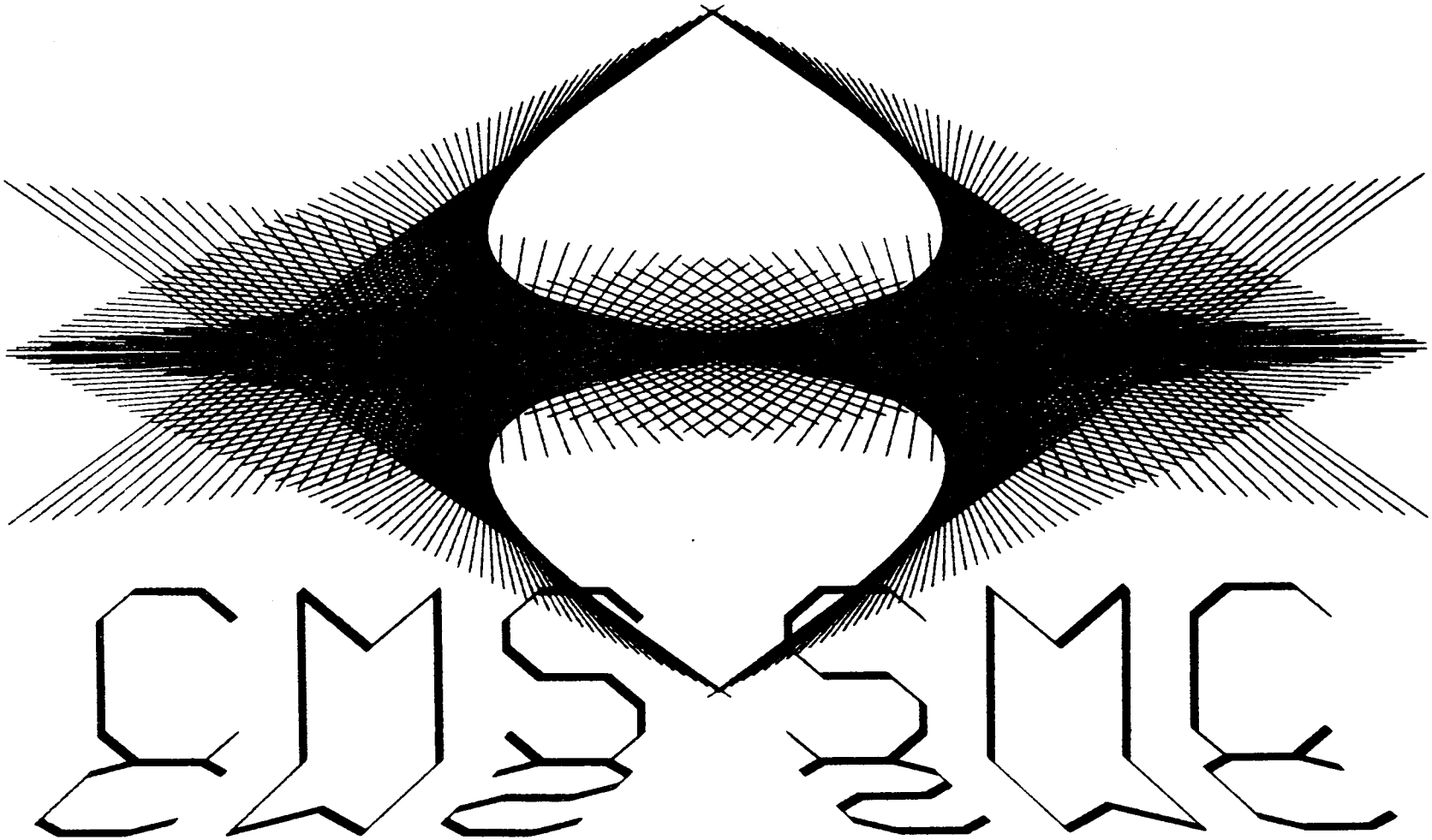


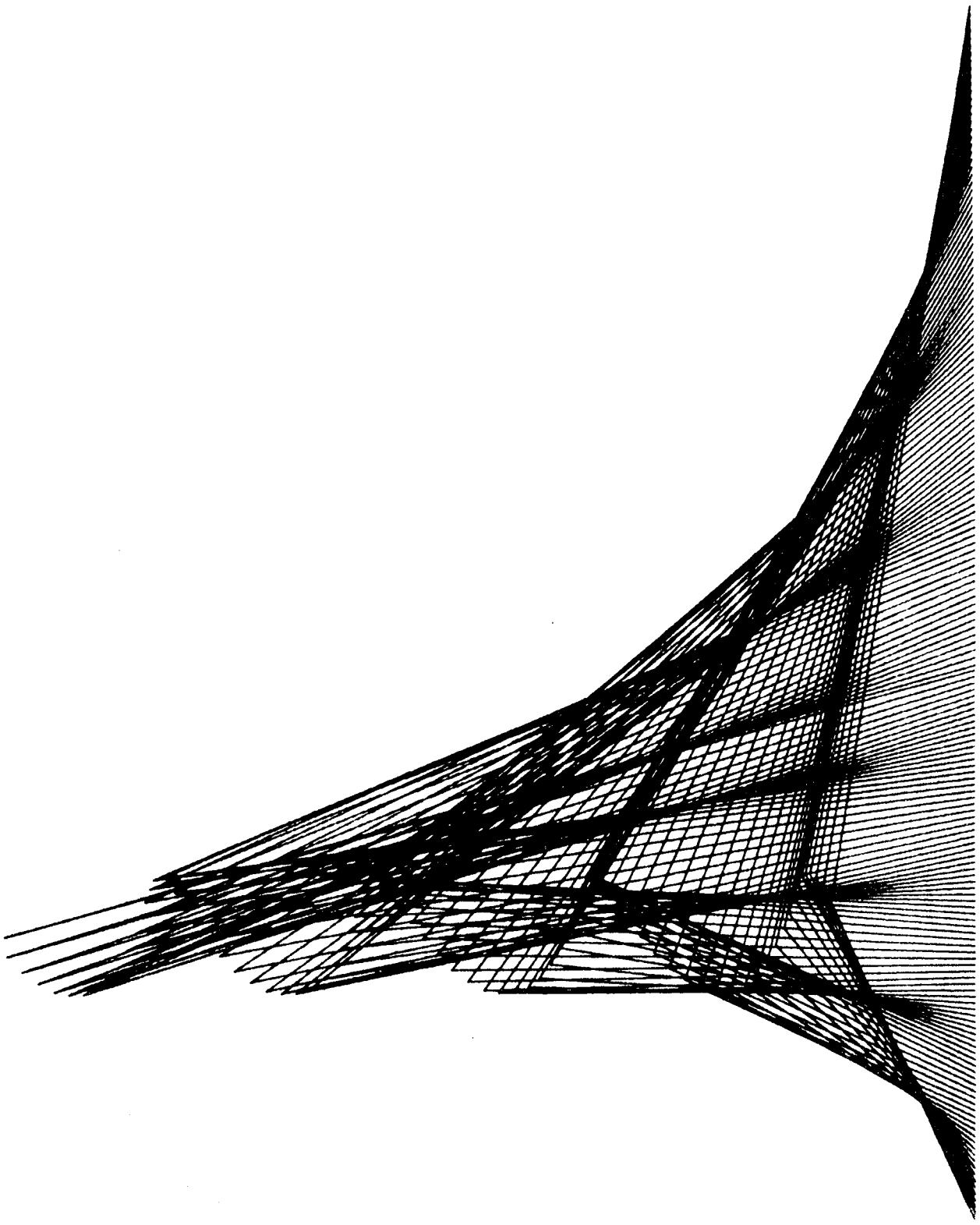


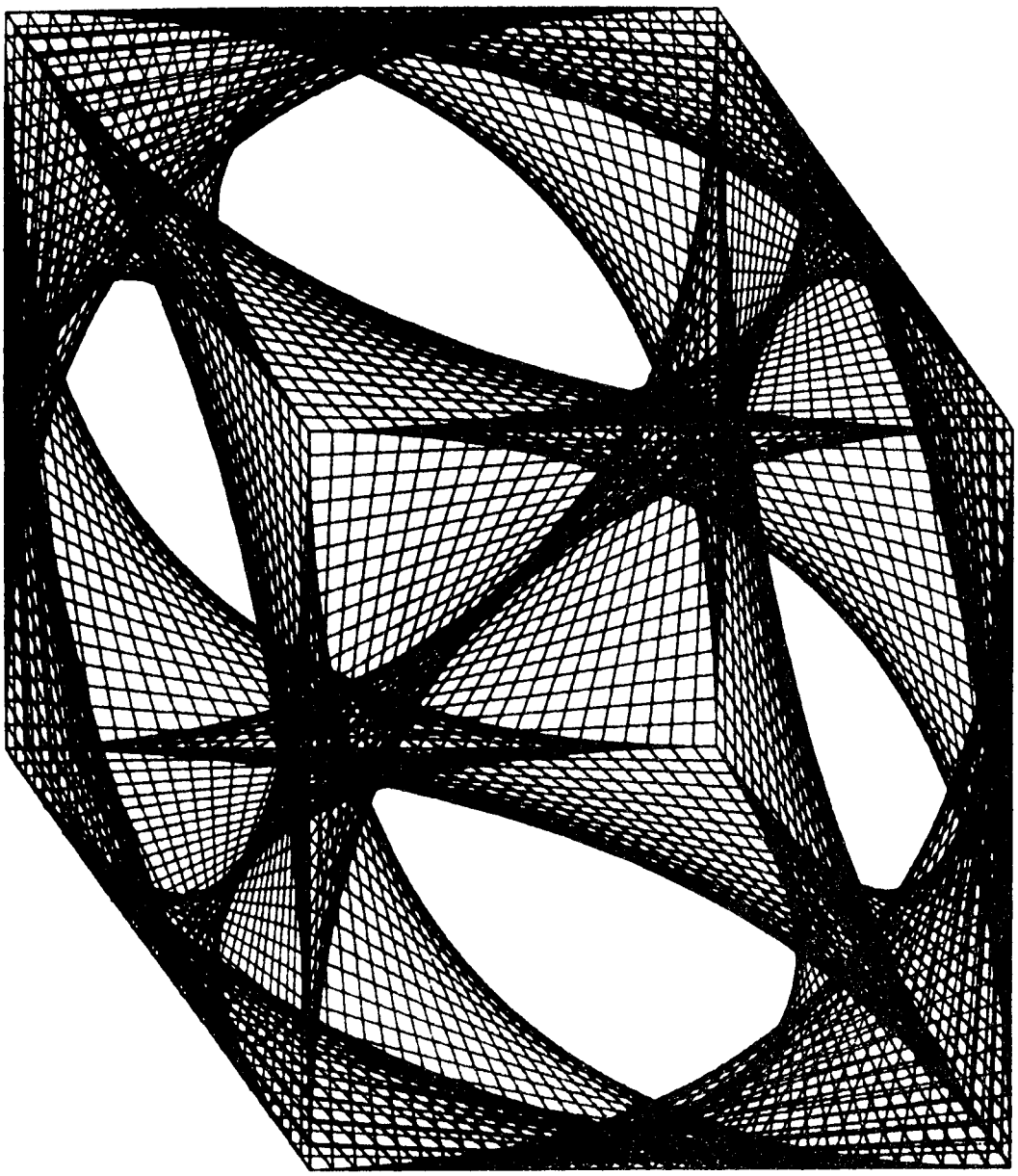


REPRESENTATION D'OBJETS DANS L'ESPACE









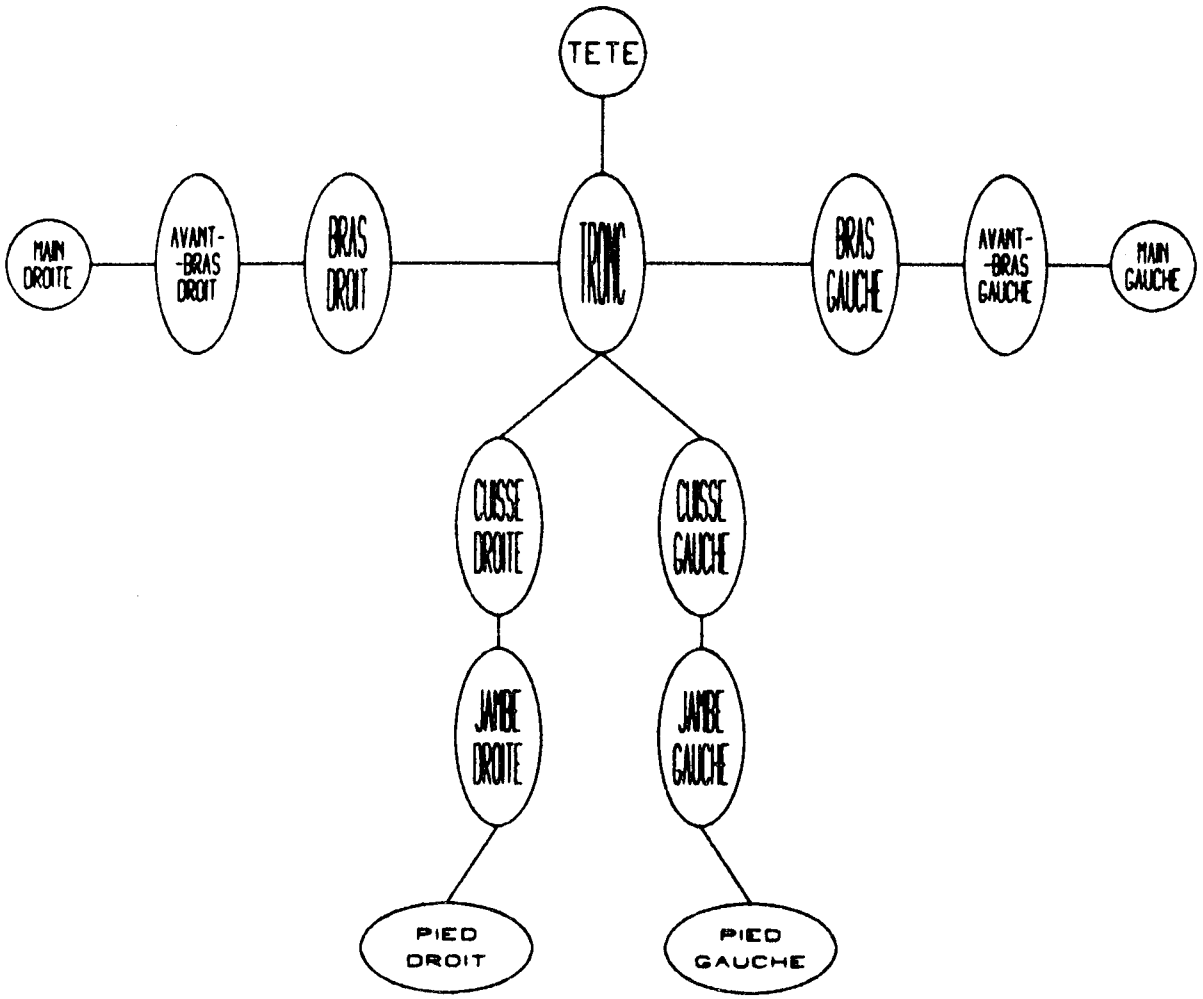
4.2.12 - REALISATION D'ANIMATIONS De nombreux dessins animés ont déjà été obtenus par l'intermédiaire de la 'MACHINE A DESSINER' G3, étant donnés les moyens dont elle dispose actuellement, elle présente sur les méthodes classiques une supériorité indéniable, en particulier :

- dans la réalisation de génériques demandant des mouvements complexes des lettres composant les titres (ainsi, par exemple, à l'occasion d'un film sur l'oscilloscope, le canon à électrons d'un tube cathodique vu en perspective, émettant successivement les caractères nécessaires),

- dans l'illustration de processus formulés mathématiquement (par exemple, les principes de l'émission en 'modulation de fréquences').
(voir la figure 38)

Mais G3 peut aussi être utilisé dans des applications plus "figuratives" la figure 39 reproduit les mouvements d'un petit personnage. Examinons sur cet exemple les principes régissant une telle animation.

Ce personnage est décrit à l'aide d'une structure de blocs parenthésés, reproduisant le graphe $\mathcal{G}_K$ des relations entre les parties de son corps :



soit en centrant la structure sur le TRONC :

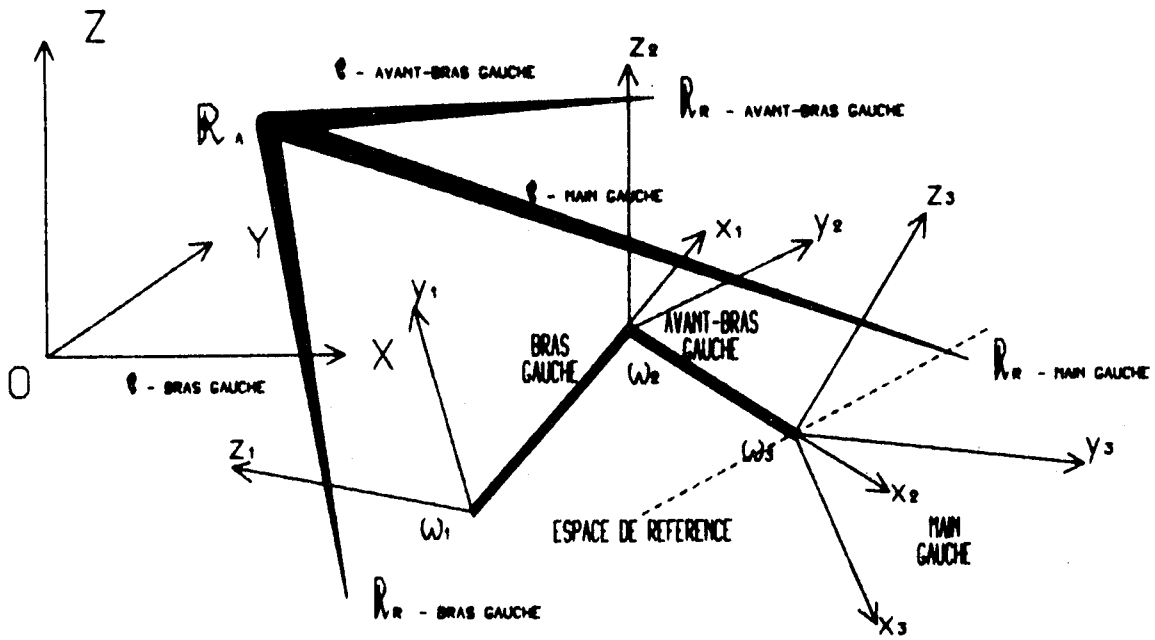
```
( TRONC ( BRAS GAUCHE ( AVANT-BRAS GAUCHE ( MAIN GAUCHE )))
        ( BRAS DROIT  ( AVANT-BRAS DROIT  ( MAIN DROITE  )))
        ( TETE )
        ( CUISSE GAUCHE ( JAMBE GAUCHE ( PIED GAUCHE )))
        ( CUISSE DROITE ( JAMBE DROITE ( PIED DROIT  )))     )
```

Nota : les arcs du graphe précédent ($\mathcal{G}_K$) correspondent aux articulations du corps.

Une étape quelconque d'un mouvement est alors définie par :

- l'orientation absolue de chaque partie du corps (par exemple AVANT-BRAS GAUCHE horizontal à l'instant 't'),
- le choix d'un point de référence (MAIN GAUCHE située au point (x,y) à l'instant 't', par exemple),

Enfin, rappelons que les différentes parties du corps sont solidaires les unes des autres et liées par le graphe $\mathcal{G}_K$. En reprenant les notations du paragraphe 3.2.4.1 page 123 (G3), l'état du personnage à l'instant 't' sera décrit par :

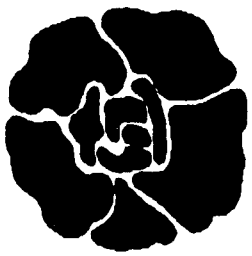


(R_A désigne le référentiel absolu, R_{Ri} un référentiel relatif, $\mathcal{G}_i$ la transformation passant de R_A à un R_{Ri})

Remarques 1 - La description précédente peut évidemment être compliquée à loisir, par exemple en donnant du "volume" à chaque partie du corps, ou bien en procédant à un découpage plus fin (cou, doigts,..., voir à ce sujet la figure 40).

2 - Suivant les moyens de reprographie (*) utilisés (voir le paragraphe 3.1.3.3 page 55), l'animation peut être obtenue sur le support le mieux adapté (papier, film, signal vidéo-fréquence (*),...). On notera enfin que des animations couleurs peuvent être produites par combinaisons de films noir et blanc (recopie et coloriage par filtre sur un même film couleurs).

REALISATION D'ANIMATIONS



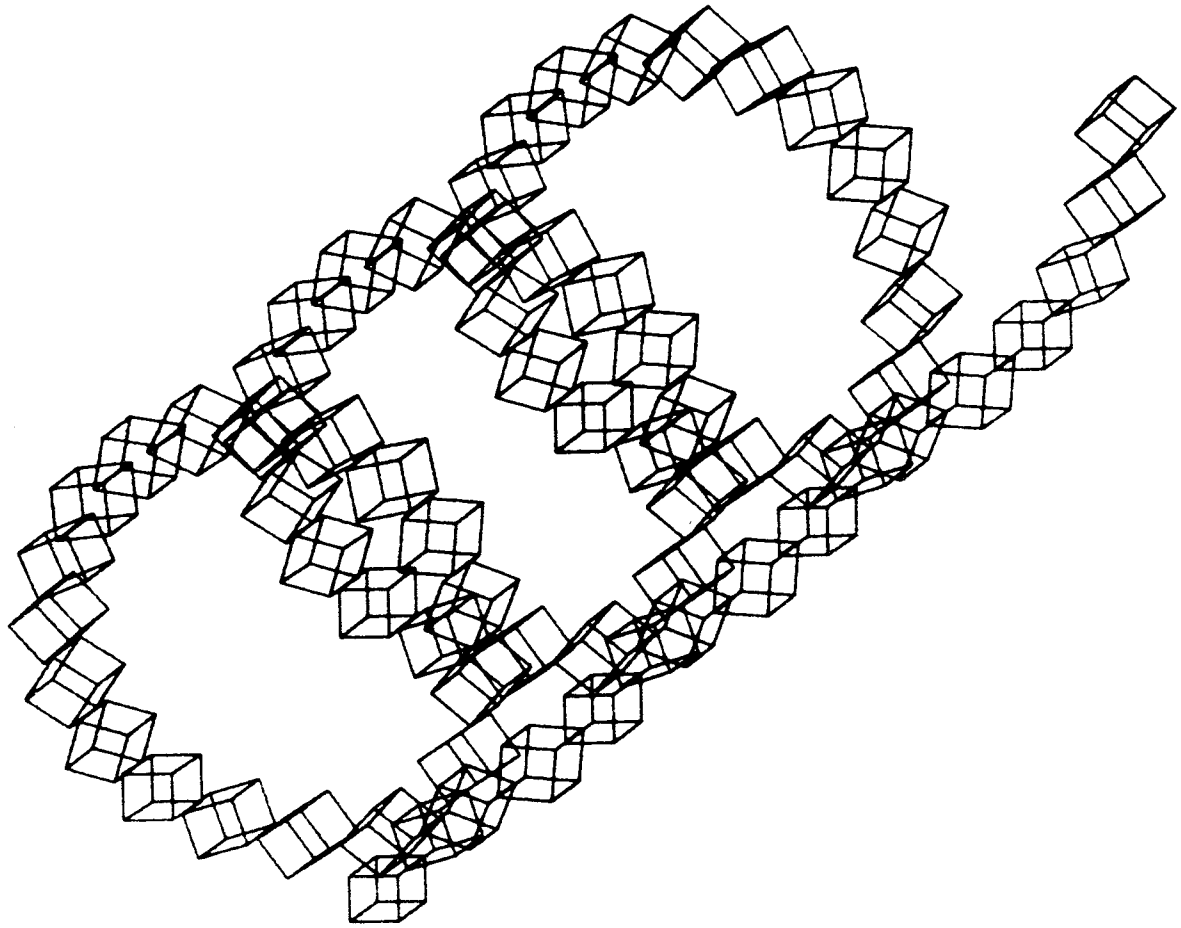


Figure 38 EXEMPLE D'ANIMATION DE TYPE "MATHEMATIQUE"

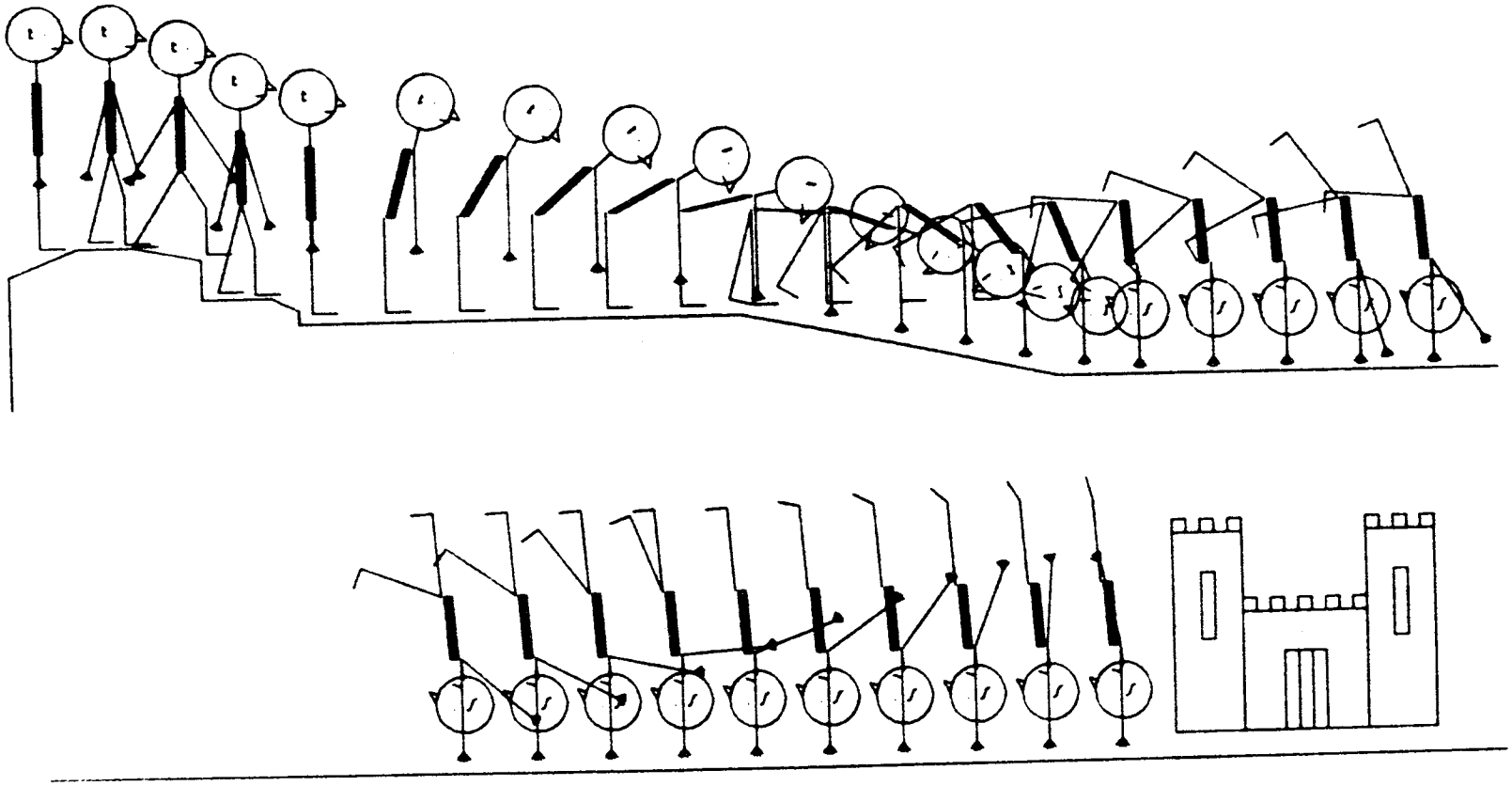
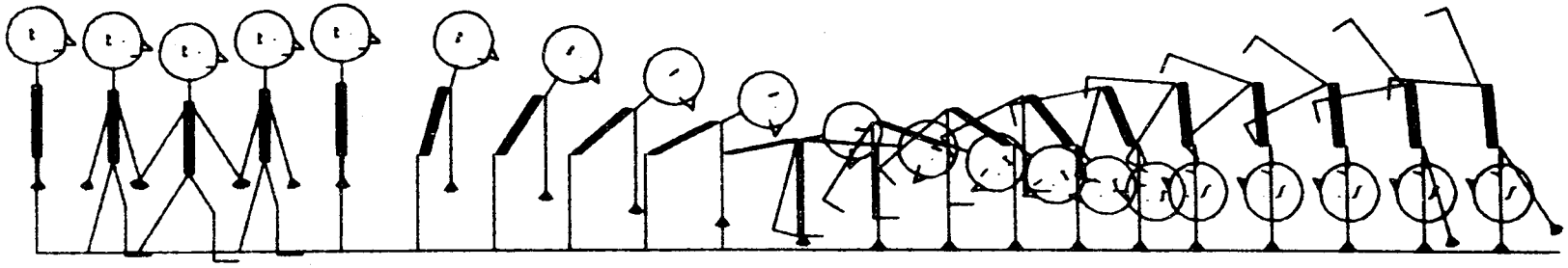
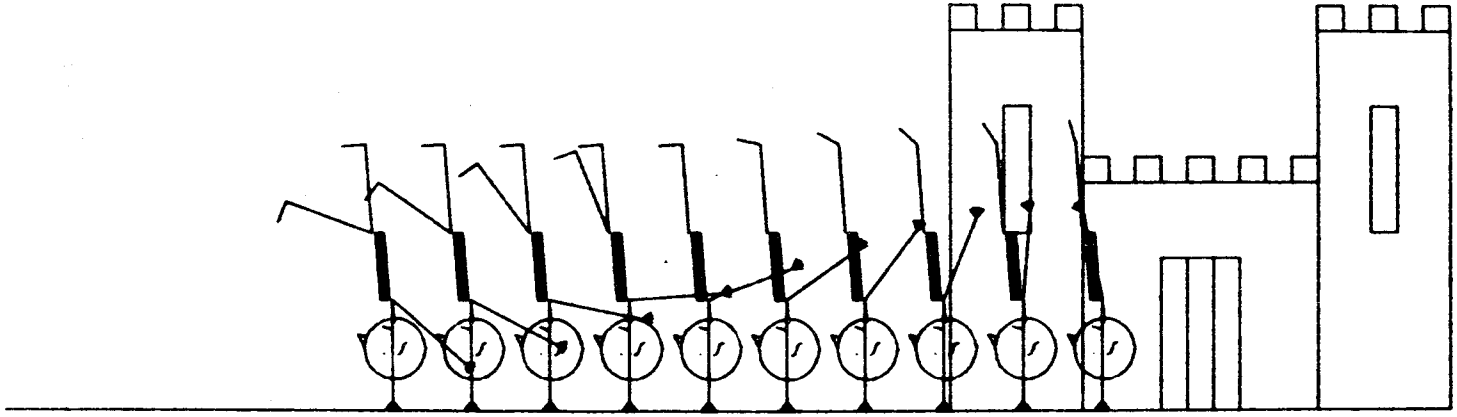


Figure 39 EXEMPLE D'ANIMATION "FIGURATIVE"





<LE PERSONNAGE EXECUTE UNE PIROUETTE DEVANT LE CHATEAU;

```
Z WV $DECOR; K4X4Y4 111 %Z(2) A %U(11)B 0 %G(2) 11111A %R(11)B %3(4) %M(3) &CHATE
AU; $SUPER-MAN; K4X4Y4 &INI; 111 %Z(2) MIC;R9 MOC; W9 WV RT &T; WT
RV &HOMME; &PAS; &MARCHE; RU T=; WU %5(WV RG TRM; WG RN TRM; WN RV &HOMME; &PAS;)
 WV RT &F; WT RM &T; WM RV %4(WV RG TRM; WG RN TRM; WN RO TRM; WO RP; TRM; WP RQ
TRM; WQ RV &HOMME; &PAS;) %2(WV RG TRM; WG RN TRM; WN RO TRM; WO RP; TRM; WP RQ T
RM; WQ RR TRM; WR RS TRM; WS RT TRM; WT RV &HOMME; &PAS;) %2(WV RO TRM; WO RP; TR
M; WP RQ TRM; WQ RR TRM; WR RS TRM; WS RT TRM; WT RV &HOMME; &PAS;) %2(WV RH TRP;
 WH RI TRP; WI RJ TRP; WJ RO TRM; WO RP TRM; WP RQ TRM; WQ RR TRM; WR RS TRM; WS
RT TRM; WT RV &HOMME; &PAS;) 0 %J(1)%G(2) MIC; R9 MOC; W9 %1(WV RH TRP; WH RI TRP
; WI RJ TRP; WJ RO TRM; WO RP TRM; WP RQ TRM; WQ RR TRM; WR RS TRM; WS RT TRM; WT
 RV &HOMME; &PAS;) %4(WV RH TRP; WH RI TRP; WI RJ TRP; WJ RR TRM; WR RS TRM; WS R
T TRM; WT RV &HOMME; &PAS;) %5(WV RH TRP; WH RI TRP; WI RJ TRP; WJ RQ TRM; WQ RT
TRM; WT RV &HOMME; &PAS;) >MARCHE(%2(WV RH TRP; WH RI TRP; WI RJ TRP; WJ RK TRM;
WK RL TRM; WL RM TRM; WM RO TRP; WO RR TRM; WR RS TRM; WS RV &HOMME;&PAS;) %2( WV
 RH TRM; WH RI TRM; WI RJ TRM; WJ RK TRP; WK RL TRP; WL RM TRP;
WM RO TRM; WO RR TRP; WR RS TRP; WS RV &HOMME; &PAS;) )
```

```
>REFER( 9 9( W8 ) 9 ) >TR+(MIKX;K1X1 1 222 MOKX;&REFER;) >F(=("9;)) >T(=("
9 9)) >TR(MIKX;K1X1 33%5(A222B1A444B)22233A MOKX;) >TE+(2 MIKXYT;K3X6Y6 2
1/ 333X/3 4 X*411Y/41MOKXYT;&REFER;) >TE(A2B MIKXYT;K3X6Y6 21A3 %N(MIC; 1B
 TRP; MOC;) TRM; 1 /4A1B23B 33AB 3 X/ 3A3B4B1B X*411 Y/ 4 A1B MOKXYT; ) >B
1+(44 &REFER;) >B1(A44B) >B2+(44 &REFER;) >B2(A44B) >J1+(44 &REFER;) >J1(A
44B) >J2+(44 &REFER;) >J2(A44B) >M+(MIKY; K3Y2 4 &REFER;  MOKY;) >M(MIKXY
T;K3X4Y2 TRMRM; A %5(MIC; 4S MOC; TRP;) MOKXYT;) >P+(1 &REFER;) >P(A1B) >I
NI(O T=; =() W8 W9 WG WH WI WJ WK WL WM WN WO WP WQ WR WS WT WU WV ) >PAS(
 MIC; RU MOC; 111 WU ) >HOMME( W1 W2 MIC; RG MOC;'&TR+;"9WGW3 MIC; RH MOC;
'&B1+;"9WHW4 MIC; RI MOC;'&B2+;"9WIW5 MIC; RJ MOC;'&M+;"9WJR5 R4 R3 W3 MIC
; RK MOC;'&B1+;"9 WK W4 MIC; RL MOC;'&B2+;9WLW5 MIC; RM MOC; '&M+;"9 WM R
5 R4 R3 W3 MIC; RN MOC;'&TE+;"9WNR3 R2 W2 MIC; RO MOC;'&J1+;"9WOW3 MIC; RP
 MOC;'&J2+;"9WPW4 MIC; RQ MOC;'&P+;"9WQR4 R3 R2 W2 MIC; RR MOC;'&J1+;"9WRW
3 MIC; RS MOC;'&J2+;"9WSW4 MIC; RT MOC;'&P+;"9WTR4 R3 R2 R1 MIKX; WV R8 MI
2; R9 MI2; MOK; MOX; X- MIX; RV MOK; MI2; MOX; X- MIX; MO2; MOKX; MIC; RV
MOC; W1 W2 MIC; RG MOC; &TR; WG W3 MIC; RH MOC; &B1; WH W4 MIC; RI MOC; &B
2; WI W5 MIC; RJ MOC; &M; WJ R5 R4 R3 W3 MIC; RK MOC; &B1; WK W4 MIC; RL M
OC; &B2; WL W5 MIC; RM MOC; &M; WM R5 R4 R3 W3 MIC; RN MOC; &TE; WN R3 R2
W2 MIC; RO MOC; &J1; WO W3 MIC; RP MOC; &J2; WP W4 MIC; RQ MOC; &P; WQ R4
R3 R2 W2 MIC; RR MOC; &J1; WR W3 MIC; RS MOC; &J2; WS W4 MIC; RT MOC; &P;
WT R4 R3 R2 R1 )
<UTILISATION DES READ/WRITE (R/W) : (LIBRES 6 7 A B C D)
```

```
8-TEMPORAIRE (POSITION FINALE D'UNE TRAJECTOIRE)
V-TEMPORAIRE
                  H-BRA1 DROIT          O-JAMBE1 DROITE
                  I-BRA2 DROIT          P-JAMBE2 DROITE
G-TRONC           J-MAIN DROITE         Q-PIED DROIT
N-TETE
                  K-BRA1 GAUCHE         R-JAMBE1 GAUCHE
                  L-BRA2 GAUCHE         S-JAMBE2 GAUCHE
U-PAS             M-MAIN GAUCHE         T-PIED GAUCHE
9-ESPACE DE REFERENCE DU MOUVEMENT
  (ASSOCIE A L'UN DES CONTEXTES CI-DESSUS PAR LA
  ROUTINE 'T' LORS DE LA DESCRIPTION DU MOUVEMENT)
```

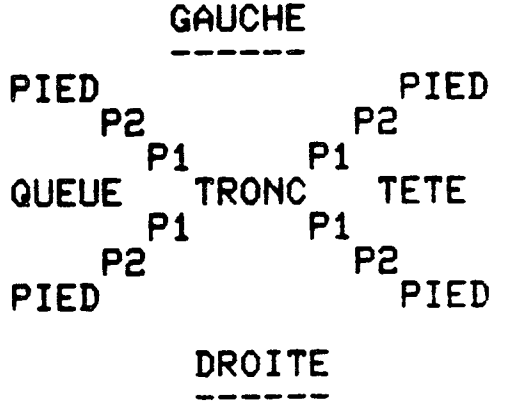
```
                T
                E
MAIN            T        MAIN
      B2        E    B2
          B1         B1
                T
                R
DROITE          O      GAUCHE
------          N      ------
                C
            J1      J1
        J2              J2
PIED                      PIED
```

STRUCTURE DE BLOCS DU PETIT PERSONNAGE

```
>TRONC(MIKY;K1Y1 44 %5(A1111B2A3333B) 1111 44 A MOKY;)
>TETE( A1B    4A11B2B3B2B3B44B2     MIKXY; K2X2Y2 A22A 444433B111B 2222B11
AB 4444 11A111 B 22 A1B2B3B4B                    MOKXY;   )
>PATTE1(     A44B      )     >PATTE2(    A44B      )       >PIED(  A1B   )
>QUEUE(      A333B     )
>INI( O T=; WA WB WC WD WE WF WG WH WI WJ WK WL WM WN WO   WU )
>PAS( MIC; RU MOC;1111111 WU )
>CHIEN(    W1 W2 W3 MIC; RI MOC; &PATTE1; WI W4 MIC; RJ MOC; &PATTE2; WJ W
5 MIC; RK MOC; &PIED; WK R5 R4 R3
                  W3 MIC; RL MOC; &PATTE1; WL W4 MIC; RM MOC; &PATTE2; WM W
5 MIC; RN MOC; &PIED; WN R5 R4 R3
MIC; RA MOC; &TRONC; WA                          W3 MIC; RB MOC; &TETE; WB R3
W3 MIC; RC MOC; &PATTE1; WC W4 MIC; RD MOC; &PATTE2; WD W5 MIC; RE MOC; &P
IED; WE R5 R4 R3
W3 MIC; RF MOC; &PATTE1; WF W4 MIC; RG MOC; &PATTE2; WG W5 MIC; RH MOC; &P
IED; WH R5 R4 R3 R2 W2 MIC; RO MOC; &QUEUE; WO R2 R1 )
```

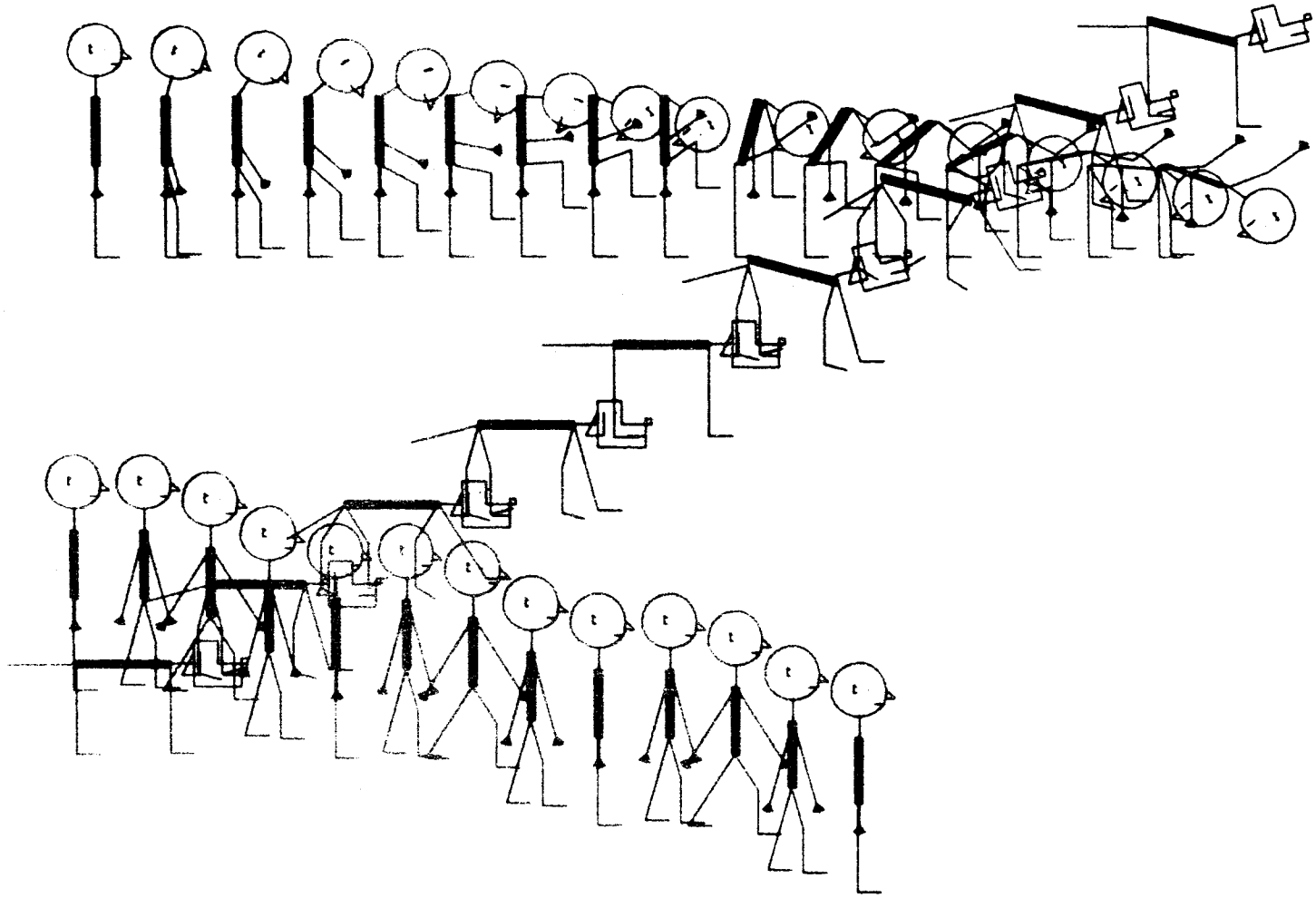
<UTILISATION DES READ/WRITE (R/W) :

	F-PAT1 AV GAUCHE	L-PAT1 AR GAUCHE	
	G-PAT2 AV GAUCHE	M-PAT2 AR GAUCHE	
B-TETE	H-PIED AV GAUCHE	N-PIED AR GAUCHE	
A-TRONC			
O-QUEUE	C-PAT1 AV DROITE	I-PAT1 AR DROITE	
	D-PAT2 AV DROITE	J-PAT2 AR DROITE	
	E-PIED AV DROIT	K-PIED AR DROIT	
U-PAS			



TRANSFORMATIONS LIBRES : 6 7 8 9 P Q R S T V

STRUCTURE DE BLOCS DU CHIEN



4213 - "UNE REGIE DE TELEVISION DANS UN ORDINATEUR"

Les matériels (*) et logiciels (*) décrits aux paragraphes 3.12 et 3.2.4.2 aux pages 36 et 133 respectivement, permettent d'introduire dans l'audiovisuel "classique", la conversationnalité (*) définie précédemment. Ainsi, SMC participe à la réalisation et à la production de séquences télévisées, et en particulier :

- au montage de bandes magnétiques (grâce au système de télécommande des magnétoscopes (*) décrit au paragraphe 3.1.2.2.3 page 43),

- à la copie multiple et simultanée de bandes,

- à l'archivage et à l'indexation (*) de ces dernières : l'utilisateur dispose d'un système de gestion de fichiers audiovisuels par l'intermédiaire de l'espace des noms (*),

- à la synthèse d'images et d'animations, les figures suivantes donneront des exemples combinés, où les trucages qui apparaissent (incrustation, superposition,...) sont réalisés numériquement (*),

- à l'analyse de mouvements, à l'autoscopie (*),., la figure 43 montre de plus l'échantillonnage d'un geste exécuté réellement devant une caméra de télévision connectée au système : le mouvement représenté par cette suite d'images ☺ peut être reproduit suivant un ordre tout à fait arbitraire, et en particulier séquentiellement (c'est une structure d'images du type de celles définies au paragraphe 3.2.4.2.5 page 141), tout sous-ensemble d'étapes peut être examiné et manipulé : on dispose ainsi de "l'arrêt sur image numérique" (*), et de la possibilité de trucages fins, dans l'espace (jusqu'au niveau du point), comme dans le temps (jusqu'au niveau de l'image).

