

D. A. A. O.

Un système de Dessin Animé Assisté par Ordinateur.

Gilbert COMPARETTI

mai 1977

## INTRODUCTION

Outil initialement scientifique, l'ordinateur a permis dans le domaine qui nous concerne de faire tout d'abord des films montrant l'évolution de courbes et de surfaces mathématiques dont certaines présentent un intérêt esthétique indiscutable. L'introduction du hasard dans les calculs a pu faire même croire à une possibilité de création semi automatique. Prises en main par des artistes ces techniques ont permis la réalisation d'oeuvres abstraites (Lillian SCHWARTZ). Peter FOLDES a su voir pour sa part que son style correspondait justement à ce que pouvait faire l'ordinateur à ce moment là, c'est à dire des transformations.

Intéressantes sans conteste ces techniques n'ont toutefois conduit jusqu'ici qu'à des réalisations que l'on peut qualifier de ponctuelles, correspondant à la sensibilité artistique d'un petit nombre de créateurs. On imagine mal comment de tels procédés pourraient être généralisés à une production normale de films racontant des histoires autres que celles qui auraient été conçues spécialement pour l'ordinateur.

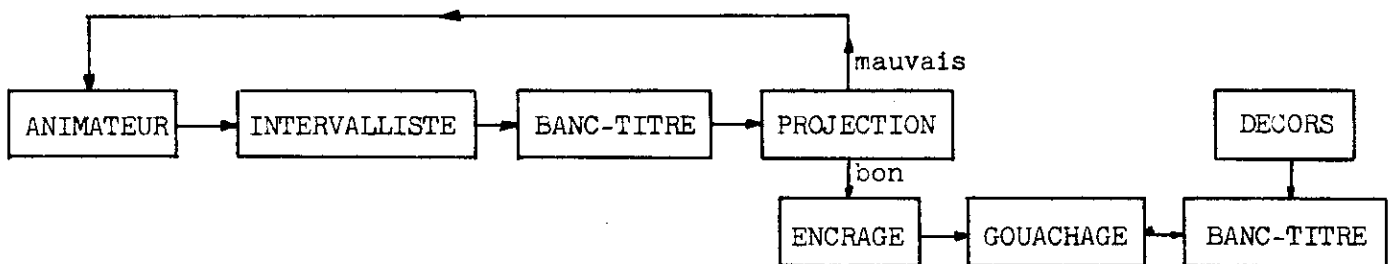
Le cheminement habituel du cinéma par ordinateur consiste à prendre l'ordinateur comme point de départ et à chercher le moyen de faire des images animées. Cette façon de procéder conduit à des réalisations intéressantes parce que nouvelles mais, nous l'avons dit, limitées. Nous allons, pour une fois, étudier aussi la technique du dessin animé classique pour trouver un point de rencontre avec l'ordinateur. Le dessin animé bénéficie cette année d'un siècle d'expérience, il a peut-être quelque chose à apprendre aux informaticiens.

Le but que se propose le système D.A.A.O. exposé ici est de fournir une technique d'animation à base d'images dessinées à la main ou générées par la machine, mais animées par l'ordinateur sous le contrôle d'un animateur, l'ensemble ayant une universalité comparable à celle du dessin animé classique tel qu'a pu l'utiliser Walt Disney (on juge ici la technique et non le produit).

## SCHEMA de PRODUCTION d'un DESSIN ANIME CLASSIQUE.

Le schéma suivant est théorique; dans la réalité il peut être plus simple ou plus complexe suivant le type de film réalisé. De plus on n'y considère que la création de l'image. On y trouve les postes suivants:

- l'animateur : maître du mouvement, il dessine les positions extrêmes.
- l'intervalliste : à partir des données de l'animateur il dessine toutes les positions nécessaires au mouvement (au crayon).
- Le banc titre : les dessins précédents sont enregistrés sur film.
- une projection de contrôle permet de juger de l'animation. En cas d'imperfection il faut repasser par l'animateur pour effectuer les corrections nécessaires.
- l'encrage : une fois le mouvement correct, les dessins sont mis au propre.
- le gouachage : il s'agit du coloriage des dessins.
- à nouveau le banc titre : prise de vue définitive avec superposition des décors.