4 2 2 - LA RECEPTION : Ce terme a été défini au paragraphe 2 3 2 page 14, dans lequel, nous avions distingué la "réception passive" de la "réception active". La conversationnalité (*) permanente du système SMC, exclut, sauf exception, la passivité de l'utilisateur. Dans l'état actuel des choses, deux applications de type 'réception' existent :

- l'exploitation informatique classique,
- l'enseignement assisté par ordinateur ('EAO')

De la première, il y a peu de choses à dire, si ce n'est que SMC permet des accès de type "traitenent par lots" (*), "temps partagé" (*), "télétraitement (*) par lots" (*), assurant ainsi la compilation (*), le chargement (*), l'exécution, la mise au point, l'archivage,.. des programmes en mode conversationnel (*) ou non. Le paragraphe 3 2 1 page 57 décrivant le système d'exploitation CMS4, présente en détail toutes les facilités offertes aux utilisateurs informaticiens. Enfin, le sentiment d'être un "spectateur" lors de l'entrée dans un centre de calcul, a fixé cette classification, arbitraire à première vue : soumettre un travail à un ordinateur pouvant passer en général pour un acte productif! (rappelons à ce propos que dans SMC, "il n'est pas de production qui ne soit aussi réception, et réciproquement"; voir le paragraphe 3.2.4 page 121)

ESSAIS
MESURES

EIU

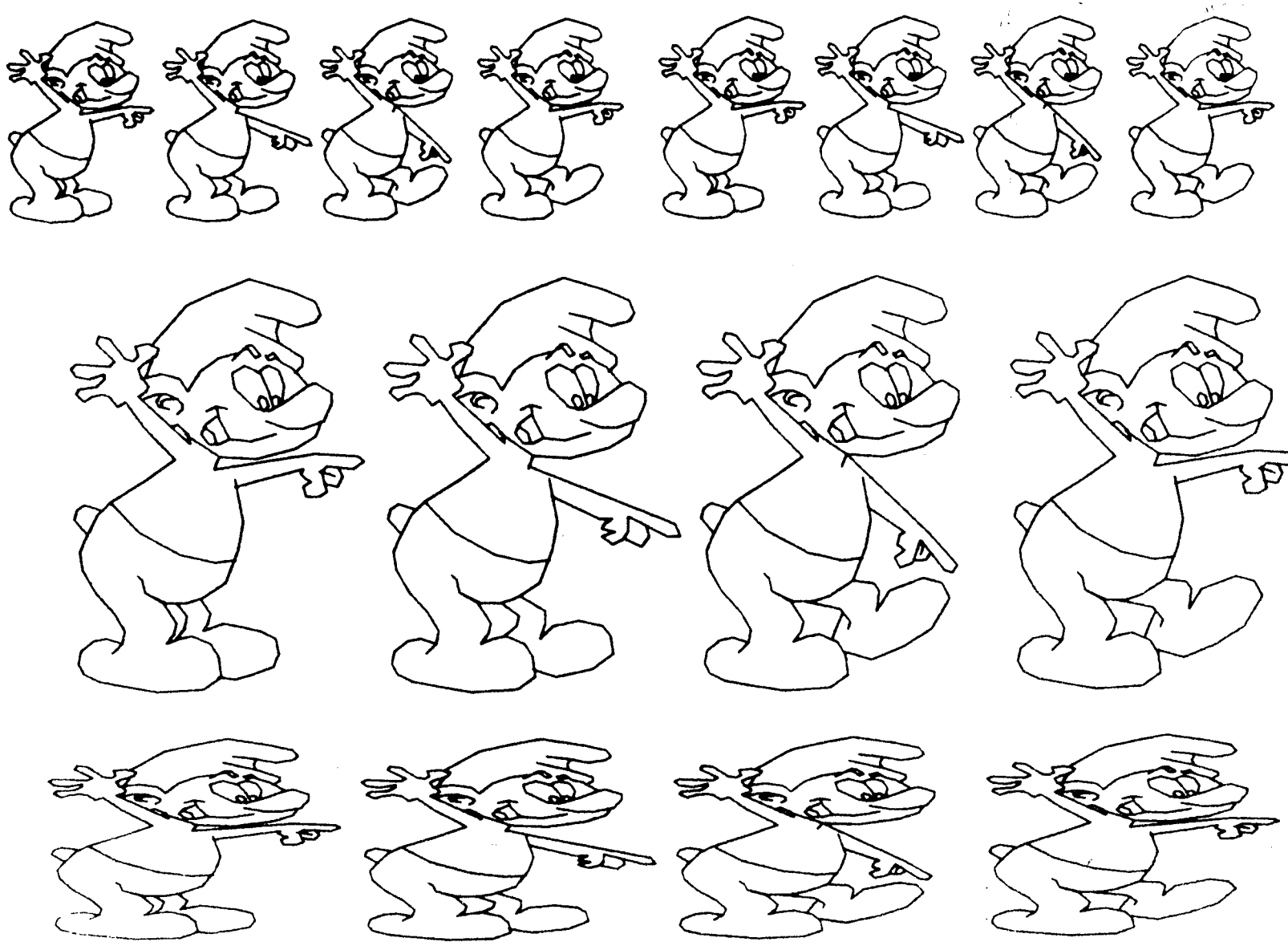


Figure 40 ANIMATION D'UN PERSONNAGE DE BANDES DESSINEES

Figure 41 TITRAGE "NUMERIQUE" D'UN FILM

Figure 42 PHOTO-MONTAGE "NUMERIQUE"

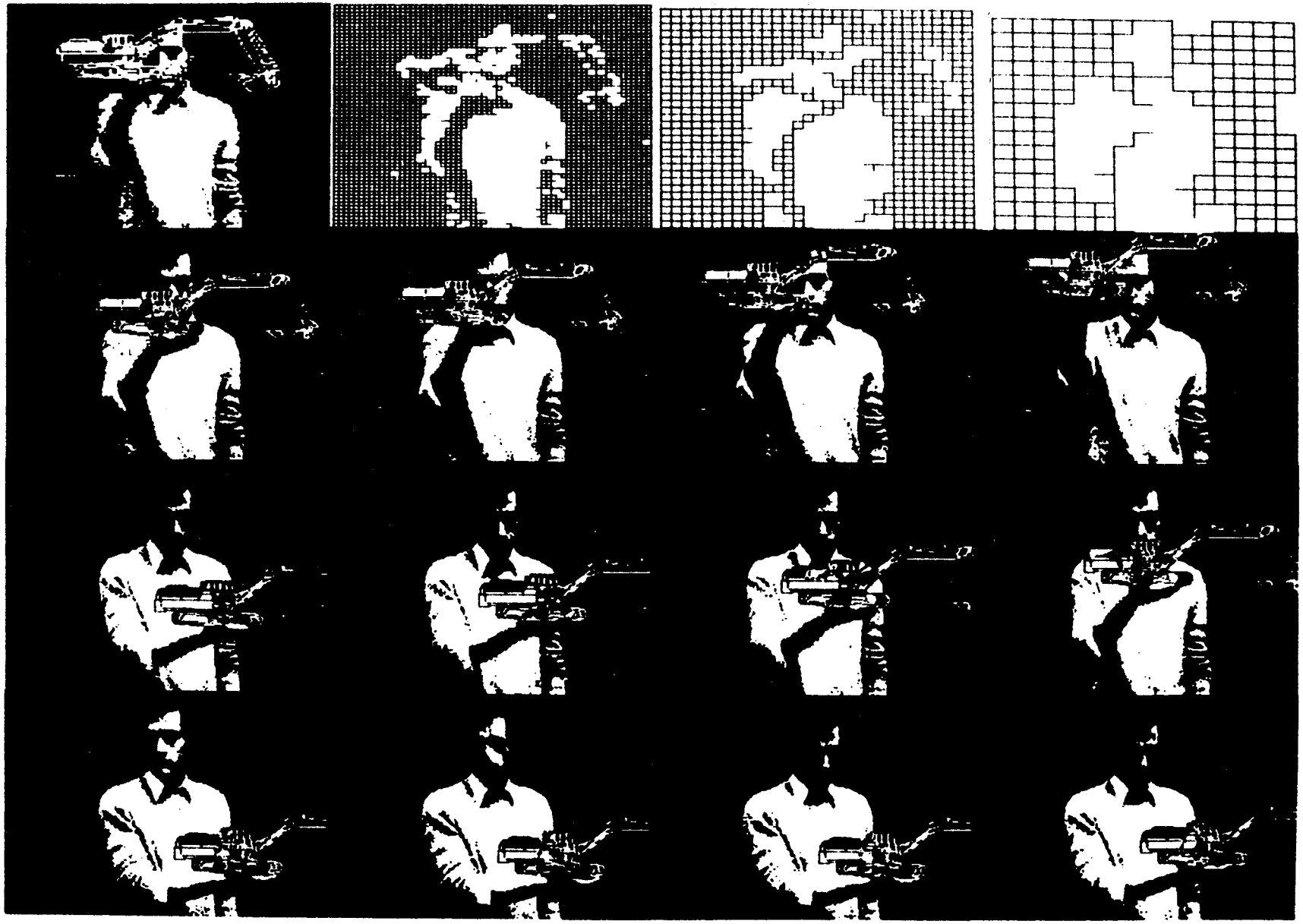
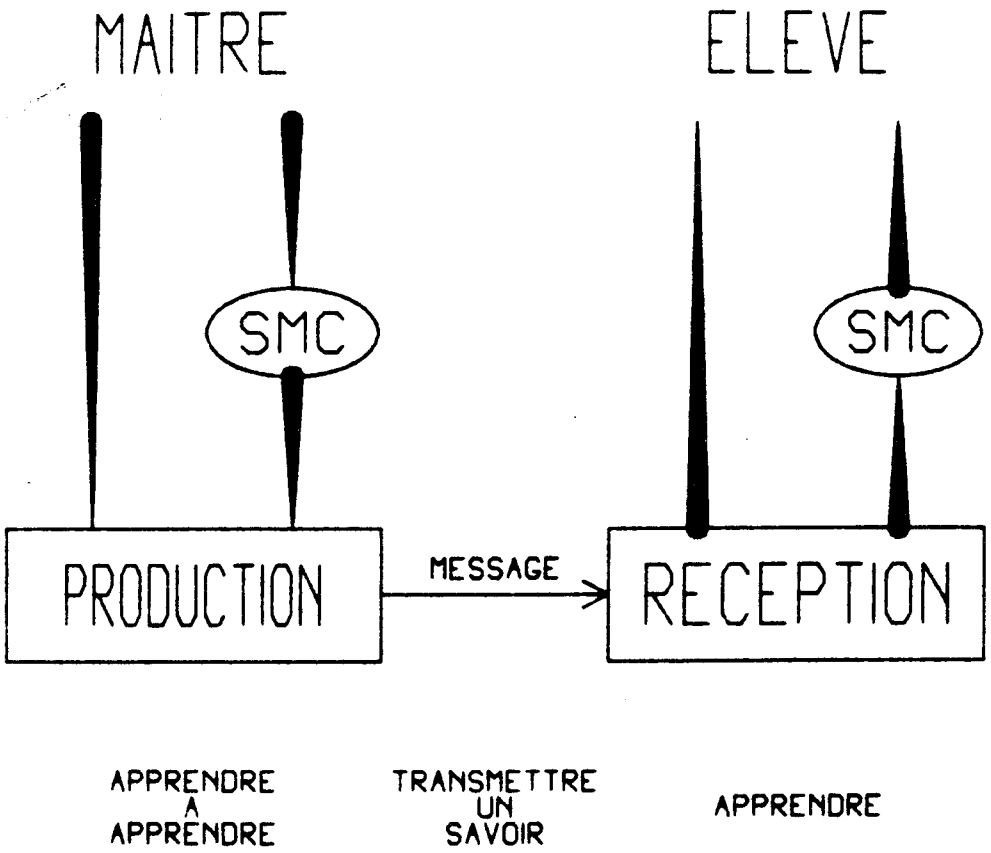


Figure 43 UNE ANIMATION "NUMERIQUE" REELLE AVEC TRUCAGE "PROGRAMME"

"L'ENSEIGNEMENT ASSISTE PAR ORDINATEUR" SOUS SMC

Apprendre, transmettre un savoir, apprendre à apprendre, sont des actes et des problèmes de communication, en plus du rôle que SMC joue déjà au niveau de la production (*) (documents scipto-iconographiques, séquences audiovisuelles par exemple), il se devait, de par sa vocation même, d'aborder le domaine de la pédagogie sous l'angle de la réception, c'est-à-dire se substituer au maitre au cours des processus de transmission :



(le schéma précédent, ignore dans un but simplificateur, la notion de "feed-back" (*))

Remarque comme on peut déjà le pressentir, SMC pourra prendre plus ou moins d'importance dans un système éducatif (par exemple, en ne participant qu'à la production (*)), et par sa modularité fonctionnelle, s'inscrira aisément dans le cadre de pratiques traditionnelles (sans créer trop de boulversements).

4.2.2.1 - LE PRINCIPE ET LES BUTS VISES : Le but premier d'un système d'enseignement (quelqu'il soit) est d'augmenter la quantité d'informations assimilées par l'élève, tout en diminuant le temps et les coûts correspondants d'apprentissage. Pour ce faire, il faut présenter des messages de qualité sur les plans du fond et de la forme, tout en stimulant l'activité créative de l'enseigné. Il s'agit donc d'éviter la passivité (défaut des cours strictement télévisés) en proposant des moyens d'interaction (*) maintenant l'esprit en éveil, et permettant une évaluation continue de l'apprentissage (contrôle des connaissances de l'élève, mais aussi, valeur du cours proposé) Enfin, l'intégration de l'ensemble des moyens (de production et de réception) est souhaitable, puisque réduisant les "interfaces" matérielles et humaines toujours dissipatrices de temps, d'énergie et de ressources.

Nota : le "feed-back" (*) nécessaire est inclu dans la notion de conversationnalité (*)

Un système d'enseignement doit donc posséder les caractéristiques suivantes :

- valeur des messages : qualité du fond et de la forme, variété dans les moyens d'expression,..,
- présence de canaux facilitant l'activité créative, l'interaction (*) (et donc le "feed-baak" (*)), le suivi permanent des élèves et des cours (évaluation, amélioration,...),
- intégration des chaines de production (*) et de réception (*),
- optimisation de l'ensemble des ressources (humaines, matérielles, économiques,...)

Le système SMC, possédant cet ensemble de caractéristiques, est donc apte à supporter une activité pédagogique

4.2.2.2 - RAPPELS SUR L'ENSEIGNEMENT PROGRAMME

Suivant des principes mis en évidence par le psychologue américain SKINNER, à la suite d'études sur le comportement des animaux, un cours à dispenser sera découpé en notions élémentaires (ou "items"), ces dernières seront ensuite présentées aux élèves suivant un ordre dépendant de plusieurs facteurs :

- la logique inhérente au cours,
- les caractéristiques de la population des élèves et/ou de chacun d'entre eux,
- la "stratégie" adoptée,
- (...)

Nota : deux "stratégies-type" sont fréquemment utilisées :

- "skinnerienne" (*), qui qualifie une programmation linéaire (l'ordre des notions élémentaires est strict), chaque "item" étant suivi d'une question à laquelle, si le cours a été bien construit, l'élève ne peut que bien répondre.

- "crowderienne" (*), grâce à laquelle l'erreur est admise lors des questions d'évaluation, une réponse erronée donnant lieu, en général, à la rupture de la séquence principale de présentation (l'ordre des "items" est alors partiel).

La figure 44 propose une méthodologie utilisable lors de la "programmation d'un cours"; on notera que celle-ci est suffisamment générale pour inclure aussi bien l'enseignement audiovisuel traditionnel, que l'enseignement assisté par ordinateur!

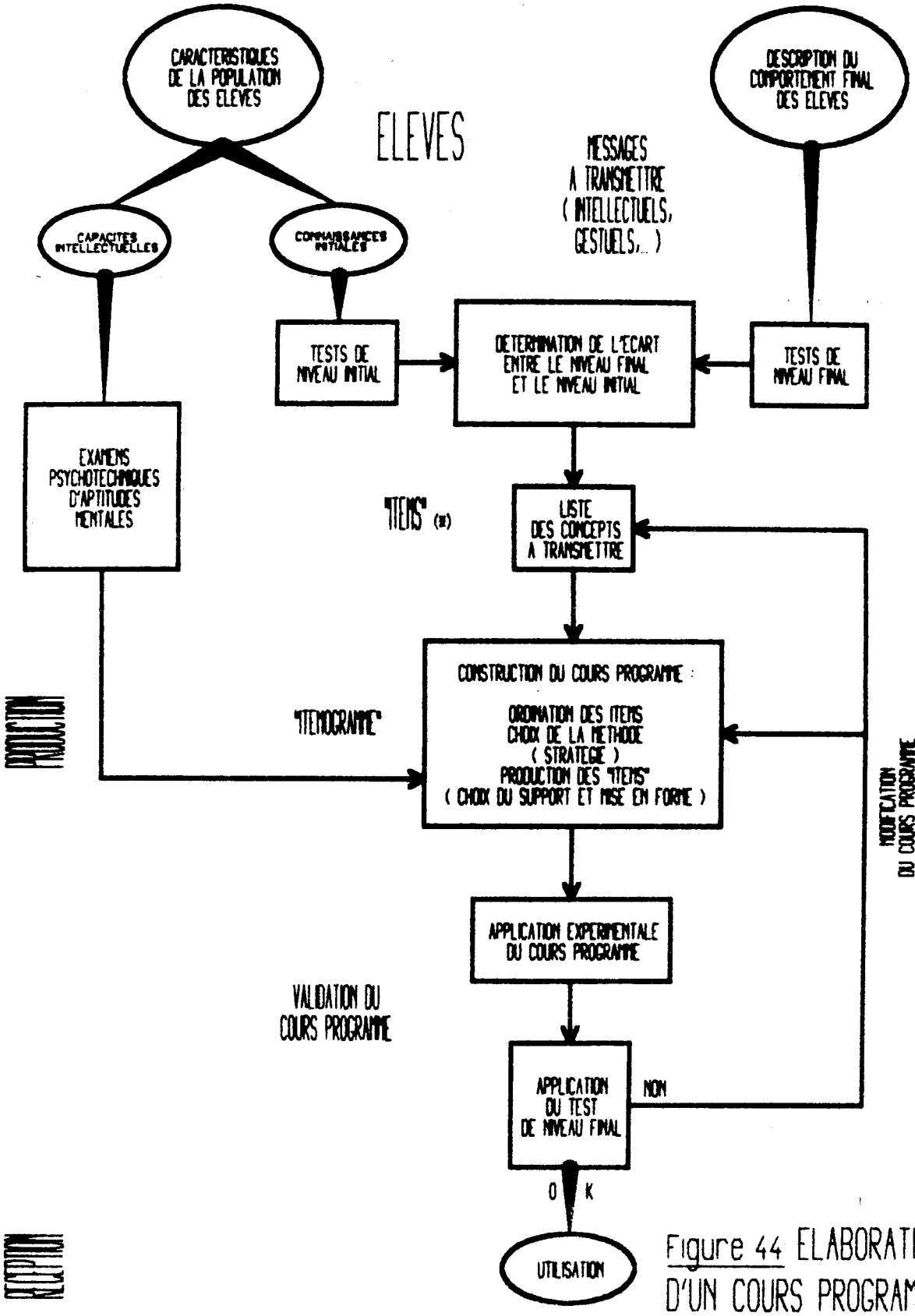


Figure 44 ELABORATION D'UN COURS PROGRAMME

4.2.2.3 - SMC ET L'ENSEIGNEMENT ASSISTE PAR ORDINATEUR :

Nous avons présenté au paragraphe 3.2.3.3 page 106 les notions de PAGES et STRUCTURES DE PAGES, à la suite des rappels précédents, il est possible d'établir immédiatement un parallèle entre PAGE et ITEM :

PAGE ⟷ "ITEM"

STRUCTURE DE PAGES ⟷ COURS (ou STRUCTURE D'ITEMS)

Ainsi dans SMC, la représentation interne d'une notion élémentaire sera contenue dans une PAGE, et tout ce qui a été dit au sujet de la manipulation des pages se transpose immédiatement à la manipulation des "items" :

CREATION
MISE A JOUR
DESTRUCTION
DE PAGES ⟷ CREATION
MISE A JOUR
DESTRUCTION
D'"ITEMS"

1 - TROIS TYPES DE CANAUX sont actuellement disponibles (voir la description du poste de travail au paragraphe 3.1.3 page 54) :

- scriptural : écran du visuel (*), ou support papier,

- iconographique : idem,

- audiovisuel : écran et haut-parleur du récepteur de télévision.

Le problème de leur choix est d'importance, et lié à plusieurs critères :

- facteur économique : la bande "magnétoscope" contient pour un faible coût, une grande quantité d'informations,
- interactivité (*) désirée : un téléviseur est "passif", alors qu'un visuel est "actif",
- nature de l'information : un apprentissage gestuel, par exemple, n'aura de sens que par l'intermédiaire du canal audiovisuel,
- conservation matérielle de l'information : actuellement, seul le papier laisse une trace tangible !

2 - LA "PRODUCTION" D'UN COURS (voir la figure 45) : suivant la méthodologie proposée au paragraphe 4.2.2.2 page 160, le professeur soumettant un cours à SMC devra à la suite d'une méticuleuse analyse "pré-informatique", en dégager une suite de notions élémentaires et la structure les ordonnant. Après cette phase préliminaire (et nécessaire !), l'introduction et la mise à jour d'un cours se fera par :

- manipulation d'"items" (ou pages) à l'aide de l'ensemble des machines décrites aux paragraphes 3.2.3 et 3.2.4 pages 100 et 121, et en particulier

  l'EDITEUR DE PAGES (voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114),
  la MACHINE A DESSINER G3 (voir le paragraphe 3.2.4.1 page 123),
  la TELEVISION NUMERIQUE (voir le paragraphe 3.2.4.2 page 133),
  (...)

- description de structures d'"items" (voir les structures de pages au paragraphe 3.2.3.3 page 106) : on notera que les possibilités de SMC sont suffisamment générales pour autoriser l'introduction de toutes les "stratégies" pédagogiques classiques.

3 - LA "RECEPTION" D'UN COURS : les outils mis à la disposition du corps enseignant permettent la description de cours pouvant être suivis au rythme propre des élèves, et personnalisés suivant les besoins par des séquences de "recyclage" appropriées, de plus, le dialogue "libre" (voir le paragraphe 3.2.3.5 page 116) rend plus souple l'évaluation des performances des élèves.

Remarque : il est possible de superposer à un "item" à support scripto-iconographique, une notion présentée via le canal audiovisuel, et ainsi constituer des messages multidimensionnels (voir le paragraphe 2.1.2 page 5).

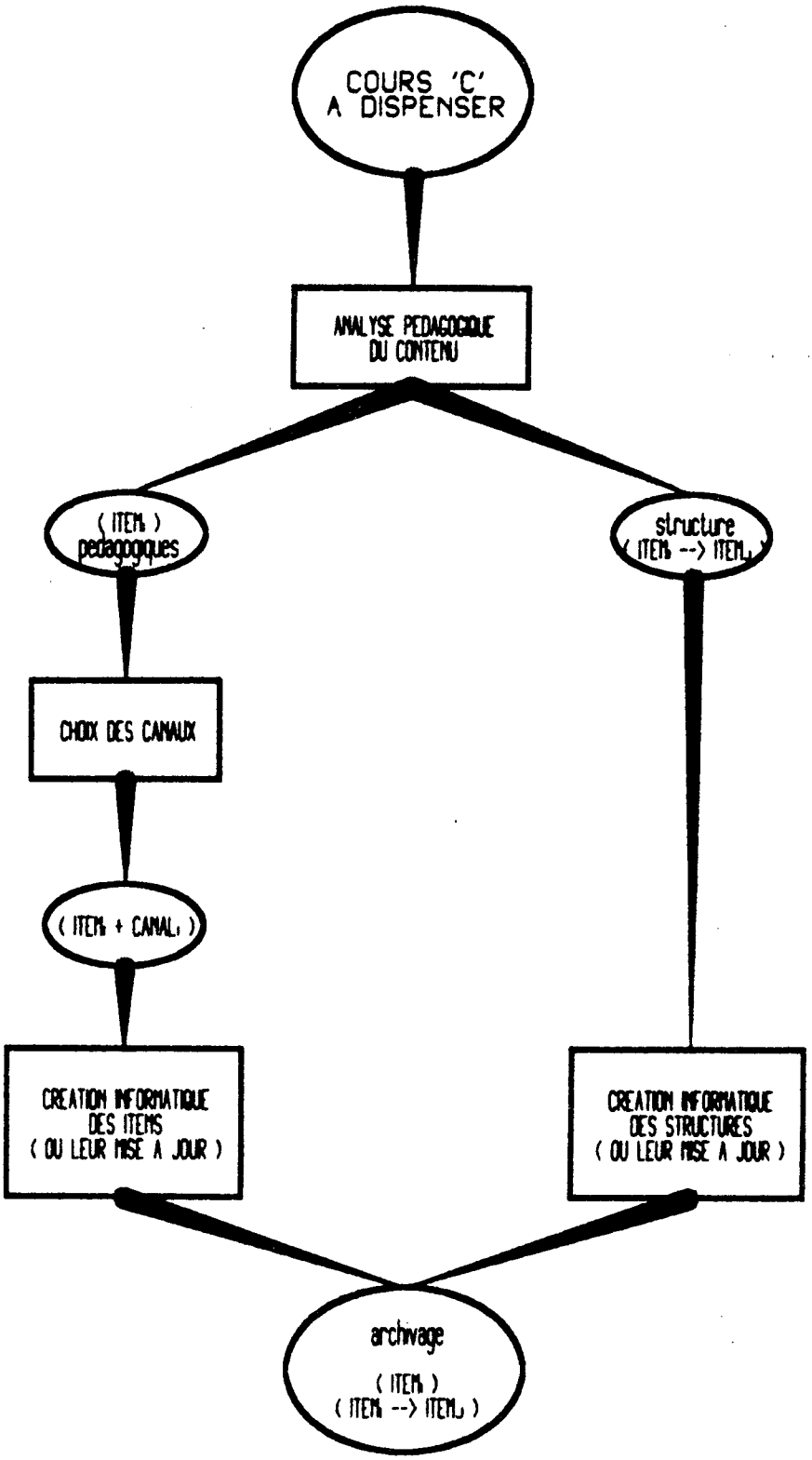


Figure 45 PRODUCTION D'UN COURS "ASSISTE" (EAO)

4 - "LE LIBRE-SERVICE AUDIOVISUEL" : la proportion d'utilisation des canaux "numériques" (*) et audiovisuels (*) est tout à fait arbitraire, et laissée à la discrétion des professeurs-utilisateurs; en particulier, il est possible de concevoir une réception purement audiovisuelle dans laquelle, l'élève, pour toute interaction, se contenterait de demander le visionnage de telle ou telle autre séquence. On voit ainsi s'introduire la possibilité d'une exploitation de type "libre-service audiovisuel", ou documentation automatique multimédia, rejoignant ainsi la notion de "fichier audiovisuel" introduite au paragraphe 3.1.2.2.4 page 44.

Une telle conception est actuellement en voie de matérialisation à l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, où un fond documentaire sera constitué par l'enregistrement des cours magistraux importants, et par leur archivage dans SMC. Les élèves dans le cadre de "petites classes" ou d'actions individuelles pourront demander le visionnage de séquences répondant à leurs interrogations

4224 - L'AVENIR PEDAGOGIQUE DE SMC : Il apparait nettement aujourd'hui, qu'une exploitation de type "enseignement programmé", malgré la "multidimensionnalité" des messages, n'est pas viable, et ceci pour plusieurs raisons :

- inertie du corps professoral,
- recul devant la nouveauté, et le surcroit de travail demandé par l'analyse pré-informatique du cours, puis par son introduction dans le système,
- absence de contacts humains,
- (...).

Ainsi, il semble que seules trois applications pédagogiques se doivent de subsister :

1 - la production (*) : SMC peut s'insérer dans un contexte traditionnel, et participer à l'élaboration, à la mise à jour et à l'archivage des aides à l'enseignement (documents écrits, films, séquences audiovisuelles, diapositives,...),

2 - "le libre-service audiovisuel",

3 - l'assistance aux utilisateurs : en effet, SMC est un système suffisamment vaste et complexe pour que, malgré nos efforts, les utilisateurs (*) se sentent parfois perdus, nous avons donc "rédigé" un mode d'emploi programmé permettant d'obtenir, à l'aide d'une structure "crowderienne" (*), la syntaxe de telle commande à adresser au système d'exploitation, les principes de la MACHINE A DESSINER G3, une idée de l'architecture du système,...(ce "cours" contient actuellement environ 200 "items" et 600 relations d'ordre les ordonnant).

4.2.3 - LA CREATION ARTISTIQUE

LA DECORATION, LA PUBLICITE

Toute œuvre d'art est un message, et la communication qui s'établit entre l'artiste (peintre, musicien,..) et le spectateur est, et doit rester subjective, chargée de symbôles, et de connotations. Il n'est donc point question de parler de "problèmes de la communication artistique", malgré tout, il s'agit d'un domaine abordé par SMC en tant que nouvel outil de création. Le principe de conversationnalité (*), à maintes reprises énoncé, conserve ici toute sa valeur. Ne cherchant pas à développer une théorie des processus émotionnels, imaginatifs, qui sont à l'origine d'une œuvre (ainsi que de toute création ou découverte), nous nous bornerons à une illustration informelle et iconographique des possibilités de SMC (la musique, plus délicate à "visualiser" ici, ne sera pas abordée, bien qu'existant à l'état de recherche, voir le paragraphe 3.2.4.2.6 page 141).

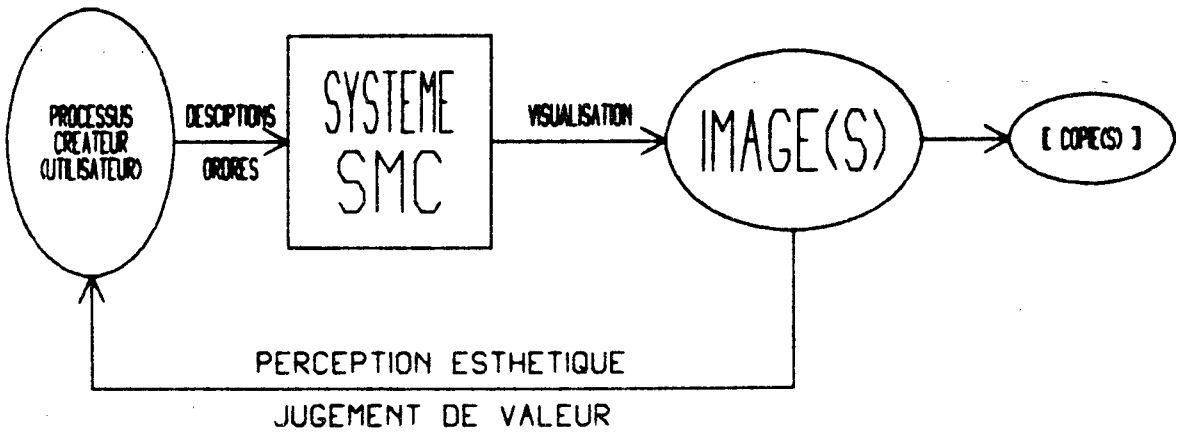
4231 - "CENT FOIS SUR LE CLAVIER REMETTEZ VOTRE IMAGE"

La chose créée vient de l'utilisateur, le système n'étant qu'un intermédiaire de projection d'une idée dans le domaine du "visuel", au même titre que le crayon d'un graphiste. L'artiste formule, à l'aide des outils décrits précédemment (voir les paragraphes 323 et 324 aux pages 100 et 121) et à l'exclusion de toute méthode aléatoire, un "objet" de base qui, par remise en cause permanente, suivant des critères esthétiques (ou autres), sera transformé, modifié, remodelé,... Cette "itération" ne s'arrête que lorsque le résultat obtenu coincide avec les canons artistiques de l'utilisateur (ou bien par lassitude !)

SMC apporte donc deux éléments nouveaux dans le domaine de la créativité :

- la rapidité d'exécution et l'allégement des contraintes matérielles,
- la possibilité de reproduire avec ou sans modification toute image déjà visualisée.

Ainsi, une boucle de rétroaction par jugement de valeur, existant à l'état latent dans l'art classique, vient s'intégrer au processus de la création : l'œuvre produite sera rejetée purement et simplement tant qu'elle ne satisfera pas l'œil et l'esprit :



4232 - LA SYSTEMATISATION ET L'AUTOMATISATION :

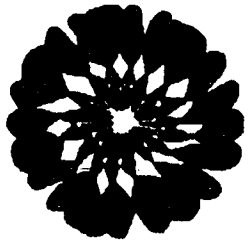
A l'aide de mécanismes déjà évoqués (voir par exemple la télévision "numérique" au paragraphe 3.2.4.2 page 133), il est possible d'étendre le champ des expériences en entreprenant des études combinatoires et exhaustives. Ainsi, on pourra soumettre une œuvre obtenue par la "procédure récurrente" du paragraphe précédent, à une suite itérative de transformations automatiques : par exemple, un motif de fleur sera superposé à lui-même suivant diverses directions du plan, et un respectant les nœuds d'un réseau pré-défini.
(on examinera avec profit les illustrations des pages suivantes)

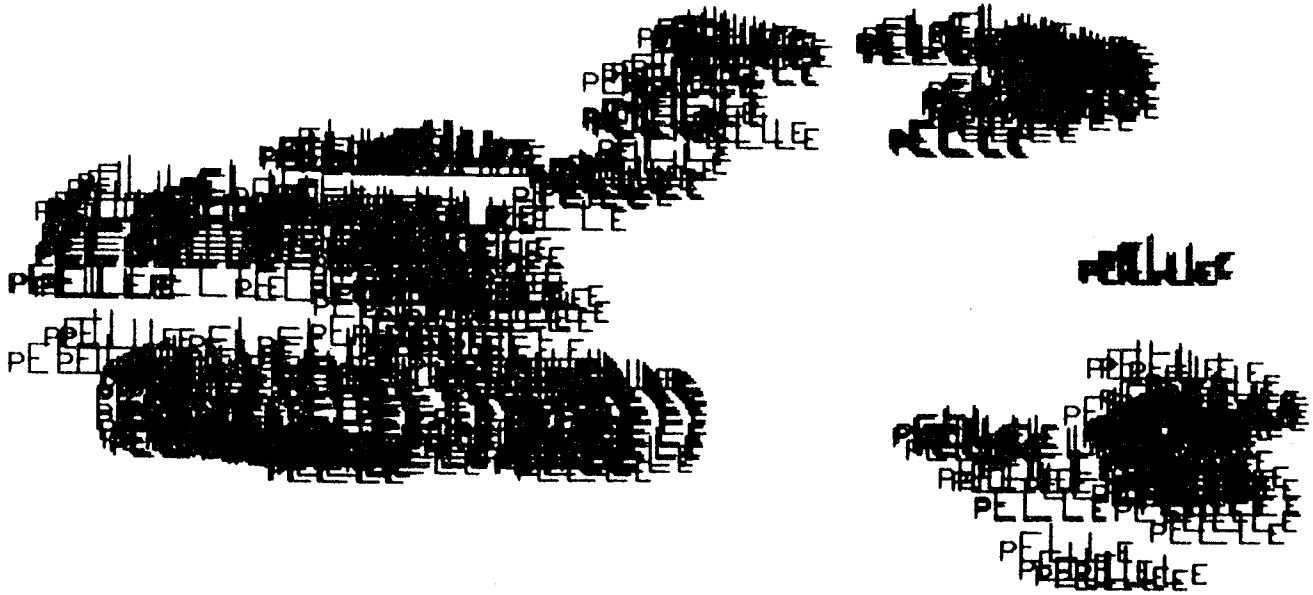
4.2.3.3 - DES APPLICATIONS PRATIQUES ET REELLES :

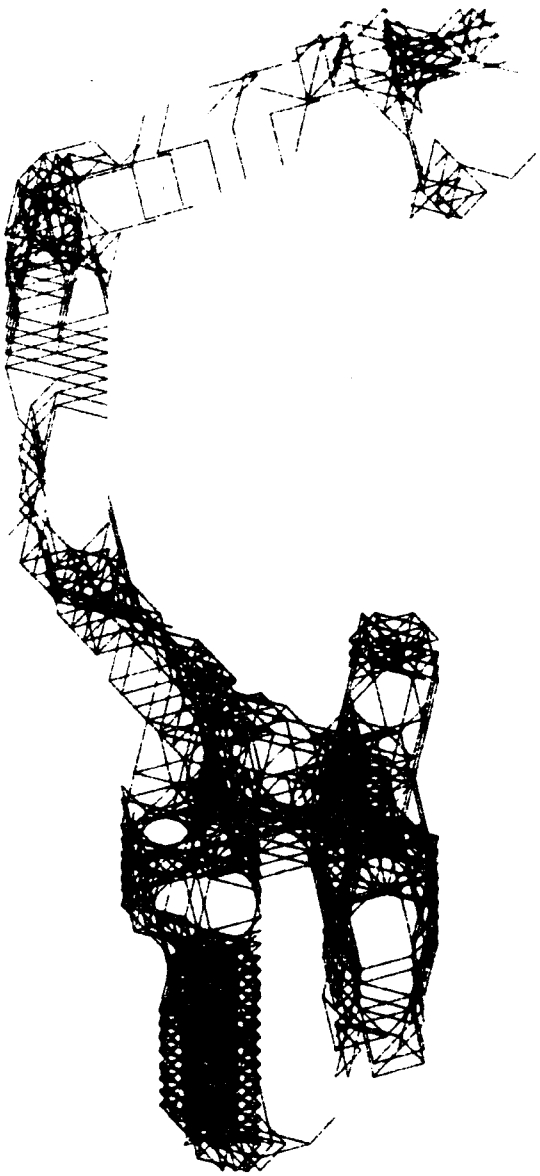
1 - De nombreux domaines commerciaux demandent un renouvellement fréquent des formes et des couleurs proposées à la clientèle; c'est le cas du "papier peint", du "tissu", de la "tapisserie", de la "carte postale", du "poster",..., et d'une manière générale de tout ce qui possède un caractère décoratif. SMC permet d'obtenir, à partir d'une ou plusieurs formes de base (par exemple, la fleur précédente), des centaines, voire des milliers, de versions ou de combinaisons différentes, mais éventuellement apparentées (donc dans un style et un genre donné); il introduit un degré de varieté supplémentaire et autorise la personnalisation des résultats. On imagine ainsi aisément la production de cartes de vœux à la demande ! Déjà, SMC a participé à la réalisation de plusieurs spectacles audiovisuels, ainsi qu'à l'étude de maquettes de tissus imprimés et à la décoration de catalogues

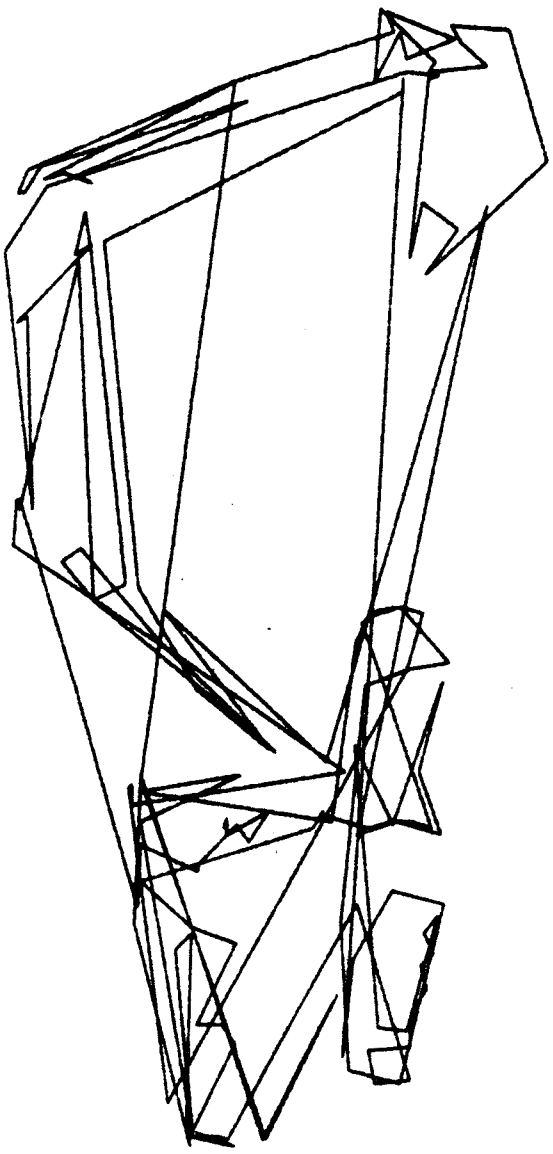
2 - Le maquettisme publicitaire repose en général sur la mise en valeur de la forme de l'objet à promouvoir. La méthode proposée au paragraphe 4.2.3.2 page 169 pourra donc s'appliquer ici, et permettre ainsi l'obtention de centaines de maquettes différentes (par les couleurs, les transformations appliquées,...), parmi lesquelles il suffira de choisir (par exemple, à l'aide d'une population-test) celles qui conviennent le mieux suivant le but recherché et le canal (*) utilisé. On notera à ce propos, la rapidité avec laquelle ce travail s'accomplit sous SMC ; ainsi, lors d'une récente collaboration avec une agence de publicité, 200 diapositives couleurs, illustrant six thèmes imposés, furent produites avec un égal succès en moins de vingt-quatre heures, la méthode alors utilisée, fut simple et efficace : elle consista à introduire dans le système des images thématiques, puis à les transformer, les combiner,..., en formes et en couleurs...

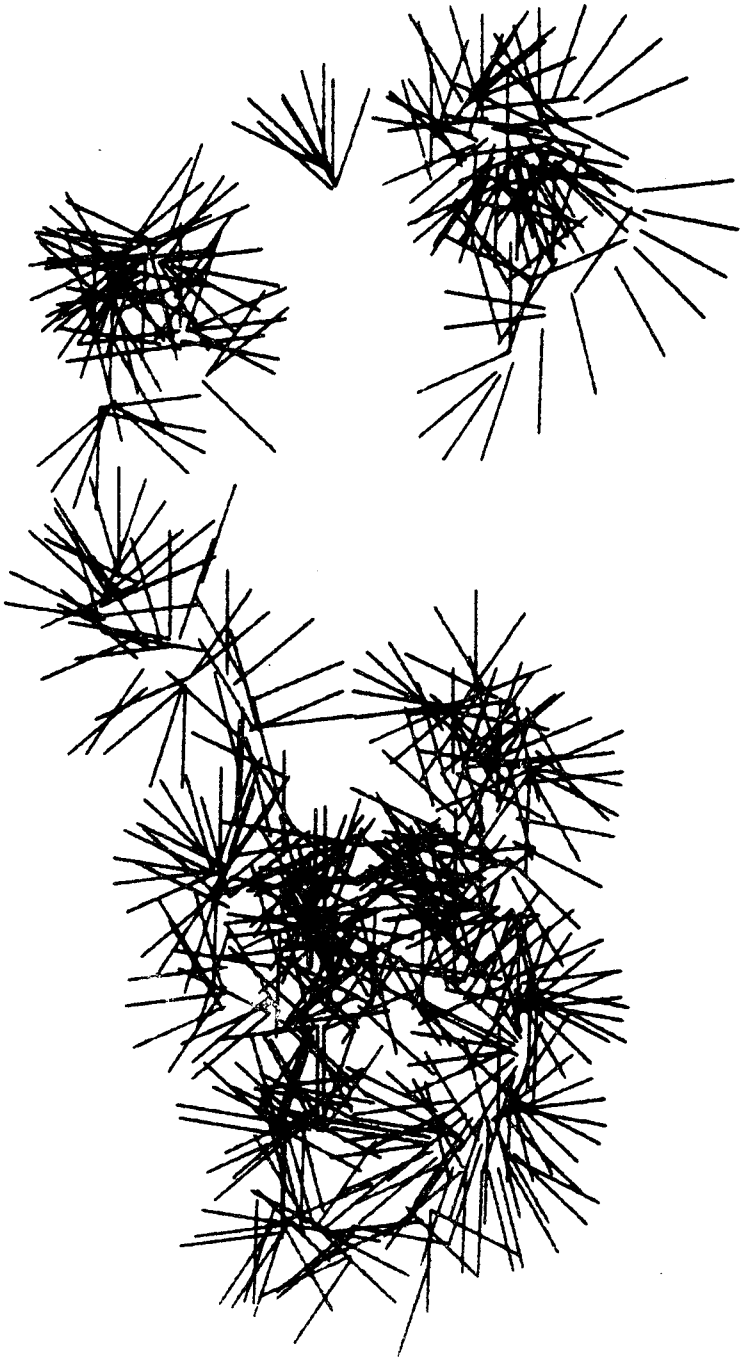
VISIONS D'UNE PELLE MÉCANIQUE

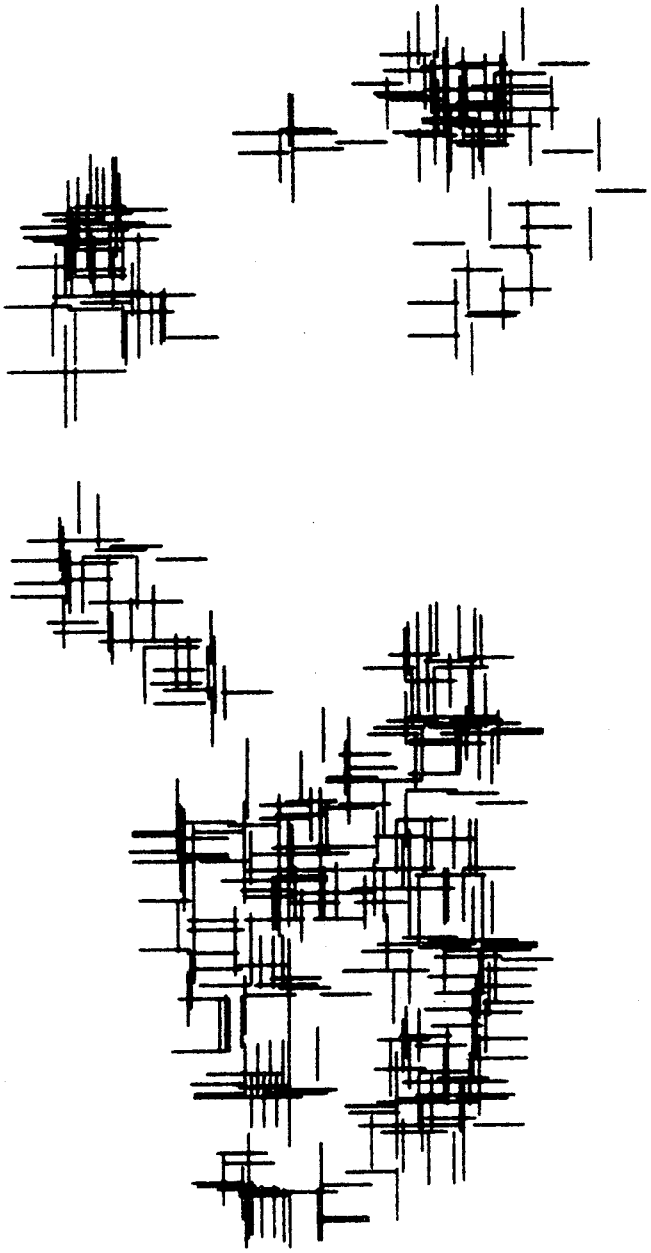


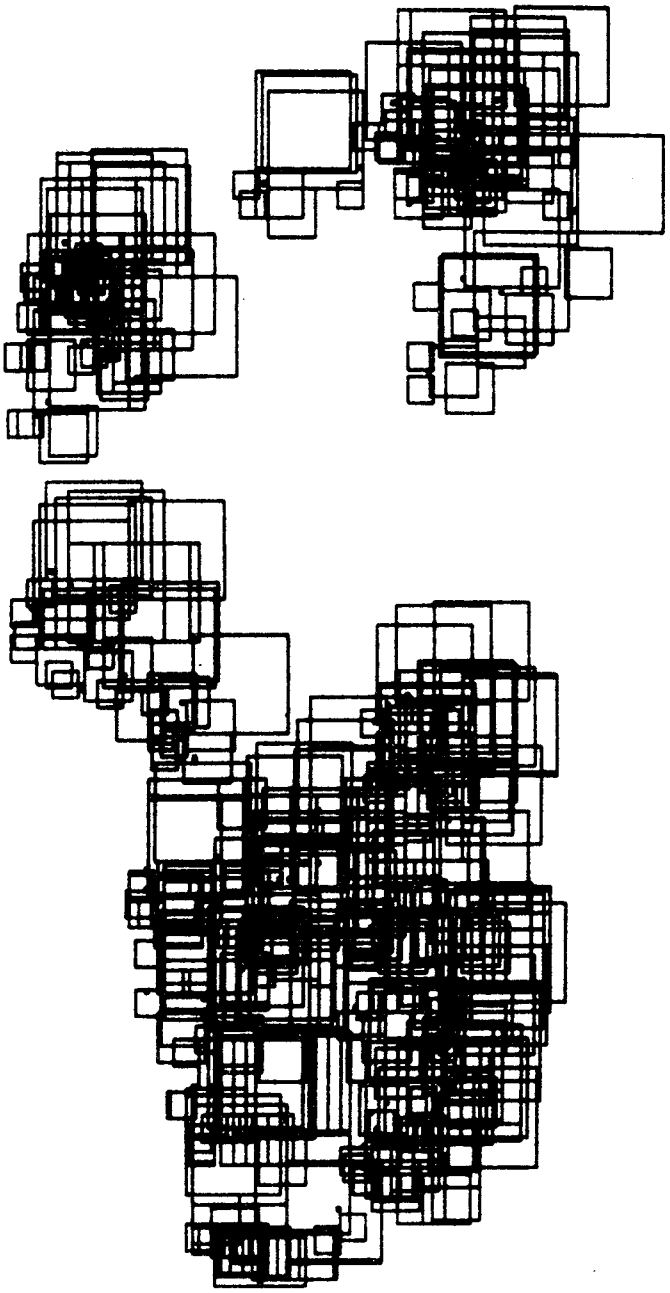


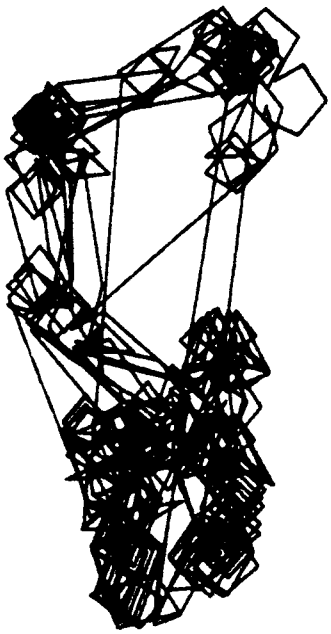


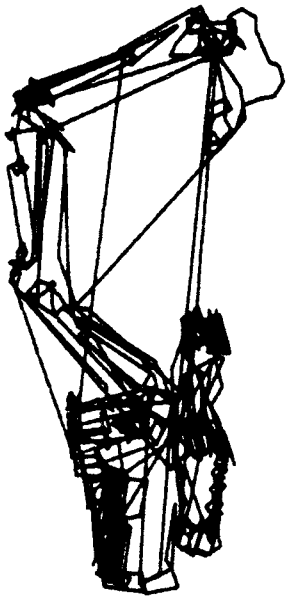


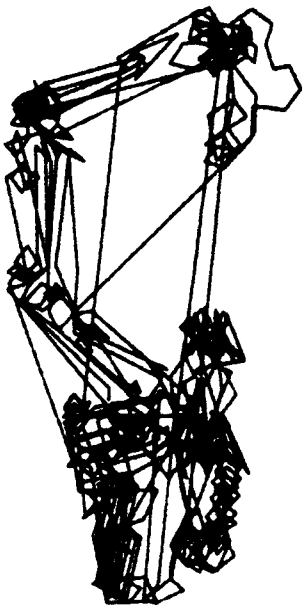


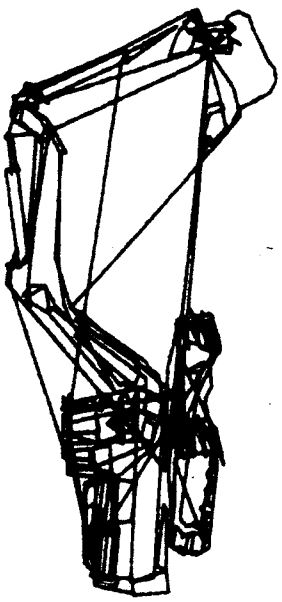




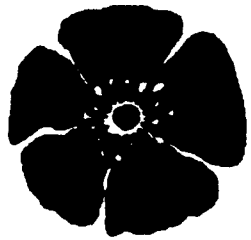


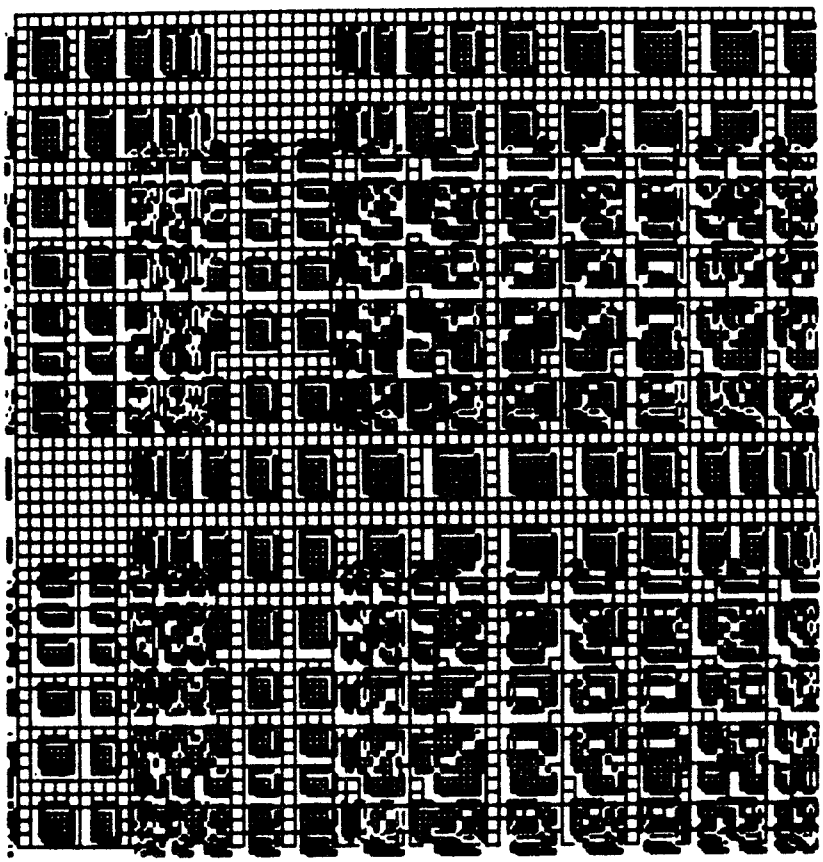


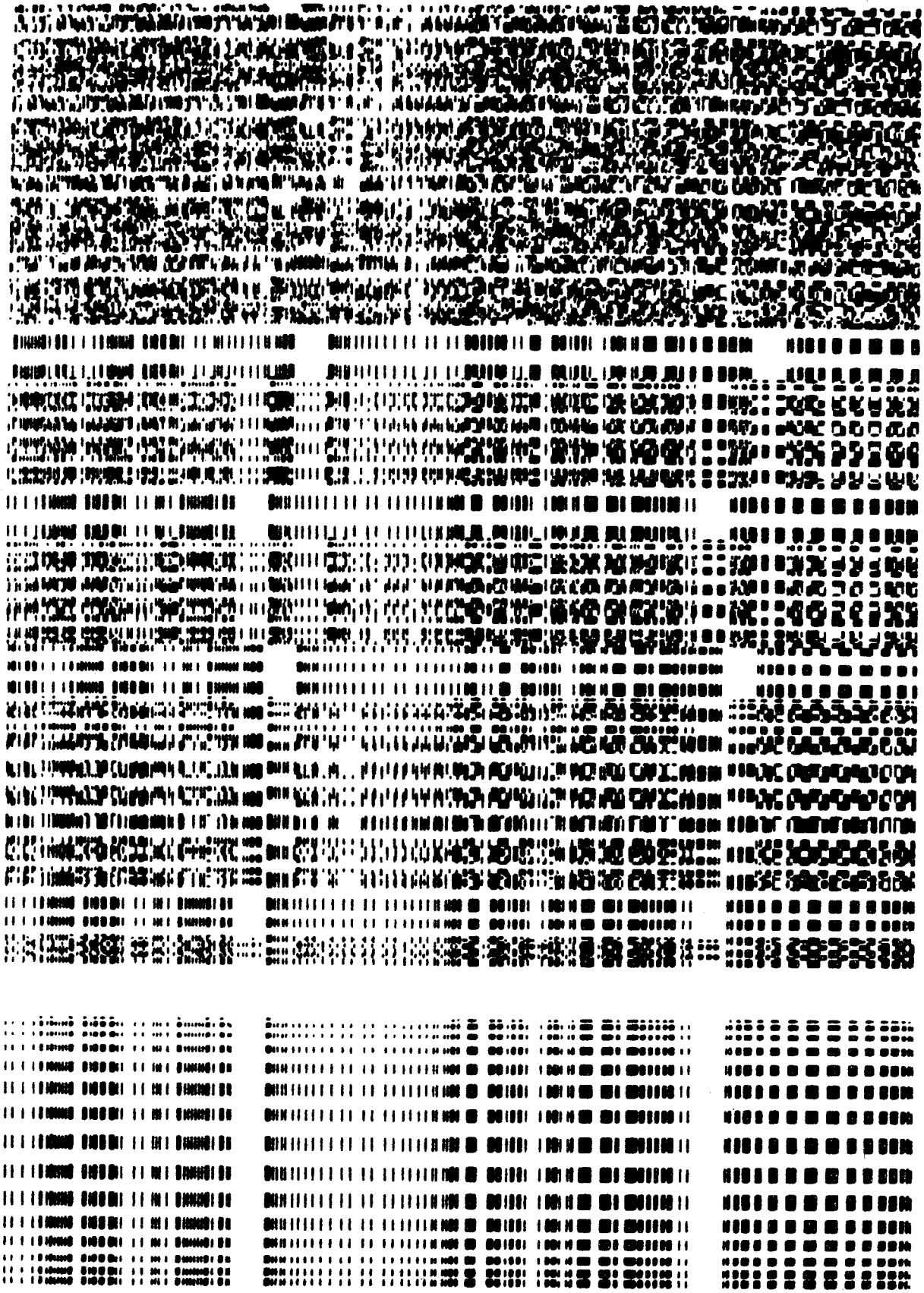


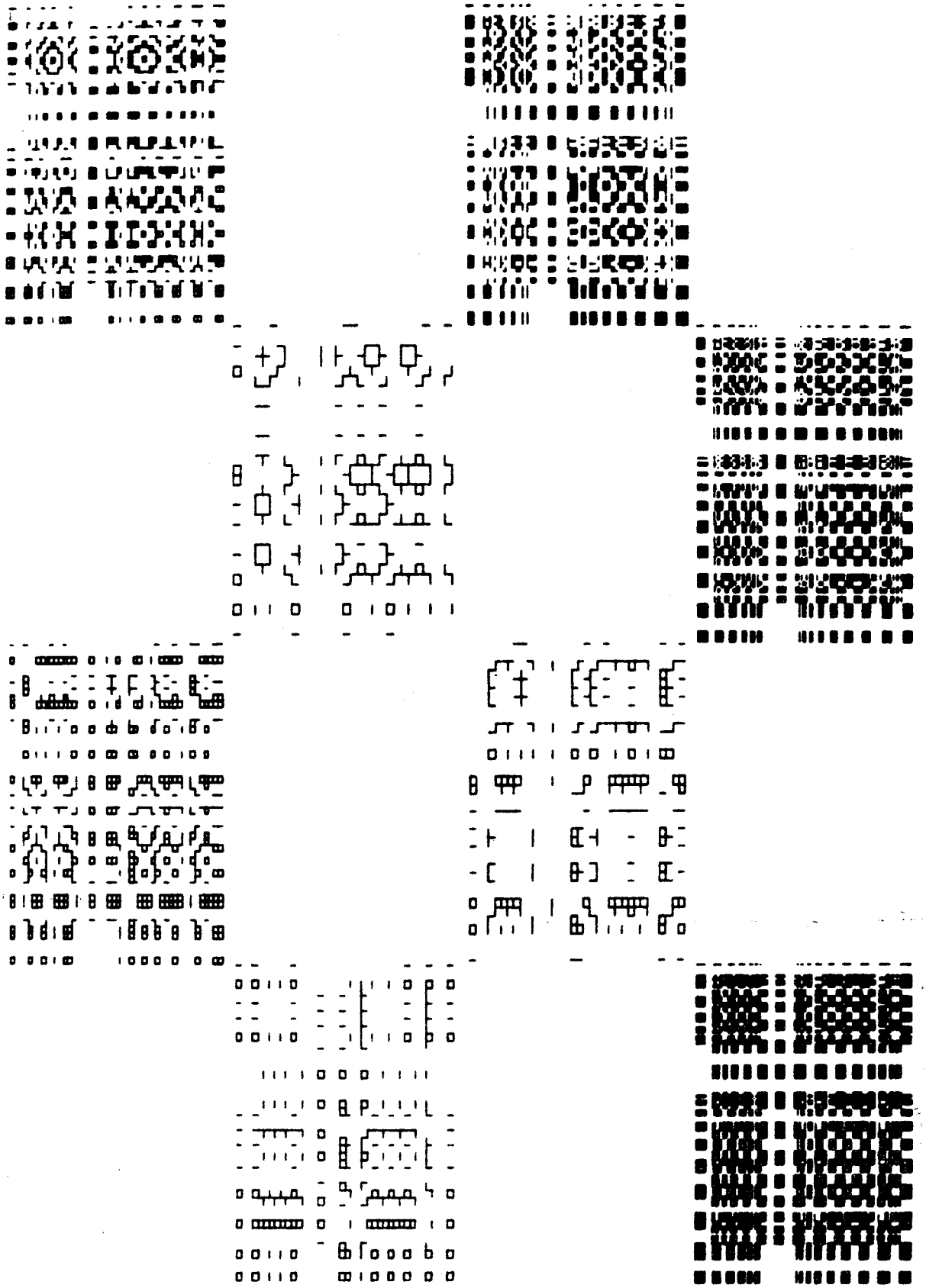


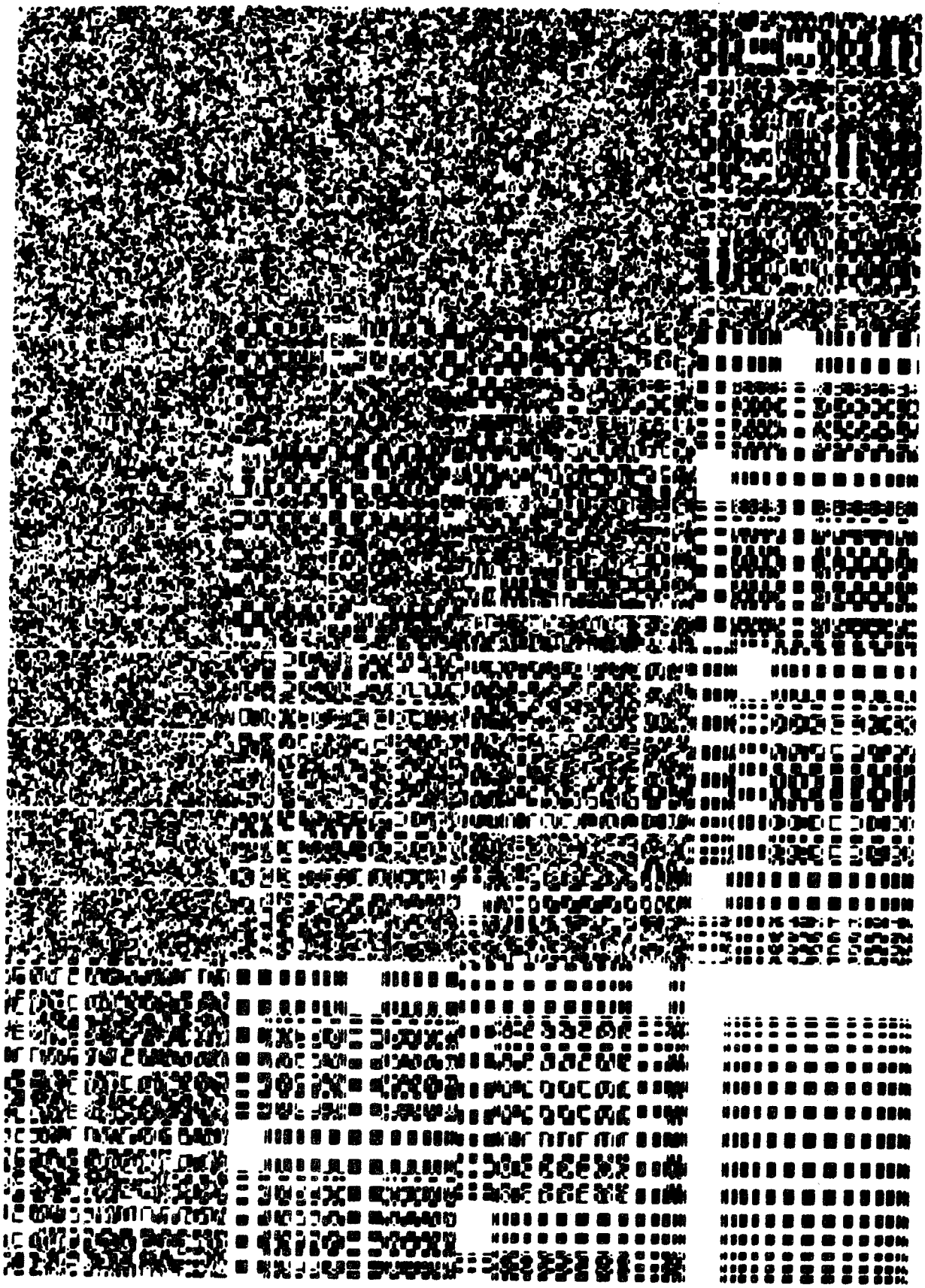
RECHERCHES COMBINATOIRES

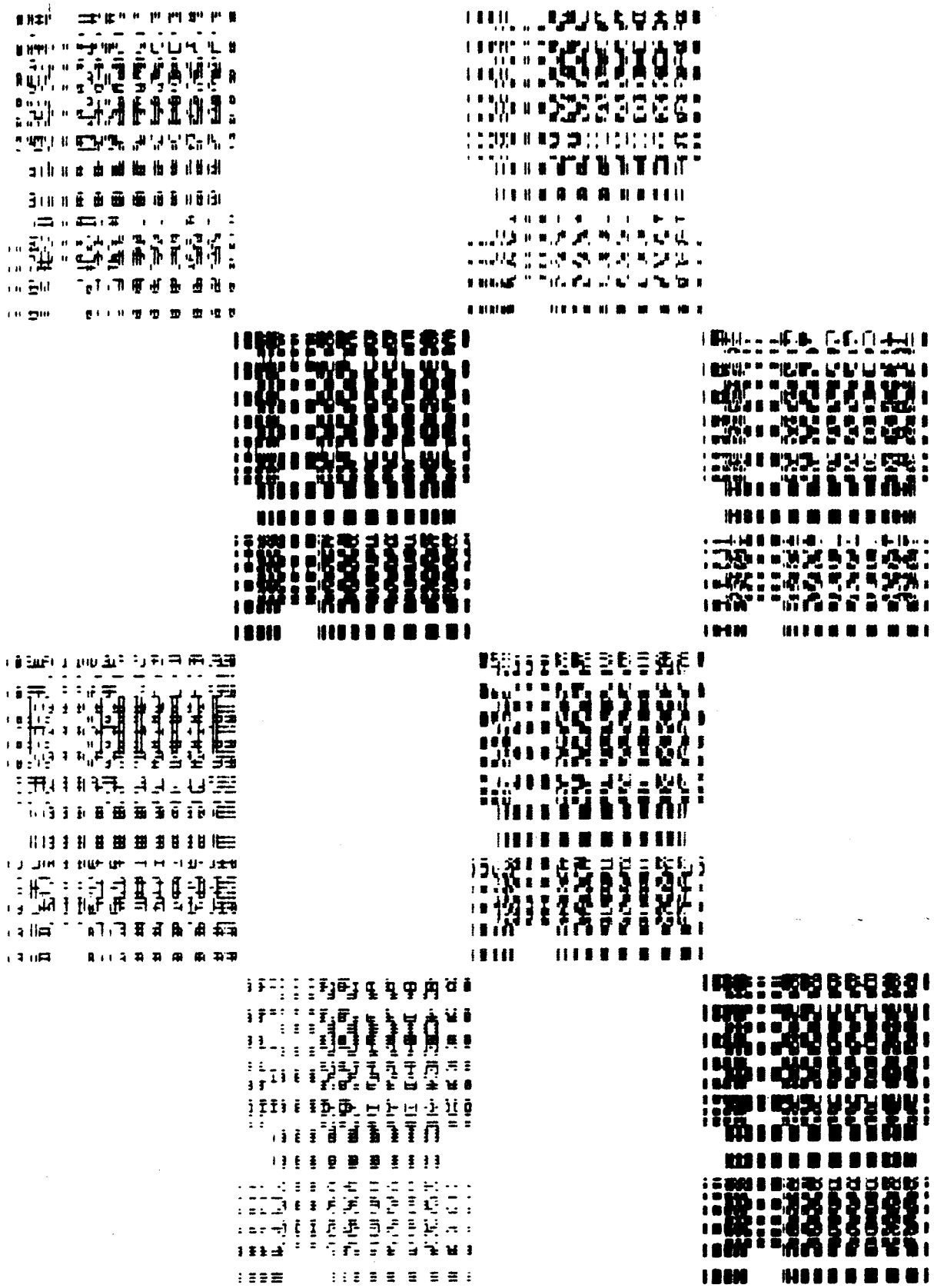


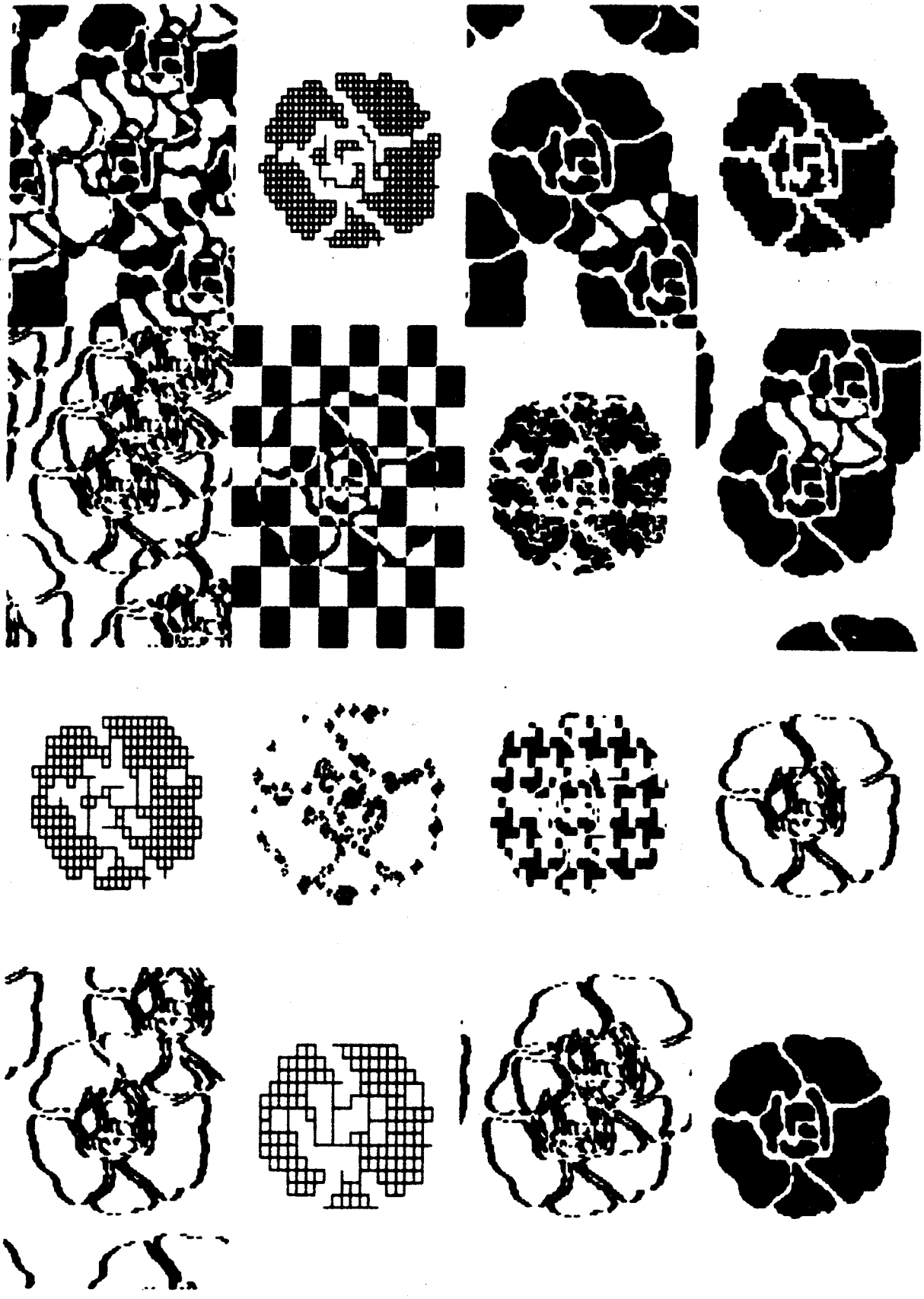


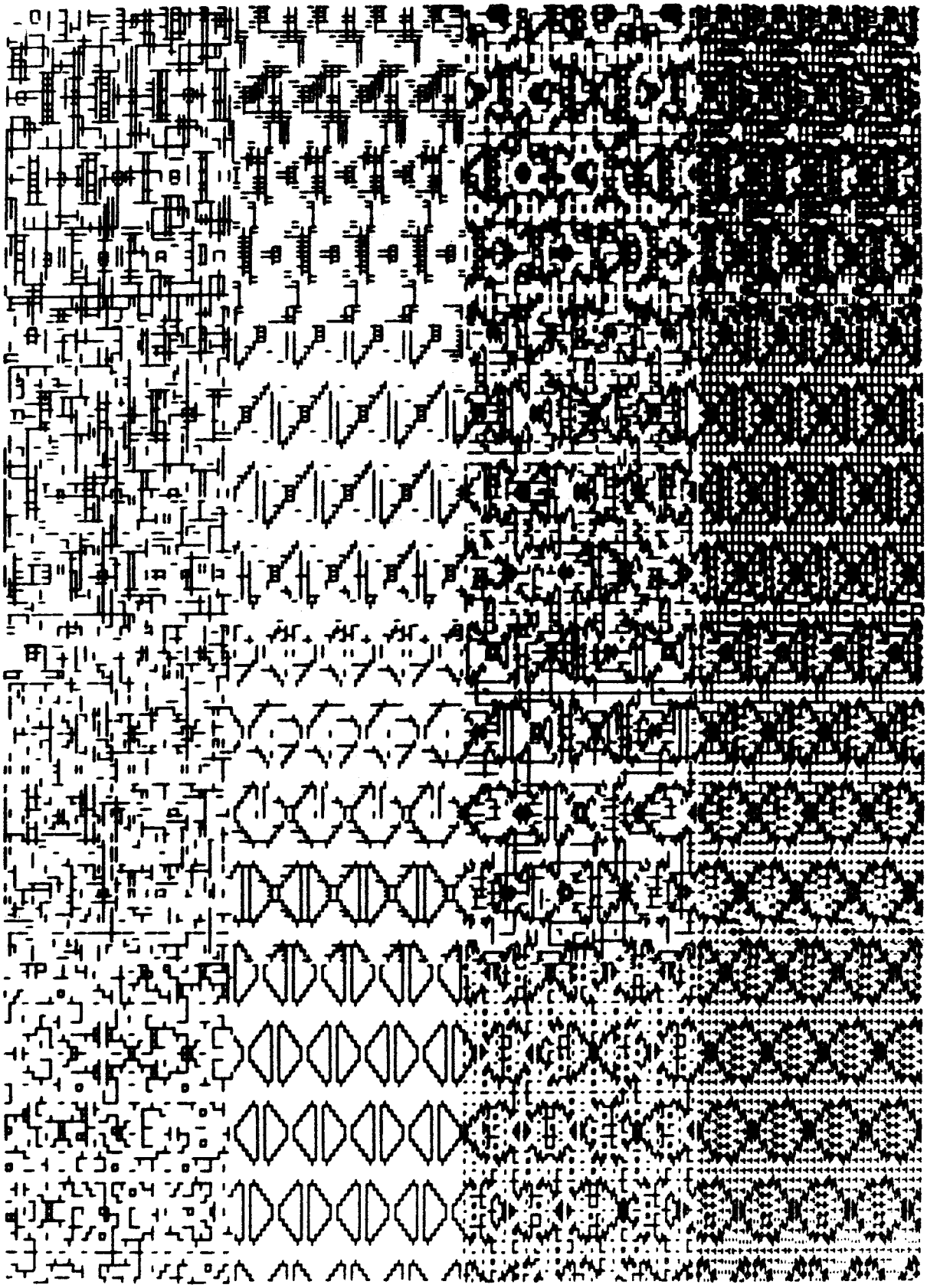


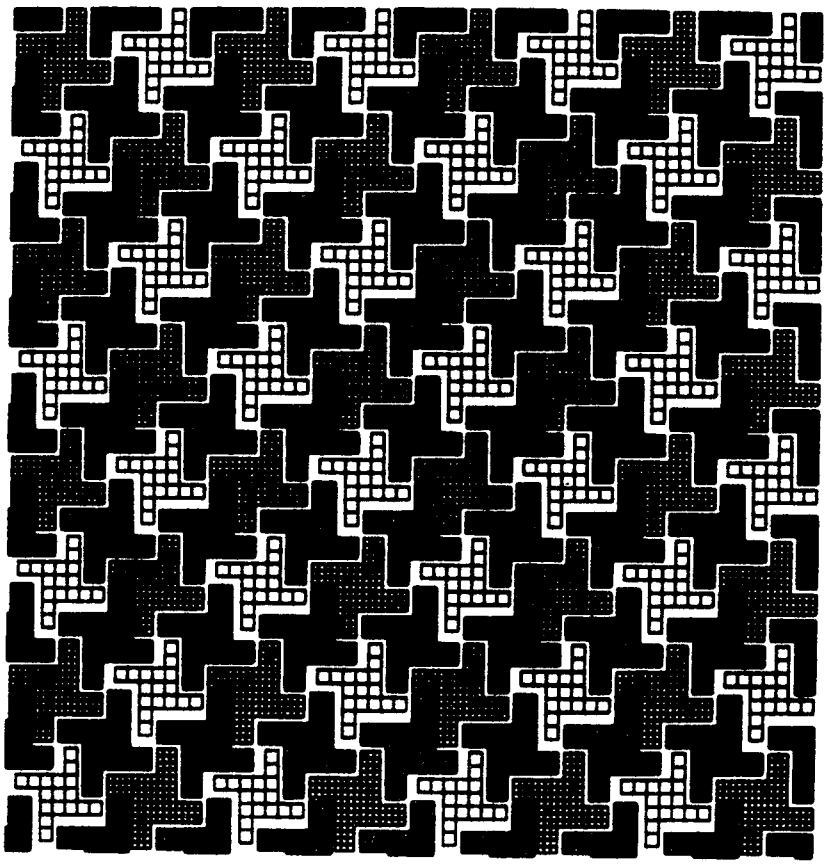


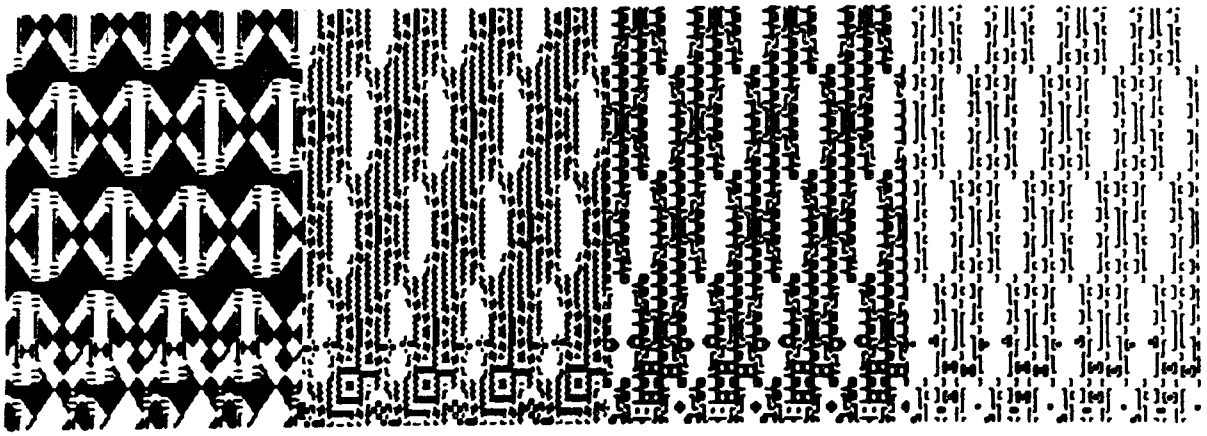


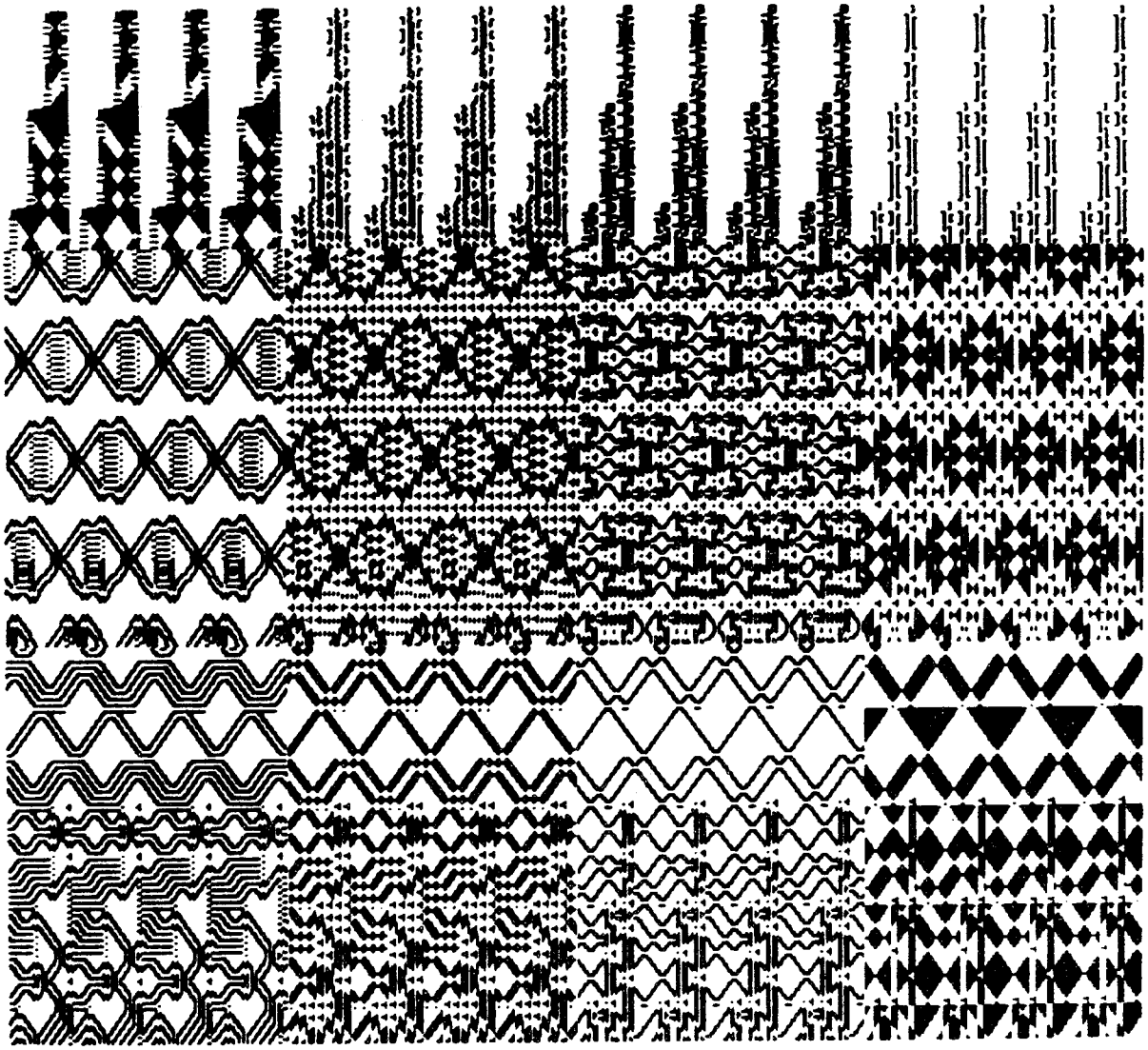


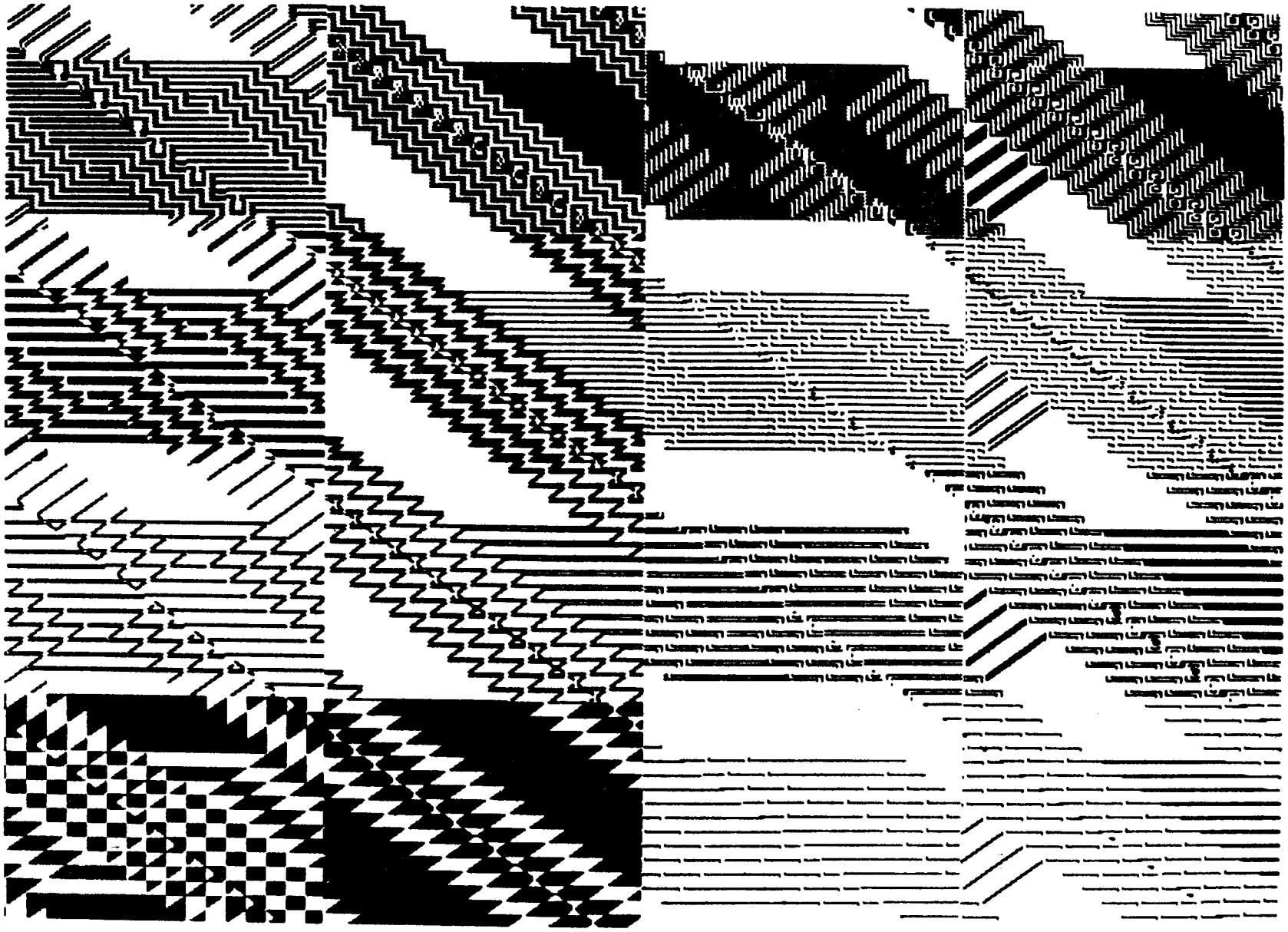


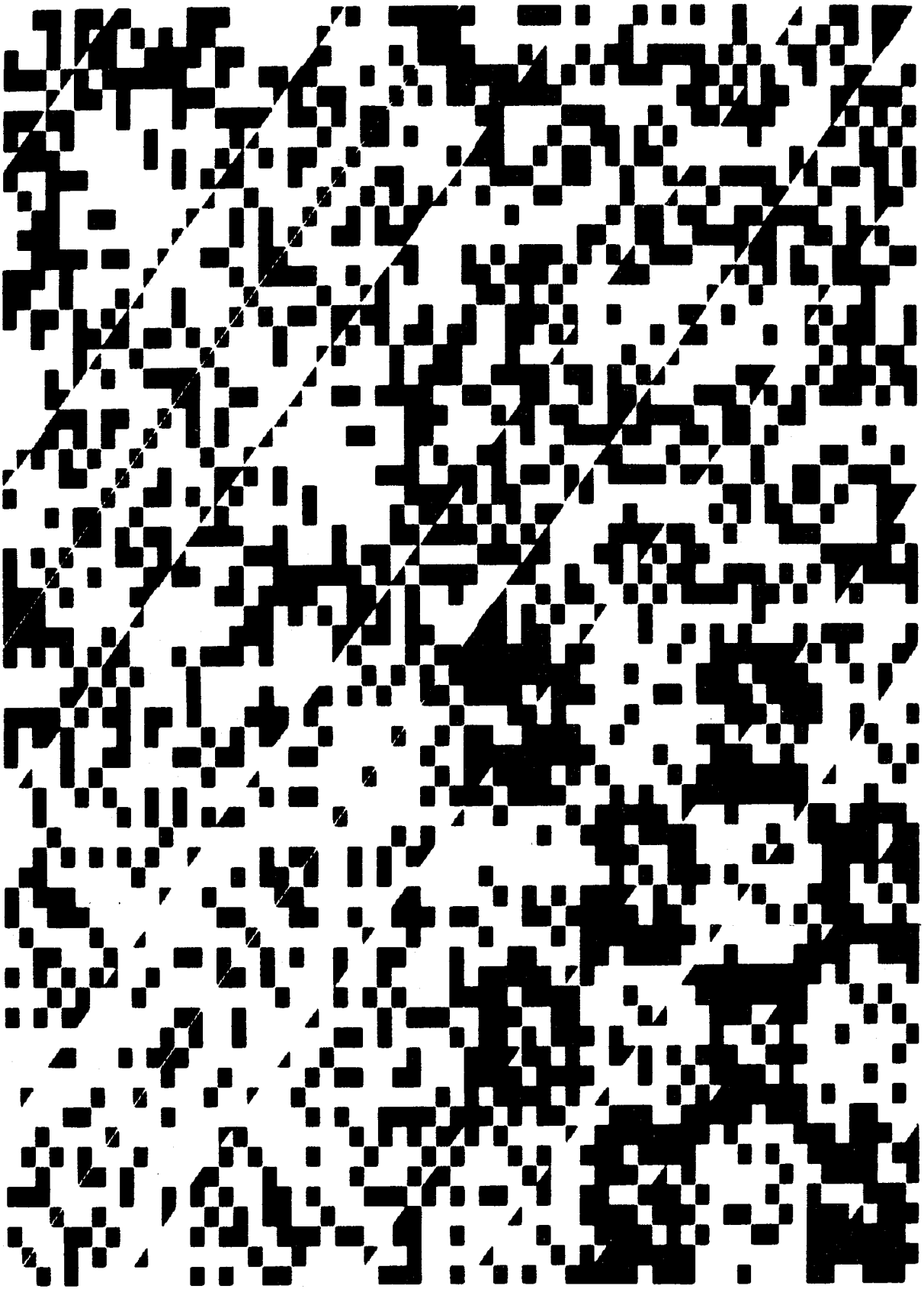


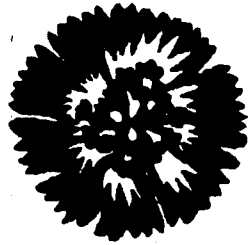




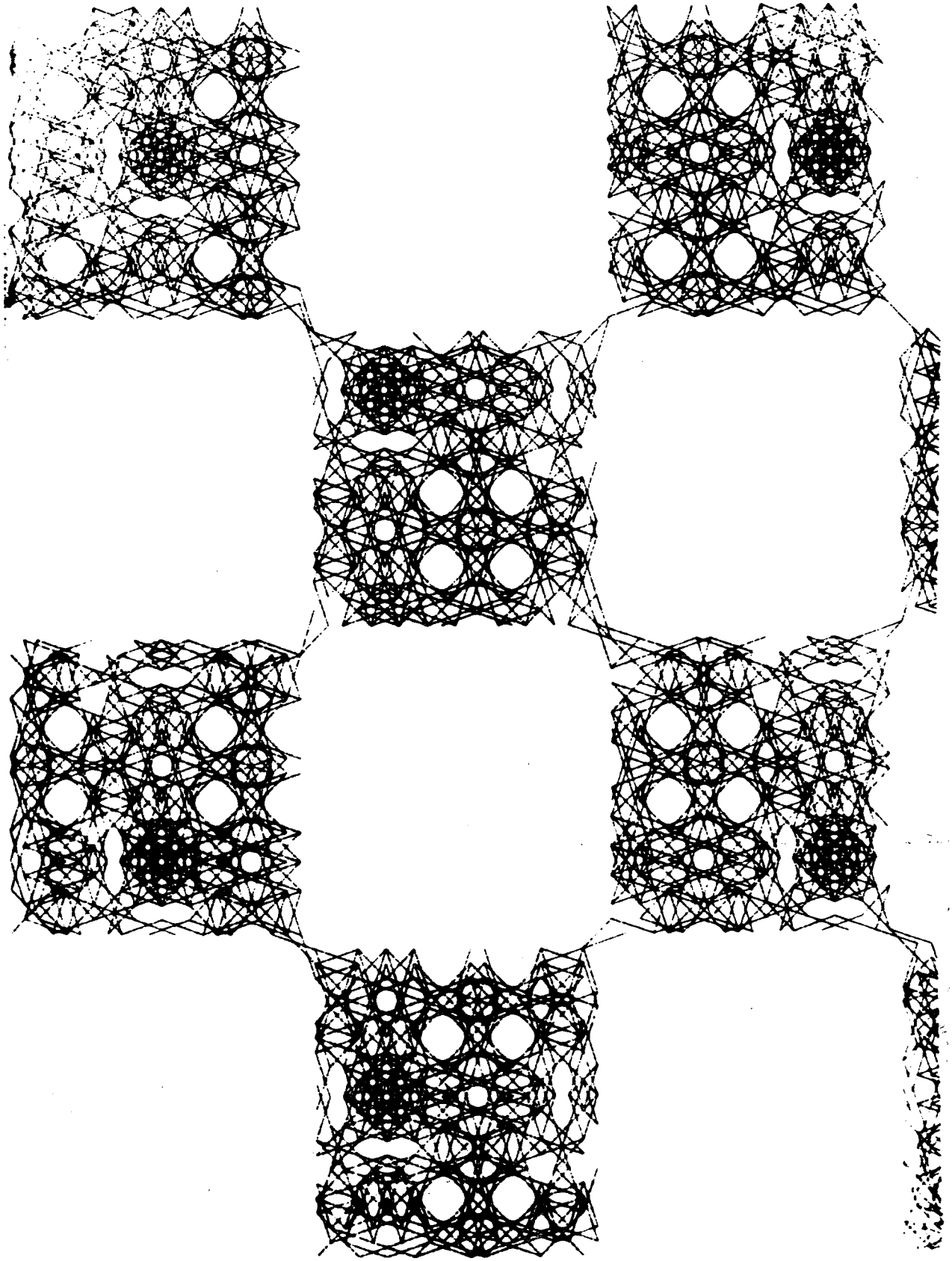


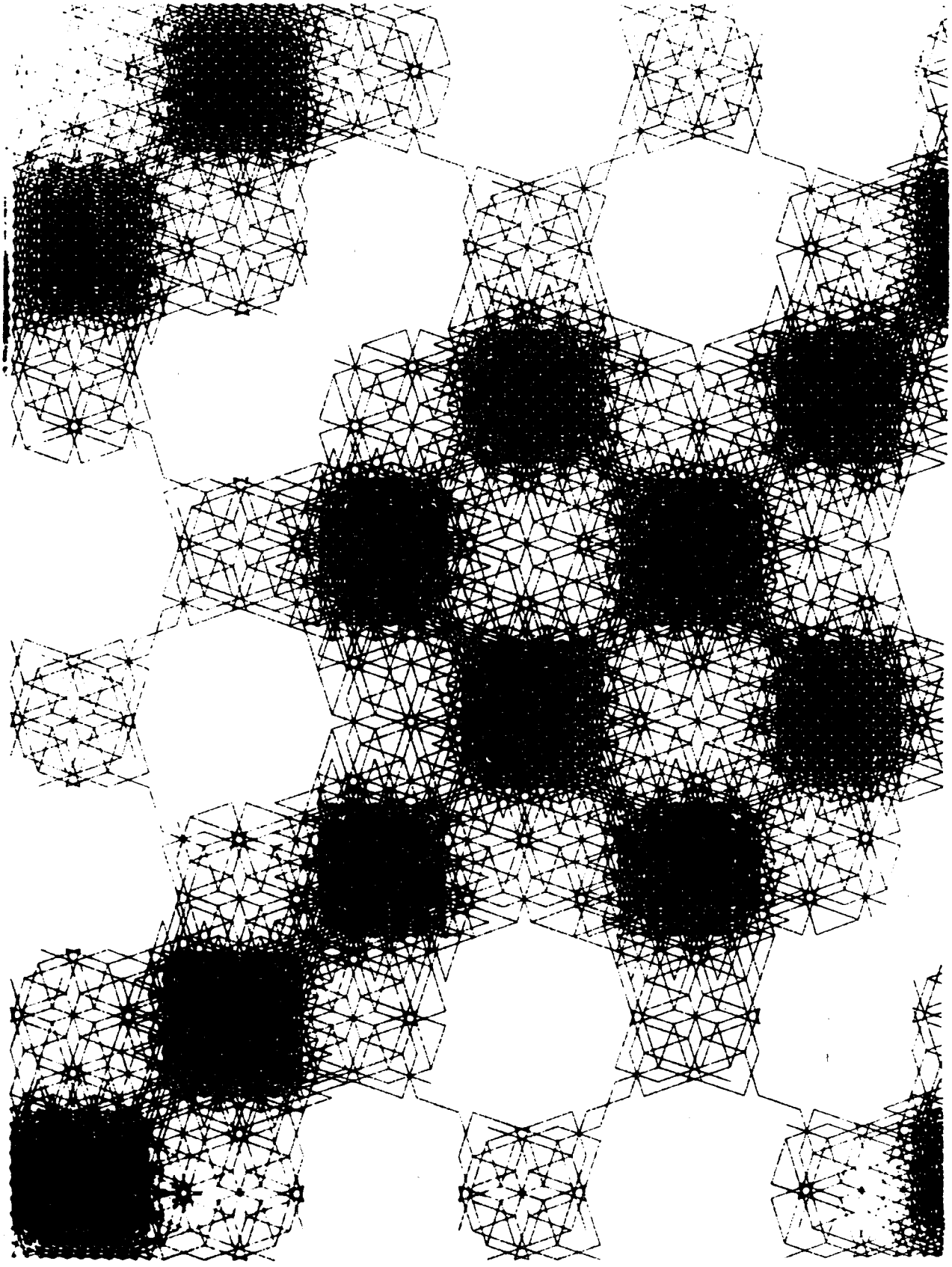


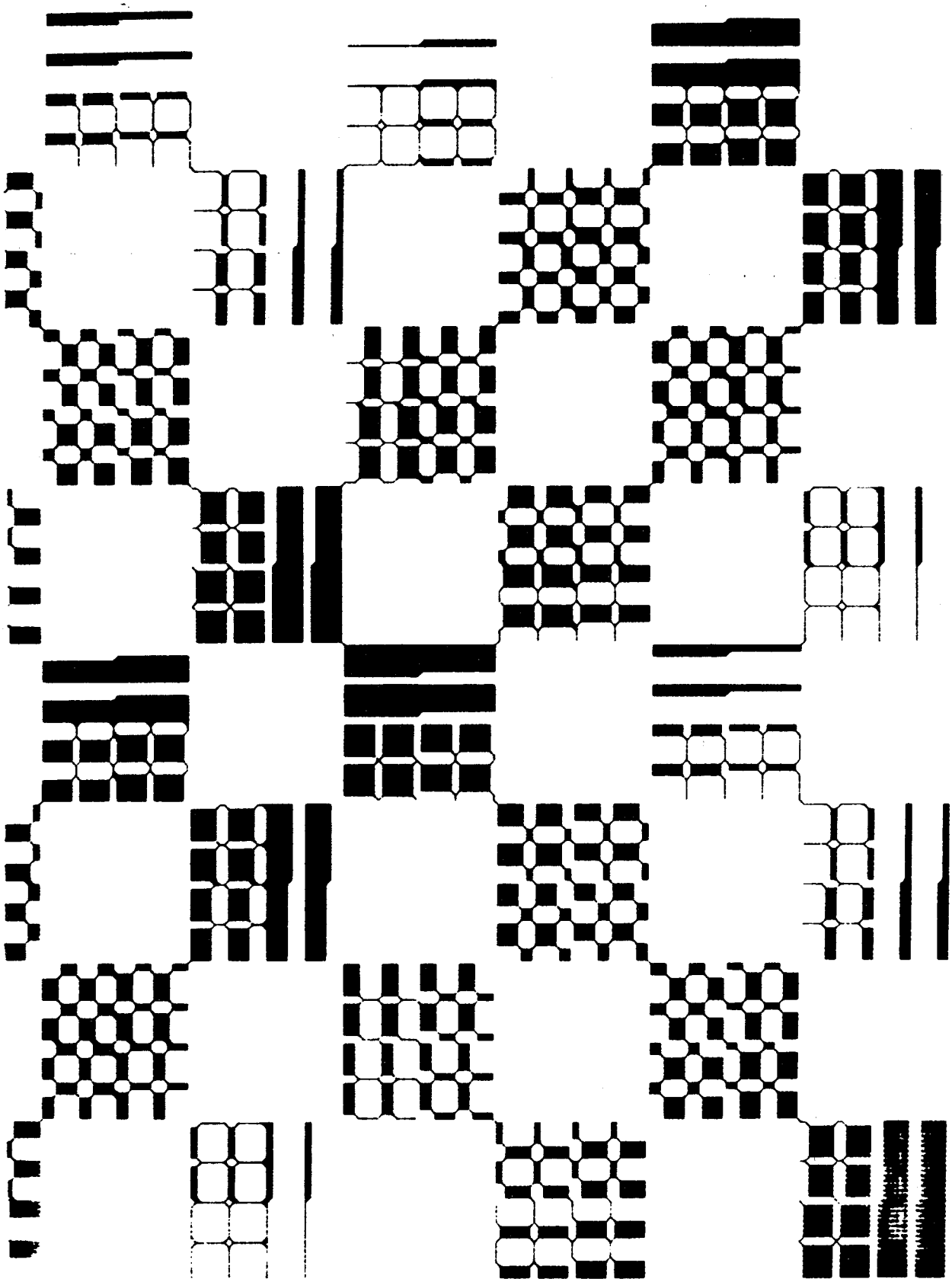


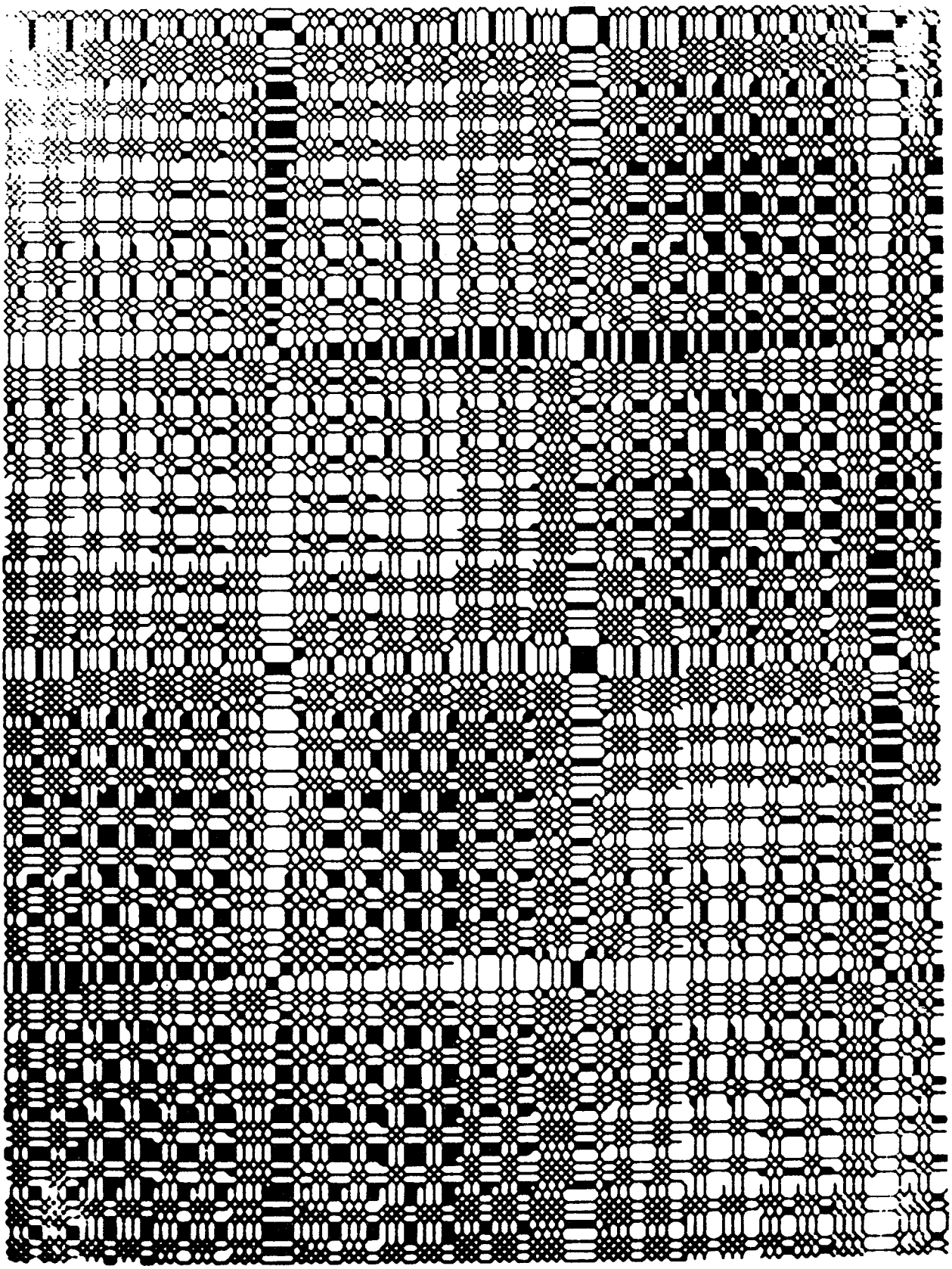


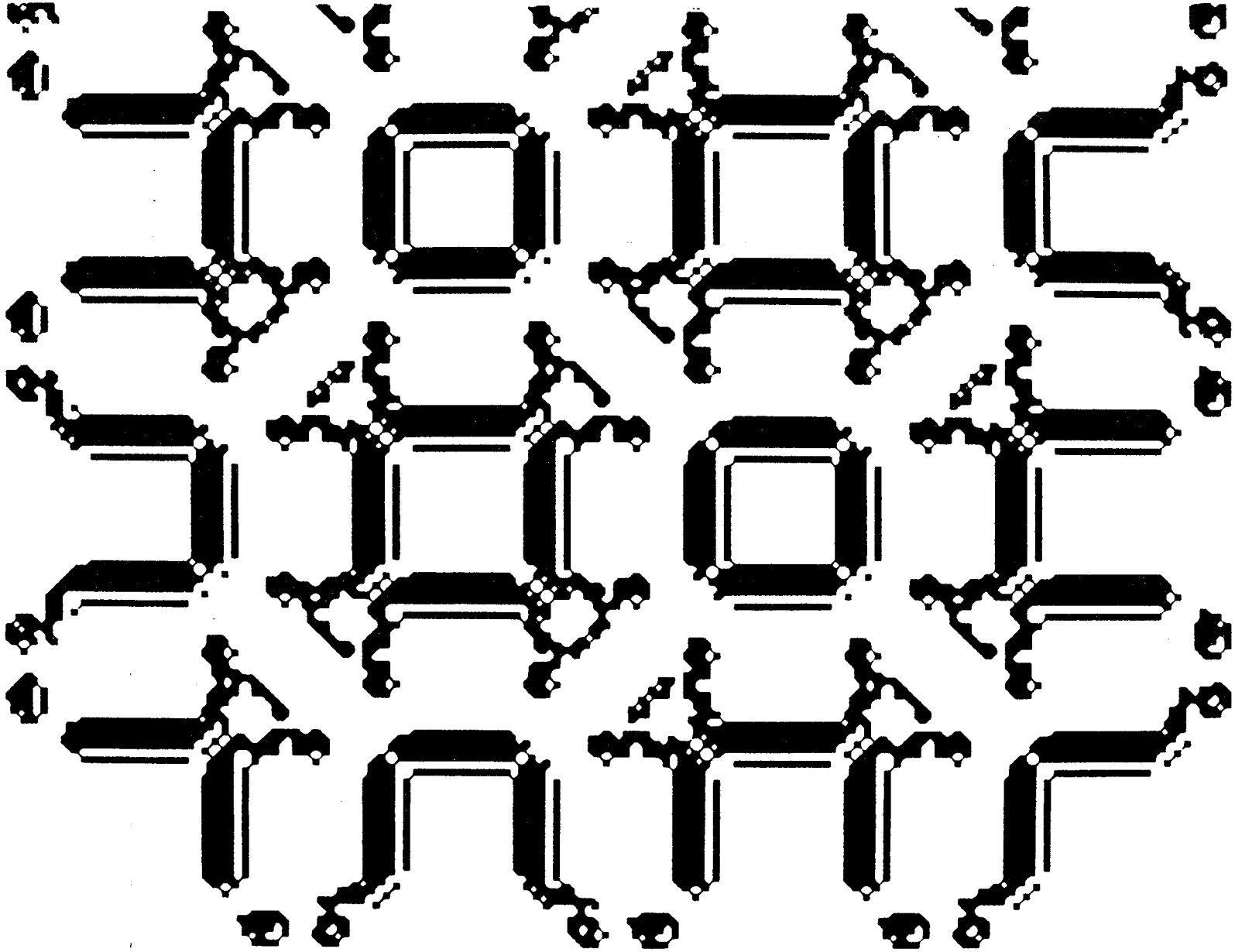
STRUCTURES

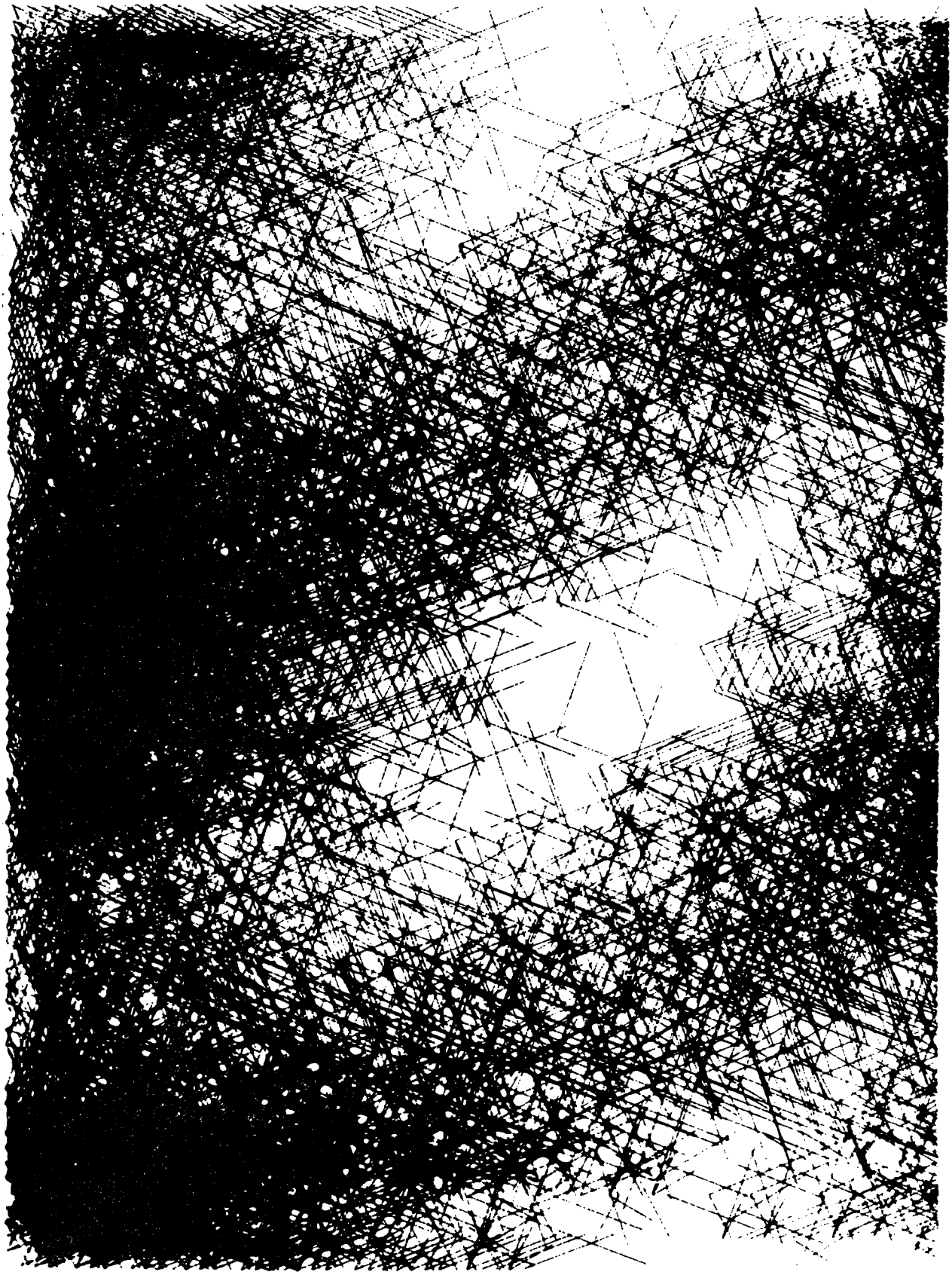


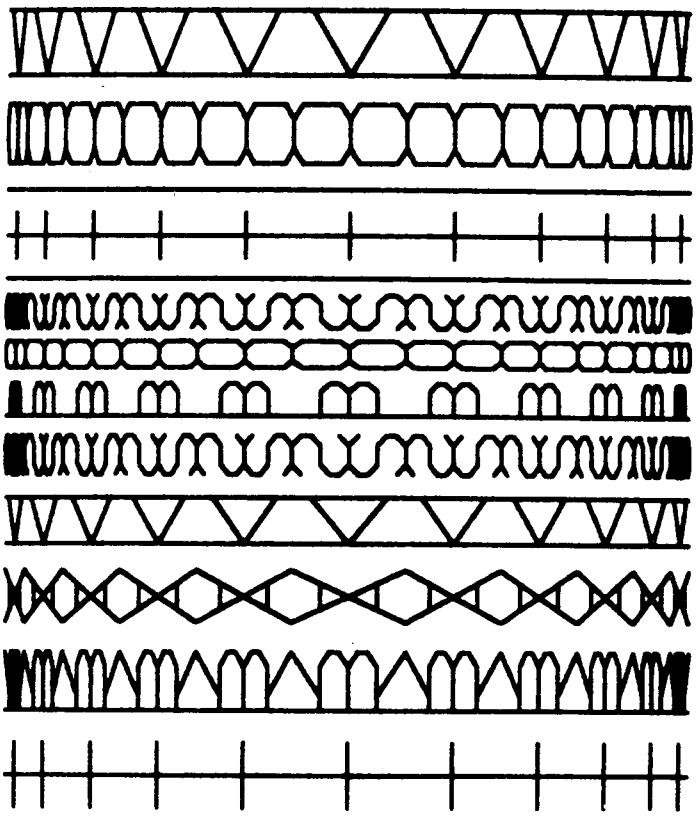


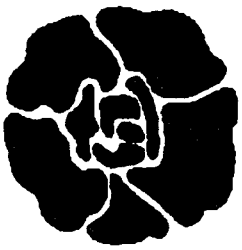


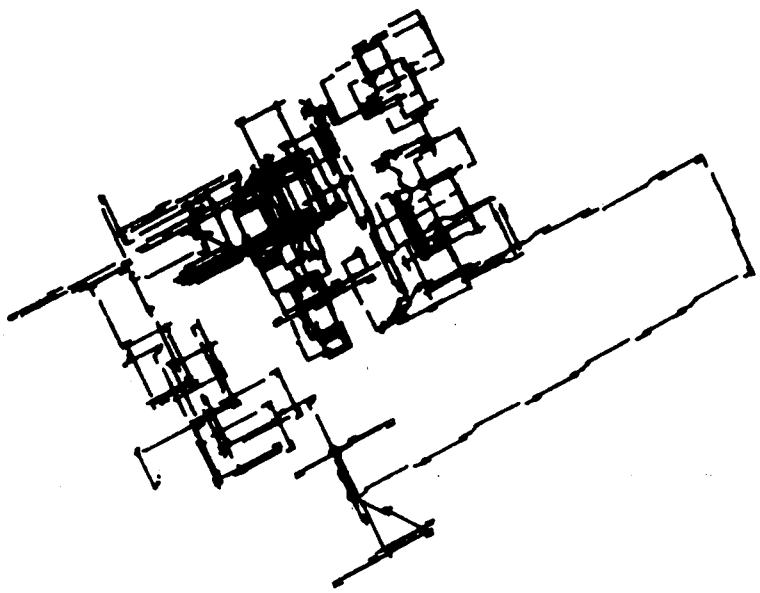


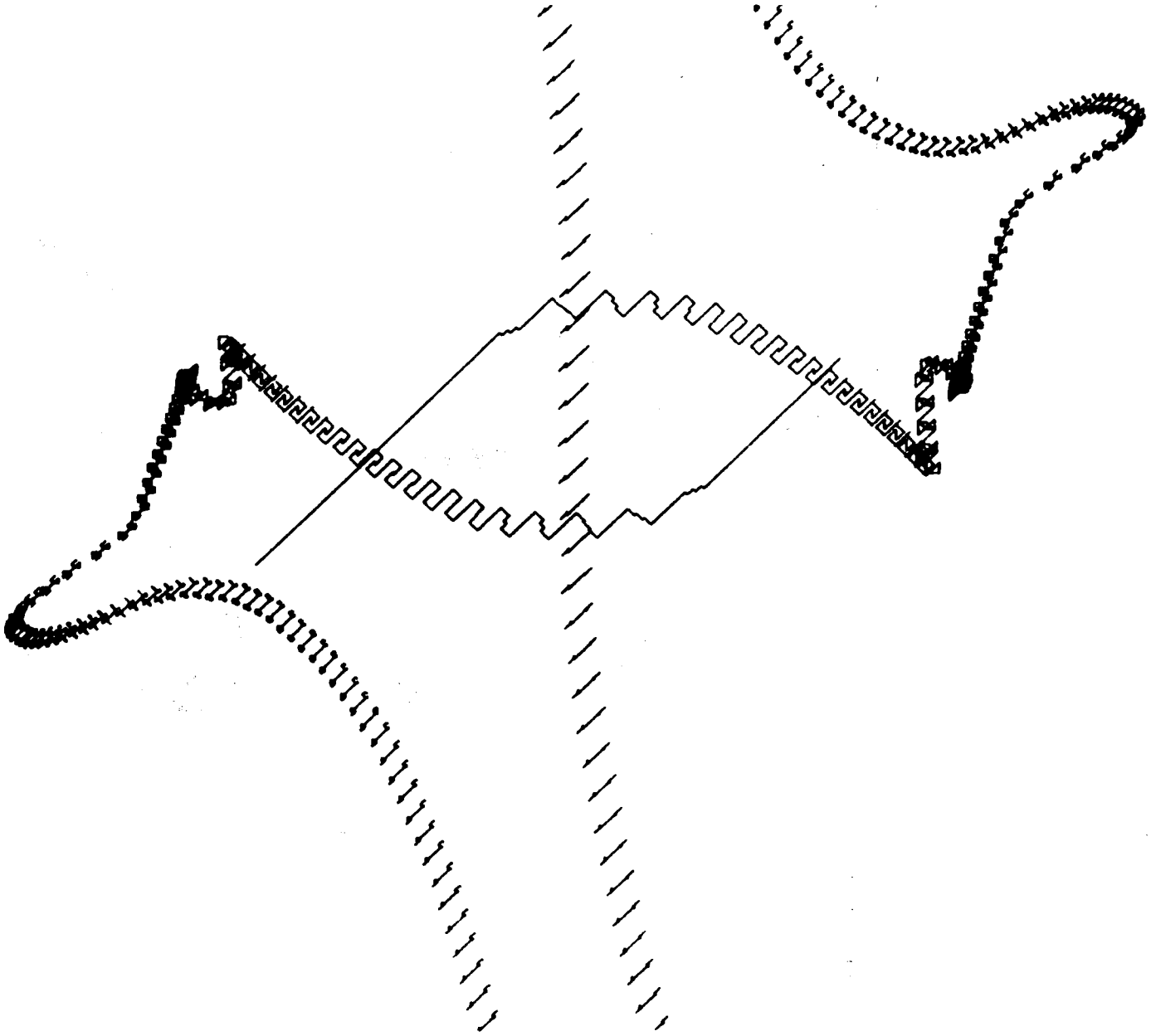


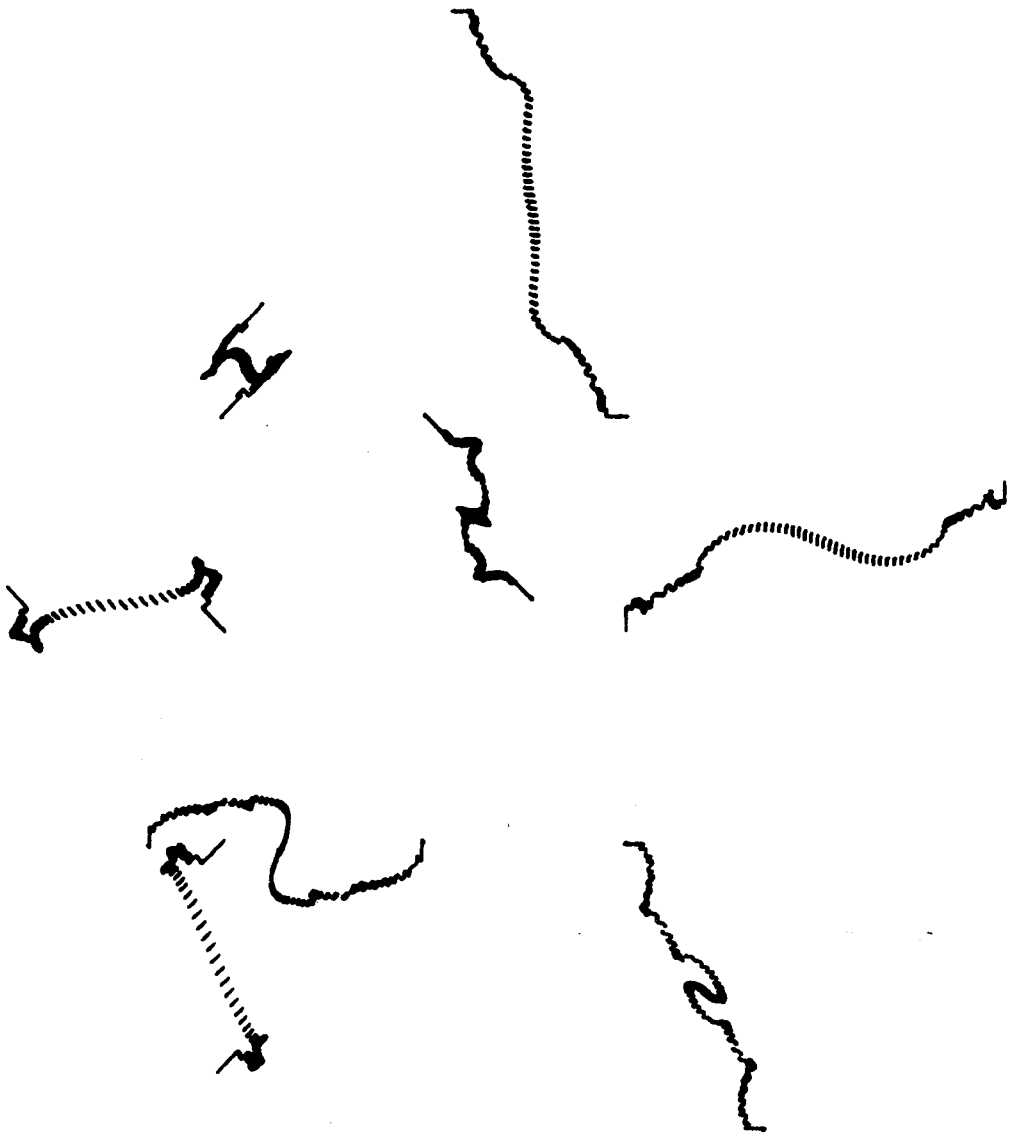


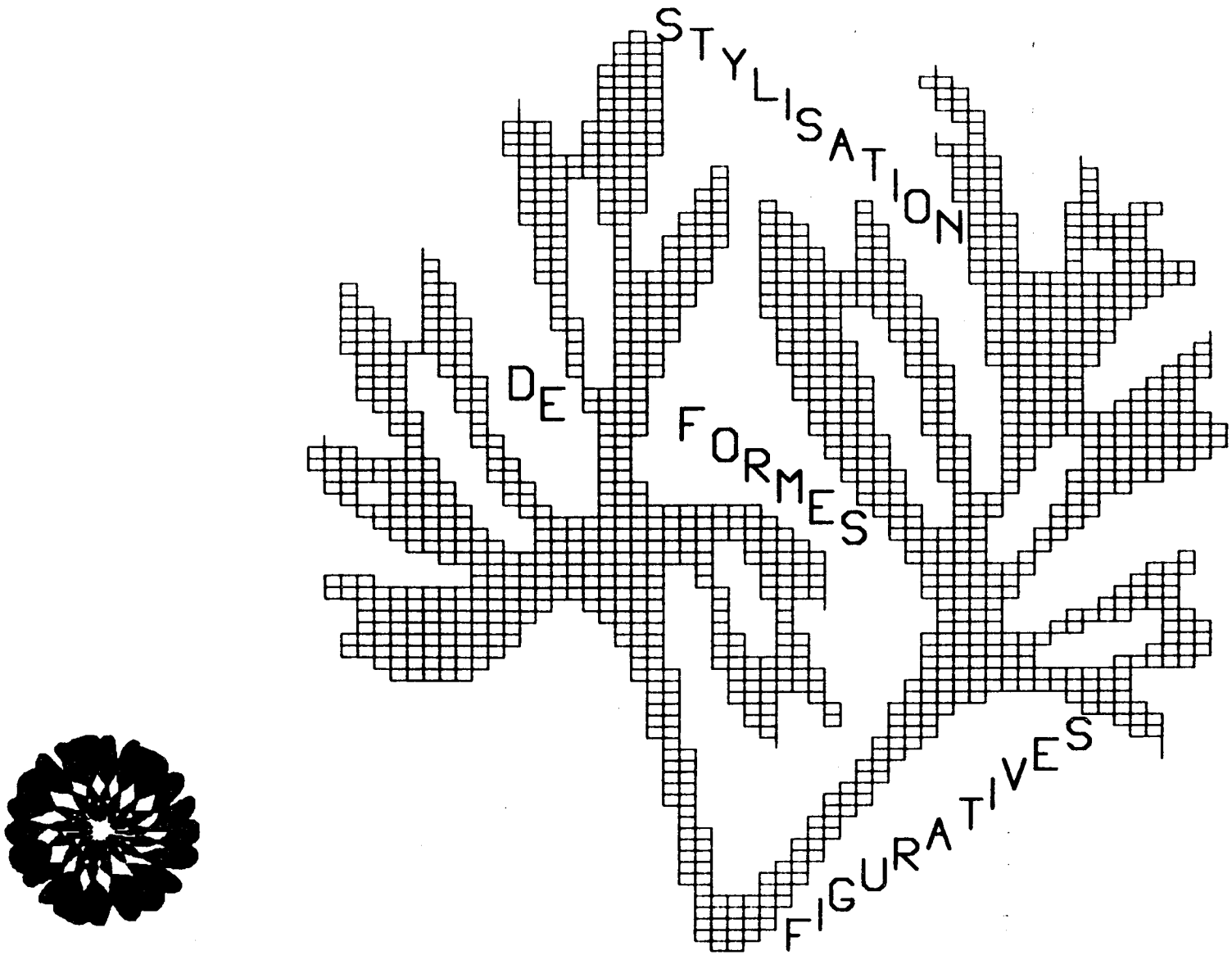


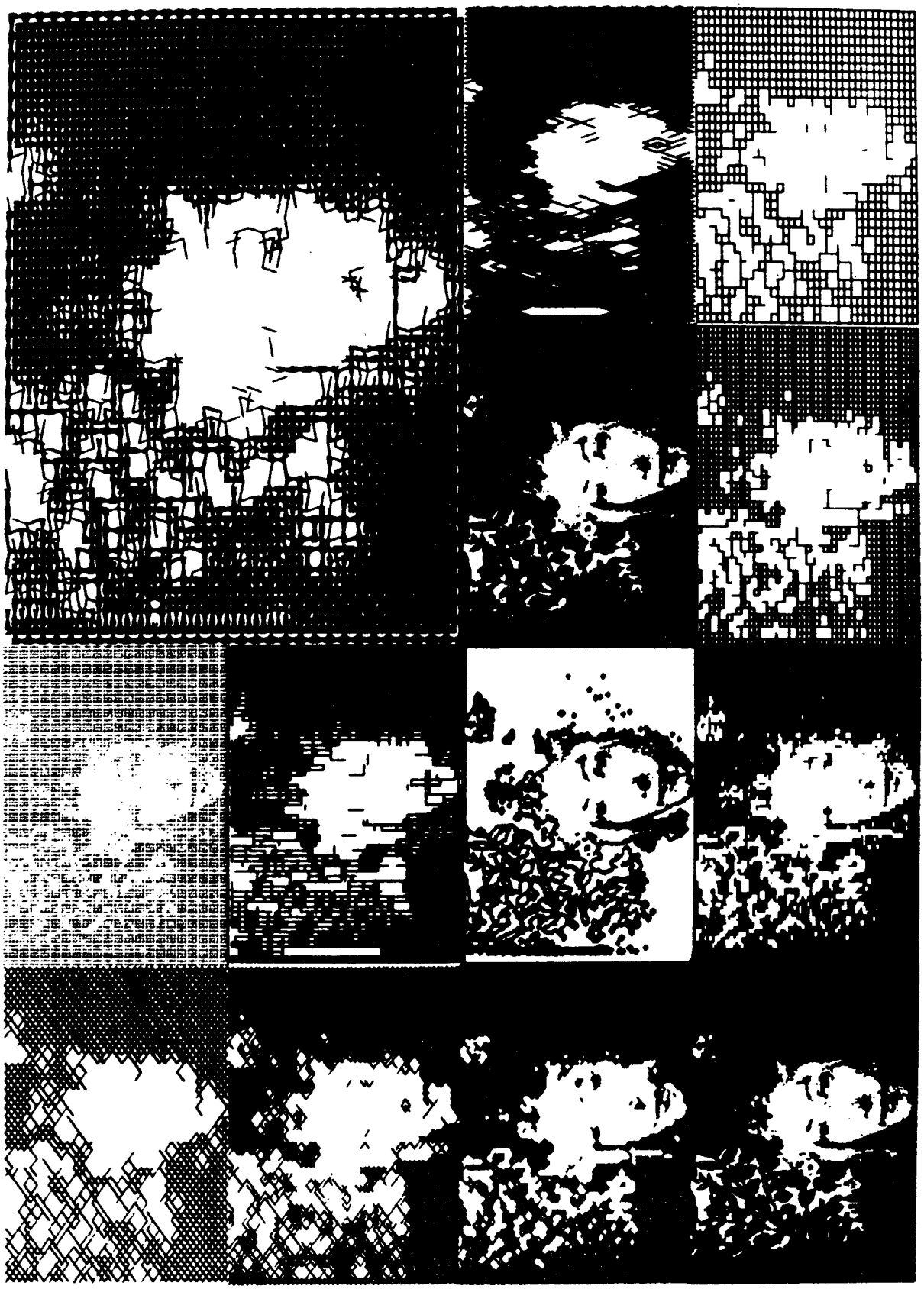


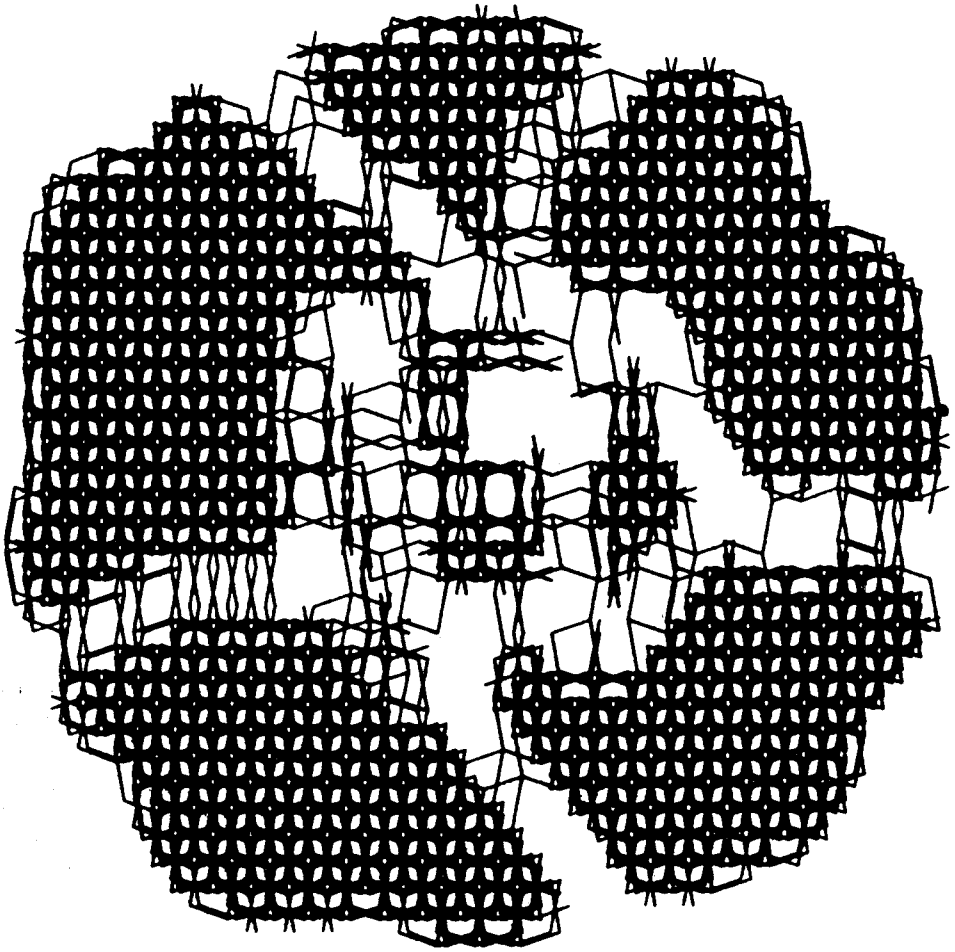


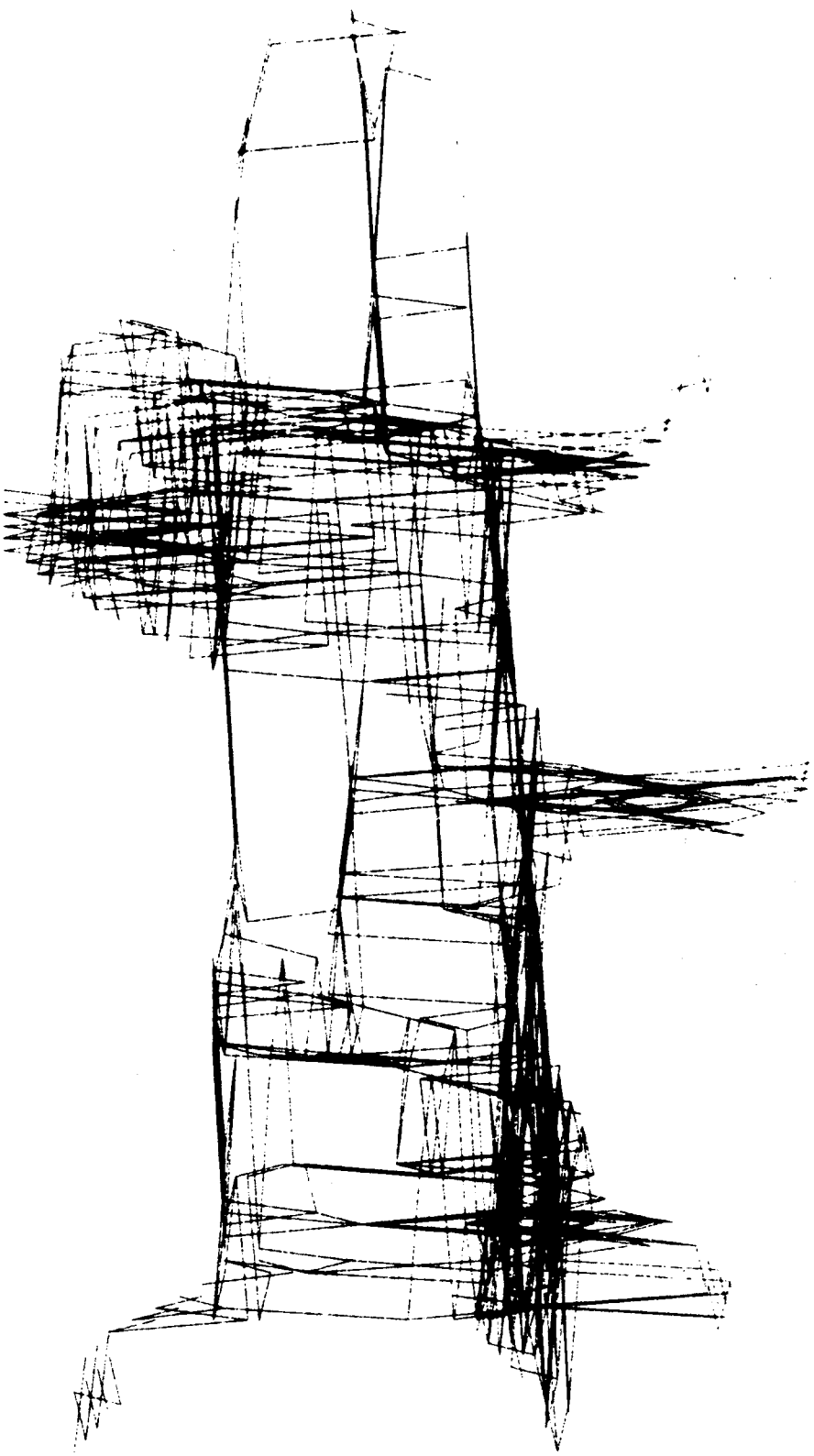


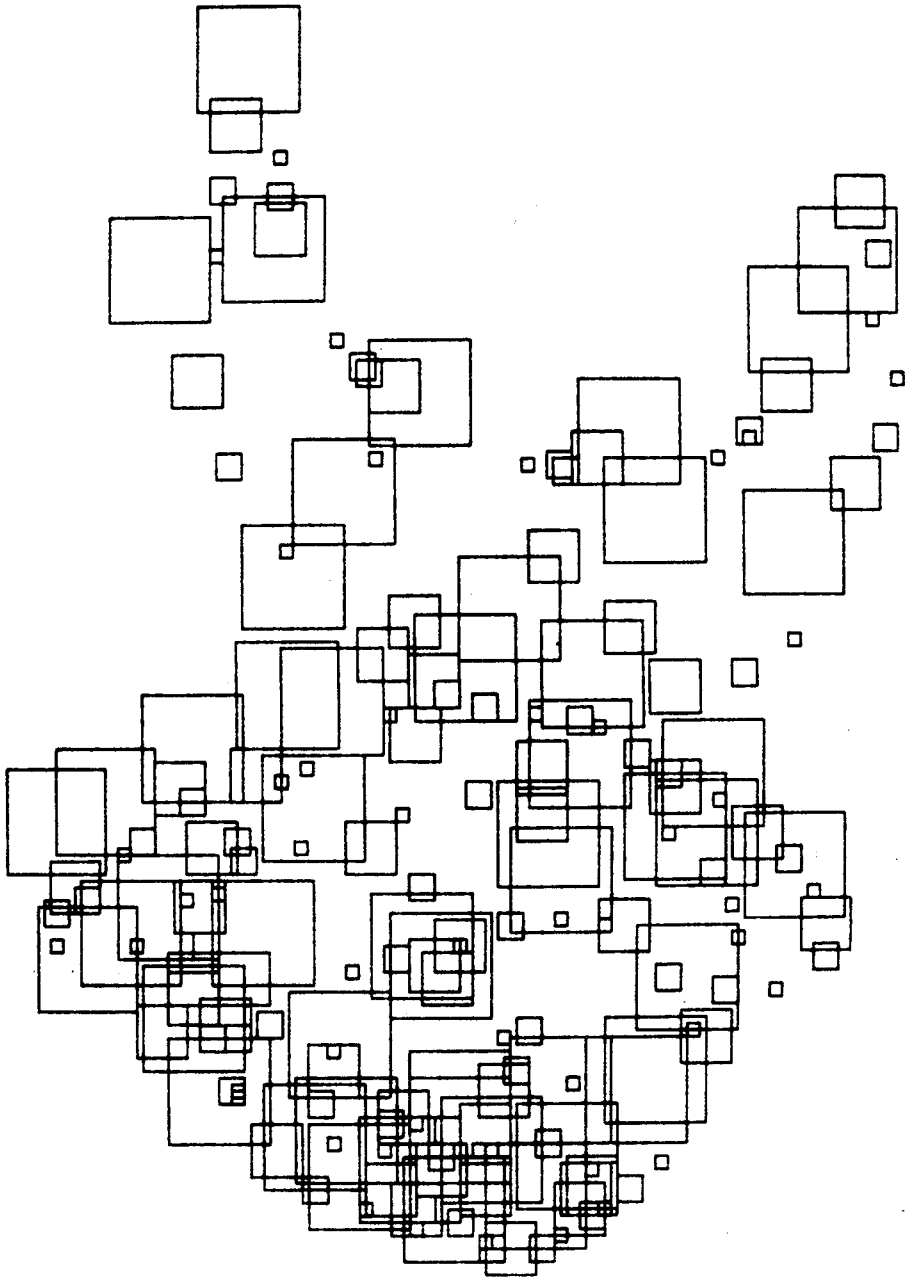


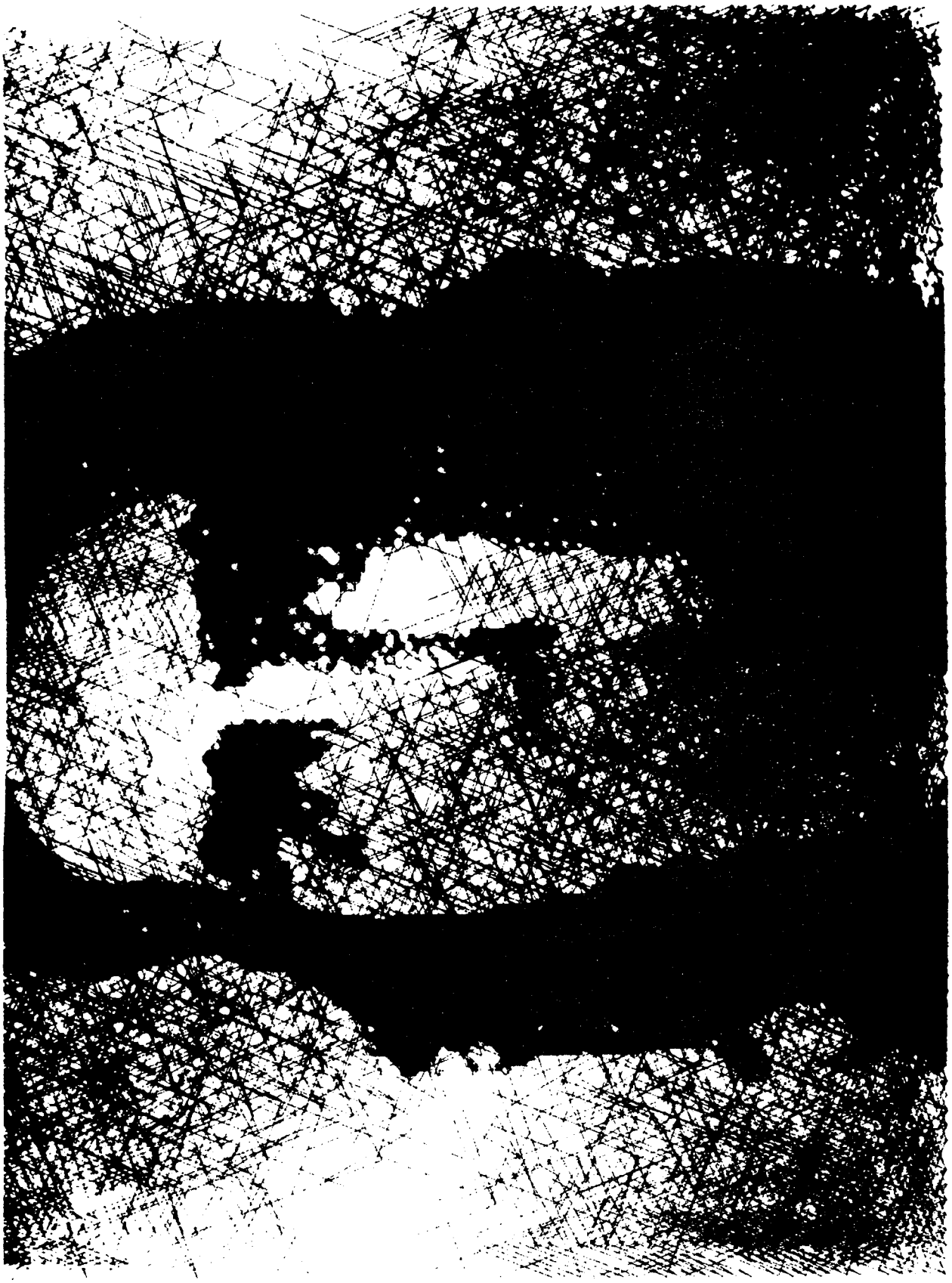

STYLISATION
DE FORMES
FIGURATIVES



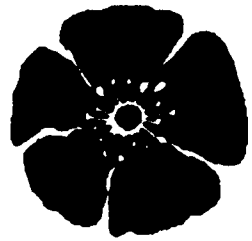


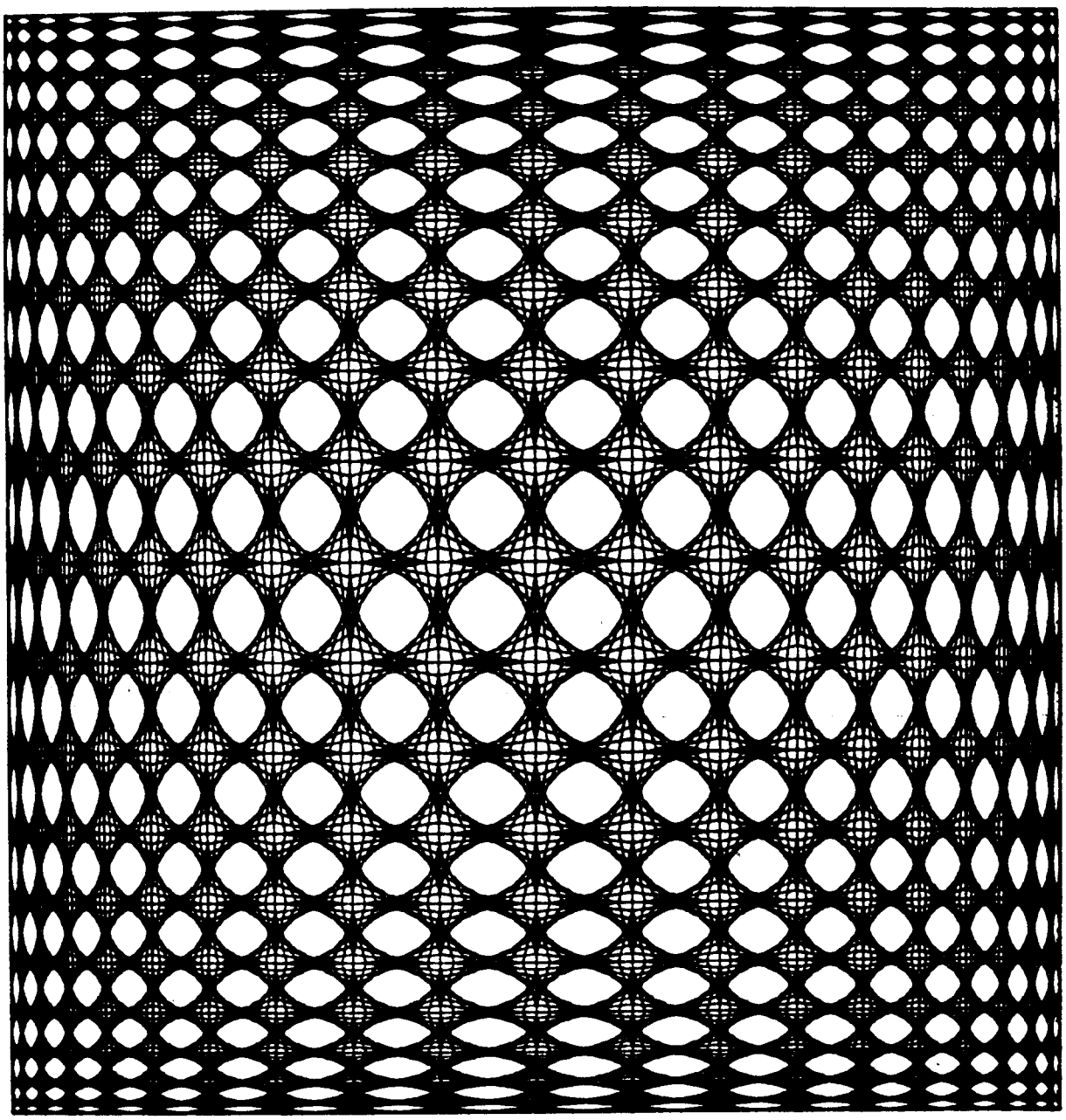


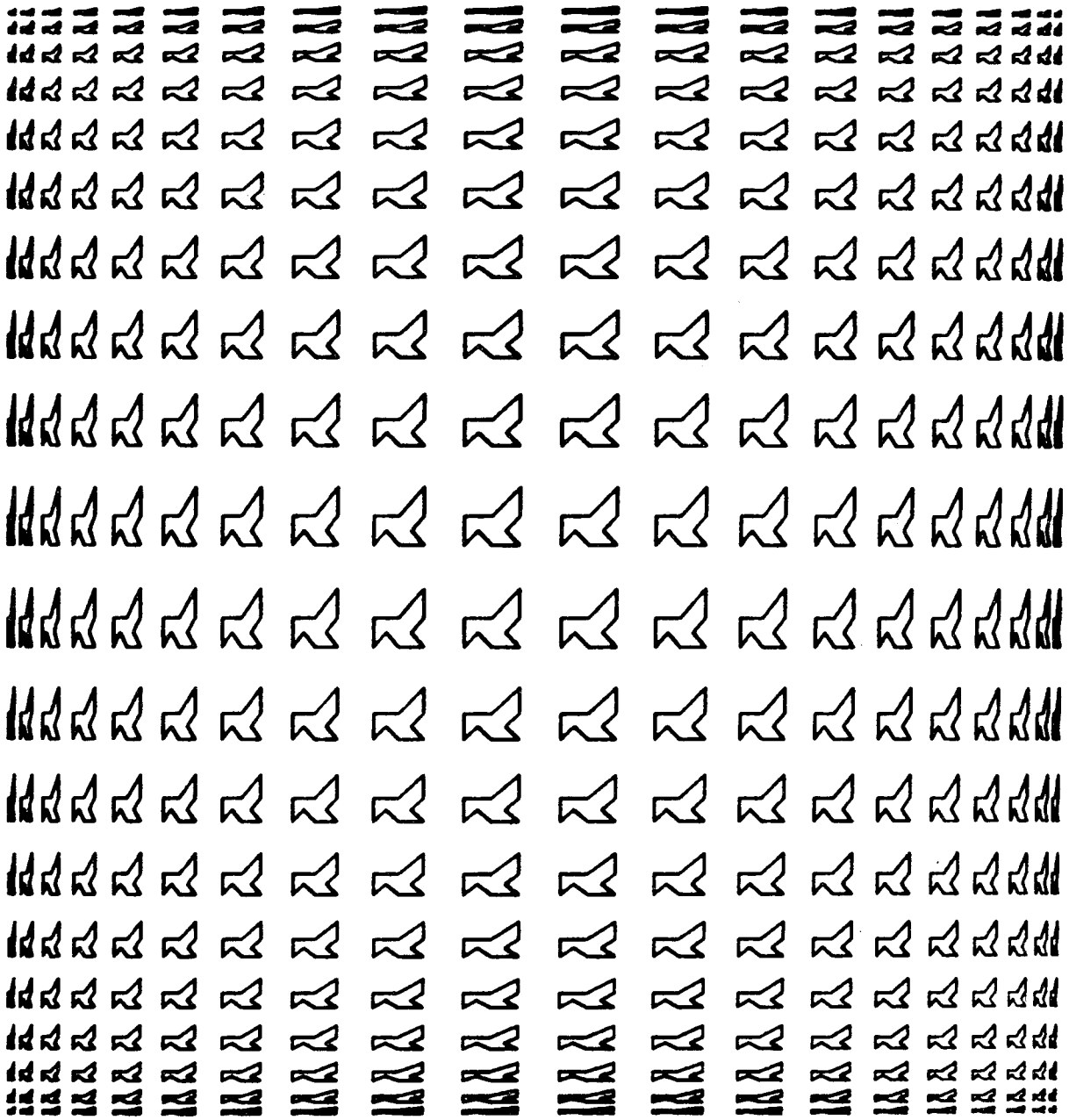


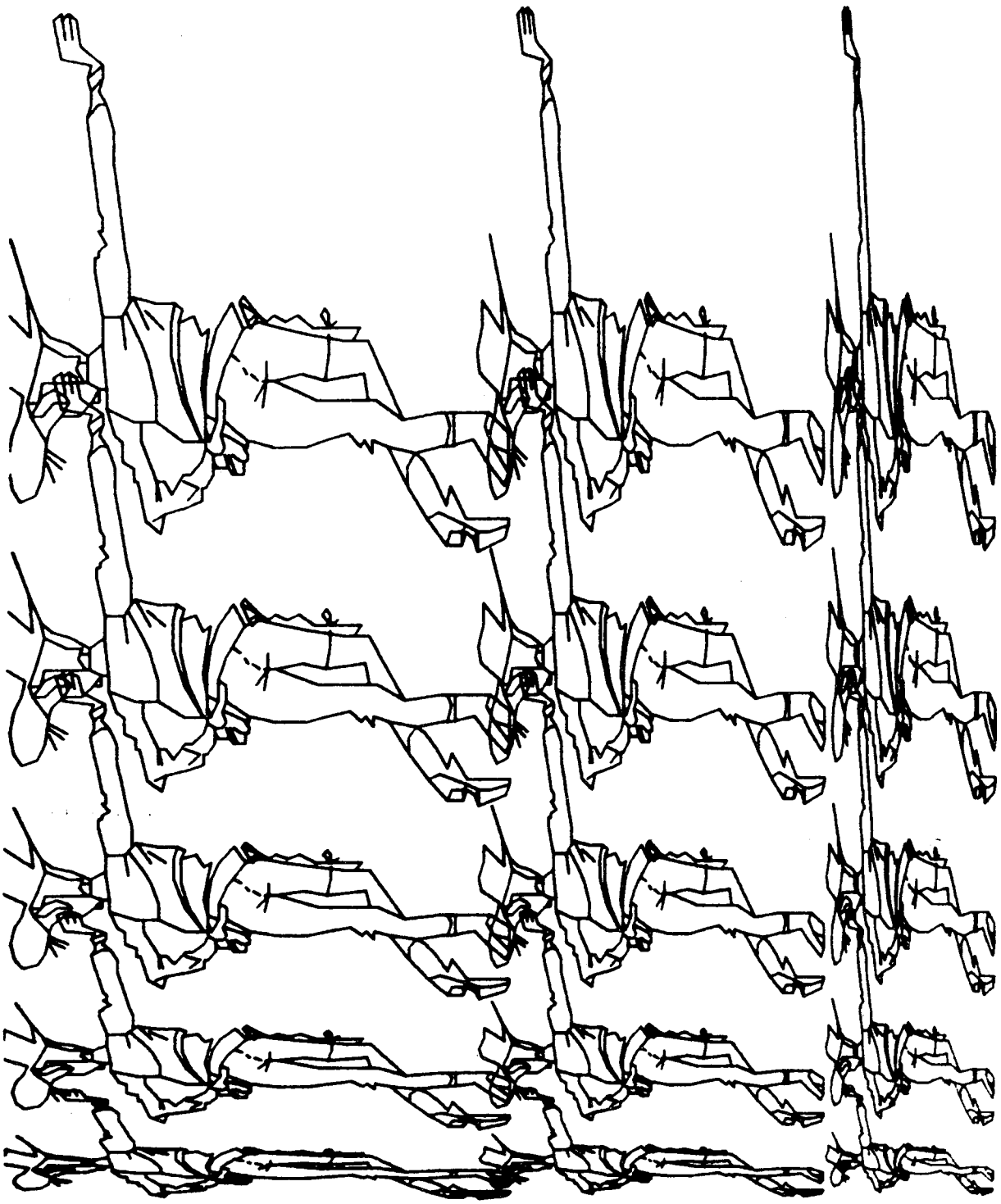


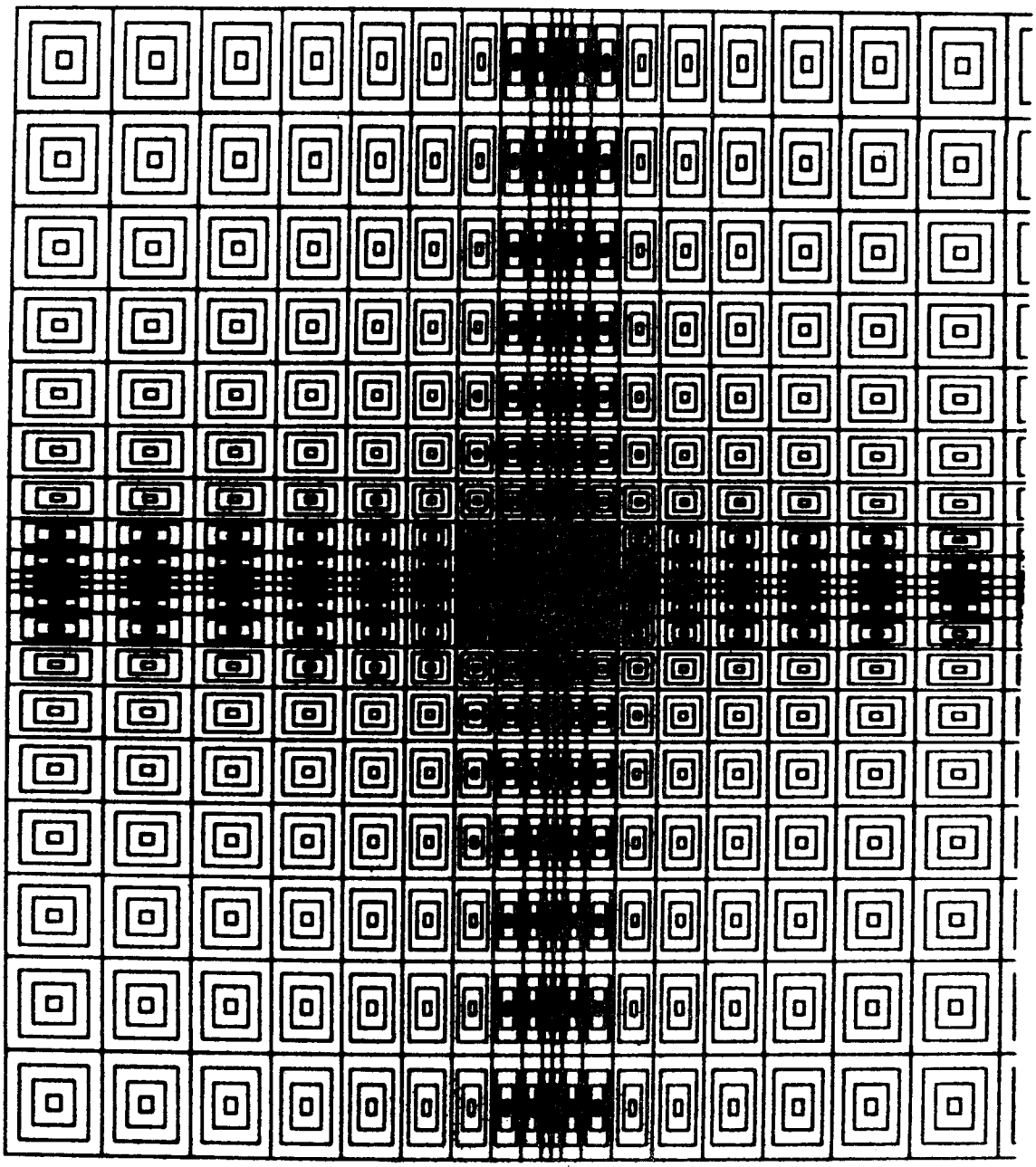
DISTORSIONS

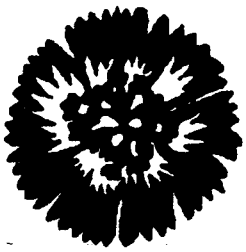


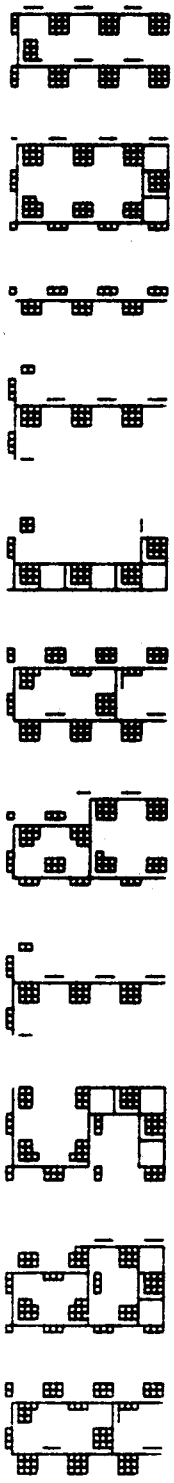


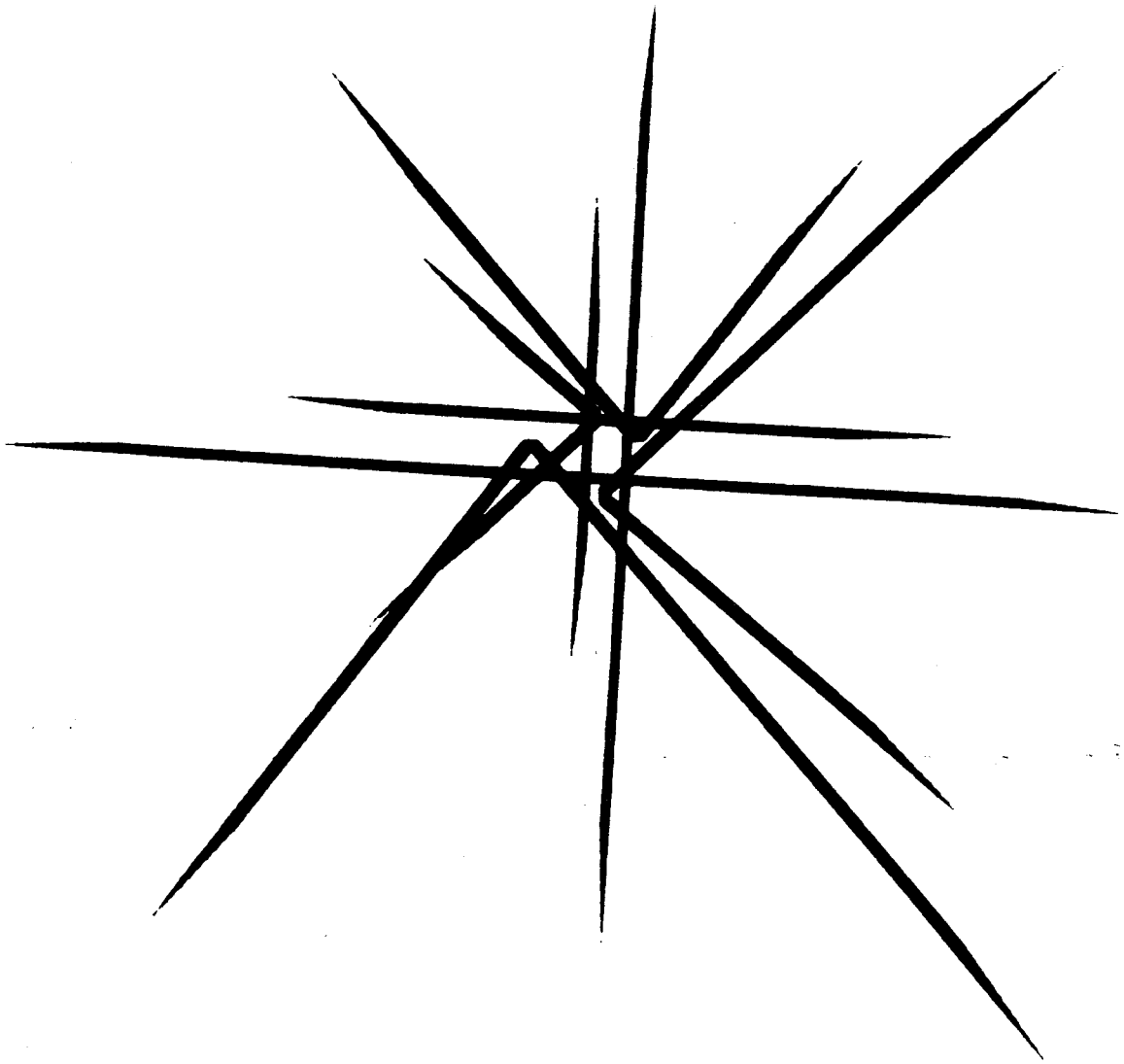


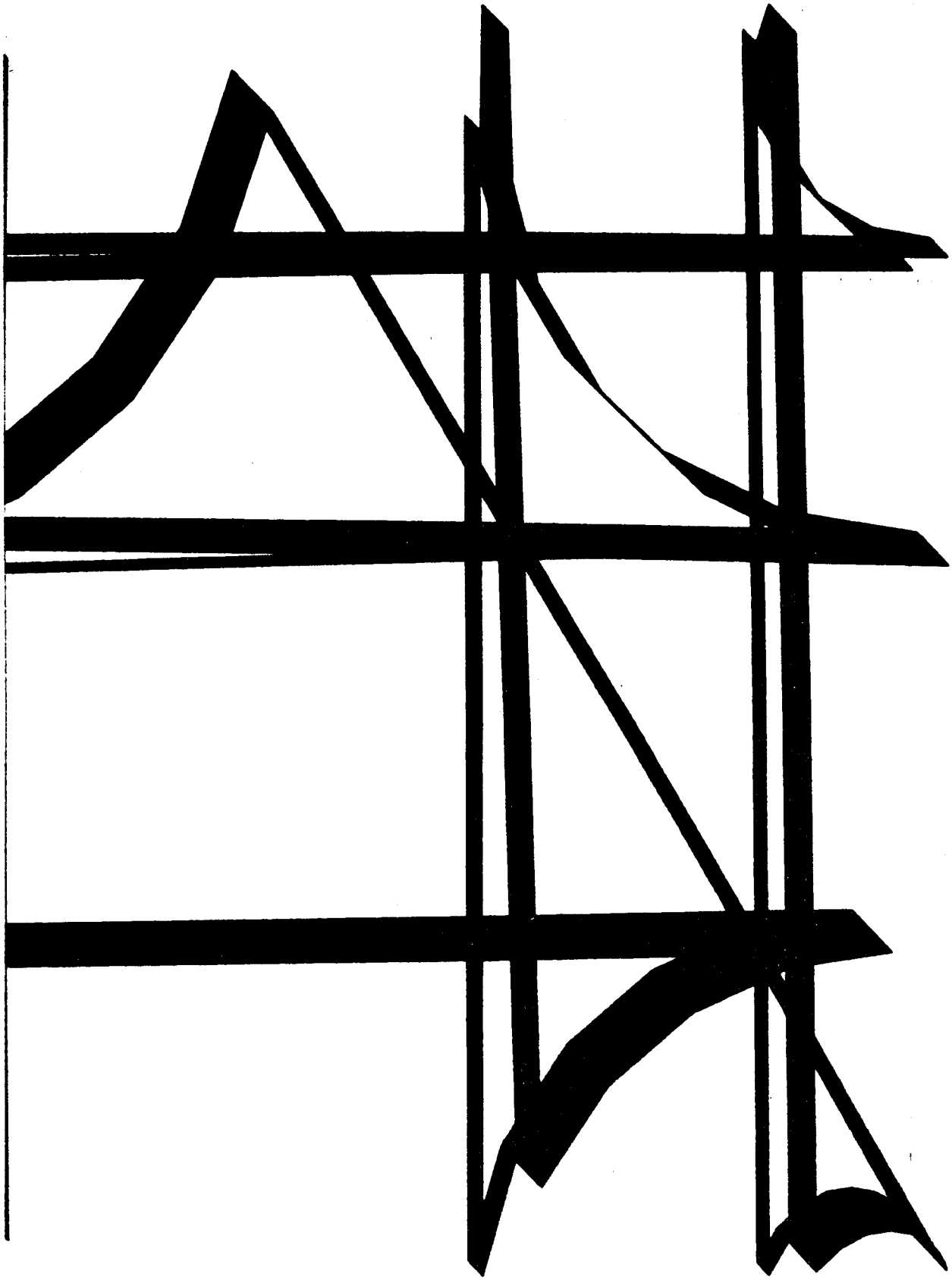


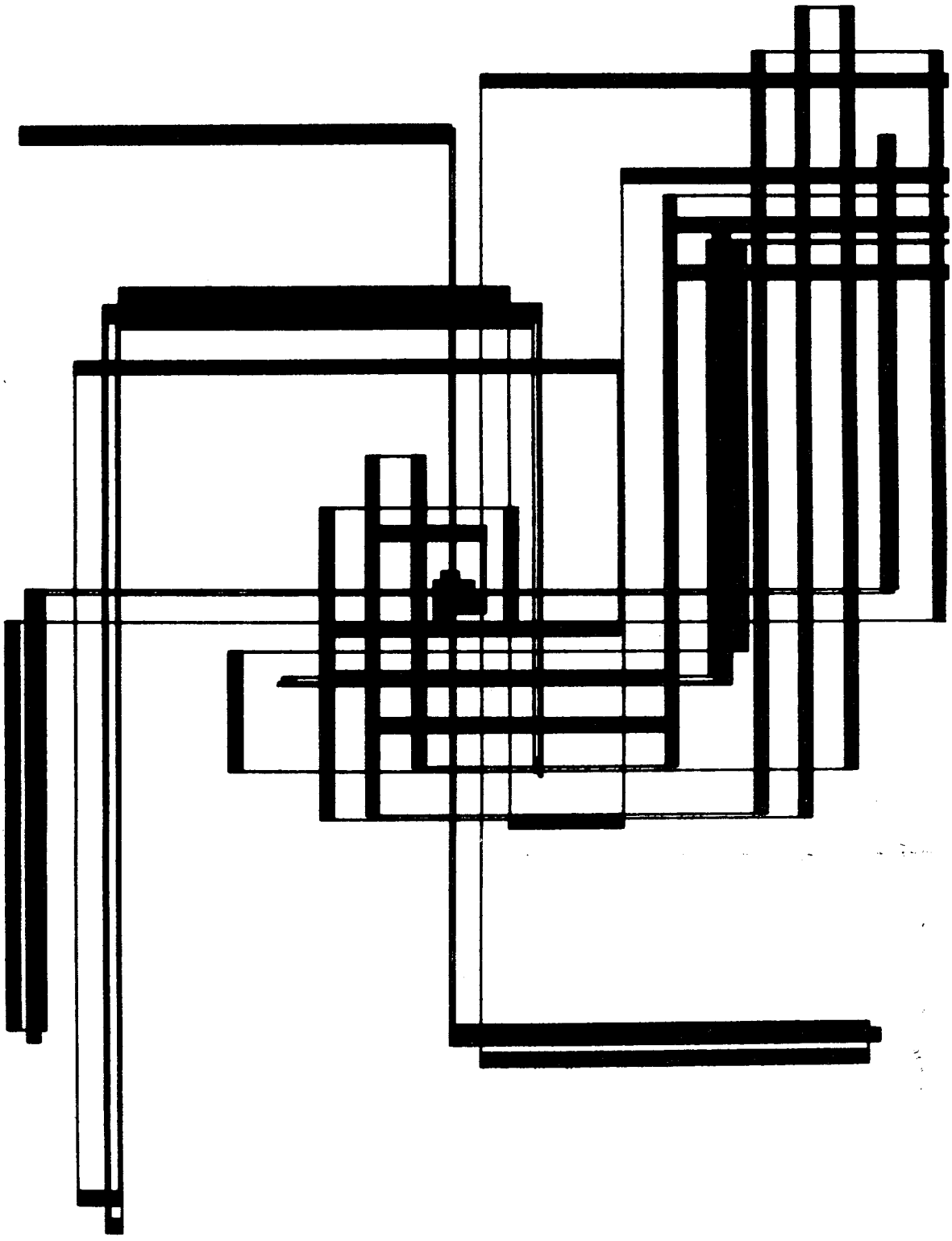


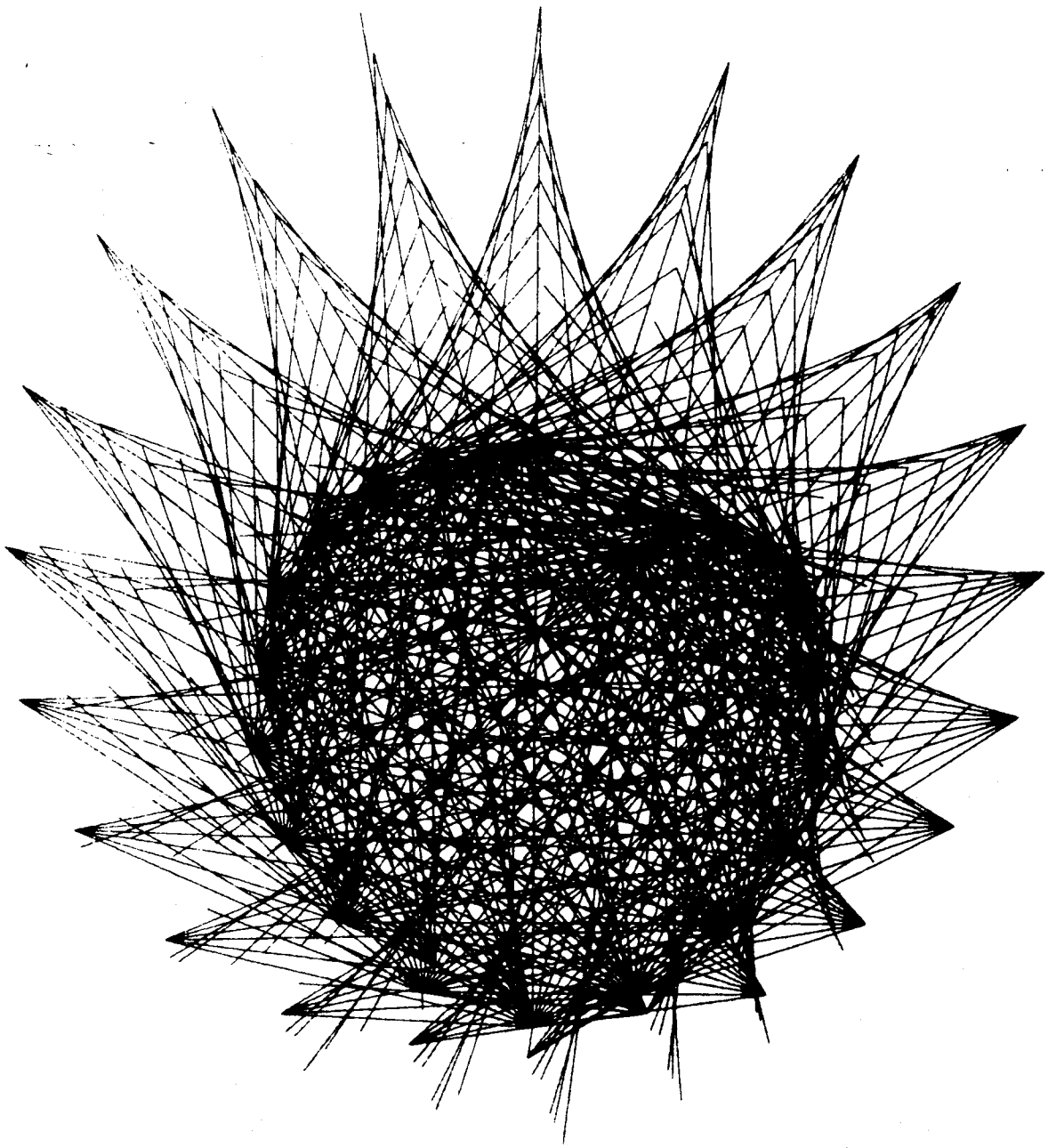


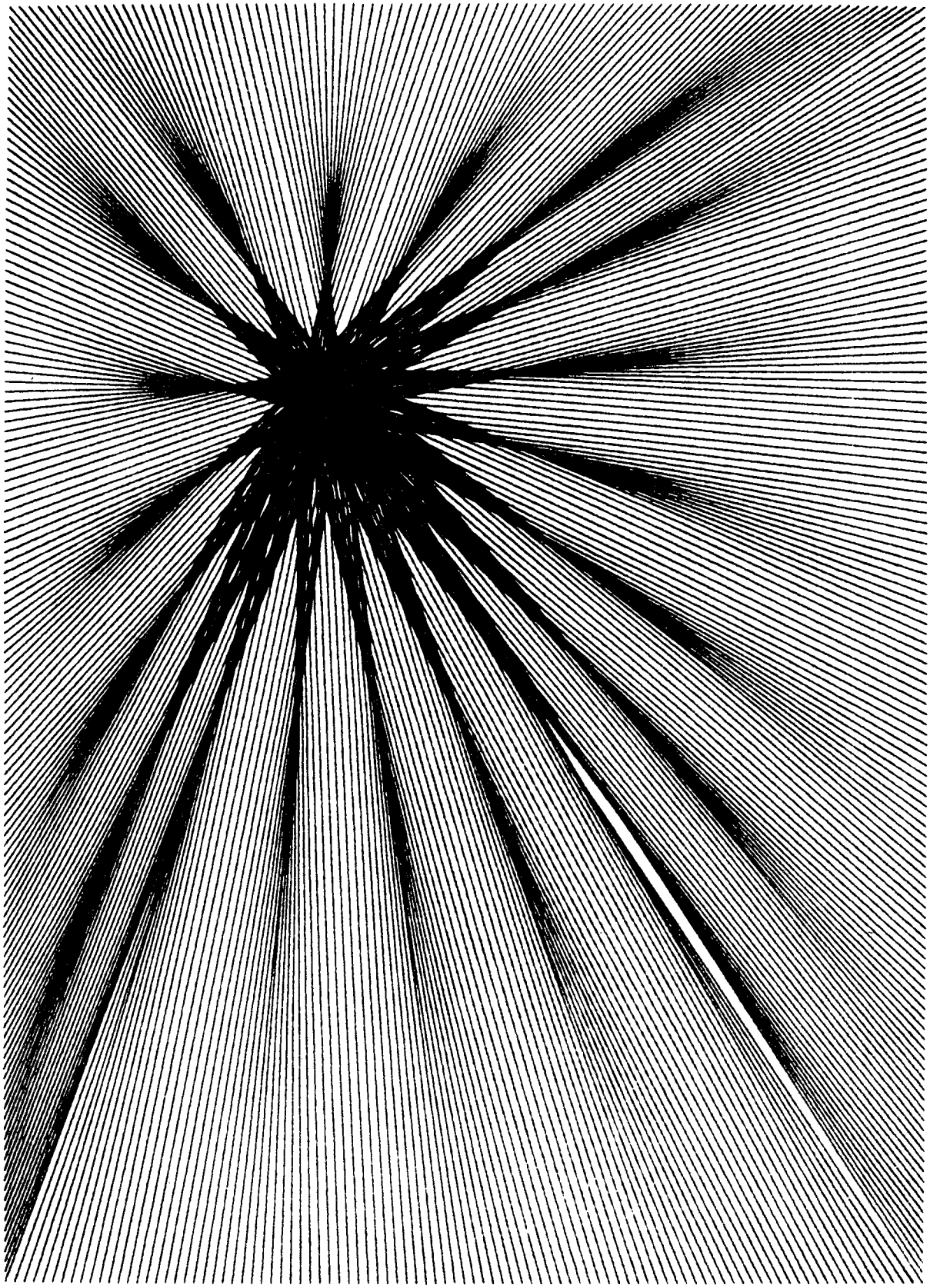


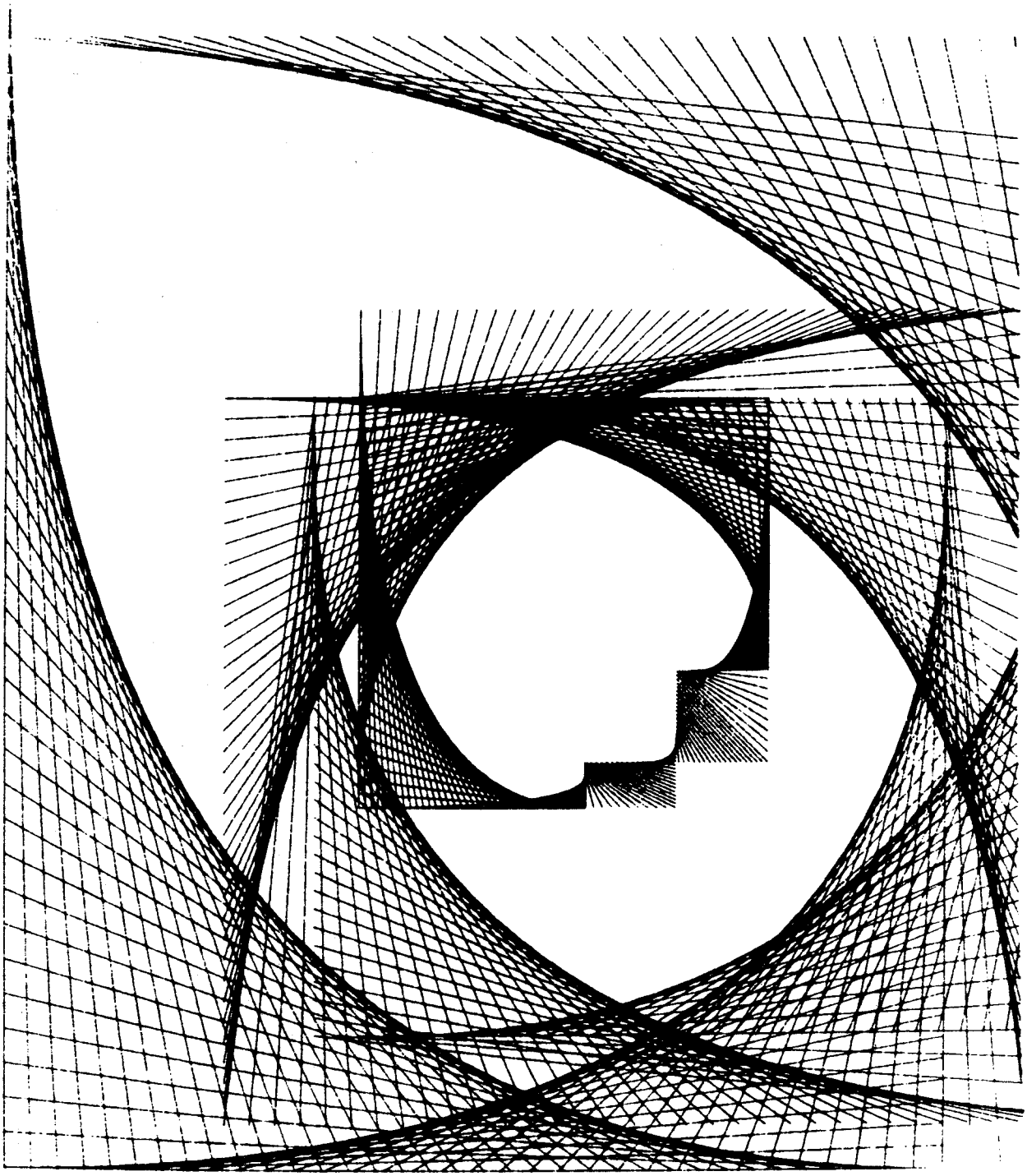


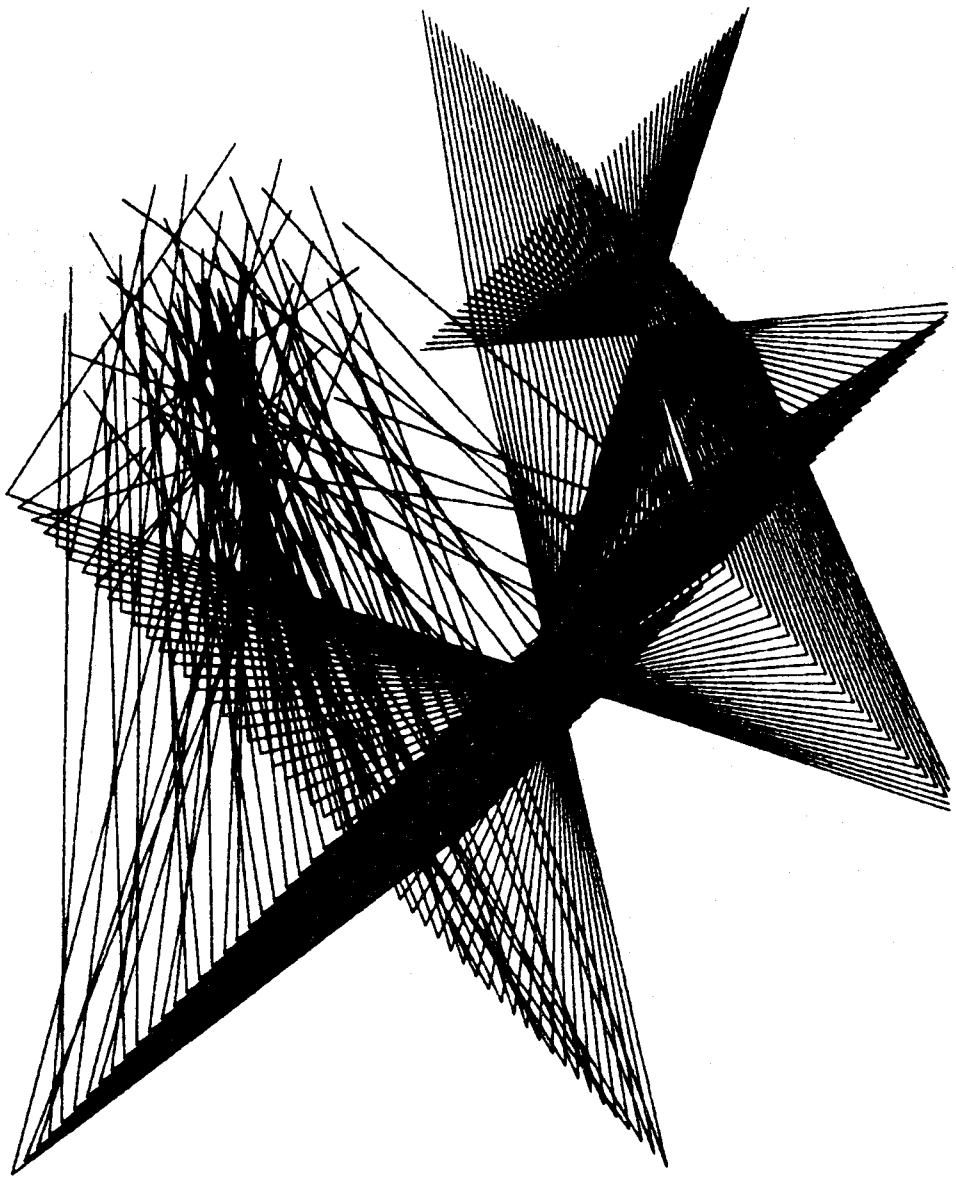


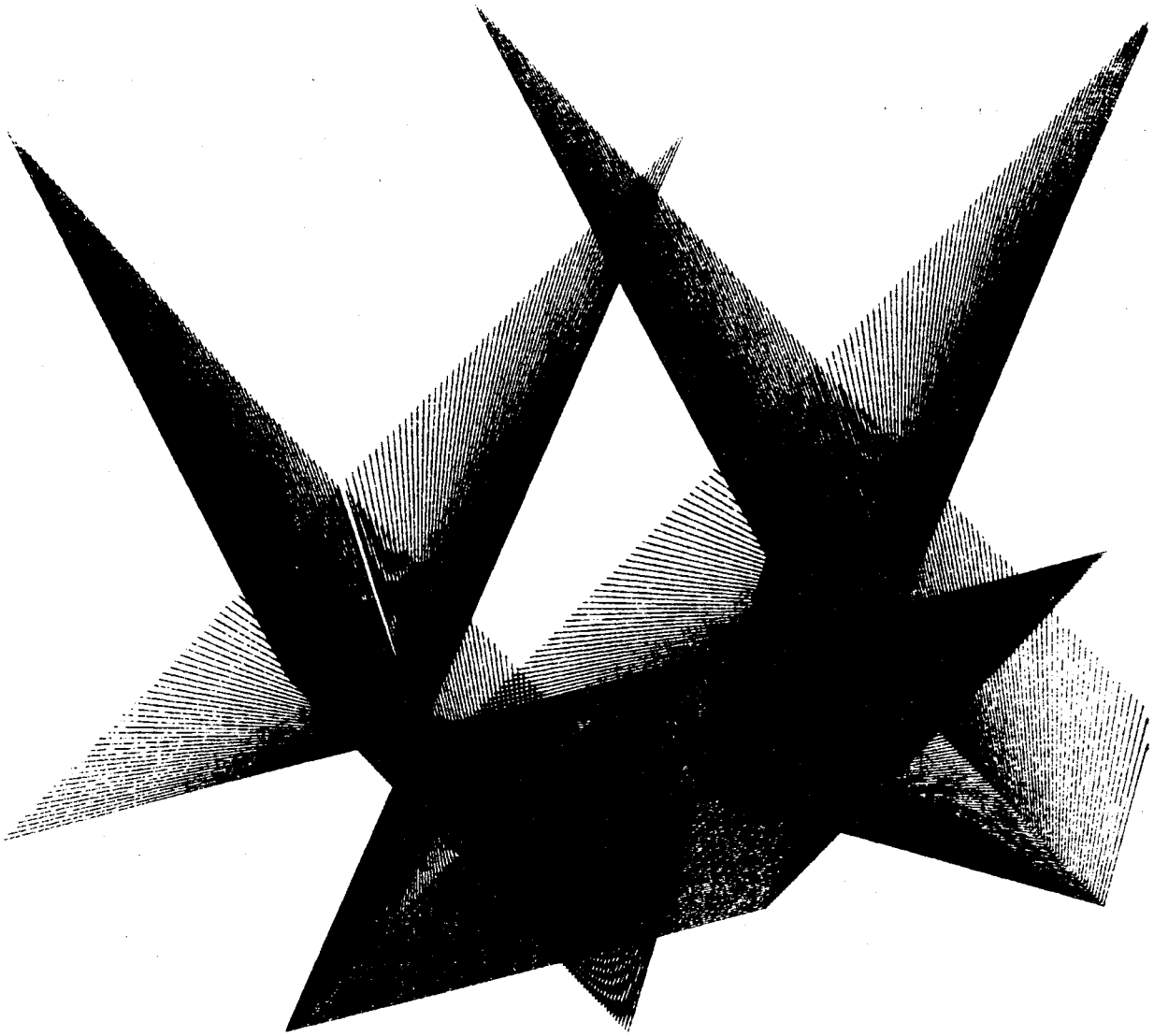


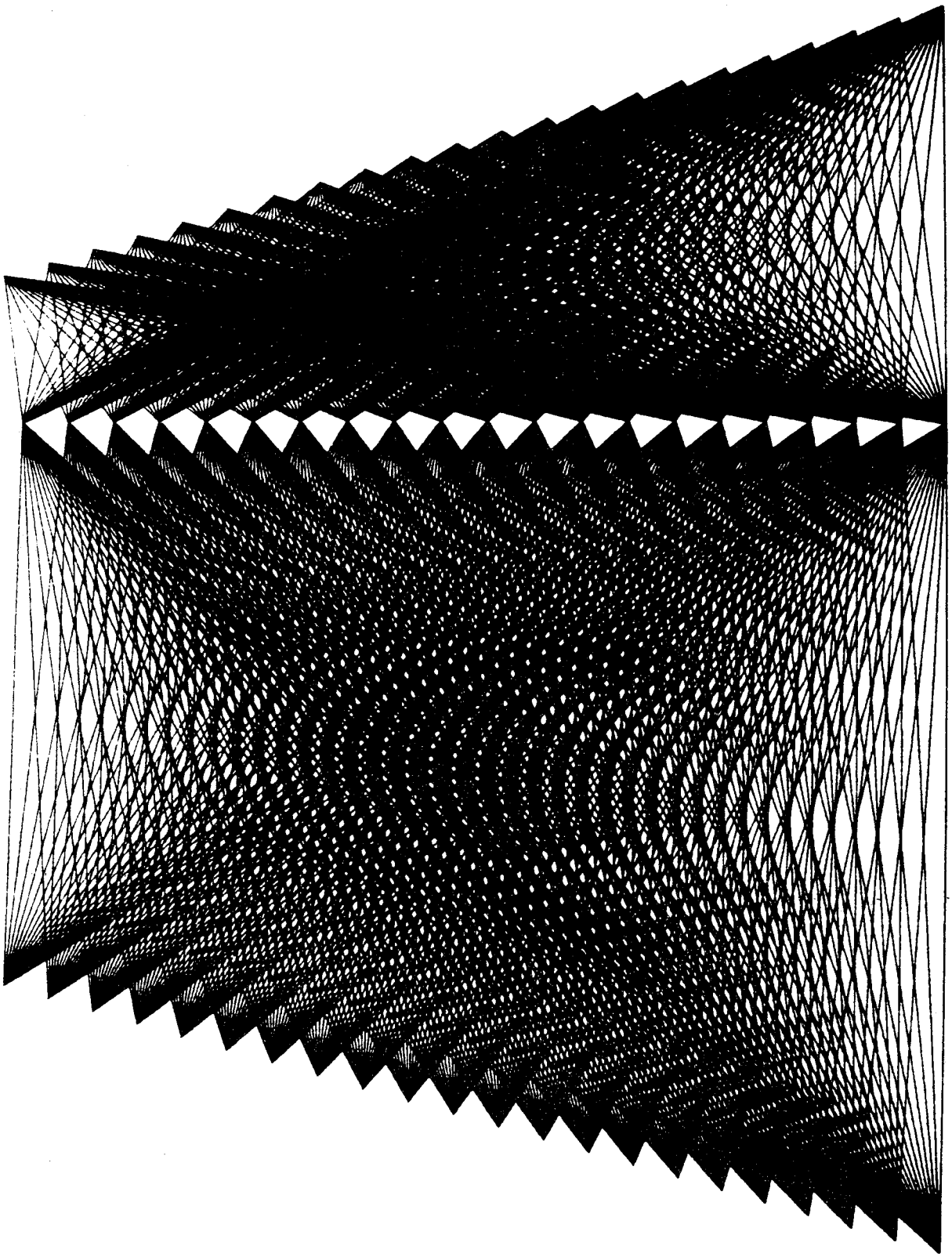


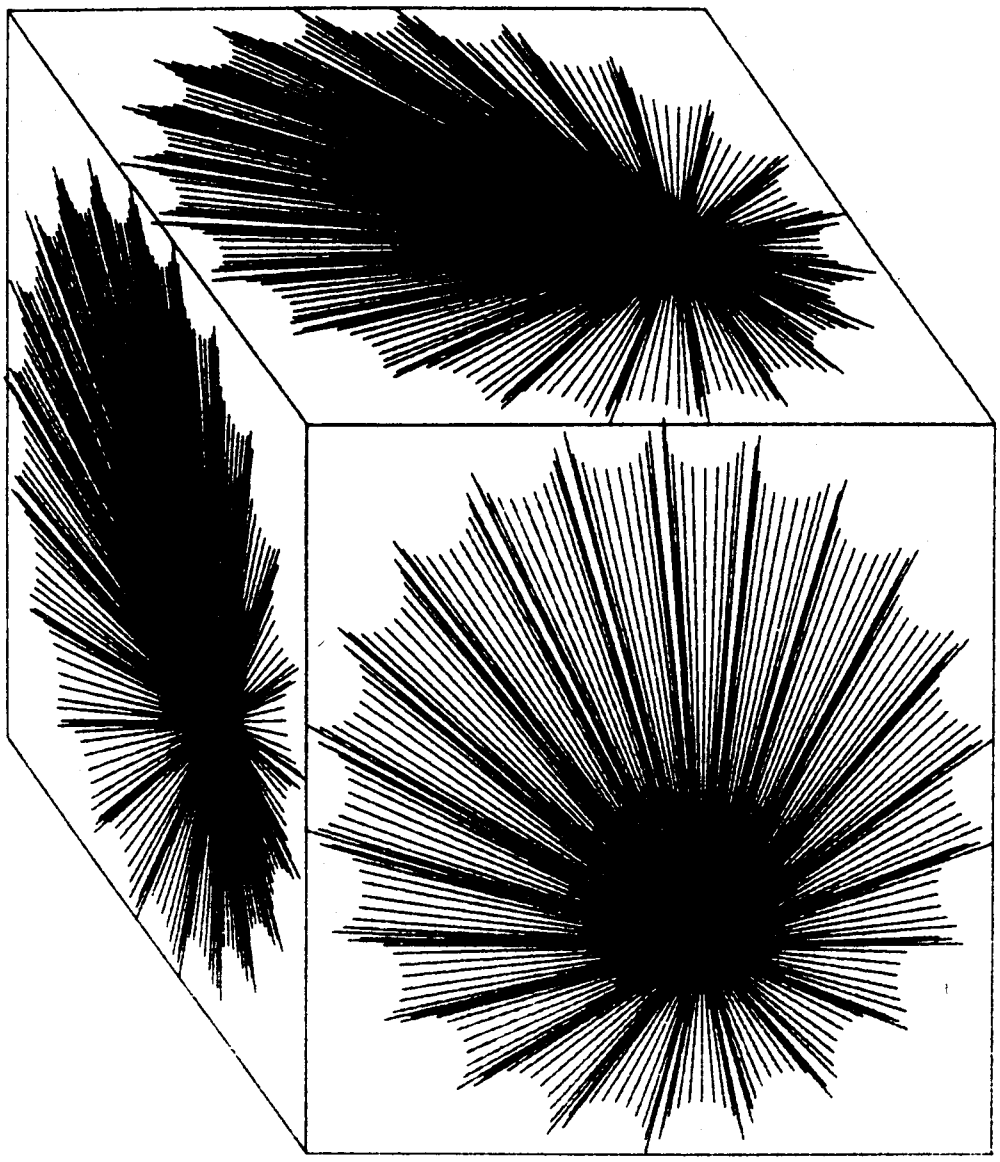


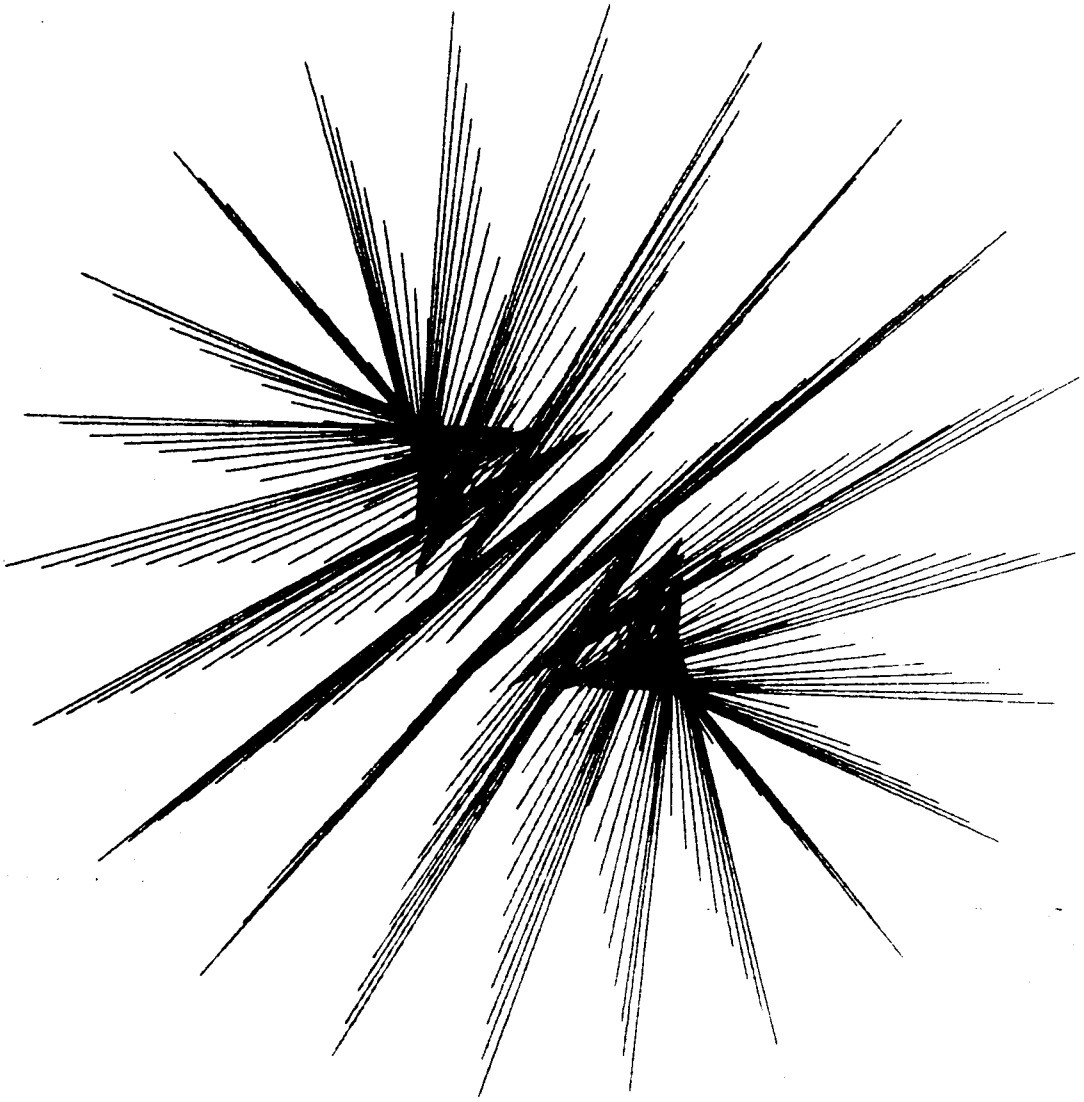


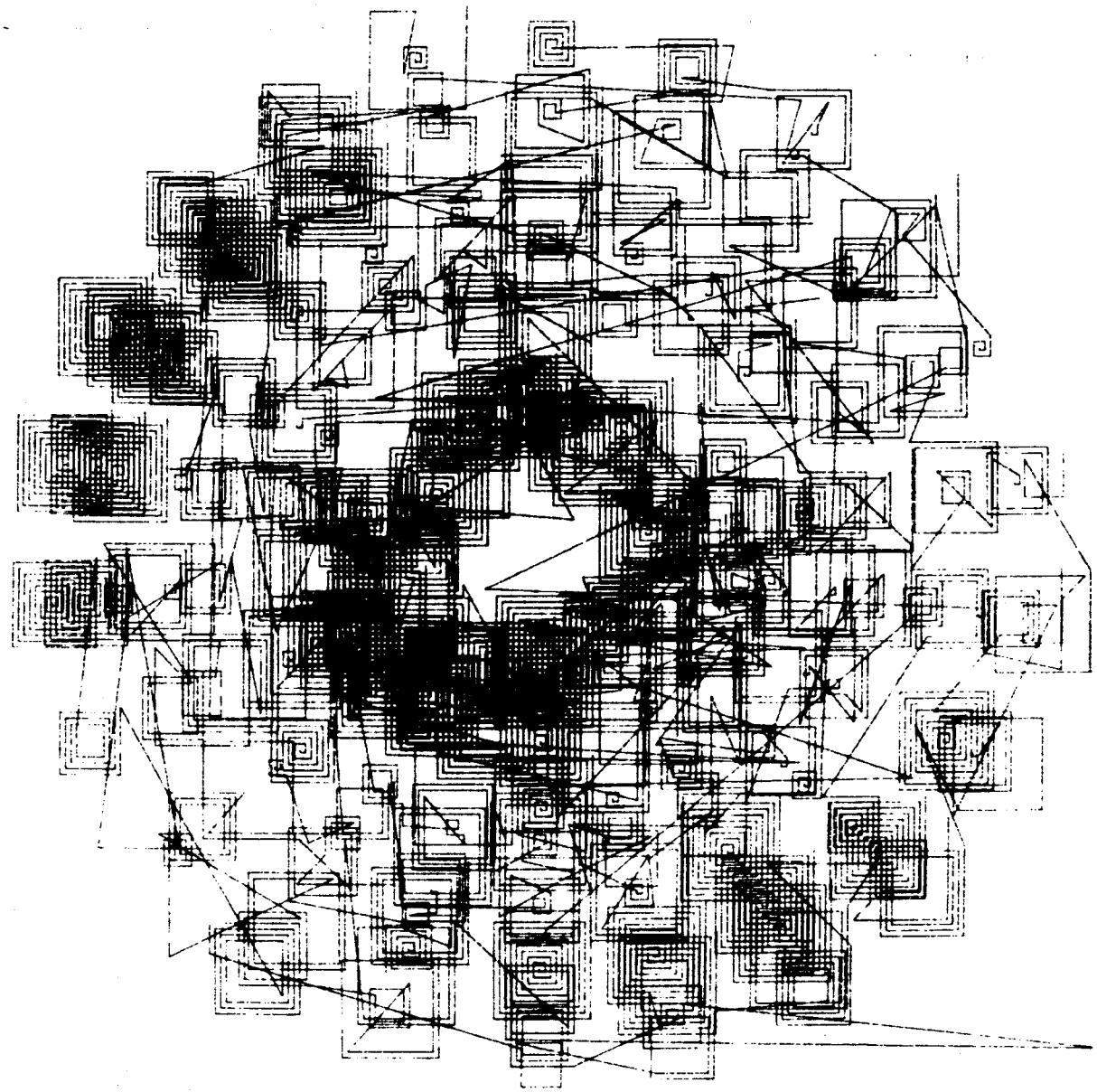


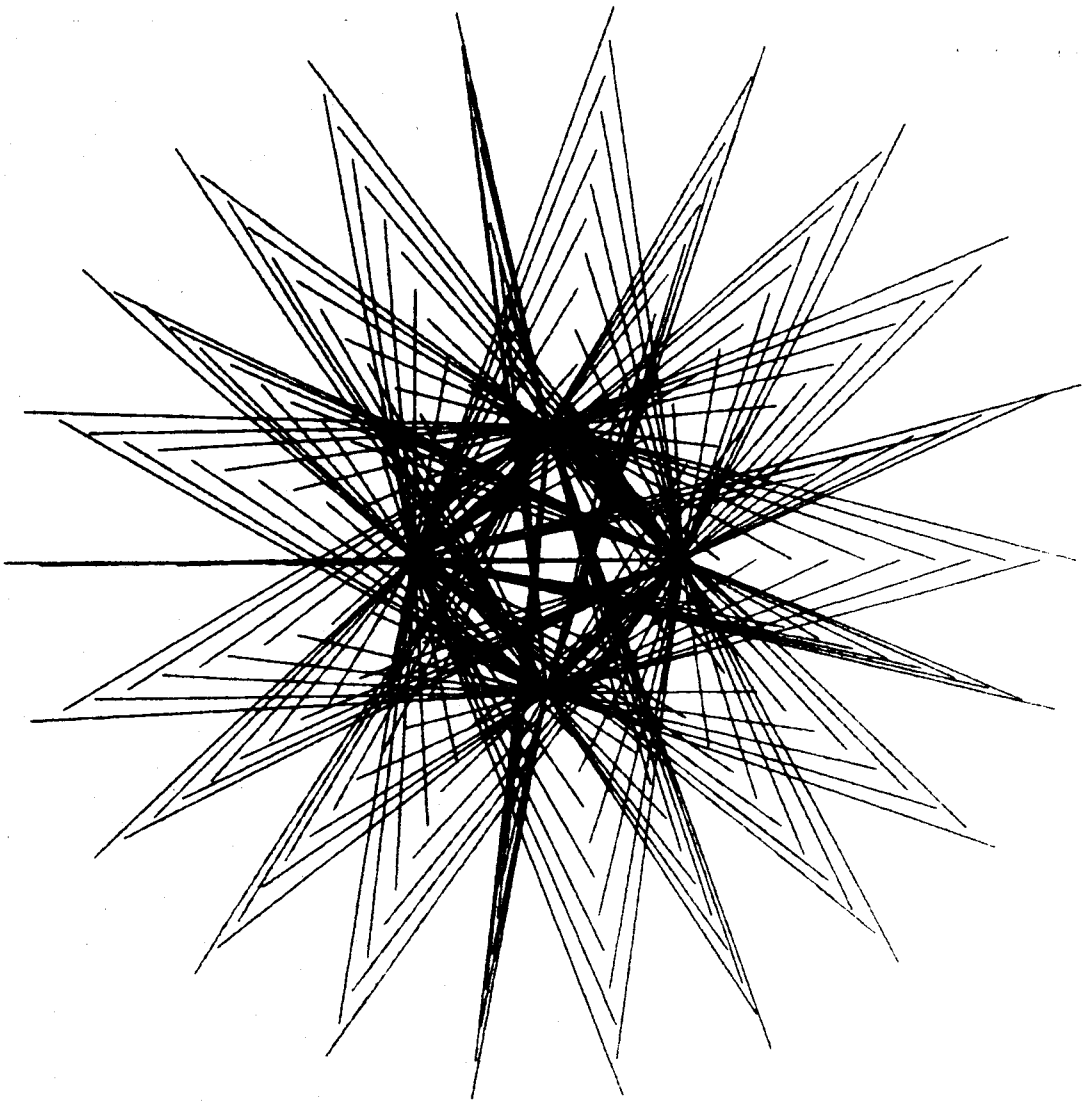


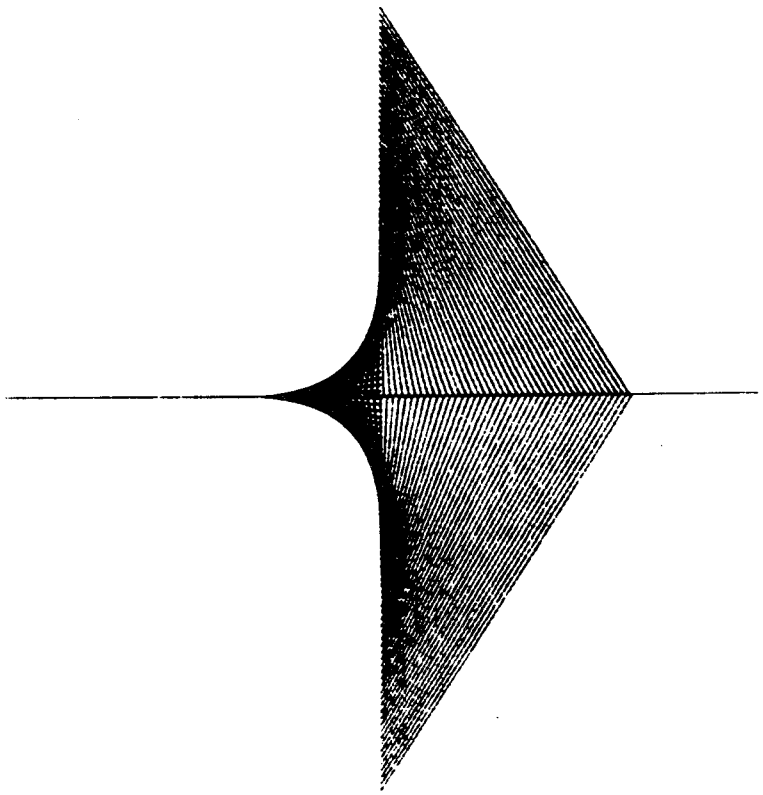


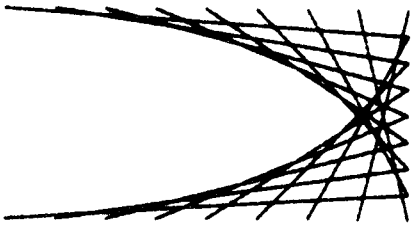


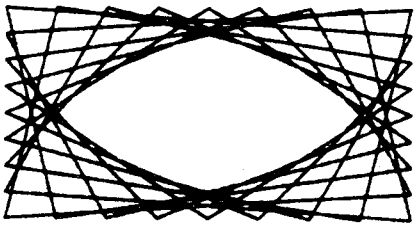


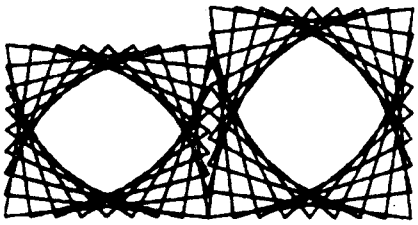


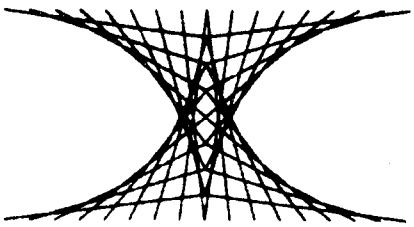


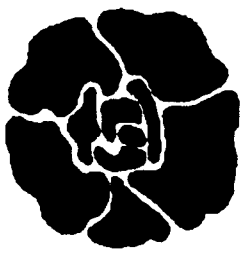


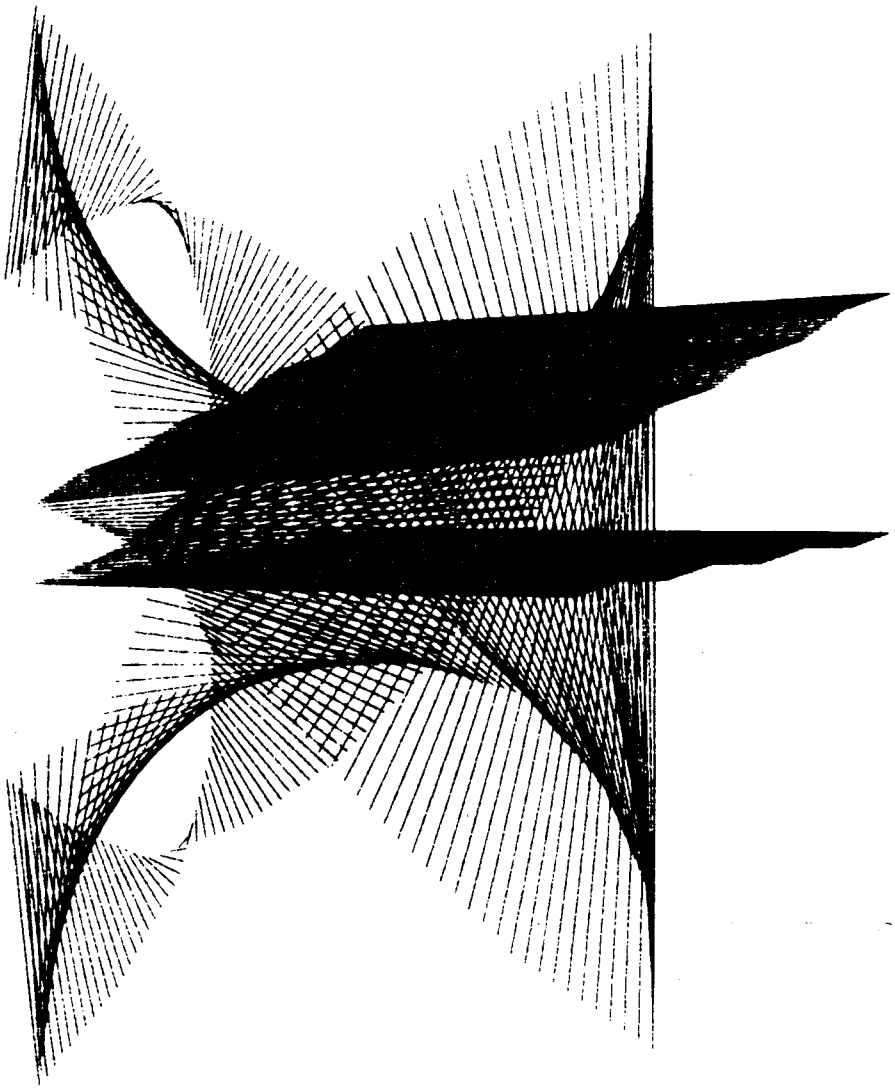


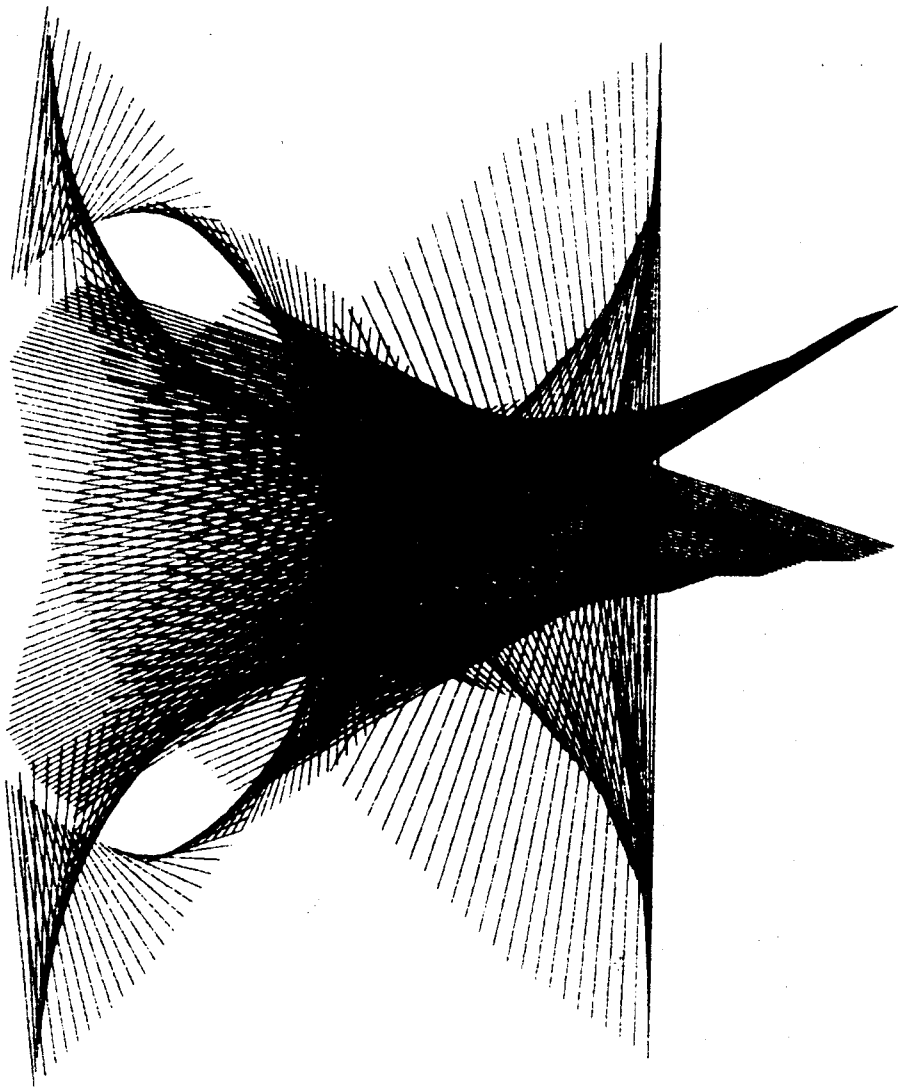


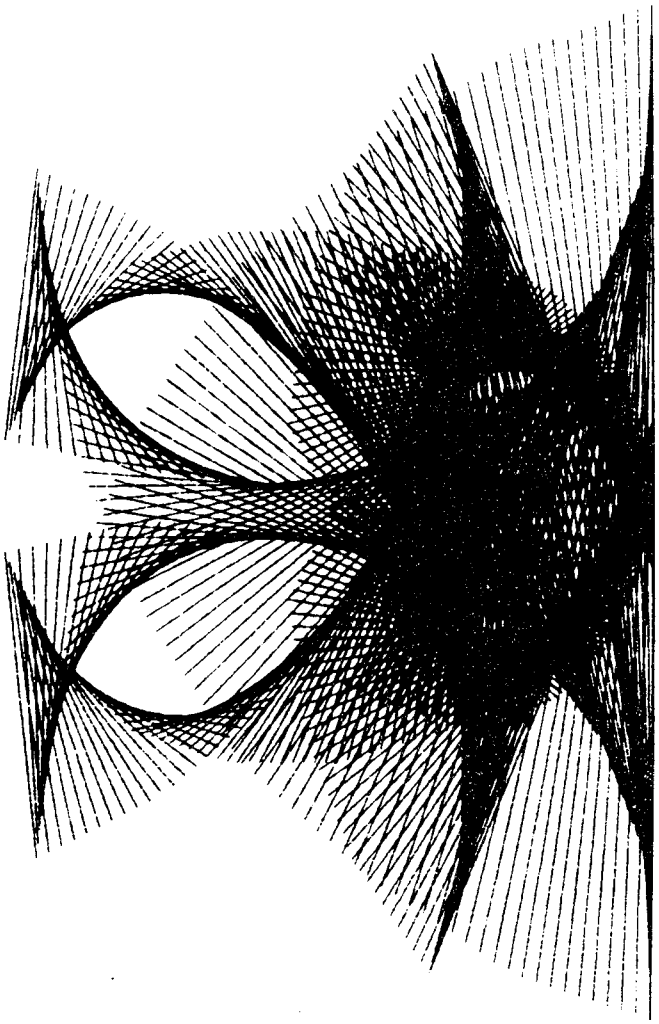


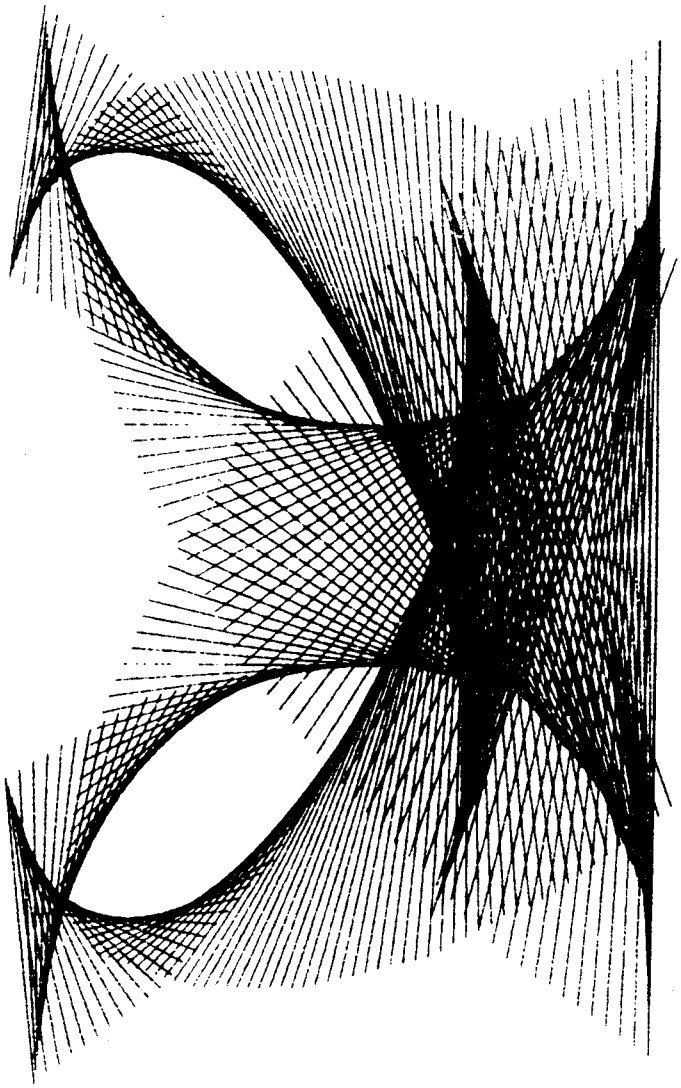


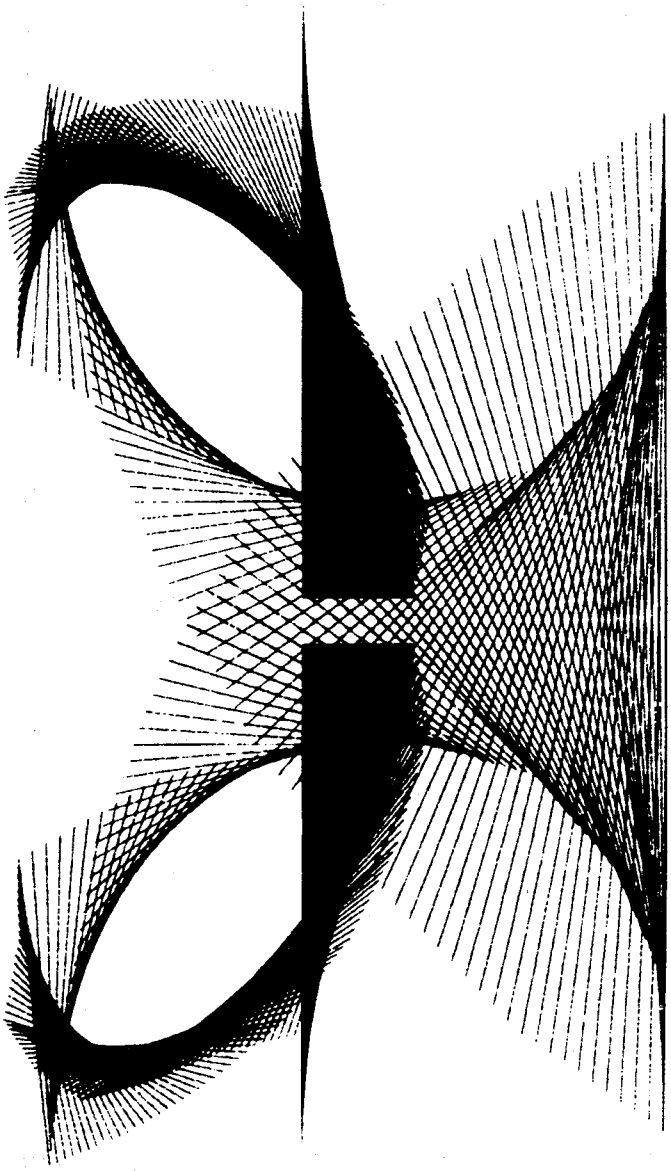


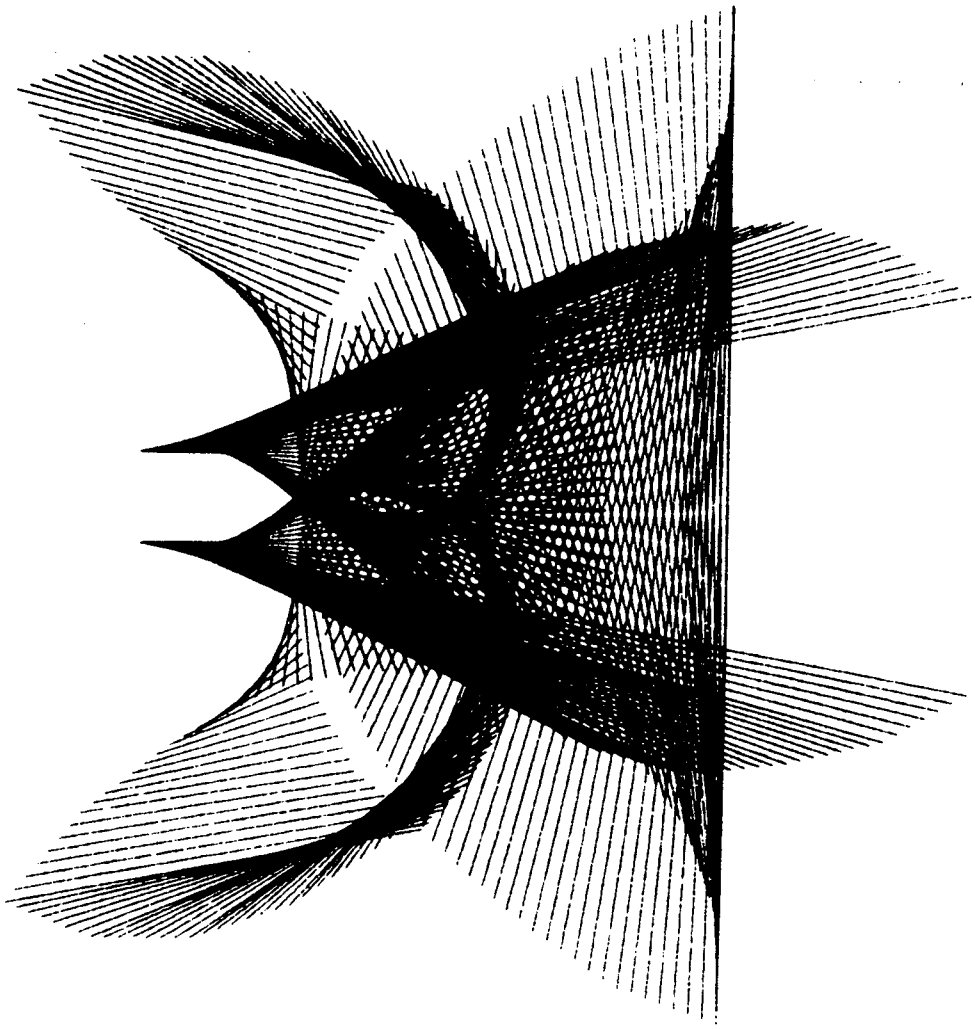




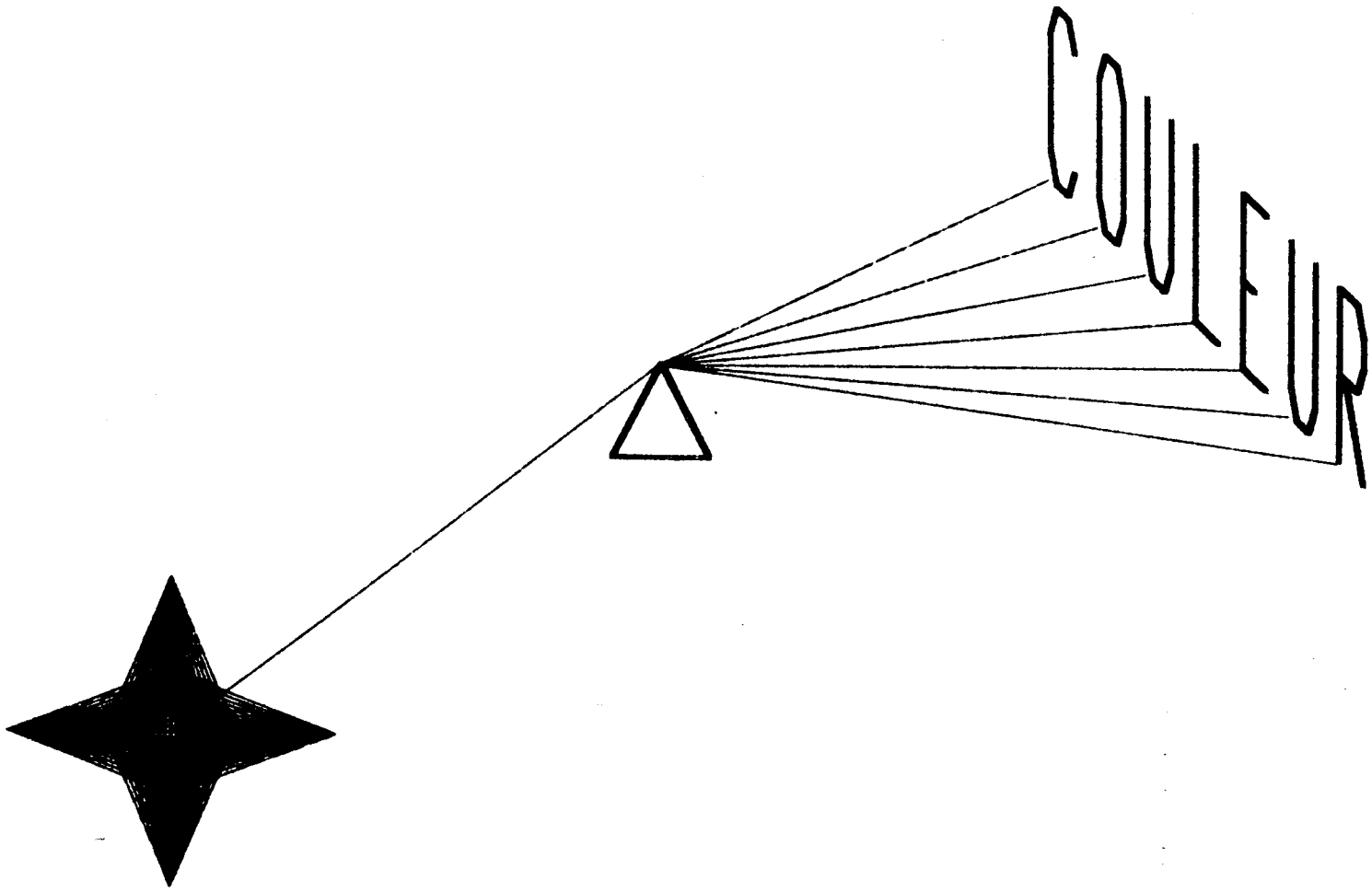








LA



5-CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Avant d'être de consommation, notre société est de communication, chacun désire recevoir, beaucoup souhaitent émettre Cette croissance vertigineuse du nombre de messages produits et échangés implique, comme nous l'avons déjà noté, la nécessité d'une mise en forme de l'information, de plus en plus "efficiente", de plus en plus rapide

51 - "LA CHARRUE ET LES BŒUFS"

Conçu initialement comme un système de réception (*) orienté vers l'enseignement multimédia assisté par ordinateur, SMC a dévié de sa trajectoire afin de servir principalement la production (*). Certes, il assure la diffusion de messages audiovisuels (voir le paragraphe 4.2.2 page 156), mais comme nous en avons réellement pris conscience au cours de cette étude, les vrais problèmes se situent en amont de la communication En effet, de quelle utilité serait un réseau efficace de distribution sur lequel ne circuleraient que des messages de mauvaise qualité, erronés ou bien périmés ! Sans nier l'existence de problèmes au niveau de la réception, il convient de "ne point atteler la charrue avant les bœufs".