### L'INFORMATIQUE dans ce SCHEMA.

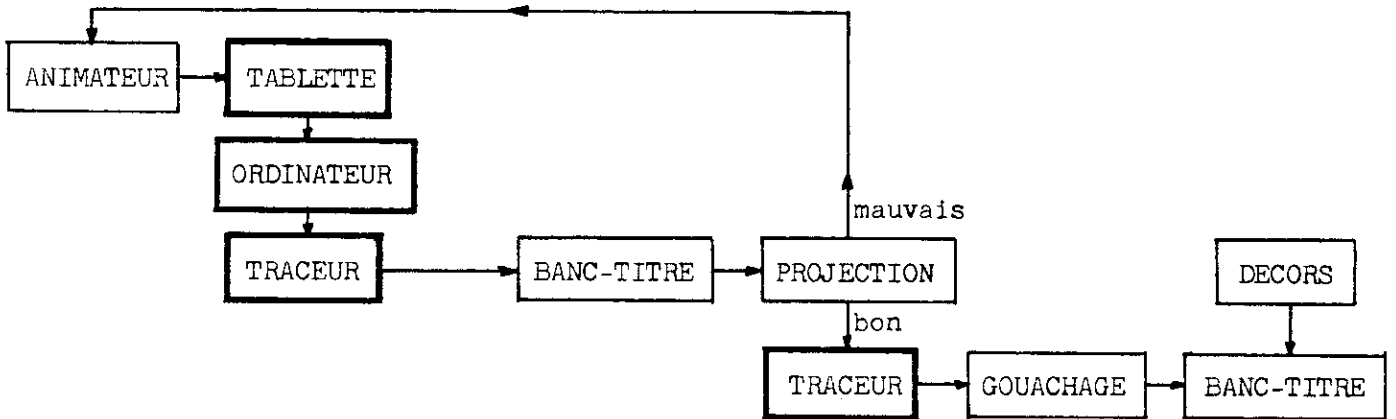
Les éléments de base :

- Un mini-ordinateur avec mémoire à disques magnétiques.
- Une tablette graphique.
- Un traceur à plume sur papier, rhodoïd, calque etc..
- Une console graphique à rafraichissement.
- Un traceur électronique sur microfilm 35mm.

Mis à part les postes de l'animation et du contrôle, tous les autres postes peuvent, aujourd'hui ou demain, bénéficier d'une assistance informatique. L'importance de cette assistance variera suivant les cas. Il est indispensable de pouvoir à tout moment de la réalisation intervenir manuellement pour apporter quelque chose de nouveau, non prévu par le processus informatique. En particulier un poste de finition manuelle restera probablement toujours nécessaire.

1ère solution : économique.

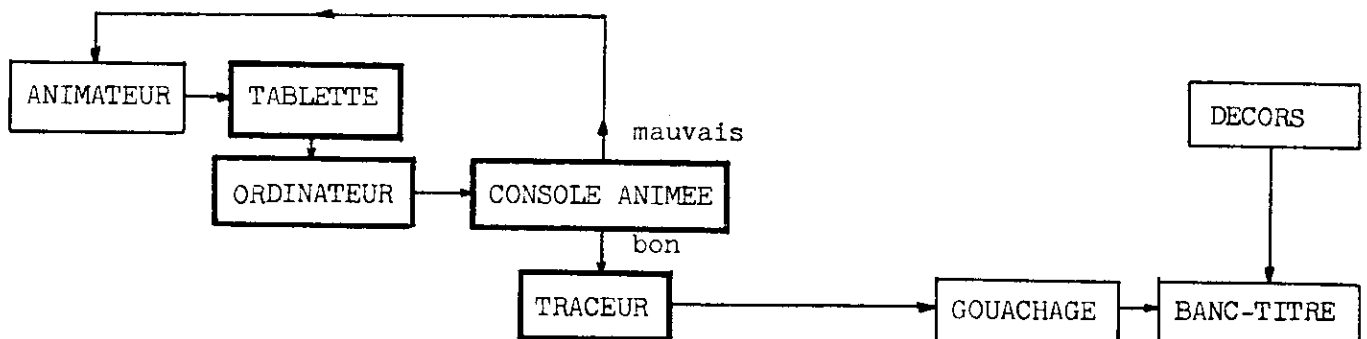
L'animateur dessine les extrêmes sur la tablette graphique tandis que l'ordinateur calcule les intervalles qu'il trace sur papier à l'aide du traceur à plume. Le même traceur à plume sera utilisé ultérieurement pour effectuer le tracé à l'encre sur rhodoïd.



Les rectangles gras représentent les postes informatisés.

2ème solution : efficace.