SMC est donc avant tout un système multimédia d'aide à la production (*) de messages.

52 - "LE FORGERON"

Le principe dominant du système, est la conversationnalité (*) évoquée au cours de maintes applications, et définie comme étant la possibilité donnée à tout utilisateur (*), de pouvoir dialoguer avec SMC, dans les buts :

- de concrétiser une idée (= production), et
- de stimuler l'imagination (= création).

Un principe sous-jacent, est de réduire, voire supprimer, les intermédiaires imposés par les techniques utilisées traditionnellement. "N'étant jamais si bien servi que par soi-même", le promoteur d'une communication mettra en forme ses messages grâce à un dialogue plus ou moins sophistiqué, amenant par approximations successives au résultat optimal. Il est possible d'objecter que remplacer des moyens classiques par un système informatique aurait plutôt tendance à compliquer les choses, à cela, nous répondrons que :

1 - Il ne faut pas confondre complexités interne et apparente d'un système : mis à part les préjugés et les blocages liés encore aujourd'hui au mot "ordinateur", l'utilisateur ne doit se préoccuper que des moyens nécessaires à le satisfaire ("interfaces" logicielles et matérielles (*)(*) de dialogue), en ignorant, ou laissant à sa culture générale, les processus réellement mis en œuvre : user de SMC doit se faire tel utiliser un récepteur de télévision, c'est-à-dire en ne se consacrant qu'au "spectacle" offert, sans se soucier de l'électronique employée (mettre l'ordinateur dans le domaine du classique et du quotidien).

2 - L'utilisation de SMC nécessite, comme tout autre outil, un apprentissage, mais celui-ci est intellectuel, et non pas gestuel, et donc bien adapté à l'esprit humain. De plus, la rapidité avec laquelle les premiers résultats sont atteints, stimule l'utilisateur plutôt que de le décourager. La célérité du système joue donc en sa faveur, non seulement dans des phases opérationnelles, mais aussi lors d'initiations. Nous ne citerons pour exemple que la MACHINE A DESSINER G3 : grâce à elle, toute personne "normalement constituée" est capable au bout d'un quart d'heure de dialogue, de tracer un carré au centre duquel se trouve le texte "ABC", combien seraient capables d'en faire autant en s'asseyant pour la première fois derrière une planche à dessins, armés de règles, compas, lettres auto-collantes,..?

3 - "C'est en forgeant qu'on devient forgeron", et la maîtrise de SMC est une question de pratique et d'expérience. Cette assiduité induit, comme nous l'avons déjà noté, un nouveau style, et de nouvelles méthodes de travail reposant sur la conversationnalité : la possibilité offerte de réaliser soi-même, vite et bien, autorise la remise en cause de tout résultat obtenu, afin de le parfaire. Il ne s'agit pas là, notons-le bien d'une affirmation gratuite; il convient de rappeler que l'ensemble de cet ouvrage (textes, figures, illustrations,..) a été réalisé par ce biais ! Ainsi, la conversationnalité permet :

- la vision immédiate, et l'évaluation d'une forme possible du message,
- la modification de la forme du message,
- la modification du fond du message (corrections, suppressions, adjonctions,..)

5.3 - "LE DISCOURS"

Tout au long de ces pages, nous avons insisté plus ou moins explicitement sur l'image (animée ou non), et d'une manière plus générale, sur le "remplissage spatio-temporel" d'un support de communication. Si l'on exclut ici la "parole vocale", un message, vu sous l'angle sémantique, peut être représenté par une infinité de formes plus ou moins strictes, plus ou moins connotatives, plus ou moins adaptées. Le problème est donc, dans un contexte donné, de trouver la forme adéquate optimisant la communication, plusieurs critères pouvant intervenir, et portant sur

- le fond : qui peut prévaloir lors du choix entre l'objectivité et la subjectivité (cas de la communication artistique),
- la forme : syntaxe et codes utilisés,
- le coût,
- (.)

SMC, et ses générations futures, doivent et devront consacrer tous leurs efforts à l'image en vue de la créer, la manipuler, la transformer, l'animer, la colorier,.. La version actuelle a ses limites (par exemple, la télévision "numérique" (*) est "noir et blanc"), mais celles-ci sont imposées par la technologie (le matériel (*)), et non par les principes qui la gouverne (le logiciel (*)). Les principes contenus dans SMC sont plus importants que leur réalisation présente, malgré tout, les résultats obtenus, le "taux" d'utilisation du système,.., sont suffisamment encourageants pour que nous étudions aujourd'hui l'implémentation d'une deuxième version sur un calculateur multiprocesseur (*) à la capacité mémoire élevée

5'4 - L'AVENIR

Cette étude menée sur un multiprocesseur, nous permettra :

1 - De transposer la philosophie du système d'exploitation CMS4 (multi-machines virtuelles) sur ce calculateur : les unités centrales seront attribuées dynamiquement aux tâches, assurant ainsi l'équilibre dynamique des charges et la reconfigurabilité.

2 - D'étudier des algorithmes de calculs parallèle, appliqués en particulier aux traitements s'y prêtant (par exemple, manipuler simultanément les trois composantes chromatiques d'une image de télévision couleurs)

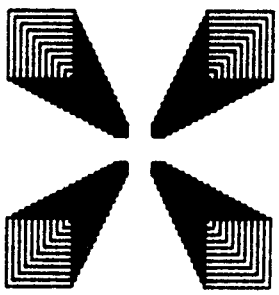
3 - D'améliorer la qualité des images "numériques" (*), en augmentant la définition, ainsi qu'en introduisant des niveaux de "luminance" et un signal de "chrominance".

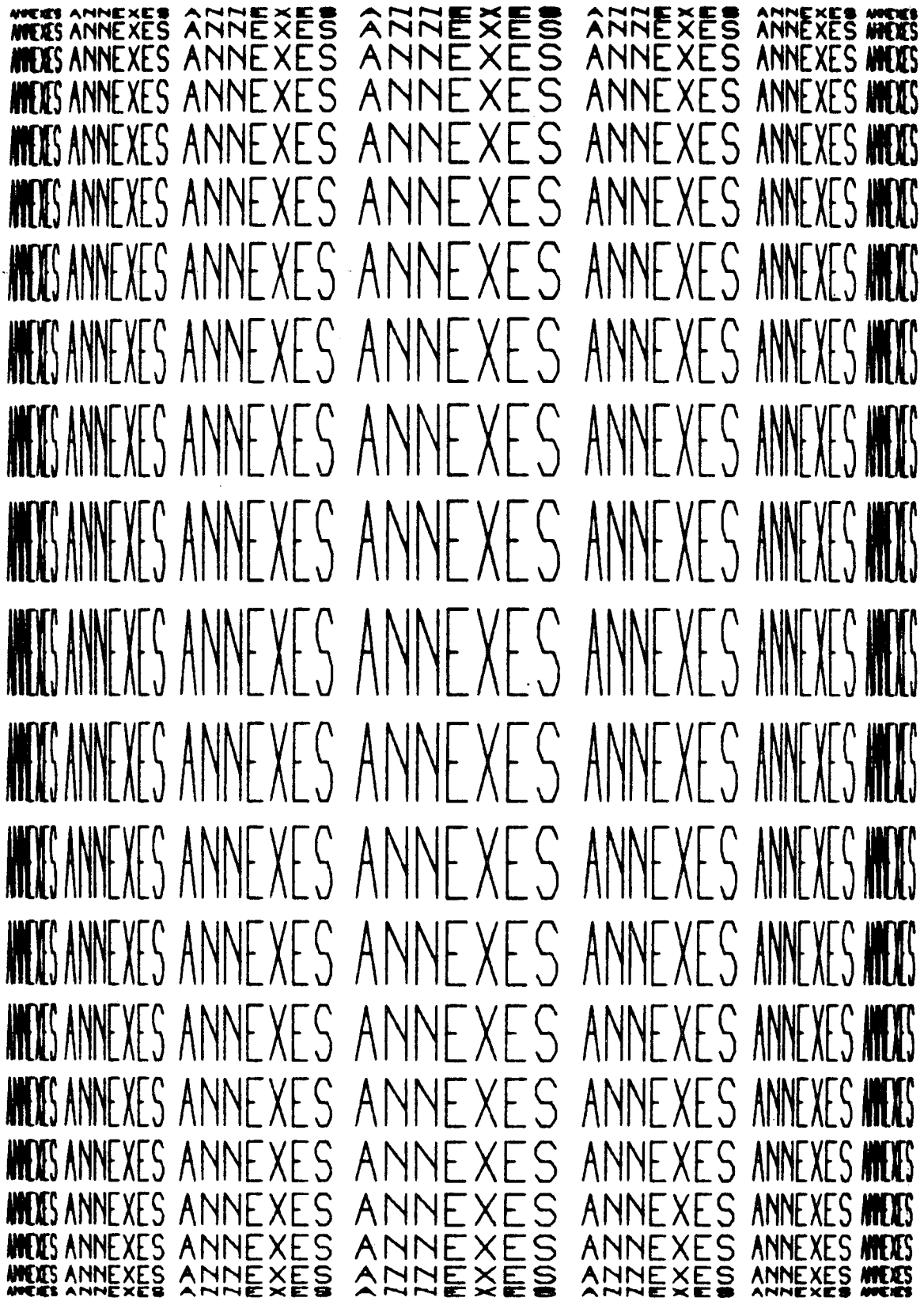
4 - De produire en "temps réel" des animations sur le canal audiovisuel

Il faut bien noter qu'il s'agit là d'améliorations portant en premier lieu sur la qualité du service rendu, mais non pas sur les principes généraux, et en particulier la conversationnalité (*). Celle-ci restera l'idée maitresse de ce système. Pour augmenter la portée et les applications de ce dernier, nous envisageons de l'intégrer dans un réseau de télédistribution implanté à l'intérieur d'un campus universitaire, il remplirait alors de multiples fonctions :

- pratique : renseignements divers,..
- éducatif : enseignement programmé, audiovisuel, documentation,...
- de loisir : jeux, films,..

Le monde actuel est inhumain, impersonnel, mais paradoxalement, celui-ci est à l'image de l'homme qui sans cesse le transforme. Ce qui caractérise le résultat (le monde), caractérise aussi les moyens d'y parvenir (le travail); l'art et l'artisanat d'antan ont fait place au travail à la chaine, certes plus rentable, mais ô combien moins enrichissant (spirituellement) pour celui qui le pratique (l'ouvrier). L'homme apparait alors comme le maillon ou l'esclave d'une chaine mécanisée dont il est le propre créateur, dé responsable, il devient rouage infime d'une machine infinie. Toute motivation ayant alors disparue, le travail devient la corvée à accomplir quotidiennement, pour survivre matériellement, dans l'attente constante du "week-end" ou des vacances. Dans ce monde trop complexe pour être appréhendé par un seul, il faut trouver le moyen de rendre à l'homme sa dignité. Une solution possible, serait de donner à chacun la possibilité de se réaliser pleinement au cours de ses activités laborieuses. Nous pensons que la Machine peut favoriser cette évolution, dans la mesure d'une utilisation adéquate. SMC est un bien modeste exemple de cette approche, il donne la possibilité à toute personne concernée, d'assumer l'entière responsabilité d'une réalisation (de sa conception à sa production, voire à sa diffusion). Bien entendu, l'homme reste sujet à des contraintes technologiques nécessitant un effort intellectuel d'apprentissage, mais est-il envisageable, comme le proclament beaucoup de "contestataires", de se passer, dans le contexte actuel, de la technicité. Plutôt que d'envisager des machines esclaves serviles d'hommes oisifs, essayons d'en faire des collaborateurs avec lesquels l'esprit humain progressera plus vite et plus loin.




ANNEXES

ANNEXE-1 - LISTE PARTIELLE DES REQUETES ADRESSABLES A CMS4

(voir le paragraphe 3219 page 76)

ENTREES-SORTIES PERIPHERIQUES : suivant le type, on trouvera :

- lecture, lecture avec écho, lecture graphique (visuel (*)),
- écriture, écriture graphique (visuel).

GESTION DE FICHIERS (voir le paragraphe 3218 page 75)

- lecture avec ou sans destruction d'un enregistrement,
- écriture d'un enregistrement,
- création / suppression d'un enregistrement,
- récupération d'un enregistrement ou de son suivant,
- ouverture / fermeture / destruction d'un fichier.

ESPACE DES NOMS (voir le paragraphe 3.2.1.7 page 71) :

- création d'un nom,
- valuation d'un nom,
- récupération de la valeur d'un nom,
- récupération de la valeur d'un nom placé sous un autre numéro de compte (*),
- destruction d'un nom et de sa valeur,