Cette solution est plus onéreuse mais permet d'aller beaucoup plus vite. Elle comporte en effet une console graphique à rafraîchissement qui permet de vérifier immédiatement le résultat du calcul en affichant les images animées directement sur l'écran cathodique. On évite ainsi les opérations de tracé, banc-titre, développement et projection. De plus, au moment du tracé manuel des extrêmes la même console permet de vérifier immédiatement l'exactitude du dessin.



Le prix de ces deux ensembles correspond respectivement au prix d'un banc-titre moyen ou perfectionné.

## Les OBJECTIFS du SYSTEME.

Pour prétendre devenir un outil opérationnel le système doit satisfaire certaines exigences de coût et d'efficacité sans lesquelles il demeure un objet de laboratoire. Enumérons quelques caractéristiques:

- Il doit être d'emploi assez simple et assez sûr pour être mis entre les mains d'un artiste sans long apprentissage et sans assistance particulière.
- Il doit fonctionner sur minicalculateur pour s'adapter à la taille des entreprises actuelles de production.
- Eviter au maximum de limiter la création : pas de limite à la complexité de l'image ou du mouvement. Or ceci a une grande influence sur le choix de la structure du système et des algorithmes de traitement.
- Il doit pouvoir s'adapter à tout type de matériel afin de profiter du matériel disponible.
- Il doit surtout être évolutif : il est trop tôt pour définir un système définitif.

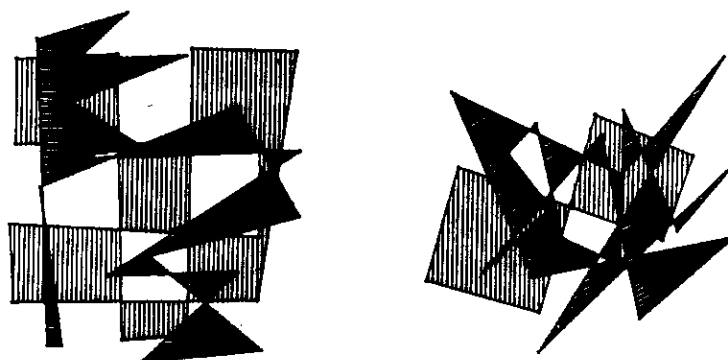
## ORGANISATION.

L'expérience nous ayant conduit à éviter l'abus des programmes interactifs, la structure retenue comporte plusieurs modules indépendants travaillant sur des fichiers disques communs. L'organisation est la suivante :

- Un fichier des données contenant les dessins extrêmes et les directives pour l'animation.
- Un module de création du fichier des données. Il est plus ou moins interactif suivant le matériel utilisé. C'est avec lui qu'est en relation l'animateur. Il peut être associé à un programme de visualisation pour vérification immédiate des dessins entrés.
- Un module d'animation qui, à partir du fichier des données, crée toutes les images du mouvement. Il est associé aux divers programmes d'édition correspondant aux machines à tracer disponibles. Dans le cas où une console à rafraichissement existe, les images calculées sont stockées sur disques et reprises à la demande par un module d'affichage dynamique qui permet de juger immédiatement du résultat de l'animation.

Nous avons pour le moment négligé les techniques, déjà connues et testées ailleurs, d'animation à base de mouvements et de transformations simples telles que translation, rotations, affinités etc...

De même le système ne prend pas en compte actuellement le traitement de la transparence ou de l'opacité d'un objet qui passe devant un autre, problème difficile à résoudre par la machine alors qu'il est spontanément résolu par un dessinateur humain. Il en est de même du coloriage d'une zone. Des techniques existent qui dépendent beaucoup du procédé d'édition utilisé. On ne traitera pas l'opacité pour un traceur à plume de la même manière que pour un écran vidéo.



Opacité et coloriage sur un traceur à plume.

#### PRINCIPES de BASE de l'ANIMATION par ORDINATEUR.

Nous n'entrerons pas dans le détail des techniques utilisées. Elles sont dérivées de principes développés dans deux programmes précédents décrits dans des notes publiées en 1967 et 1974 (1). Il y a trois principes :