- récupération de l'arbre des noms, caractère par caractère, suivant l'une ou l'autre des relations 'p' et 's', à partir d'une racine donnée.

LANGAGE DE COMMANDE (voir le paragraphe 32193 page 81 et l'ANNEXE-2) :

- les commandes peuvent être obtenues à partir d'un périphérique (*) d'entrée, ou bien émises par un programme.

FONCTIONS DIVERSES :

- demande de changement de la taille de l'espace mémoire attribué à un programme utilisateur,
- mise en sommeil d'un programme pour une durée de 'n' secondes,
- simulation de sémaphores (*) et des opérations P et V associées, assurant ainsi des fonctions de synchronisation inter-utilisateur,
- définition du caractère utilisé par l'utilisateur pour avertir ou interrompre le système,
- "que faire à la réception d'un tel caractère ?"
- "que faire à la réception de deux tels caractères consécutifs ?"
- récupération de la date et de l'heure,
- obtention de l'identité temporaire attribuée par le système à un utilisateur lors d'une session,
- définition d'un "chien de garde" sur le poste d'accès (voir le paragraphe 3.1.3 page 54) (par exemple, une entrée non achevée au bout de 'n' secondes sera interrompue).
- (...)

ANNEXE-2 - SYNTAXE DU LANGAGE DE COMMANDE DE CMS4

(voir le paragraphe 3.2.1.9.3 page 81)

<NUMERO DE COMPTE> = <CHAINE DE CARACTERES>
<PERIPHERIQUE LOGIQUE> = <NUMERO DE 1 A 11>
<NOM DE FICHIER> = <CHAINE DE CARACTERES>

!LOGIN <NUMERO DE COMPTE><EOT>
création d'un utilisateur (*) au début d'une session

!L <NUMERO DE COMPTE><EOT>
création d'un utilisateur (*) au début d'une session

!ASSIGN <PERIPHERIQUE LOGIQUE>=<PERIPHERIQUE><EOT>
définition d'un périphérique logique (*) à partir d'un organe réel (lecteur de cartes, imprimante,...)

!ASSIGN <PERIPHERIQUE LOGIQUE>=N,<NOM DE FICHIER><EOT>
définition d'un périphérique logique (*) à partir d'un nouveau (N) fichier (*)

!ASSIGN <PERIPHERIQUE LOGIQUE>=O,<NOM DE FICHIER><EOT>
définition d'un périphérique logique (*) à partir d'un ancien (O) fichier (*)

!ASSIGN <PERIPHERIQUE LOGIQUE>=S<EOT>
suppression d'un périphérique logique (*)

!F<EOT>
destruction d'un utilisateur à la fin d'une session

!CLOSE<EOT>
suppression de tous les périphériques logiques (*) créés par un utilisateur

!CM <PERIPHERIQUE 1>=<PERIPHERIQUE 2><EOT>
connexion matricielle (*) de deux périphériques (*) : P1 ⟶ P2

!CM <PERIPHERIQUE 1>#<PERIPHERIQUE 2><EOT>
déconnexion matricielle (*) de deux périphériques

!DATE<EOT>
obtention de la date et de l'heure

!DEBUG<EOT>
passage sous contrôle du système d'aide à la mise au point ("debug")

!DF<EOT>
appel du destructeur de fichiers (*) (voir le paragraphe 3.2.2.3 page 98)

!SMC<EOT>

appel du système d'aide à la communication (voir le paragraphe 3.2.2.5 page 99).

!GO<EOT>

retour à un programme après l'exécution d'une ou plusieurs requêtes de type 'COMMANDE' (voir le paragraphe 3.2.1.9.2 page 77)

!HELP<EOT>

à utiliser lorsque l'on est perdu !!

!I<EOT>

appel du processeur de commande (voir le paragraphe 3.2.2.4 page 99)

!LOAD<EOT>

appel du chargeur (*) (voir le paragraphe 3.2.2.2 page 97)

!SYMBOL<EOT>

appel de l'assembleur :

- le texte source entre sur le PERIPHERIQUE LOGIQUE 1,
- la liste (*) sort sur le PERIPHERIQUE LOGIQUE 2,
- et le résultat binaire sur le PERIPHERIQUE LOGIQUE 3.

(voir le paragraphe 3.2.2.1 page 96)

!TAB<EOT>

définition d'une tabulation sur le PERIPHERIQUE LOGIQUE 1

!VI <NUMERO> <MESSAGE><EOT>

envoi d'un message <MESSAGE> au visuel (*) de numéro <NUMERO>

!W<EOT

mise de l'utilisateur dans un état 'EN ATTENTE'.

!X <PERIPHERIQUE LOGIQUE><EOT>

création d'un utilisateur virtuel dont les données (commandes, programmes,..) sont situés sur le <PERIPHERIQUE LOGIQUE> cité (fichier, lecteurs de cartes,..) (voir le paragraphe 3.2.1.9.3 page 80).

ANNEXE-3 - FONCTIONS DU PROCESSEUR 'GESTION DES PAGES'

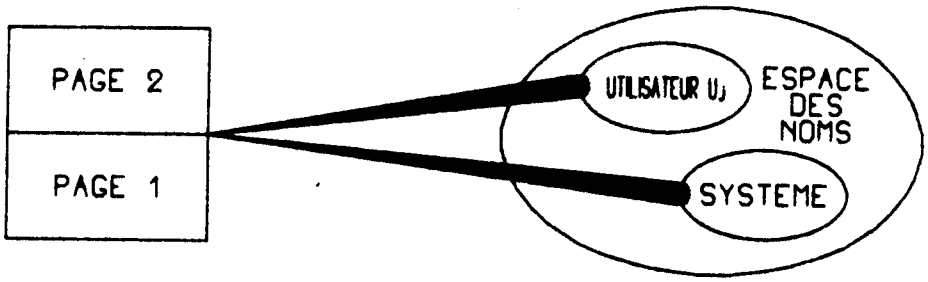
(voir le paragraphe 3.2.3.3 page 106)

1 - TRAITEMENT DES PAGES

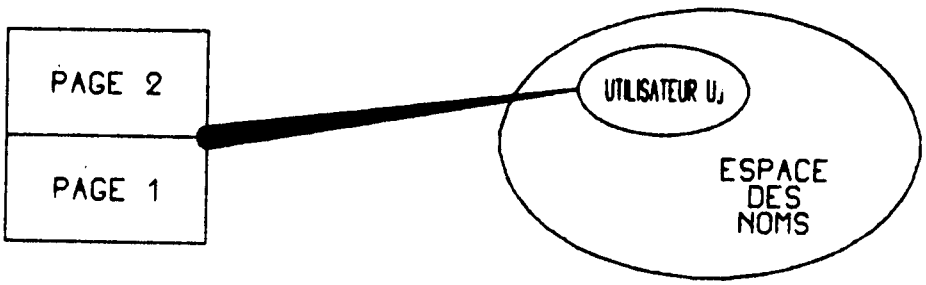
CREATION DU NOM D'UNE PAGE (dans l'espace des noms)

SUPPRESSION D'UNE PAGE DE NOM DONNE (nom et valeur)

RECUPERATION D'UNE PAGE DE NOM DONNE



MISE A JOUR D'UNE PAGE



EDITION / SUPPRESSION DE TOUT OU PARTIE DES PAGES D'UN UTILISATEUR

le choix des pages à éditer / supprimer se fait par coincidence de la racine de chaque nom avec un radical donné par exemple, obtention du catalogue des noms commençant par la racine "TMG".

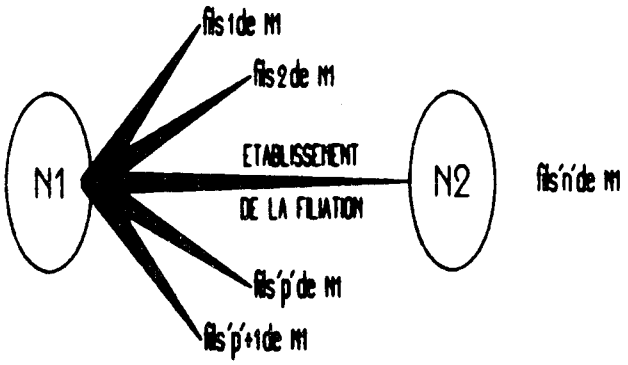
ECHANGE PAGE 1 ET PAGE 2

2 - TRAITEMENT DES STRUCTURES

CREATION DU NOM D'UN NŒUD (dans l'espace des noms)

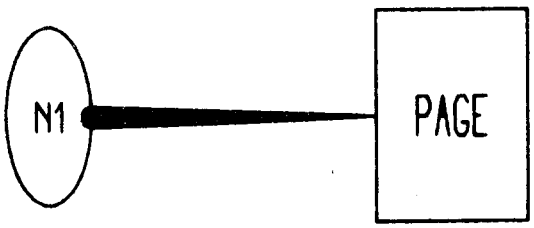
SUPPRESSION D'UN NŒUD DE NOM DONNE

CREATION DU $n_{ième}$ FILS D'UN NOEUD DONNE (de noms N1 et N2 respectivement)



RUPTURE DE LA $n_{ième}$ FILIATION D'UN NŒUD

ATTACHEMENT D'UNE PAGE DE NOM DONNE A UN NOEUD



DETACHEMENT D'UNE PAGE ATTACHEE A UN NŒUD

EDITION / SUPPRESSION DE TOUT OU PARTIE DES NŒUDS D'UN UTILISATEUR
(suivant des critères identiques à ceux utilisés pour les catalogues de pages)

"FAMILLE" D'UN NŒUD
permet de connaître les pères, les fils, et la page associée à un noeud, s'ils existent

3 - APPEL DES PROCESSEURS liste partielle de ceux-ci

EDITEUR DE PAGES

(voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114 et l'ANNEXE-4)

MACHINE A DESSINER

(voir le paragraphe 3.2.4.1 page 123 et l'ANNEXE-6)

TELEVISION NUMERIQUE

(voir les paragraphes 3.1.2.4 et 3.2.4.1 pages 48 et 123)

GESTION DES MATERIELS AUDIOVISUELS

SON NUMERIQUE

(voir les paragraphes 3.1.2.5 et 3.2.4.2.6 pages 53 et 140)

RECHERCHE DE CORRELATIØNS DANS UNE IMAGE NUMERIQUE

(voir le paragraphe 3.2.4.2.4 page 139)

GESTION DES STRUCTURES D'IMAGES ET DE SONS

(voir le paragraphe 3.2.4.2.5 page 140)

GESTION DU DICTIONNAIRE

(voir le paragraphe 3.2.3.5.1 page 116)

FONCTIONS DIVERSES

- pauses dans une structure,
- sauvegarde et restauration de pages et de structures sur un support externe,
- (...)

EDITEUR SELECTIF DE CATALOGUES

ASSEMBLEUR - CHARGEUR - EXECUTEUR

(voir le paragraphe 3.2.4.3.2 page 143)

ANALYSEUR DU DIALOGUE LIBRE

(voir le paragraphe 3.2.3.5.2 page 117)

ANNEXE-4 - FONCTIONS DU PROCESSEUR 'EDITEUR DE PAGES'

(voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114)

SELECTION PAGE 1 OU PAGE 2

DEPLACEMENT 'NORD ' DU CURSEUR
DEPLACEMENT 'EST' DU CURSEUR
DEPLACEMENT 'SUD' DU CURSEUR
DEPLACEMENT 'OUEST' DU CURSEUR
REMISE DU CURSEUR AU DEBUT DE LA LIGNE
REMISE DU CURSEUR AU DEBUT DE LA PAGE

AFFICHAGE DU TEXTE CONTENU DANS PAGE 1 OU PAGE 2
EFFACEMENT DU TEXTE CONTENU DANS PAGE 1 OU PAGE 2
EFFACEMENT DE L'ECRAN

DEFINITION DE L'ORIGINE D'UNE CHAINE DE CARACTERES
DEFINITION DE L'EXTREMITE D'UNE CHAINE DE CARACTERES
DEPLACEMENT DE LA CHAINE AINSI DEFINIE

REPETITION D'UN CARACTERE 'n' FOIS
REPETITION D'UN CARACTERE JUSQU'AU BOUT DE LA LIGNE
REPETITION D'UN CARACTERE JUSQU'AU BOUT DE LA PAGE
MONTEE DE LA LIGNE D'UN DEMI-INTERLIGNE (indices et / ou exposants)
DESCENTE DE LA LIGNE D'UN DEMI-INTERLIGNE (indices et / ou exposants)

FIN D'EDITION DE PAGES

ANNEXE-5 - MODELE SIMPLIFIE DE LA GRAMMAIRE ASSERTO-NEGATIVE DE LA LANGUE DE DIALOGUE LIBRE DE SMC

(voir le paragraphe 3.2.3.5 page 116)

Notations :

<XXX>	représente une variable syntaxique XXX (terminale ou non terminale) alors que
'XXX'	est le mot XXX lui-même,
[YYY]	indique que la présence de YYY est facultative,
$(YYY)_n$	signifie que 'n' occurences successives de YYY sont autorisées,
XXX := YYY	donne une règle de réécriture de XXX par YYY,
XXX / YYY	signifie 'XXX ou exclusivement YYY'.

```
<PHRASE> := <PHRASE COMPLETE> / <PHRASE INTERJECTIVE>
<PHRASE INTERJECTIVE> := <INTERJECTION>
<PHRASE COMPLETE> := <GROUPE NOMINAL>
<PHRASE COMPLETE> := <GROUPE NOMINAL><GROUPE VERBAL>
<PHRASE 2> := <GROUPE NOMINAL><GROUPE VERBAL>
<GROUPE NOMINAL> := <PRONOM PERSONNEL>[ 'DONT' <PHRASE 2> /
                                        'QUE' <PHRASE 2> /
                                        'QUE' <PHRASE 3> /
                                        'QUI' <PHRASE 3>]
<GROUPE NOMINAL> := <ARTICLE> [[(<ADVERBE>)n][(<ADJECTIF>)n]
                    <NOM> [[(<ADVERBE>)n][(<ADJECTIF>)n]
                    [ 'DONT' <PHRASE 2> /
                      'QUE' <PHRASE 2> /
                      'QUE' <PHRASE 3> /
                      'QUI' <PHRASE 3>]
```

<PHRASE 3> ::= <GROUPE VERBAL>
<GROUPE VERBAL> ::= <VERBE>
<GROUPE VERBAL> ::= <VERBE><GROUPE NOMINAL>
<GROUPE VERBAL> ::= <VERBE>(<ADVERBE>)•
<GROUPE VERBAL> ::= <VERBE>(<ADVERBE>)•<GROUPE NOMINAL>
<GROUPE VERBAL> ::= <VERBE>(<ADVERBE>)• 'DE' <GROUPE NOMINAL>
<GROUPE VERBAL> ::= 'NE' <VERBE> 'PAS'
<GROUPE VERBAL> ::= 'NE' <VERBE> 'PAS' (<ADVERBE>)•
<GROUPE VERBAL> ::= 'NE' <VERBE> 'PAS' (<ADVERBE>)•<GROUPE NOMINAL>
<GROUPE VERBAL> ::= 'NE' <VERBE> 'PAS' (<ADVERBE>)•
'DE' <GROUPE NOMINAL>
<GROUPE VERBAL> ::= 'NE' <VERBE><GROUPE NOMINAL>
'QUE' <GROUPE NOMINAL>

ANNEXE-6 - UTILISATION DE G3

(voir le paragraphe 3.2.4.1 page 123)

1 - PHILOSOPE DE G3 :

1.1 - les ordres graphiques (constituant les programmes) seront donnés sous forme de textes contenus dans PAGE 1 et/ou PAGE 2 (voir le paragraphe 3.2.3.2 page 104)

1.2 - l'unité de travail est le segment lumineux ou sombre. A noter dès maintenant que G3 n'a pas la notion de face, il ne sera donc pas question de problèmes de lignes cachées !

1.3 - un segment est défini comme le déplacement d'un point repéré dans un référentiel relatif (Wx,Wy), ce référentiel à 2 dimensions, peut être utilisé sans préciser en fait ni les normes, ni l'angle des deux axes, ni leur position dans l'espace.

1.4 - un référentiel relatif (Wx,Wy) peut être positionné d'une manière quelconque dans l'espace à 3 dimensions (OX,OY,OZ) constitué par le plan (OX,OY) de l'écran du visuel (*), et par un axe OZ orthogonal à (OX,OY) et orienté dans le sens du regard de l'utilisateur.

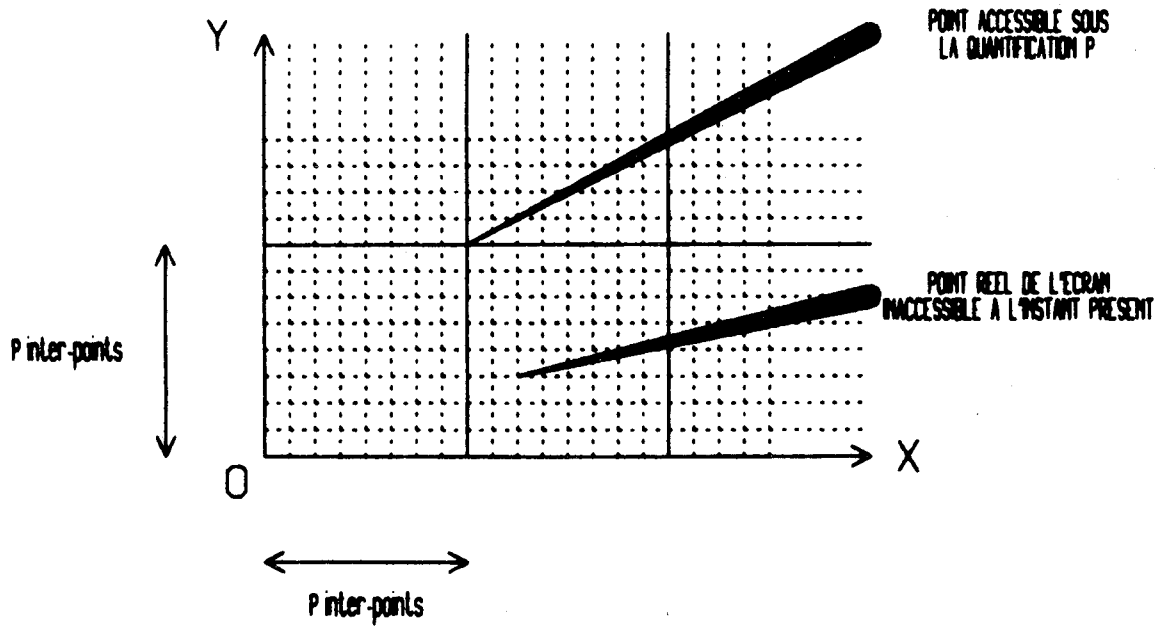
La suite de l'exposé, montrera les différentes primitives du langage nécessaires pour mettre en œuvre de tels principes. On remarquera dès à présent que celles-ci vont permettre de définir des formes graphiques indépendamment des normes, de l'orientation,.., et donc indépendamment de leurs tracés !

Remarque : les mots "horizontal", "vertical",.., n'auront donc par la suite, qu'une valeur toute relative.

2 - NOTATIONS UTILISEES

21 - les caractères "ESPACE" et "POINT-VIRGULE" sont des "éléments neutres" du langage, sauf dans les chaines de caractères à valeur de noms (voir les sous-programmes et les bibliothèques).

22 - quantification courante de l'écran : l'écran du visuel (*) est implicitement un quadrillage orthogonal, dont le pas élémentaire vaut un "inter-point". G3 autorise la modification du format de ce quadrillage; P désignera alors le pas du quadrillage courant.



23 - axes de références :

- (Wx,Wy) représentera le référentiel relatif courant,
- (OX,OY,OZ) le référentiel absolu.

24 - variables de travail :

- <N> désignera un nombre entier de valeur 'n',
- δx et δy désigneront les unités sur les axes relatifs (Wx,Wy).

3 - NORME D'UN REFERENTIEL RELATIF un certain nombre de primitives permettent de définir et modifier la norme d'un référentiel relatif; elles peuvent figurer en nombre et place quelconques dans un programme, suivant les désirs de l'utilisateur.

3.1 - définition de la norme :

K<N> permet de définir la quantification P de l'écran, celle-ci valant implicitement 1 :

$$P \longleftarrow n$$

la figure précédente illustre le cas n=8.

X<N>
Y<N'> définissent respectivement les unités δx et δy sur les axes relatifs ωx et ωy suivant les formules :

$$\delta x \longleftarrow n*P$$
$$\delta y \longleftarrow n'*P$$

par exemple, K3 X5 Y7 donnent comme unités :

$\delta x = 3*5 = 15$ points,
$\delta y = 3*7 = 21$ points.

3.2 - <u>modification de la norme</u> : un certain nombre de primitives permettent une modification itérative de l'une ou des deux unités des axes relatifs, la liste suivante en donne la signification :

X+	$\delta x \leftarrow (\delta x)+P$
X-	$\delta x \leftarrow (\delta x)-P$
X*	$\delta x \leftarrow (\delta x)*P$
X/	$\delta x \leftarrow (\delta x)/P$
Y+	$\delta y \leftarrow (\delta y)+P$
Y-	$\delta y \leftarrow (\delta y)-P$
Y*	$\delta y \leftarrow (\delta y)*P$
Y/	$\delta y \leftarrow (\delta y)/P$

+	équivaut à	X+Y+
-	équivaut à	X-Y-
*	équivaut à	X*Y*
/	équivaut à	X/Y/

par exemple K3 X5 Y7 font :

$\delta x = 3*5 = 15,$

$\delta y = 3*7 = 21,$

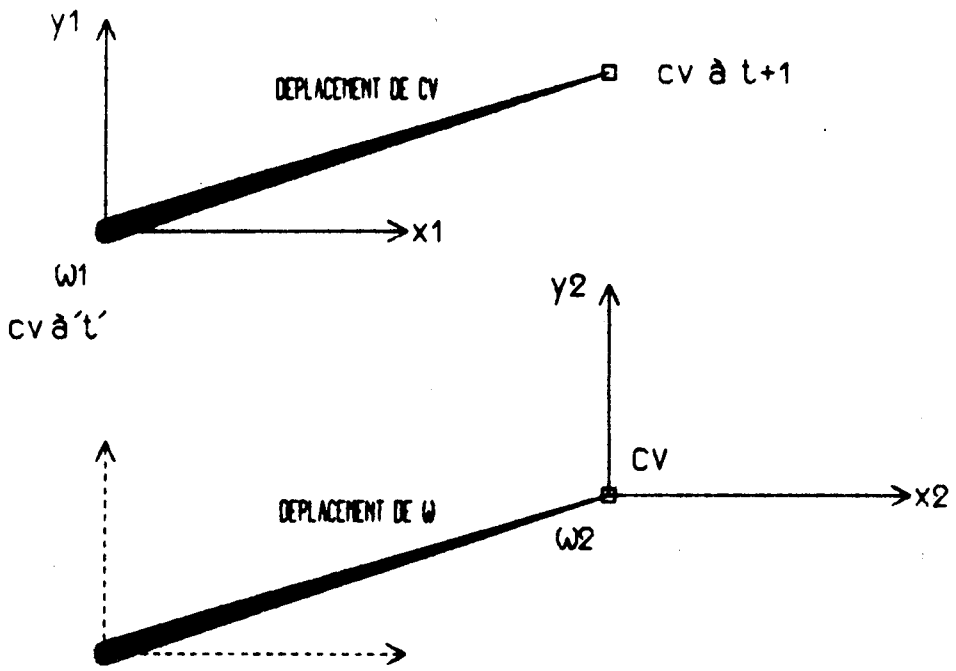
puis X-Y+ font :

$\delta x = 15-3 = 12,$

$\delta y = 21+3 = 24.$

4 - POINTS ET DEPLACEMENTS DANS UN REFERENTIEL RELATIF

Dans un référentiel relatif (ωx,ωy) le tracé des segments (sombre ou lumineux) se fait par des déplacements du point courant (baptisé curseur virtuel CV), il faut noter qu'après tout mouvement de CV, l'origine ω de (ωx,ωy) vient se confondre avec ce dernier :



4 1 - <u>déplacement du curseur virtuel CV</u> on dispose de quatre déplacements élémentaires, et combinables entre eux sans restrictions

[1] déplacement de CV d'une unité δx vers les $x_{RELATIFS}$ positifs :

$X(CV)/(Wx,Wy) \leftarrow (X(CV)/(Wx,Wy))+\delta x$
$Y(CV)/(Wx,Wy)$ inchangé

[2] déplacement de CV d'une unité δy vers les $y_{RELATIFS}$ positifs :

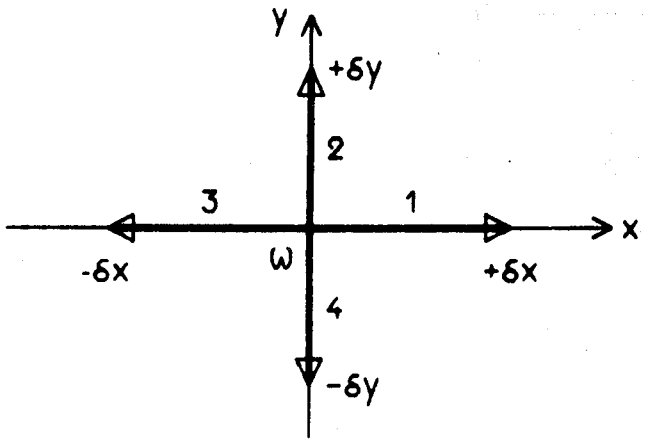
$X(CV)/(Wx,Wy)$ inchangé
$Y(CV)/(Wx,Wy) \leftarrow (Y(CV)/(Wx,Wy))+\delta y$

[3] déplacement de CV d'une unité δx vers les $x_{RELATIFS}$ négatifs :

$X(CV)/(Wx,Wy) \leftarrow (X(CV)/(Wx,Wy))-\delta x$
$Y(CV)/(Wx,Wy)$ inchangé

[4] déplacement de CV d'une unité δy vers les $y_{RELATIFS}$ négatifs :

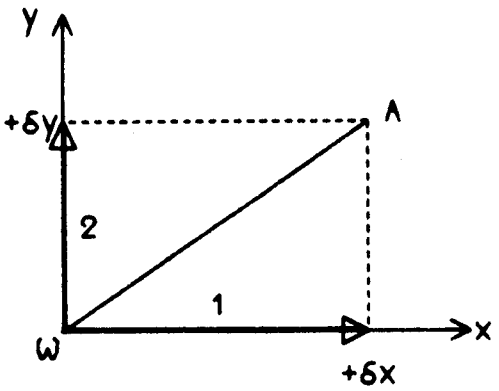
$X(CV)/(Wx,Wy)$ inchangé
$Y(CV)/(Wx,Wy) \leftarrow (Y(CV)/(Wx,Wy))-\delta y$



Exemples :

13
1133
24 sont des déplacements neutres,
1234
3142

12 permet de parcourir la diagonale ωA



4.2 - <u>origine et extrémité d'un segment</u> : après chaque déplacement élémentaire (1,2,3,4) il est possible de définir l'ORIGINE et/ou l'EXTREMITE d'un segment comme étant la position courante de CV, trois primitives sont disponibles :

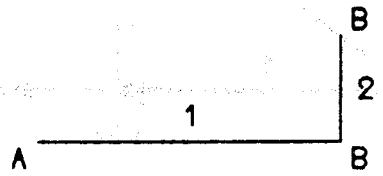
[A] permet de définir l'origine d'un segment quelconque, ou l'extrémité d'un segment sombre :

ORIGINE ⟵ POSITION COURANTE DE CV

[B] permet de définir l'extrémité d'un segment lumineux, en effectuant les opérations suivantes

(1) EXTREMITE ⟵ POSITION COURANTE DE CV
(2) TRACE DU SEGMENT [ORIGINE,EXTREMITE]
(3) ORIGINE ⟵ EXTREMITE

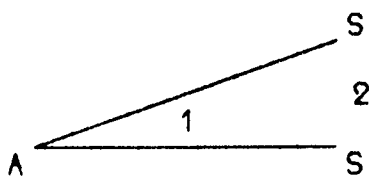
Ainsi, à l'aide de (3), on peut constituer des chaines de segments, ouvertes ou fermées :



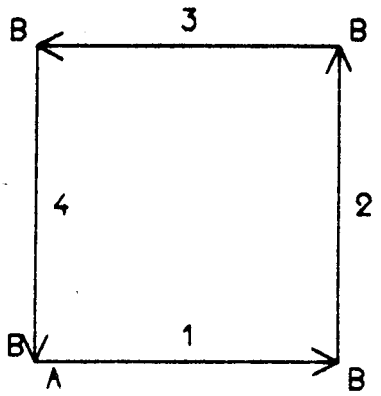
[S] définit l'extrémité d'un segment lumineux comme le fait la primitive B, à l'exception de l'opération (3) :

(1) EXTREMITE ⟵ POSITION COURANTE DE CV
(2) TRACE DU SEGMENT [ORIGINE,EXTREMITE]

Ainsi, l'absence de (3) permettra des tracés en "étoile" :



Exemple A1B2B3B4B trace un contour fermé ayant l'apparence d'un carré si les axes relatifs sont orthonormés :



Remarque : cette description des contours est, comme on le voit, indépendante des normes, et des angles des axes, ainsi que de la position de ceux-ci dans l'espace, on pourra, par exemple, produire à partir de la forme graphique A1B2B3B4B vue ci-dessus, des carrés, des rectangles, des losanges, des parallèlogrammes de toute taille et de toute orientation dans l'espace (voir la figure 1 page suivante, où <XXX...XX> représente un commentaire)

5 - ORIENTATION D'UN REFERENTIEL RELATIF :

5.1 - choix du plan de référence : un référentiel relatif est toujours contenu dans un plan parallèle à l'un des trois plans de référence définis par les axes absolus (OX,OY,OZ). La primitive Q permet de fixer le plan courant supportant (Wx,Wy) :

Q1 désigne un plan parallèle au plan de l'écran (OX,OY) et contenant le curseur virtuel CV.

Q2 désigne un plan orthogonal à celui défini par Q1 parallèle à (OY,OZ) et contenant CV.

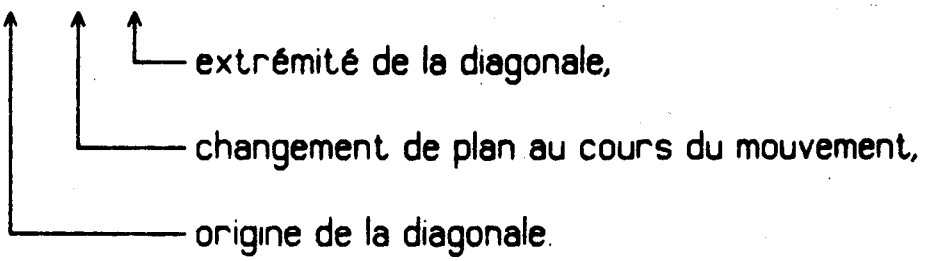
Q3 désigne un plan horizontal parallèle à (OX,OZ) et contenant CV.

Il faut noter dès à présent que les primitives 1,2,3,4 définissent donc des déplacements plans, mais que cela ne limite pas l'utilisateur à tracer des segments contenus dans l'un des trois plans Q1,Q2,Q3, car la définition de tout mouvement peut être imbriquée avec des changements de plan.

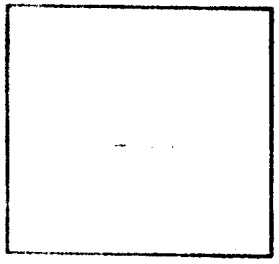
Exemple :

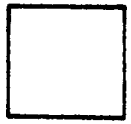
Q1 A1B2B3B4B Q2 2B Q1 1B2B3B4B1A Q2 4B
Q1 2A Q2 2B Q1 3A Q2 4B Q1 4B définit un cube, et :

Q1 A12 Q2 2B donne l'une de ses diagonales :



```
'G3 :APPEL DE L'INTERPRETEUR GRAPHIQUE G3;



<TRACE D'UN CARRE 162*162;

K9 X9 Y9
A11B22B33B44B

          <TRACE D'UN SEGMENT NOIR DE 2*162 POINTS;

               11 11

                    <TRACE D'UN CARRE 72*72;

                       K4 X9 Y9
                       A11B22B33B44B

                                 <TRACE D'UN SEGMENT NOIR ;

                                     11111111111

                                          <TRACE D'UN RECTANGLE 54*126;

                                                K9 X3 Y7
                                                A11B22B33B44B
```





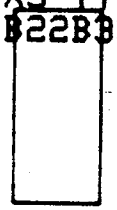


FIGURE 1
---

52 - orientation d'un référentiel relatif : à chaque instant, la position relative des axes relatifs et des axes absolus est connue à l'aide d'une matrice de transformation $\mathcal{M}$ (on dispose en réalité de trois matrices, une par plan de référence Q1,Q2,Q3, le passage de l'une à l'autre étant transparent à l'utilisateur). L'initialisation et la mise à jour de la transformation courante $\mathcal{C}$ se font à l'aide des transformations géométriques élémentaires (désignées globalement par $\mathcal{C}_i$, et choisies parmi les suivantes :

RP RM	rotation de +/- 16 degrés,
R1 R3	rotation de +/- 90 degrés,
SX SY	symétrie par rapport à ωx / ωy,
S0	symétrie par rapport à ω,
S1	symétrie par rapport à la première bisectrice de $(\omega x, \omega y)$,
A O H B	changements de l'angle $(\omega x, \omega y)$

On a alors la syntaxe suivante :

T=	$\mathcal{C}$ est initialisée avec la transformation identique,
T=$\mathcal{C}_1\mathcal{C}_2 \ldots \mathcal{C}_n$	$\mathcal{C}$ est initialisée par le produit de transformations $\mathcal{C}_1\mathcal{C}_2 \ldots \mathcal{C}_n$,
T$\mathcal{C}_1\mathcal{C}_2 \ldots \mathcal{C}_n$	$\mathcal{C}$ est multipliée par le produit de transformations $\mathcal{C}_1\mathcal{C}_2 \ldots \mathcal{C}_n$

(voir la figure 2 page suivante)

Exemple :

T=RPRPS0, fait : $\mathcal{C}$=RP*RP*S0, puis
TSXRP, fera : $\mathcal{C}$=RP*RP*S0*SX*RP=$\mathcal{C}$*SX*RP

6 - LA RECURSIVITE DU LANGAGE : G3 est récursif (*), et le couple BEGIN / END de l'ALGOL (*) est matérialisé ici par le couple de parenthèses OUVRANTE / FERMANTE. Cette récursivité va se manifester par six dispositifs imbricables

- les boucles d'itérations,
- les sous-programmes, et les bibliothèques,
- les arguments formels,
- les formes conditionnelles,
- la pile (*) de travail,
- les changements de "contextes".

Par la suite, <&> désignera une suite quelconque de formes syntaxiquement licites, et éventuellement non encore définies, à noter, que <&> est une variable définie récursivement.

6.1 - l'itération : la forme

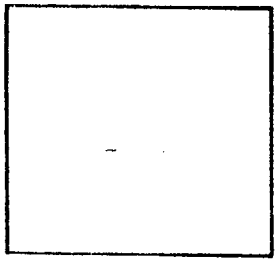
%<N><<&>> permet d'itérer 'n' fois <&>.

Exemple :

%5(1) équivaut à : 11111

(voir la figure 3 page suivante)

```
'G3<APPEL DE L'INTERPRETEUR GRAPHIQUE G3

<TRACE D'UN CARRE 162*162;

K9 X9 Y9
A11B22B33B44B

          <TRACE D'UN SEGMENT NOIR DE 3*162 POINTS;

               11 11 11

                    <ROTATION DES AXES DE +16 DEGRES;

                         T=RP;

                              <TRACE D'UN RECTANGLE 108*126 TOURNE DE 16 DEGRES;

                                   K6X9Y7
                                   A11B22B33B44B
```



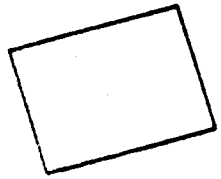


FIGURE 3

```
'G3<APPEL DE L'INTERPRETEUR GRAPHIQUE G3;


<TRACE D'UN CARRE 162*162 PAR ROTATION DE PI/2 D'UN SEGMENT;

K9 X9 Y9  A
%4(11B TR1;)
```

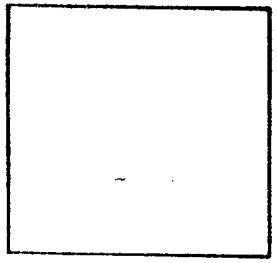


FIGURE 3

6.2 - les sous-programmes : <NOM> désignera une suite de caractères quelconques à l'exclusion du POINT-VIRGULE qui est, comme on le verra, utilisé ici en tant que limiteur.

6.2.1 - définition d'un sous-programme : la notion de sous-programme graphique est identique à la notion traditionnelle, et permet de baptiser toute séquence <&> d'un nom <NOM> à l'aide de la forme suivante :

><NOM>(<&>)	la primitive > introduisant le nom <NOM> de la séquence <&> à définir

Une telle forme peut se rencontrer n'importe où (même à l'intérieur d'une séquence exécutable), G3 acceptant les références en avant.

6.2.2 - appel d'un sous-programme : il se fera par la forme :

&<NOM>;	où la primitive & introduit le nom <NOM>.

Exemple :

>CARRE(A1B2B3B4B) définit le sous-programme CARRE.

Nota : si un sous-programme ne modifie pas les normes, la transformation &,..., celui-ci sera exécuté avec les valeurs courantes au moment de l'appel. Ainsi CARRE défini ci-dessus, pourra aussi bien produire des carrés, que des parallèlogrammes quelconques,...
(voir la figure 4 page suivante)

6.2.3 - l'appel implicite : sous certaines conditions, il est possible d'appeler des sous-programmes dont le nom ne comporte qu'un seul caractère, en omettant > et le POINT-VIRGULE (c'est ainsi que fut composé cet ouvrage).

624 - la mise en bibliothèque : une bibliothèque est une page (*) (au même titre qu'un programme), celle-ci ne contiendra en général que des définitions de sous-programmes. A un instant donné, un programme peut référencer une bibliothèque courante, son chargement, ou son changement étant demandé par la forme :

`$<NOM DE BIBLIOTHEQUE>;`

Ensuite, et tant qu'une autre primitive $ ne viendra pas "écraser" la précédente, toute référence non satisfaite lors de la recherche d'un sous-programme, provoquera une exploration de la bibliothèque courante, si elle existe. De plus, la forme :

`?<NOM>;` permet l'appel direct d'un programme de bibliothèque

Exemple : voir la figure 5 page suivante, où ALPHABET désigne une bibliothèque contenant la définition des lettres majuscules.

```
<DEFINITION DU SOUS-PROGRAMME CARRE;
>CARRE(A11B22B33B44B)

<TRACE D'UN CARRE 162*162;
K9 X9 Y9 &CARRE;
                <TRACE D'UN SEGMENT NOIR HORIZONTAL;
                      11 11 11
                            <6 ROTATIONS D'UN CARRE;
                               %6(&CARRE; TRP;)
```

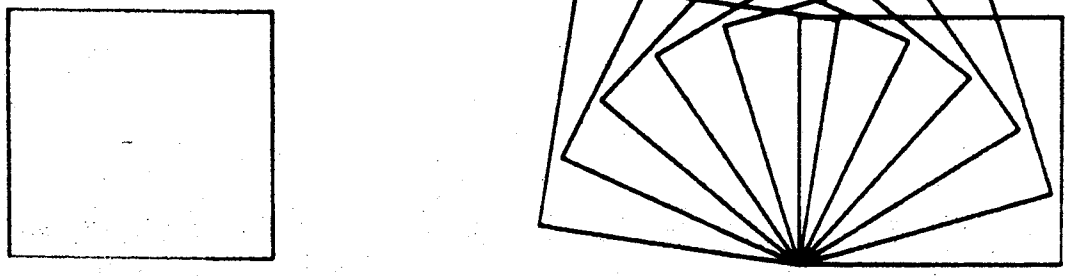
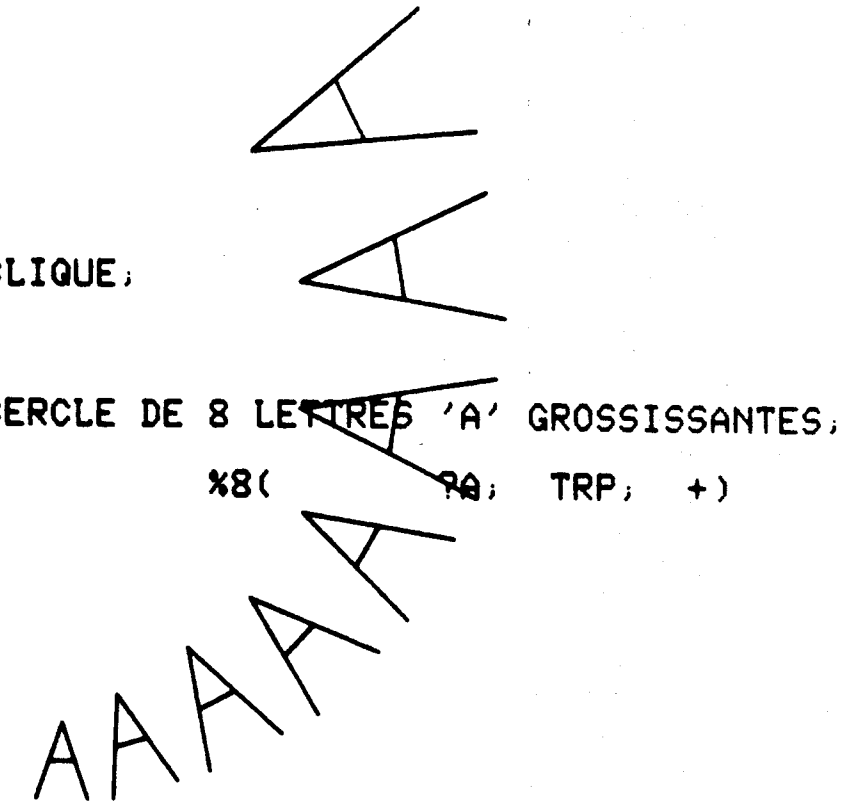


FIGURE 4

```
<ECRITURE DU MOT EXEMPLE;
$ALPHABET;  K2X3Y5
   ?E;?X;?E;?M;?P;?L;?E;
       <TRACE D'UN SEGMENT NOIR OBLIQUE;
           K9X9Y9   %3(12)
            <TRACE SUR UN ARC DE CERCLE DE 8 LETTRES 'A' GROSSISSANTES;
                    K2X4Y4                  %8(      ?A;  TRP;  +)
```



EXEMPLE

FIGURE 5

6.3 - les arguments formels : on appelle ainsi des sous-programmes sans nom, utilisés pour transmettre des arguments, engendrer des séquences variables,... A un instant donné, on dispose d'un argument formel courant défini par la dernière forme :

=(<8>) rencontrée,

la ou les références à l'argument formel courant se faisant par la primitive APOSTROPHE.

Exemple :

```
$ALPHABET,

>DUPLIQUE(%5('12))

>AA(=(?A,)&DUPLIQUE,)

>BB(=(?B,)&DUPLIQUE,)
```

appel de la bibliothèque ALPHABET,

définition du sous-programme DUPLIQUE qui itère 5 fois la référence à l'argument formel courant, suivie d'un déplacemnet oblique (12),

définition du sous-programme AA qui tracera cinq lettres 'A' sur une oblique (12),

idem avec la lettre 'B'.

64 - les formes conditionnelles : il est possible d'autoriser ou bien d'inhiber chaque primitive individuellement, lorsqu'une primitive est inhibée, elle est ineffective, et de plus, si une séquence <8> la suit immédiatement, étant encadrée par un couple de parenthèses OUVRANTE/FERMANTE, cette dernière sera ignorée. La forme suivante permet ainsi d'introduire la conditionnalité à l'exécution :

<PRIMITIVE>(<8>)

L'autorisation/inhibition se fera par les formes :

"<PRIMITIVE> autorise <PRIMITIVE>, alors que :

<PRIMITIVE> l'inhibe.

Remarque : les primitives 5 6 7 8 9 n'ont d'autre rôle, que de rendre conditionnelles des formes quelconques.

6.5 - la pile de travail (*) : le curseur virtuel CV (noté C), sa coordonneé relative x (notée 1), sa coordonnée relative y (notée 2), la constante K, les unités δx et δy (notées respectivement X et Y), la transformation courante ℭ (notée T) et l'argument formel courant (noté A) peuvent être gérés par une pile, deux primitives sont disponibles (<ϑ$_i$> désignant l'une des variables nommées ci-dessus) :

[MI<ϑ$_1$><ϑ$_2$>..<ϑ$_n$>] opère l'empilement des <ϑ$_i$>, alors que

[MI<ϑ$_1$><ϑ$_2$>..<ϑ$_n$>] procède à leur dépilement

(voir la figure 6 page suivante)

6.6 - les changements de "contextes" : on appelle "contexte" graphique l'ensemble composé des éléments suivants :

- les constantes P, δx et δy dans les trois plans de références Q1,Q2,Q3,
- la transformation courante ℭ,
- les coordonnées du curseur virtuel CV,
- le plan de référence courant,
- l'argument formel courant.

Deux primitives permettent de les manipuler globalement :

[W<N>] sauvegarde le "contexte" courant avec l'identification 'n',

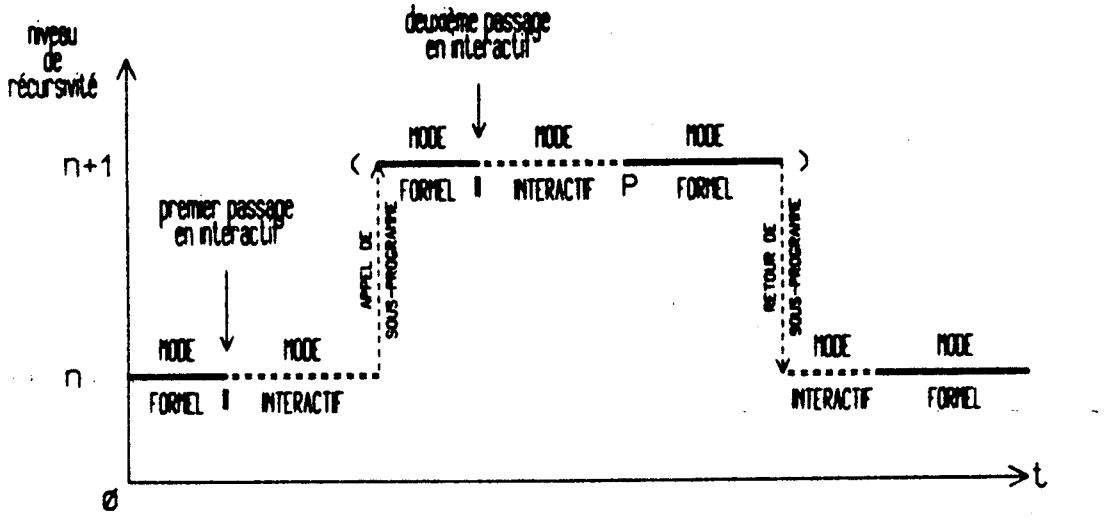
[R<N>] restaure le contexte d'identification 'n'.

Remarque : les changements de "contextes" n'étant pas réalisés à l'aide d'une pile, l'ordre d'occurence des formes W et R est tout à fait libre

(voir la figure 7 page suivante)

7 - LE TRACE INTERACTIF la méthode de tracé exposée jusqu'à maintenant, est une méthode algorithmique : la description "formelle" (à l'aide des primitives vues précédemment) permet d'obtenir, par interprétation (*), un tracé graphique. Un tel procédé offre toute la souplesse et toute la puissance nécessaire à un tracé rapide de formes géométrisables, le problème se complique lorsque l'on désire représenter, par exemple, un profil humain, un animal,... C'est pourquoi, il existe dans G3 un mode de tracé interactif (*) utilisant l'entrée graphique du visuel (*) (réticule (*), photostyle, tablette graphique,...).

7 1 - interactivité et récursivité : la primitive I permet de passer à l'état interactif, l'interactivité caractérise le niveau de récursivité auquel on se trouve dans le programme (les changements ayant lieu lors des appels et des retours de sous-programmes, des itérations,...), et le retour au mode formel a lieu soit par la primitive P, soit par changement de niveau (vers le "haut" comme vers le "bas"). Les interactions peuvent donc s'imbriquer : ainsi, un sous-programme appelé conversationnellement peut lui-même contenir une primitive I.



Remarque : en interactif, deux entrées simultanées sont disponibles :
1 - le réticule (*) permet de désigner un point quelconque de l'écran,
2 - le clavier par lequel toute séquence <&> de primitives peut être transmise, et immédiatement interprétée.

```
'G3

<APPEL DE LA BIBLIOTHEQUE ALPHABET;
$ALPHABET;

K3 X3 Y4            <SAUVEGARDE DU CURSEUR VIRTUEL;          MIC;
   <TRACE DE 7 LETTRES 'A' SUR UN ARC DE CERCLE;
            %7(      ?A;      TRP;)
                <RETOUR DE 'T' A L'ELEMENT NEUTRE;       T=;
                <RESTAURATION DU CURSEUR VIRTUEL;        MOC;
                <DEPLACEMENT OBLIQUE;                    K9X9Y3 %8(12)
K4 X4 Y5
   <TRACE DE 7 LETTRES 'A' TOURNANT AUTOUR DE LEUR PIED GAUCHE;
!
            %7( MIC; ?A; MOC; TRP;)
```

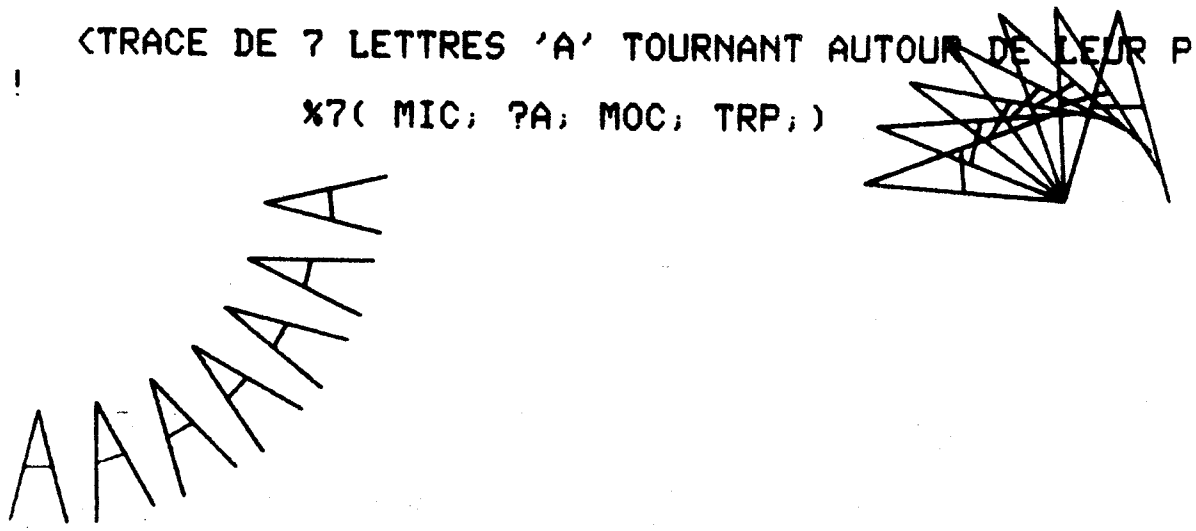


FIGURE 6

```
'G3

<INITIALISATION DU CONTEXTE 1;                    K9 X9 Y9 W1
<INITIALISATION DU CONTEXTE 2;                    %8(1)    W2
<TRACE D'UNE HYPERBOLE PAR GENERATION TANGENTIELLE;
%9(
    <DEPLACEMENT SUR L'AXE DES X;                 R1  A1   W1
    <DEPLACEMENT SUR L'AXE DES Y;                 R2  A2   W2
                                                           )
```

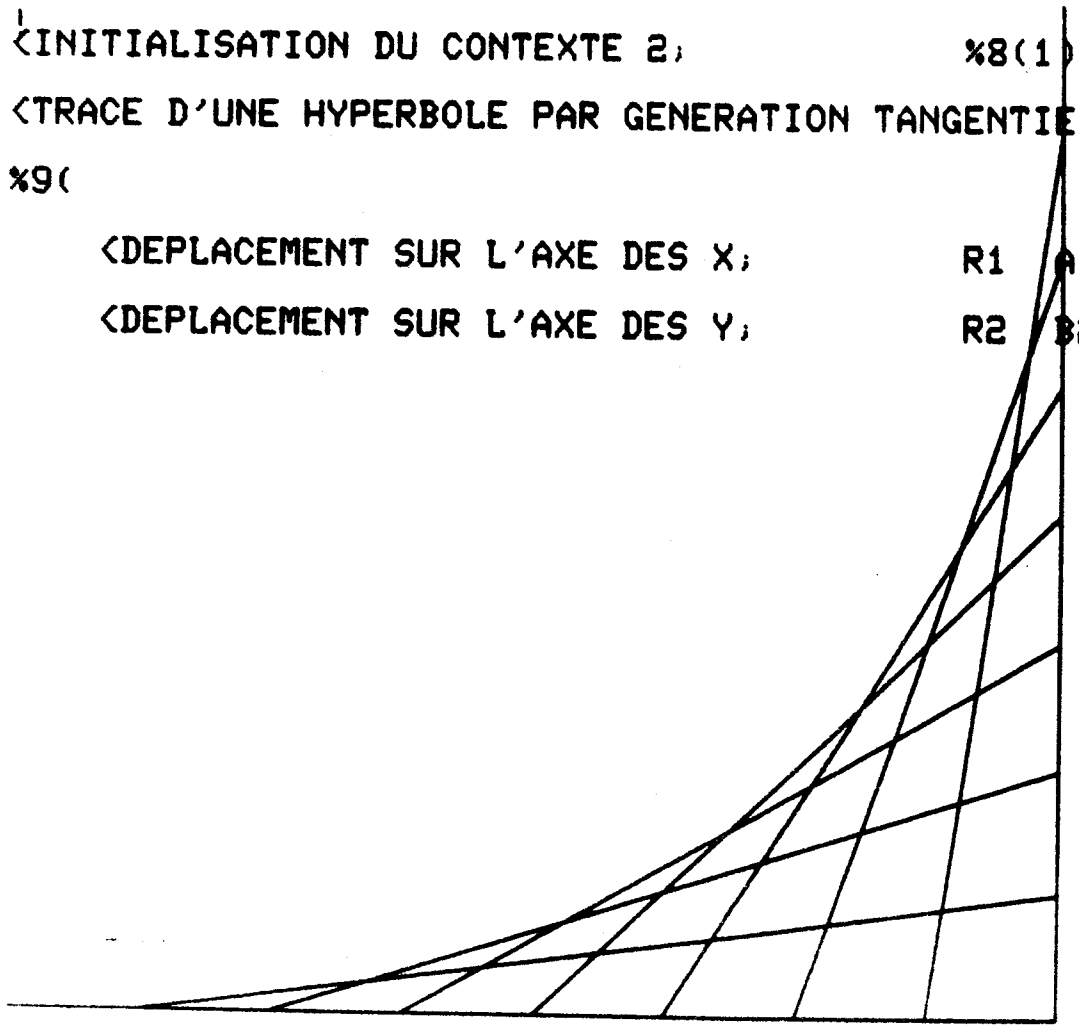


FIGURE 7

7.2 - <u>génération automatique de représentation formelle</u> : toute primitive frappée au clavier est insérée dans la page (*) courante à la suite de I, puis immédiatement interprétée (*). De plus, et c'est là tout l'intêret de ce mode, tout déplacement du réticule (*) est "converti" en un déplacement équivalent du curseur virtuel CV dans le référentiel relatif courant, à l'aide de primitives 1 2 3 4, elles-mêmes insérées dans la page courante. Ainsi, tout tracé interactif donne naissance à une représentation formelle équivalente accessible dans la page courante, ensuite, rien ne la distingue plus d'une représentation algorithmique pure, et elle peut donc être ré-interprétée sans autre interaction. Le "code" engendré est optimisé à l'aide d'itérations portant sur les primitives 1 2 3 4. Enfin, il est tout naturellement loisible à l'utilisateur de modifier la représentation formelle de son dessin, et ainsi, le faire tourner, le dupliquer, l'agrandir, le déformer,...
(voir les figures 8 et 9 pages suivantes)

8 - PRIMITIVES DIVERSES

[Z] efface l'écran,

[F] fin de programme,

[H] télécommande un dispositif de reprographie (*), et par exemple une caméra fonctionnant en "image par image" lors de la réalisation d'animations programmées,

[I] permet d'insérer dans un dessin des chaines de caractères alphanumériques (*), et ainsi autorise des commentaires à affichage rapide. Il convient de noter que ces derniers sont affichés à l'emplacement du curseur virtuel courant CV, et permet donc l'écriture alphanumérique non séquentielle sur l'écran : ce dispositif facilite, par exemple, la présentation de textes mathématiques.
(voir la figure 10 page suivante, ou le premier caractère du texte "SYSTEME GRAPHIQUE G3" est situé sur une spirale centrée)