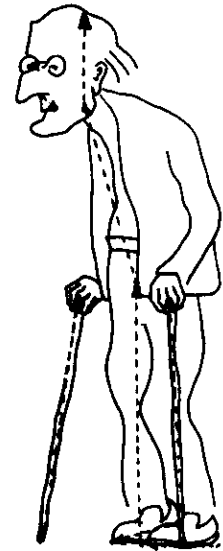
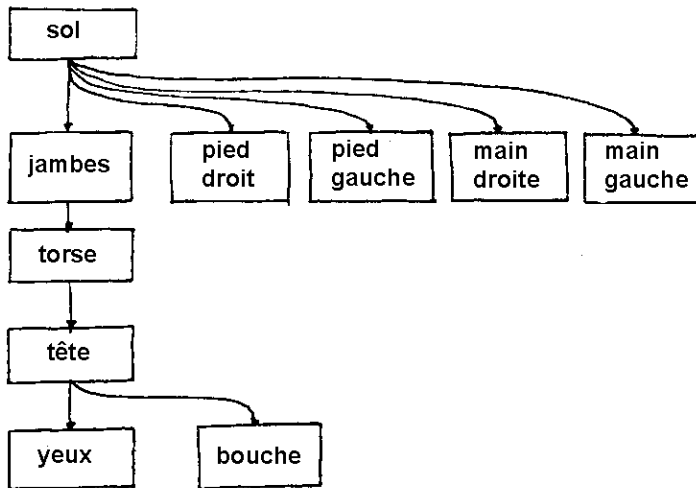
A) Une figure est décomposée en différents éléments. Chaque élément est associé à un référentiel. La forme de l'élément est rapportée à ce référentiel. Les référentiels sont liés entre eux par une hiérarchie et définis par leur position et leur échelle relatives.

B) Décomposition du mouvement. La modification d'un élément peut être décomposée en un déplacement de son référentiel (rotation, translation, homothétie) combiné avec une déformation du dessin par rapport au référentiel. On simule en fait, respectivement, les techniques du papier découpé et du dessin animé. Cette décomposition permet d'appliquer des algorithmes simples et faciles à contrôler.

C) Le déplacement, la forme ou la déformation d'un élément peuvent être dessinés par l'animateur ou bien générés par l'ordinateur à l'aide de fonctions informatiques spécifiques. L'animateur contrôle dans ce cas l'animation en jouant sur les paramètres de la fonction.

(1) "Essai de définition d'un moniteur d'animation de structures" (RIRO-6 1967)  
"ANNECY : un système d'animation par ordinateur" (note interne CEL 1974)

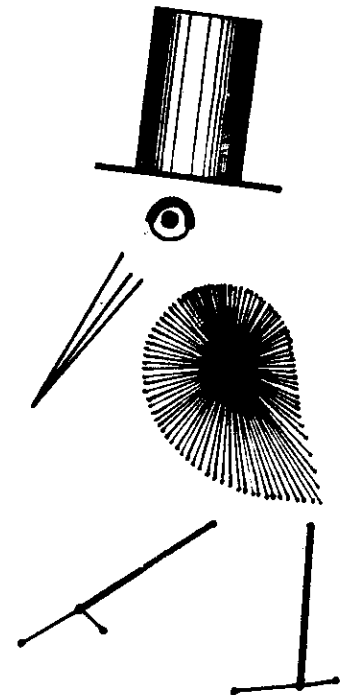
EXEMPLES : Décomposition en éléments hiérarchisés :



Dessins générés par ordinateur :

"Arbres d'hiver"

Une loi de croissance combinée avec un tirage au sort permet de simuler pas à pas la pousse naturelle des arbres. L'animateur n'est pas maître de la forme finale exacte de l'arbre; il n'en contrôle que l'allure générale. Même avec des données identiques le système ne génère jamais deux fois le même arbre.