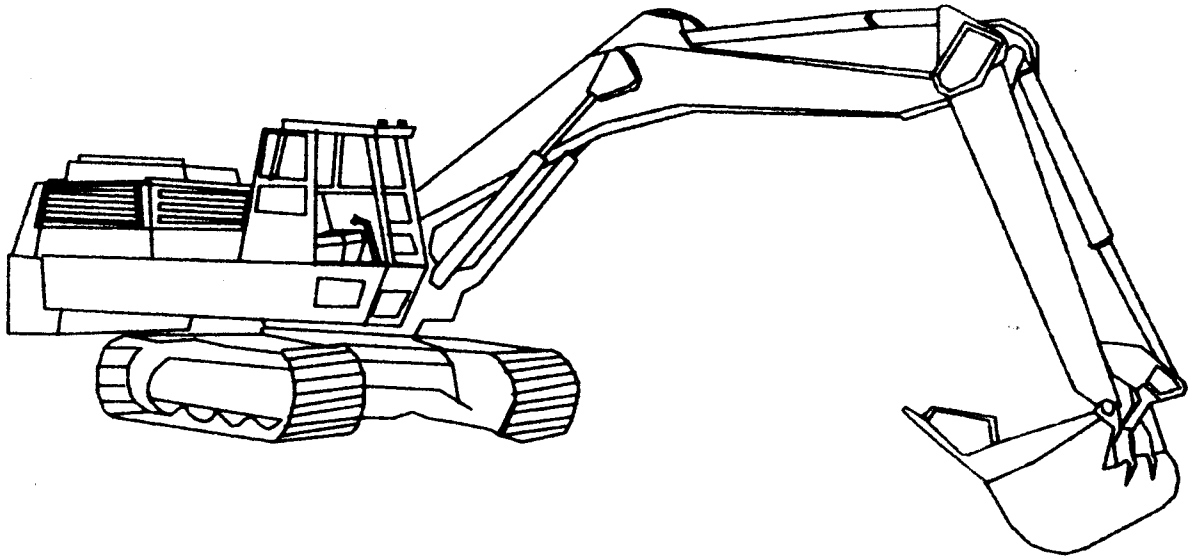


FIGURE 8

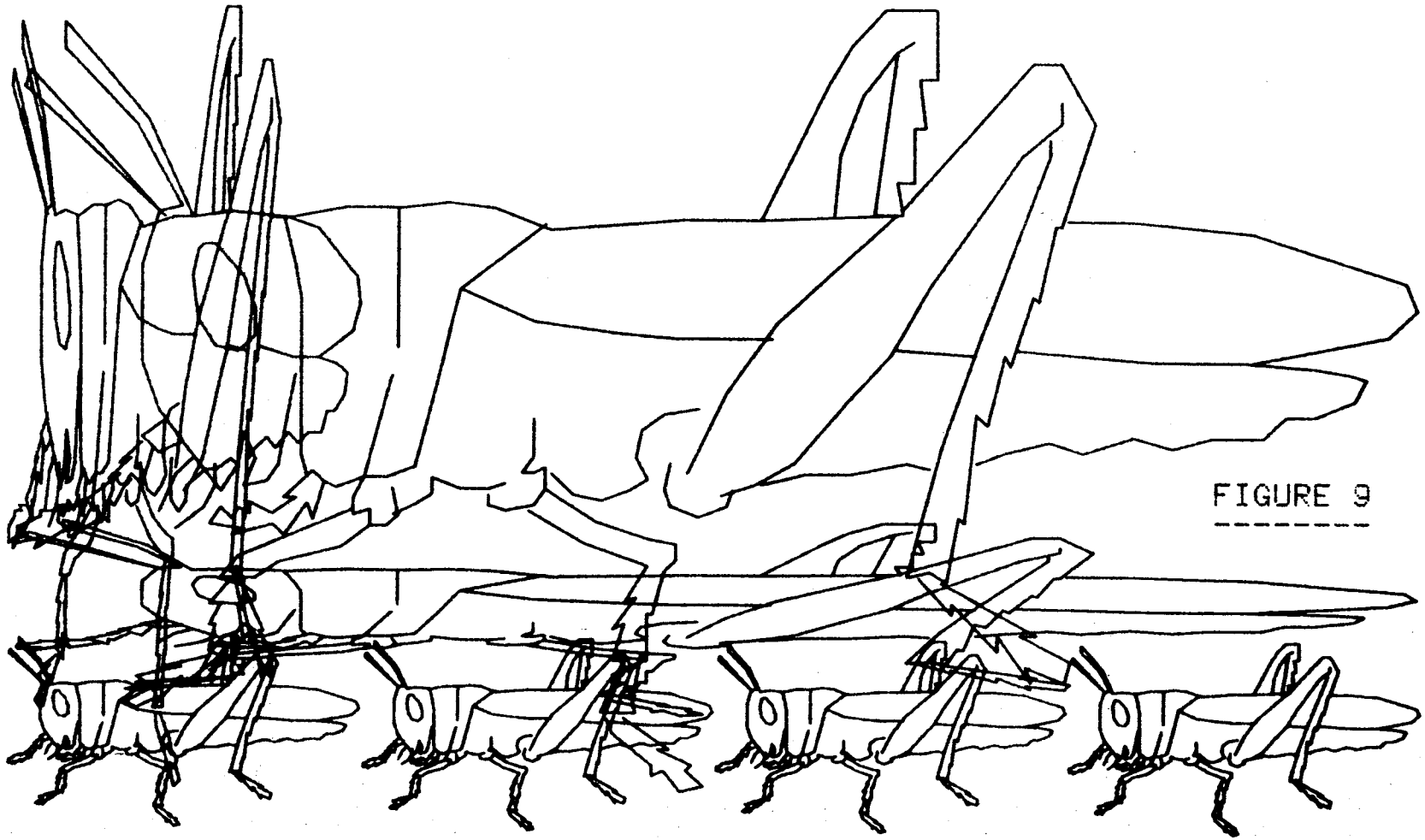


FIGURE 9

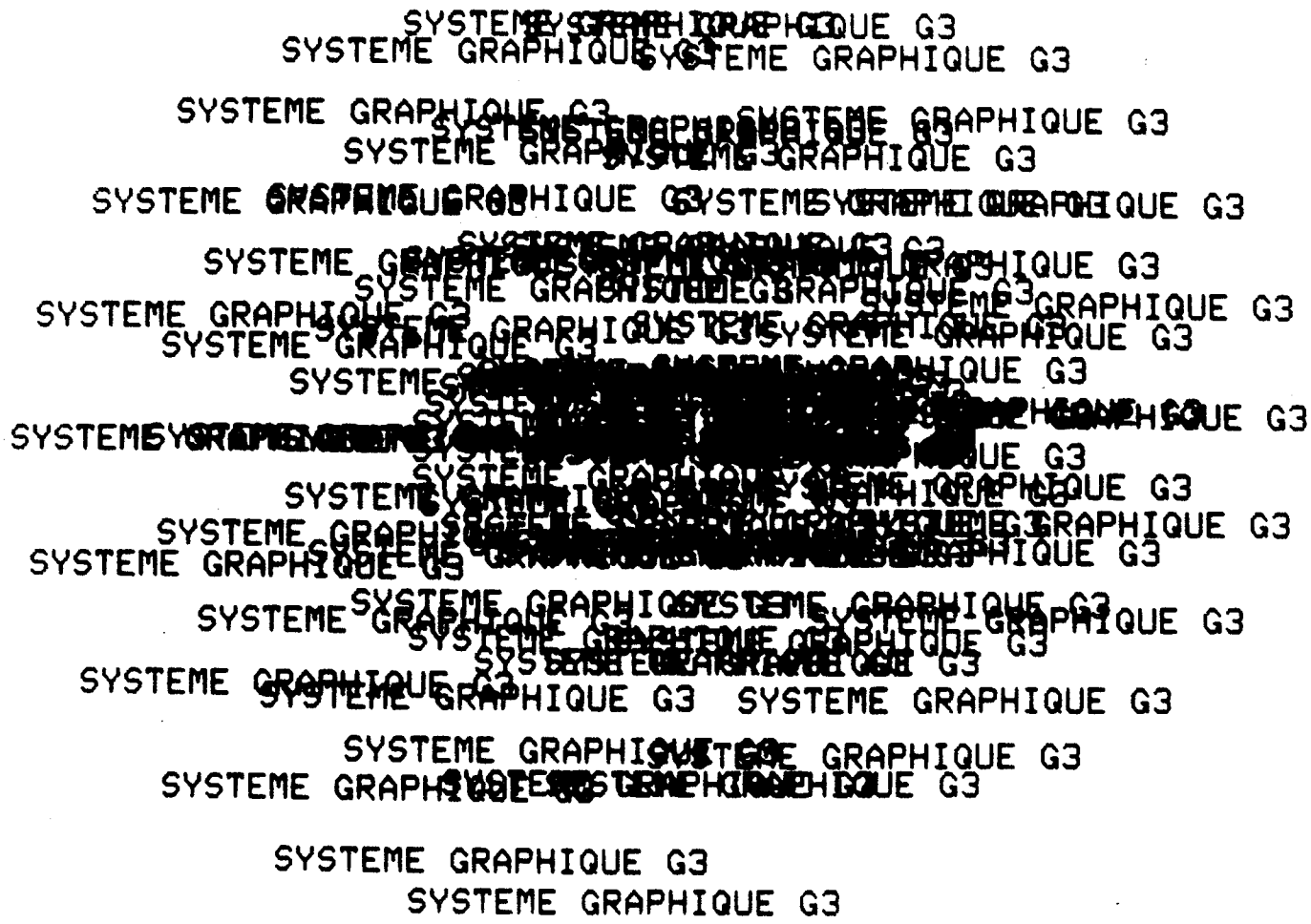


FIGURE 10
---

9 - CONCLUSION : on verra au chapitre 4 page 146 des exemples de travaux réalisés à l'aide du système G3 Le faible encombrement mémoire de ce dernier (1k mots de 16 bits (*)), permettrait, à l'aide de microprocesseurs du commerce, son implémentation à l'intérieur de chaque visuel (*) du système, déchargeant ainsi l'ordinateur (*) des "tâches" graphiques.

ANNEXE-7 - SYNTAXE SIMPLIFIEE DU LANGAGE

DE DESCRIPTION DES STRUCTURES D'IMAGES ET DE SONS

(voir le paragraphe 3.2.4.2.3 page 138, et l'ANNEXE-5 pour les notations)

<SON> ::= "<CHAINE DE CARACTERES QUELCONQUES>!
<NOM IMAGE> ::= <CHAINE DE CARACTERES QUELCONQUES>,
<NOM PAGE> ::= <CHAINE DE CARACTERES QUELCONQUES>
<NOM SEQUENCE> ::= <CHAINE DE CARACTERES QUELCONQUES>
<SEQUENCE> ::= <NOM IMAGE><NOM IMAGE> <NOM IMAGE>
<SEQUENCE> ::= <MANIPULATION IMAGES>... (voir le paragraphe 3.2.4.2.4 page 139)
<SEQUENCE> ::= <SON><SON>..<SON>
<SEQUENCE> ::= <SEQUENCE><SEQUENCE> <SEQUENCE>
<SEQUENCE> ::= <CHANGEMENT D'OCTAVE SONORE>
<DEFINITION SEQUENCE> ::= ><NOM SEQUENCE>(<SEQUENCE>)
<APPEL SEQUENCE> ::= &<NOM SEQUENCE>,
<ITERATION> ::= %<VALEUR NUMERIQUE>(<SEQUENCE>)
<SEQUENCE> ::= <DEFINITION SEQUENCE>
<SEQUENCE> ::= <APPEL SEQUENCE>
<SEQUENCE> ::= <ITERATION>
<PAUSE> ::= I<VALEUR NUMERIQUE>
<SEQUENCE> ::= <PAUSE>
<NOM BIBLIOTHEQUE> ::= <NOM PAGE>
<APPEL BIBLIOTHEQUE> ::= $<NOM BIBLIOTHEQUE>,
<SEQUENCE> ::= <APPEL BIBLIOTHEQUE>
<COMMENTAIRE> ::= <<CHAINE DE CARACTERES QUELCONQUES>,
<MESSAGE> ::= <<CHAINE DE CARACTERES QUELCONQUES>!
<SEQUENCE> ::= <COMMENTAIRE>
<SEQUENCE> ::= <MESSAGE>
<DEFINITION ARGUMENT> ::= =(<SEQUENCE>)
<APPEL ARGUMENT> ::= '
<SEQUENCE> ::= <DEFINITION ARGUMENT>
<SEQUENCE> ::= <APPEL ARGUMENT>
<FILM> ::= <SEQUENCE><SEQUENCE> <SEQUENCE>

ANNEXE-8 - PROJET DE SYSTEME D'EDUCATION

ET DE RECHERCHES MUSICALES

Le système SMC est déjà riche de possibilités dans ce domaine, il pourrait être étendu, et plus précisément s'orienter vers

- la recherche (sonorités nouvelles, règles de composition et de transformation,...),
- l'enseignement (application de règles,...).

A cette fin, on pourrait distinguer trois niveaux fonctionnels :

1 - Le niveau inférieur : il permet de définir et de modifier les sons d'un catalogue de base, ces derniers sont définis en tant que suite d'échantillons, introductibles dans l'ordinateur par divers moyens :

- équation mathématique,
- description algorithmique,
- tracé direct de la courbe représentative,
- numérisation (*) de sons réels,
- (...)

(tous moyens utilisant des dispositifs pré-existants : GESTION DES PAGES, système graphique, numériseur,...)

Ainsi :

<CATALOGUE> := <SON><SON>...<SON> (espace sonore)
<SON> := <ECHANTILLON>...<ECHANTILLON>

Sur cet espace sonore, on définira (comme cela existe déjà pour l'image : voir les paragraphes 3.2.4.1 et 3.2.4.2 pages 123 et 133)

- des fonctions φ_j applicables aux sons, et assimilées à des transformations sur les courbes représentatives,
- des lois de composition $\&_i$: concaténation, superposition,..., auxquelles on adjoindra une syntaxe.

Le niveau inférieur sera défini par :

<NIVEAU INFERIEUR> ::= (<CATALOGUE> , φ_j , φ_j,...,φ_j , $\&_{i_1}$, $\&_i$,...,$\&_{i_1}$)

Il contient donc un alphabet (<CATALOGUE>), des règles syntaxiques ($\&_i$) et des règles morphologiques (φ_j)

2 - Le niveau médian il permet la création des phrases sonores considérées comme les applications des règles sus-mentionnées à l'alphabet <CATALOGUE>

$$\langle PHRASE \rangle = \&_j \langle SON_i \rangle \&_k \&_n \langle SON_n \rangle$$

La description d'une telle phrase pourra se faire, par exemple, à l'aide d'une classique portée tracée sur l'écran d'un visuel (*), et sur laquelle un utilisateur pourra placer des notes en précisant leur "hauteur", leur "durée". D'autres méthodes graphiques (*) sont envisageables, et reposent en particulier sur la possibilité de choisir des axes de références aux significations variées (fréquence, temps, hauteur,..)

Nota l'audition des sons sera, à la demande, immédiate !

3 - Le niveau supérieur : il permet l'introduction dans le système de règles de composition algorithmiques, et assure ainsi la génération automatique de phrases sonores, par exemple, sur un "thème" donné.

Remarque : une telle conception de la musique crée une analogie troublante entre le son et l'image, il est dès lors envisageable de décrire les sons à l'aide de la MACHINE A DESSINER G3. Notons enfin que les trois niveaux présentés sont actuellement "implémentés" dans SMC, que l'analogie son-image est exploitée, mais que notre incompétence notoire dans le domaine musical nous empêche actuellement de pousser plus avant cette expérience.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
STUVWXYZABCDEFGHIJKLMNOPQR
KLMNOPQRSTUVWXYZABCDEFGHIJ
UVWXYZABCDEFGHIJKLMNOPQRST
BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZA
EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZABCD
NOPQRSTUVWXYZABCDEFGHIJKLM

ACCES DIRECT MEMOIRE : dispositif autorisant l'échange d'informations avec la mémoire centrale, sans transit par l'unité de traitement. On l'utilise en général avec des périphériques à haut débit, tels les disques ou la télévision "numérique" (*) (voir le paragraphe 3.1.1.3 page 31).

A.D.M. : voir ACCES DIRECT MEMOIRE.

ALGOL : nom d'un langage de programmation évolué bénéficiant d'importantes possibilités algorithmiques (procédures, récursivité,..).

ALPHANUMERIQUE : qui concerne les caractères alphabétiques (lettres, chiffres, ponctuation et autres signes spéciaux). On parlera, par exemple, d'un visuel (*) alphanumérique sur l'écran duquel on ne pourra qu'afficher des textes.

ANALOGIQUE : qualifie la représentation d'un phénomène physique par un signal électrique dont les variations sont continues. On distinguera dans SMC les signaux "audio" (*) (basses fréquences) et les signaux "vidéo" (*) (très hautes fréquences). On oppose analogique à "numérique" (*) (ou "digital" (*))

ANALYSE D'UN SIGNAL ANALOGIQUE : consiste à en extraire une suite d'échantillons numériques (*) régulièrement espacés dans le temps (on dira aussi "digitalisation") (voir le paragraphe 3.1.2.4 page 48 pour exemple).

ASSEMBLEUR . programme traduisant un langage d'assemblage en langage "machine"; on appellera LANGAGE D'ASSEMBLAGE un langage "machine" symbolique, où, par exemple, les codes binaires d'instructions sont remplacés par des mnémoniques (ou "noms").

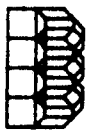
ASSIGNATION . voir PERIPHERIQUE.

ATTACHE . voir PAGE

AUDIO . qualifie un signal de basse fréquence (de quelques hertz, à quelques kilo-hertz).

AUDIOVISUEL : qualifie des techniques, ou des moyens d'impressions auditive et visuelle simultanées, s'utilise aussi comme substantif, et englobe alors volontiers l'ensemble des problèmes posés par la communication dans le monde actuel

AUTOSCOPIE : méthode permettant une étude personnelle de son propre comportement dans diverses situations, et rendue possible par les techniques d'enregistrements magnétiques (son et/ou image) grâce auxquelles l'examen immédiat est possible (voir le paragraphe 4.2.13 page 155).



BAIE DE COMMUTATION : organe assurant la commutation d'informations vidéo-fréquence (*) entre des émetteurs et des récepteurs (voir le paragraphe 3.1.2.1 page 37)

BANC-TITRE : dispositif comportant une caméra cinématographique fonctionnant en "image par image" montée sur un système mécanique permettant de la déplacer de manière précise, et un support stable destiné à recevoir des dessins, des images, des photographies afin de les filmer dans le but de réaliser, en général, une "animation".

BASE D'ADRESSAGE : registre-adresse utilisé lorsque l'adressage d'un calculateur est "basé", on dit que l'adressage est "basé", lorsque la zone opérande des instructions du langage "machine" contient un déplacement δ relatif à un registre de base (et non pas directement une adresse mémoire), l'adresse mémoire de l'opérande est alors obtenue en ajoutant δ au contenu du registre de base (voir le paragraphe 3.1.1.1.1 page 27)

BATCH-PROCESSING (anglicisme) voir TRAITEMENT PAR LOTS.

BCD (abréviation de "binary coded decimal", ou "décimal codé binaire") code utilisé pour représenter les chiffres de ø à 9, sous la forme de paquets de quatre bits (*) ('ø' = øøøø, '1' = øøø1,...,'8' = 1øøø, '9' = 1øø1)

BIT (anglicisme, abréviation de "binary digit") désigne un élément ou chiffre binaire (ø ou 1).

BUS voie de communication (en général rapide et à structure parallèle) permettant d'assurer des dialogues temporaires entre les organes qui y sont rattachés.

CANAL 1 - communication : organe matériel de transmission d'un message d'un émetteur vers un ou plusieurs récepteurs. Le canal se décompose en général en deux parties distinctes : la chaine de production (par exemple, studio de télévision, régie,...), et la chaine de réception (par exemple, téléviseur, électrophone, câble,...).

2 - informatique : voie d'accès à un ordinateur permettant l'échange d'informations avec le monde extérieur; un canal peut être "cablé" (unités d'échanges) ou bien "micro-programmé" (*) ("micro-canal")

CHARGEUR : programme amenant en mémoire centrale, pour exécution, le résultat "binaire" d'un assemblage (*), d'une compilation (*), (voir le paragraphe 3222 page 97)

CHIEN DE GARDE (en anglais "WATCH-DOG") : dispositif (logiciel (*) ou matériel (*)) permettant de détecter des anomalies de fonctionnement par excès de la durée réelle d'une action, sur sa durée prévue (par exemple, l'impression d'une ligne n'excèdera jamais une seconde, dans le cas contraire, il y aura défaut).

CMS4 (COLONNA MONITOR SYSTEM 4) : nom donné au système d'exploitation (*) supportant SMC (*) (voir le paragraphe 3.2.1 page 57).

COMPILATEUR : programme traduisant un langage "évolué" (scientifique, de gestion,...) en langage "machine".

COMPTEUR ORDINAL : registre-adresse référençant l'instruction courante qu'exécute une unité centrale, ou bien la prochaine à exécuter.

CONNEXION MATRICIELLE : mécanisme interne à CMS4 (*) permettant de reproduire les demandes de service (*) à une tâche T_i (*), sur une série d'autres tâches (T_h, T_k, ..., T_j, ...), qui sont alors dites "connectées matriciellement" à T_i (voir le paragraphe 3.2.1.4.3 page 68).

CONSOLE DE VISUALISATION : voir VISUEL.

CONTEXTE : au sens T1600 (*), désigne l'ensemble des valeurs des douze registres programmables d'une tâche (*) (voir les paragraphes 3.1.11.1 et 3.1.11.2 aux pages 27 et 28). Au sens CMS4 (*), désigne toutes les informations (y compris la valeur des douze registres) nécessaires et suffisantes à la bonne exécution d'une tâche (voir le paragraphe 3.2.1.3.2 page 64).

CONVERSATIONNALITE : principe fondamental de SMC (*) défini au paragraphe 4.1 page 147.

CONVERSATIONNEL (synonyme DIALOGUE) : qualifie un mode de traitement de l'information permettant un dialogue entre l'utilisateur (*) et l'ordinateur (*) (voir le paragraphe 4.1 page 147).

CROWDERIEN (néologisme provenant du nom du psychologue américain N. CROWDER) : qualifie un enseignement automatisé où plusieurs "itinéraires" existent et, sont parcourus suivant les réponses fournies par les élèves, il est à opposer à "skinnerien" (*) (voir le paragraphe 4.2.2.2 page 160).

CURSEUR objet matériel (*) ou logiciel (*) désignant un point ou bien un caractère quelconque de l'écran d'un visuel (*) (voir les paragraphes 3.2.3.4 et 3.2.4.1 aux pages 114 et 123 ainsi que l'ANNEXE-6)

CURSEUR VIRTUEL désigne le point graphique (*) courant de l'écran d'un visuel (*) lors de l'utilisation de la MACHINE A DESSINER G3 (*) (voir le paragraphe 3.2.4.1 page 123 ainsi que l'ANNEXE-6

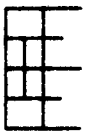
DEBUG : anglicisme synonyme de "mise au point" (de programmes,..).

DEPILER : voir PILE (voir aussi le paragraphe 31111 page 27)

DIFFUSION : réception d'un message pour laquelle le récepteur ne peut choisir qu'entre recevoir et ne pas recevoir (radiodiffusion et télévision dans certains cas extrêmes).

DISTRIBUTION : réception donnant au récepteur l'accès à un marché de libre choix (livre, journal, disque, film,.., radiodiffusion et télévision lorsqu'on dispose des programmes).

DIGITAL (anglicisme) : voir NUMERIQUE.



EAO initiales de ENSEIGNEMENT ASSISTE PAR ORDINATEUR (voir le paragraphe 4.2.2 page 156).

EDITEUR DE LIENS : programme produisant à partir de plusieurs modules "binaires" un programme exécutable (par exemple, un programme principal et quelques sous-programmes).

EDITEUR DE PAGES : processeur (*) spécifique de SMC (*) (voir le paragraphe 3.2.3.4 page 114).

EMETTEUR : source d'informations, peut désigner aussi bien un être qu'une chose

EMPILER : voir PILE (voir aussi le paragraphe 3.1.1.1.1 page 27).

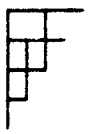
ENTREE-SORTIE : opération qui désigne l'entrée ou la sortie d'une information d'un système informatique (par exemple, la lecture d'une carte perforée, l'impression d'une ligne de caractères,...). Par abus, elle désigne aussi les échanges entre mémoire centrale et mémoire de masse (disques,...).

ENTRELACER : voir TRAME

EOT : initiales de END OF TEXT, caractère désignant la fin d'une chaine de caractères, d'un message,..

ESPACE DES NOMS : arborescence binaire dans laquelle CMS4 (*) range les noms qu'il connait (appartenant aux utilisateurs ou bien au système lui-même) (voir le paragraphe 3.2.1.7 page 71).

EXCLUSION MUTUELLE : deux ou plusieurs tâches (*) sont dites en "exclusion mutuelle", lorsqu'elles désirent utiliser simultanément un objet qu'elles ont en commun, et qui n'est pas partageable (par exemple, une imprimante). Le problème de l'exclusion mutuelle peut, en général, être résolu à l'aide de sémaphores (*).



FA abréviation de FILE D'ATTENTE.

FEED-BACK anglicisme désignant un retour d'information du récepteur vers l'émetteur, il s'agira en général des réactions directes (critiques, commentaires,...) ou indirectes (réponses,...) du ou des récepteurs au message émis. Ce retour pourra être immédiat ou différé, utile (en enseignement,...) ou inutile,.. (voir le paragraphe 2.1.3 page 6)

FEUILLE : qualifie un service (*) qui se suffit à lui-même, par exemple, 'gérer physiquement un disque'. (voir le paragraphe 3.2.1.1.2 page 58)

FICHIER : collection organisée d'informations regroupées parce qu'étant par exemple de même nature, ou parce qu'étant traitées par un même programme. Les fichiers sont en général stockés sur supports magnétiques (disques, bandes,...) (voir le paragraphe 3.2.1.8 page 75)

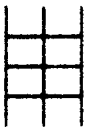
FULL-DUPLEX (anglicisme) : se dit d'une liaison entre A et B, telle que la communication puisse avoir lieu simultanément dans les deux sens :

A ⟶ B et B ⟶ A

GESTION DES PAGES : processeur (*) spécifique de SMC (*) (voir le paragraphe 3.2.3.3 page 106).

GRAPHIQUE : qualificatif de ce qui se rapporte au dessin On parlera par exemple, d'un visuel (*) graphique, sur l'écran duquel, on pourra tracer des courbes,...

G3 nom de la MACHINE A DESSINER de SMC (*) (voir le paragraphe 3.2.4.1 page 123 et l'ANNEXE-6).



HARDWARE (anglicisme) voir MATERIEL.

IDLE (anglicisme) voir OISIF

IMAGE : désigne en général une image de télévsiion "numérique" (*) Ø*, définie par 256 lignes de chacune 256 points noir ou blanc (voir le paragraphe 3.2.4.2 page 133).

INDEX : registre utilisé pour opérer des comptages/décomptages, atteindre un élément de rang 'i' dans une structure linéaire (de type 'vecteur') (voir le paragraphe 3.1.1.1.1 page 27).

INDEXATION : utilisation d'un index (*), ou description du contenu d'un objet (livre, bande magnétique,...), en procédant en général par découpage en sous-ensembles logiques faciles à caractériser.

INTERACTION : on qualifiera d'interaction (dans SMC), un dialogue entre un utilisateur (*) et le système. Celui-ci aura lieu par l'intermédiaire d'un appareil permettant à l'utilisateur d'émettre des informations ("questions" ou "réponses") à destination du calculateur et réciproquement.

INTERFACE (nom féminin) : limite commune à deux ensembles (par exemple à deux appareils, ou bien à deux programmes,...).

INTERPRETER : interpréter un programme, c'est l'exécuter sans le traduire en langage "machine". C'est le cas des programmes graphiques (*) de G3 (*) : pour chaque instruction du langage, un sous-programme spécifique est appelé, on peut dire qu'un INTERPRETEUR simule une unité centrale dont le langage "machine" serait composé des instructions qu'il interprète.

INTERRUPTION : signal engendré par un dispositif matériel (*) lorsque certaines conditions pré-établies apparaissent (fin d'entrée-sortie (*) par exemple). On distingue souvent plusieurs NIVEAUX d'interruption choisis en fonction de l'urgence et de la nature de ces signaux. Les signaux d'interruption, lorsqu'ils sont validés, interrompent le programme qu'exécute l'unité centrale, au profit d'un programme chargé de les prendre en compte (voir le paragraphe 3.1.1.2 page 28)

INTERVALLISTE : dessinateur spécialisé dans la détermination des étapes séparant deux positions données d'un mouvement, par exemple, faire effectuer un pas à un personnage d'une "animation" (voir la figure 39).

ITEM ensemble d'informations formant un tout logique ou représentant une notion élémentaire dans un certaine contexte pédagogique (théorème, manipulation d'un appareil de mesure,..) (voir le paragraphe 4.2.2.2 page 160).

K : facteur multiplicatif valant $2^{10} = 1024$, par exemple, une mémoire de 32 k mots contient $32 * 1024 = 32\ 768$ mots.

LACTAMME : Laboratoire Commun des Techniques Audiovisuelles et des Moyens Modernes d'Enseignement.

LIGRE (LANGAGE INTERPRETATIF DE GESTION DES RELATIONS) : langage permettant de programmer entre autres choses, la manipulation de l'espace des noms (*) de CMS4 (*) (voir le paragraphe 3.2.1.7.2 page 72).

LISTE : ensemble d'articles édités en général sur une imprimante, par exemple, un assembleur (*) donnera une liste de chaque programme "source".

LITHOGRAPHIE : reproduction par impression, d'un dessin, d'un texte, ., à l'aide d'une pierre gravée.

LOGICIEL : ensemble des programmes, procédés et règles, et éventuellement de la documentation, relatifs au fonctionnement d'un ensemble de traitement de l'information (définition donnée par le 'journal officiel' du 12 janvier 1974).

MACHINE : désigne dans SMC (*), un processeur (*) (ou programme spécifique), utilisant éventuellement des ressources (*) matérielles (*), et construit pour mener à bien une "tâche" qui lui aura été confiée (par exemple, faire un dessin).

MAGNETOSCOPE : appareil analogue fonctionnellement à un magnétophone, et permettant l'enregistrement de signaux de fréquences très élevées (de l'ordre de quelques méga-hertz) ou "vidéo-fréquences". Il permet le stockage d'images de télévision et du son associé. On classe souvent les magnétoscopes suivant la largeur des bandes magnétiques utilisées :

- 1/2 et 3/4 de pouce (1 pouce = 25,4 mm) : destinés au grand public (particuliers ou groupes restreints),
- 1 pouce : équipement semi-professionnel,
- 2 pouces : réservés aux professionnels, eux-seuls permettent de faire du montage de séquences d'images du type cinématographique (c'est-à-dire à l'image près).

Les avantages actuels des magnétoscopes sur les vidéo-disques (*), sont : l'existence d'une normalisation de l'enregistrement, et surtout la possibilité d'enregistrer et de diffuser avec le même appareil. Un magnétoscope est donc un appareil d'enregistrement et de distribution d'images de télévision à partir de bandes magnétiques (voir le paragraphe 3.12.2 page 39).

MASS-MEDIA : système de communication de masse (voir MEDIUM).

MATERIEL : ensemble des éléments physiques employés pour le traitement de l'information (définition donnée par le 'journal officiel' du 12 janvier 1974) (anglais HARDWARE).

MEDIUM (pluriel : des MEDIA) : système complet de communication allant de l'émetteur au(x) récepteur(s). Il se décompose en deux parties : le SUPPORT contenant le message à transmettre, et le CANAL (*) assurant la transmission de ce dernier.

MEGA : facteur multiplicatif valant 10^6.

MICROPROGRAMME : se dit d'un ordinateur dont les instructions du langage "machine" ne sont pas exécutées directement, mais interprétées (*) par une unité "inférieure" à l'unité centrale, à l'aide de sous-programmes de "micro-instructions" correspondant à chacune d'entre elle. Ces sous-programmes (appelés "micro-programmes") sont en général contenus dans une mémoire "morte" et figés par le constructeur (voir le T1600 (*) pour exemple).

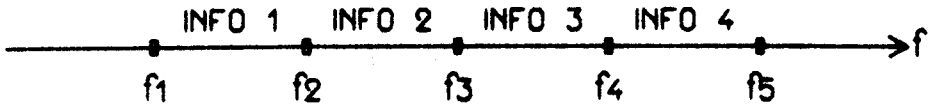
MODE ESCLAVE : mode de fonctionnement d'une unité centrale dans lequel seules les opérations qui ne modifient pas l'état général du système sont autorisées : cela exclut par exemple, la gestion directe des entrées-sorties (*). Ce mode est en général réservé aux utilisateurs (*). On l'oppose à "mode maitre" (*).

MODE MAITRE : mode de fonctionnement d'une unité centrale dans lequel tout est autorisé, celui-ci est en général réservé au système d'exploitation (*). On l'oppose à "mode esclave" (*).

MONITEUR : voir SYSTEME D'EXPLOITATION.

MULTI-MEDIA : qualifie un système de communication contenant plusieurs média (*).

MULTIPLEXER : transmettre plusieurs informations sur une même voie simultanément, en allouant par exemple à chaque information une bande de fréquences distincte :



MULTIPROCESSEUR : se dit d'un ordinateur (*) possédant plusieurs unités centrales, celles-ci peuvent être banalisées (c'est-à-dire jouer des rôles identiques) ou non.

MULTIPROGRAMMATION : on dit qu'un ordinateur (*) fonctionne en multiprogrammation lorsque plusieurs programmes se trouvent activables à un instant donné. Ce mode permet en général une meilleure utilisation d'un système, en occupant la mémoire par un maximum de programmes, en récupérant les attentes d'entrées-sorties (*) d'un programme P1 au profit d'un programme P2,... Une exploitation en TEMPS PARTAGE (*) en est un cas particulier.

NH : abréviation de "niveau hardware" (voir le paragraphe 3.1.1.1 page 27), il correspond à un niveau d'interruption (*).

NS : abréviation de "niveau software" (voir le paragraphe 3.1.1.1 page 27), il peut être confondu avec la priorité intrinsèque d'une tâche (*).

NUMERIQUE (anglais DIGITAL) : qualifie quelque chose qui opère sur des nombres, ou dont la représentation est discrète (une image "numérique" sera par exemple une image représentée par une matrice de points noir ou blanc).

NUMERISATION : synonyme de conversion analogique → numérique (*) (voir le paragraphe 3.1.2.4 page 48 pour exemple).

NUMERO DE COMPTE : code en général confidentiel, et qui permet d'accéder à un ensemble d'informations protégées : valeurs monétaires dans une banque, fichiers (*) dans un système informatique (voir le paragraphe 3.2.1.7.3 page 72).

OCTET : désigne une suite de huit "bits" (*) représentant, en général, un caractère; par exemple, 'ø1øø øøø1' code la lettre "A" en ASCI

OFFSET : anglicisme désignant un procédé d'impression à plat utilisant le report sur caoutchouc.

OISIF : état du système d'exploitation (*) dans lequel toutes les tâches T_i (*) sont EN ATTENTE (en anglais IDLE).

ORDINATEUR : machine conçue pour recevoir de l'information, la mémoriser, la traiter, et en restituer tout ou partie de ses éléments transformés. Ces opérations sont réalisées à l'aide de programmes enregistrés et constitués de suite de directives de type arithmétique, logique,...

ORDONNANCEMENT : action de choisir l'utilisateur U_j (*) à qui attribuer la ressource "unité centrale" lors du prochain quantum (*) de temps : on dit alors que U_j est "activé" (voir le paragraphe 3.2.1.9 page 76).

P : voir SEMAPHORE

PAGE : désigne dans SMC (*) l'unité de dialogue entre l'utilisateur (*) et le système, elle est assimilée au contenu de l'écran d'un visuel (*). Un système efficace permet de l'archiver, la modifier (voir le paragraphe 3.2.3 page 100).

PERIPHERIQUE : dispositif matériel (*) permettant des échanges d'informations mono- ou bi-latéraux entre un ordinateur (*) et le monde extérieur. On parlera de PERIPHERIQUE LOGIQUE, lorsqu'il s'agira d'échanges opérés pour le compte d'un utilisateur (*), ce périphérique peut ne pas exister réellement et être simulé (par exemple, 'n' imprimantes dans un système fonctionnant en temps partagé (*), fichiers (*),...) ou bien être désigné de manière fonctionnelle (par exemple : ENTREE, SORTIE,...) Un périphérique logique sera souvent nommé par un numéro (1,2,3,..) dont la définition (par exemple : 1 = ENTREE) fera l'objet d'une opération appelée classiquement ASSIGNATION (anglicisme).

PHOTO-COMPOSEUSE machine utilisée dans la préparation de documents à imprimer, elle donne sur un film chaque page de texte, telle qu'elle apparaitra dans l'ouvrage final. En général, plusieurs polices de caractères sont accessibles, et elle se charge de la justification de chaque ligne (mise à longueur constante).

PILE (anglais STACK) : structure dans laquelle seule la dernière information rangée est accessible ("pile d'assiettes"), deux opérations sont reconnues :

- "empiler" ("push") : ranger une nouvelle information au "sommet",
- "dépiler" ("pull") : récupérer, puis supprimer l'information contenue au "sommet".

On voit ainsi que la dernière information stockée, sera aussi la première à être restituée ("last in, fisrt out") (voir le paragraphe 3.1.1.1.1 page 27).

PROCESS (ou PROCESSUS) : voir TACHE.

PROCESSEUR : désigne tantôt l'unité centrale d'un ordinateur (*), tantôt un programme faisant partie d'une bibliothèque du système (par exemple : assembleur (*), éditeur de liens (*),...) (voir le paragraphe 3.2.2 page 95).

PRODUCTION : voir le paragraphe 2.1.1 page 4.

PROMOTEUR : personne responsable d'une communication (voir le paragraphe 2.2.1 page 7).

QUANTUM (des QUANTA) : unité d'attribution/libération de ressource (*). Par exemple, dans CMS4 (*), le quantum d'attribution d'espace disque vaudra 256 octets (*) (soit un secteur, voir le paragraphe 3.1.12 page 32).

RACINE : qualifie un service (*) qui n'est demandé par aucun autre, par exemple les REQUETES UTILISATEUR (*) (voir le paragraphe 3.2.1.1.2 page 58).

RECEPTION : voir le paragraphe 2.1.1 page 4.

RECURSIF : qualifie un objet qui est contenu dans sa propre définition, par exemple :

pour $n \in \mathbb{N}$: FACTORIELLE(n) = n*FACTORIELLE(n-1),
avec : FACTORIELLE(0) = 1.

REENTRANT : on dit qu'un programme (ou un sous-programme) est réentrant lorsqu'il peut être utilisé simultanément sur plusieurs jeux de données différentes.

REGIE DE TELEVISION : désigne un ensemble de matériels vidéofréquence ainsi que le lieu qui les contient, et à l'aide desquels sont réalisées les émissions : c'est là que sont reçues et choisies les images de toutes les caméras, c'est là aussi que l'on effectue les trucages, ainsi que la "mise à l'antenne" (émission du signal).

REPROGRAPHIE : technique de reproduction : par exemple, obtention sur papier du contenu de l'écran d'un visuel (*) (voir le paragraphe 3.1.3.3 page 55).

REQUETE : nom donné à une demande de service (*) adressée par un programme utilisateur (*) au système d'exploitation (*) (voir le paragraphe 3.2.1.9.2 page 77).

RESIDENT : qualifie tout objet (programme, donnée,...) stocké en mémoire centrale, et donc accessible directement par l'unité centrale.

RESSOURCE : désigne ce qui est nécessaire à une tâche pour qu'elle poursuive correctement son déroulement (par exemple : de l'espace disque, l'unité centrale "réelle",..). Deux opérations sont réalisées sur une ressource R au profit d'une tâche :

- l'attribution de R (ou allocation),
- la libération de R.

RETICULE : organe d'entrée graphique (*) utilisé dans certains visuels (*) (voir le paragraphe 3.1.1.4 page 34).

RETROACTION : voir FEED-BACK.

SCHEDULING (anglicisme) : voir ORDONNANCEMENT.

SECAM ("séquentiel à mémoire") : nom du procédé de télévision couleurs utilisé sur les chaines commerciales françaises.

SEMAPHORE : un sémaphore S est un être composé d'une variable entière E(S) à valeur positive, négative ou nulle, et d'une file d'attente F(S), dont la gestion dépend de l'utilisation de S. Deux opérations notées P et V sont reconnues sur un sémaphore, et exécutables par une tâche (*) :

```
P(S) : DEBUT
       E(S) ⟵ E(S)-1;
       SI E(S)<0 ALORS DEBUT
                       ETAT("tâche exécutante") ⟵ EN ATTENTE;
                       F(S) ⟵ "tâche exécutante";
                       FIN;
       FIN;
V(S) : DEBUT
       E(S) ⟵ E(S)+1;
       SI E(S)<1 ALORS DEBUT
                       EXTRACTION(tâche T de F(S));
                       ETAT(T) ⟵ ACTIVABLE;
                       FIN;
       FIN;
```

Les sémaphores seront principalement utilisés pour synchroniser des tâches (*), et résoudre des problèmes d'exclusion mutuelle (*).

SERVICE : voir le paragraphe 3.2.1.1.1 page 58.

SESSION : désigne le temps passé par un utilisateur (*) à dialoguer avec SMC (*) (entre le premier et le dernier message échangés).

SIMULATION : méthode dans laquelle on exploite un modèle descriptif d'un objet, plutôt que cet objet lui-même. L'ordinateur (*) est très bien adapté à ce type de travail, il est de pratique courante d'étudier des circuits électroniques, des fuselages d'avions, des procédures d'atterrissage,.., assis devant une console de visualisation (*).

SKINNERIEN (néologisme provenant du nom du psychologue américain B.F. SKINNER) : qualifie un enseignement automatisé linéaire, c'est-à-dire imposant à tous les élèves le même "itinéraire", sans choix possible, ce terme est en général opposé à "crowderien" (*) (voir le paragraphe 4.2.2.2 page 160)

SMC : initiales de Système Multimédia Conversationnel.

SOFTWARE (anglicisme) : voir LOGICIEL.

STRUCTURE : ensemble de relations entre les éléments d'un ensemble (voir le paragraphe 3.2.1.7.1 page 71 pour exemple).

SYNCHRONISATION : correspond aux relations temporelles entretenues par les différentes tâches (*) d'un système.

SYNCHRONISATION-LIGNE : signal indiquant périodiquement (par un "top") les instants de fin de ligne dans un signal vidéo-fréquence (*)

SYNCHRONISATION-TRAME : signal indiquant périodiquement (par un "top") les instants de fin de trame (*) dans un signal vidéo-fréquence (*).

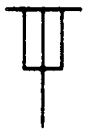
SYNTHESE D'UN SIGNAL : consiste à reconstituer un signal analogique (*) à partir d'une suite d'échantillons numériques (*) régulièrement espacés dans le temps (voir le paragraphe 3.1.2.4 page 48 pour exemple).

SYSER : état dans lequel se met CMS4 (*) lorsqu'il détecte une anomalie interne de fonctionnement, il fige alors immédiatement l'état du système (voir le paragraphe 3.2.1.4.2 page 67)

SYSTEME D'EXPLOITATION : programme, ou ensemble de programmes, destinés à :

- gérer et optimiser l'utilisation des ressources (*) logicielles (*) et matérielles (*) d'un ordinateur (*), en autorisant en particulier plusieurs utilisateurs simultanés (voir MULTIPROGRAMMATION),
- faciliter le travail de ces mêmes utilisateurs, en prenant par exemple en charge la gestion des entrées-sorties (*), des fichiers (*),...

Dans SMC (*), le système d'exploitation s'appelle CMS4 (*), et, est constitué d'un ensemble hiérarchisé de tâches (*).



T, T_i : voir TACHE.

TACHE (considérée dans CMS4 (*) comme la restriction d'un PROCESSUS en excluant les données) : une tâche est un ensemble d'instructions formant un tout logique, l'ensemble des données nécessaires et suffisantes à sa bonne exécution (ou à sa reprise, si nécessaire) sera appelé CONTEXTE (*) de la tâche. Dans SMC une tâche sera associée à l'exécution d'une action (ou "service" (*)) bien déterminée, élémentaire ('gérer physiquement un disque') ou "complexe" ('gérer un fichier' (*)). On peut dire aussi qu'une tâche simule un "ordinateur virtuel spécialisé", l'ensemble des tâches peut alors être assimilé à un réseau virtuel d'ordinateurs virtuels coopérants (voir les paragraphes 3.1.1.1.2 et 3.2.1.2 aux pages 28 et 61).

TECHNIQUE : ensemble de procédés employés pour produire une œuvre ou obtenir un résultat déterminé. Ces procédés impliquent la connaissance et l'utilisation de moyens scientifiques, que l'on opposera à l'instinct, l'inspiration, à l'utilisation de données subjectives.

TELE-CINEMA : dispositif de conversion d'un film, d'une diapositive en un signal vidéo-fréquence (*), deux systèmes concurrents existent :

- le "flying spot" : analyse optique ligne par ligne de chaque image par un faisceau lumineux,
- le "face à face" : projection des images sur un écran, et reprise par une caméra vidéo-fréquence (*)

TELETRAITEMENT : mode suivant lequel les données sont émises, ou les résultats reçus par ou sur des terminaux éloignés de l'ordinateur (*) (anglais TELEPROCESSING).

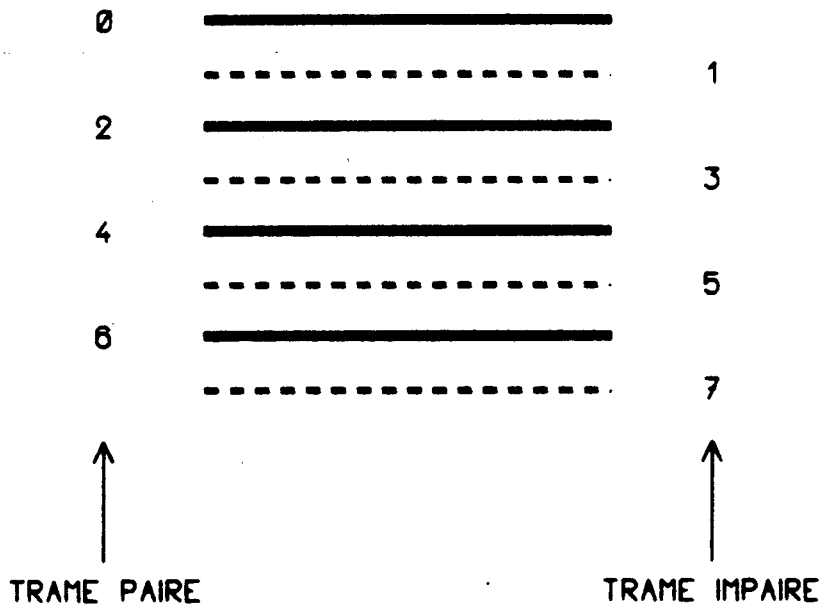
TELEVISION COMMUNAUTAIRE : système de télévision généralement localisé géographiquement, dans lequel existe parfois une voie de retour (par exemple téléphonique), et où producteurs et récepteurs forment une même communauté

TEMPS PARTAGE : le fonctionnement d'un ordinateur (*) est dit en "temps partagé", lorsque plusieurs personnes peuvent l'utiliser simultanément et indépendamment les unes des autres. Ce fonctionnement sous-entend en général une INTERACTION entre chaque utilisateur (*) et le système par l'intermédiaire d'un terminal conversationnel (*) (par exemple, un visuel (*)), on doit alors garantir un temps de réponse maximal (contrairement à la MULTIPROGRAMMATION (*) dont le TEMPS PARTAGE n'est qu'un cas particulier). Le système d'exploitation (*) de la machine sera alors appelé MONITEUR DE TEMPS PARTAGE (CMS4 (*) en est un exemple).

TRACE : pile (*) "circulaire", interne à CMS4, et mémorisant le passé récent du système (événements importants) (voir le paragraphe 3.2.1.4.1 page 67)

TRAITEMENT PAR LOTS : mode de traitement de l'information suivant lequel les programmes à exécuter, ou les données à traiter, sont groupés en lots (anglais BATCH-PROCESSING).

TRAME : en technique "vidéo" (*), une trame désigne une demi-image : à l'instant 't' elle contiendra, par exemple, les lignes de rang pair, et à l'instant t+1/50, celles de rang impair. On dit alors, que les trames sont entrelacées :



Une image (1/25ème de seconde) est donc composée de deux trames (1/50ème de seconde) entrelacées (dite "paire" et "impaire")

TRANSLATABLE : se dit d'un objet informatique (programme,...) indépendant de l'adresse à laquelle on l'implante en mémoire centrale pour le manipuler, ou l'exécuter.

TYPOGRAPHIE : ensemble des techniques (*) et des procédés permettant de reproduire des textes, par l'impression d'un assemblage de caractères en relief, sur un support papier ou similaire.

T1600 : nom du mini-ordinateur supportant SMC ; celui-ci est fabriqué par la TELEMECANIQUE INFORMATIQUE (voir le paragraphe 3.1.1.1 page 27).

UTILISATEUR : personne (ou groupe de personnes) accédant au système SMC, qu'il soit émetteur ou récepteur. Dans un sens plus informatique, personne dialoguant sur une console (*), ou bien paquet de cartes, fichiers (*),., soumis à un traitement par lots (*) (voir le paragraphe 2.5.2 page 24).

V : voir SEMAPHORE.

VIDAGE opération consistant à stocker temporairement un programme en mémoire de masse (disque par exemple) afin de libérer l'espace qu'il occupait en mémoire centrale, et ceci au profit d'un autre (anglais SWAPPING OUT) (voir le paragraphe 3.2.1.9.2 page 77).

VIDEO : abréviation désignant les techniques gravitant autour des vidéo-fréquences (*) (télévision), elle s'utilise aussi comme qualificatif : par exemple, une caméra "vidéo" désigne une caméra de télévision.

VIDEO-DISQUE : désigne un appareil analogue à un électrophone, ainsi que le support lui-même. Il permet la reproduction d'images de télévision et du son, au même titre qu'un magnétoscope (*). Son avantage évident sur ce dernier, est la possibilité d'accéder instantanément à n'importe laquelle des images stockées, mais en contrepartie, tout comme pour les "micro-sillons", l'enregistrement est une opération complexe et coûteuse, réservée à des spécialistes (sauf exception, ou nouveauté de dernière minute !).

VIDEO-FREQUENCES : fréquences de l'ordre de quelques méga-hertz. Elles sont nécessaires à la transmission des images de télévision.

60984 81800

VISUEL (ou CONSOLE DE VISUALISATION) : dispositif muni d'un clavier et d'un écran sur lequel l'ordinateur (*) peut afficher des textes (visuel alpha-numérique (*)), et parfois des dessins (visuel graphique (*)). Un visuel permet le dialogue entre un utilisateur (*) et un système (voir le paragraphe 3.1.1.4 page 34 pour exemple).

WATCH-DOG (anglicisme) . voir CHIEN DE GARDE.