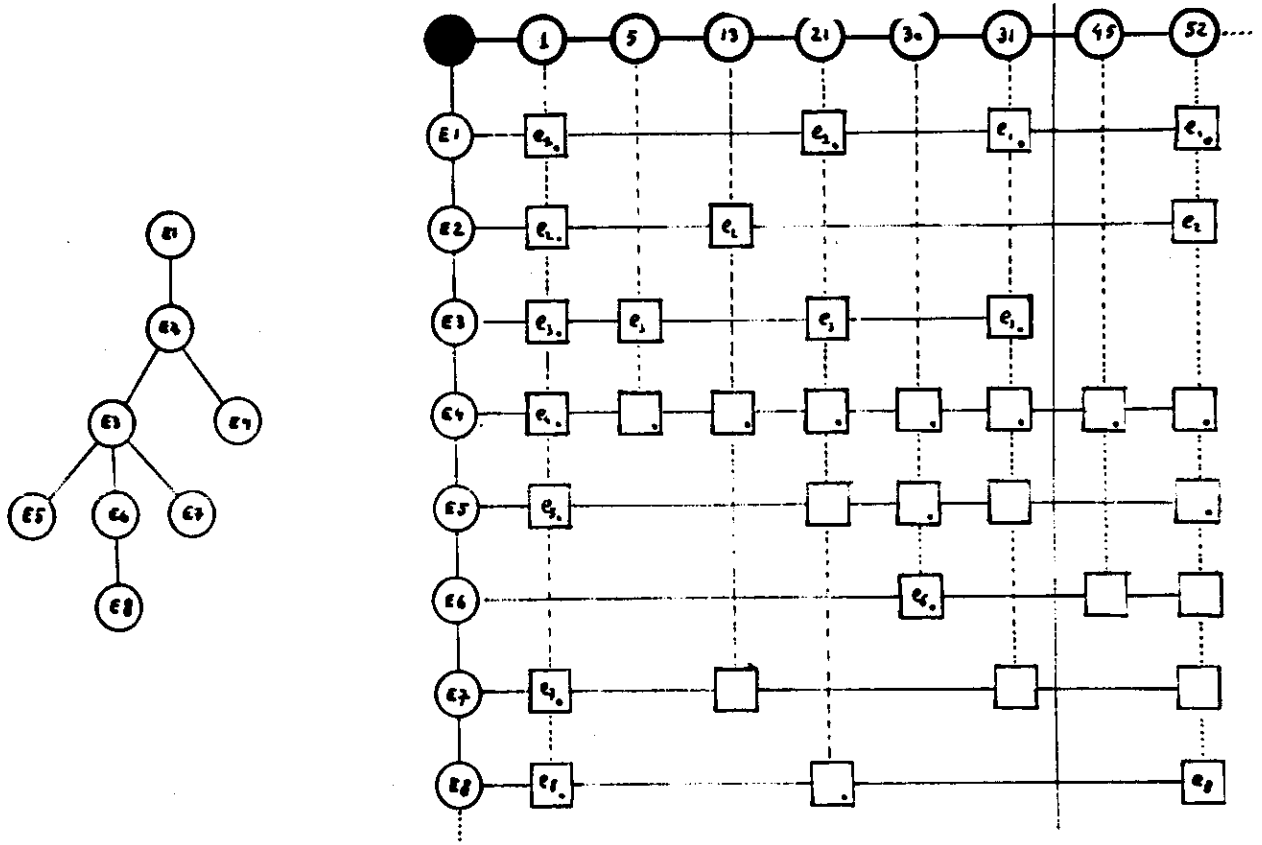
Le corps du personnage ci-dessus est généré par la machine, l'animateur ayant simplement défini par quelques points le centre et le contour du corps.

ORGANISATION des IMAGES dans la MEMOIRE de l'ORDINATEUR.

L'animation définie par l'animateur est composée d'éléments à différentes étapes du mouvement. Mais contrairement à l'animation classique les éléments sont indépendants les uns des autres : un élément au mouvement simple demandera moins d'extrêmes qu'un autre au mouvement plus complexe. Il n'y a plus d'images extrêmes, mais pour chaque élément animé une suite d'extrêmes définissant son propre mouvement.

L'ensemble des éléments extrêmes définis par l'animateur forme une matrice :

- colonne : ensemble des éléments définis à l'instant t.
- ligne : ensemble des positions et/ou formes d'un élément au cours du mouvement.
- la colonne de gauche contient en outre la structure en arbre de la figure.



Comportant de nombreux trous cette matrice sera matérialisée par des blocs liés entre eux par des pointeurs selon la technique bien connue des programmes graphiques interactifs.

Le bloc élément contient, en plus des liaisons nécessaires à l'exploitation de la matrice, les coordonnées du référentiel lié à

l'élément. Il contient aussi les informations nécessaires pour calculer et tracer la forme qui peut être :

- a) un dessin manuel stocké sur disques.
- b) la même que celle d'un autre bloc. C'est le cas d'un élément qui se déplace sans se déformer; ou de plusieurs éléments ayant la même forme.
- c) générée par un programme particulier dont les paramètres sont situés sur disques.

Tous les algorithmes de traitement sont conçus pour travailler sur des fractions d'image de façon à ne pas limiter la taille de ces dernières par les possibilités de l'ordinateur.

#### EXEMPLES de RESULTATS.

Il s'agit des tout premiers résultats. Ils ne portent que sur des fractions d'image. Il y en a de trois sortes :

- un test simple du système.
- une reproduction de mouvement réel.
- un essai de dessin animé.

#### Exemple simple :

animation d'une tête avec chapeau. Cette figure comporte trois éléments :

- le contour de la tête avec les yeux.
- la bouche
- le chapeau

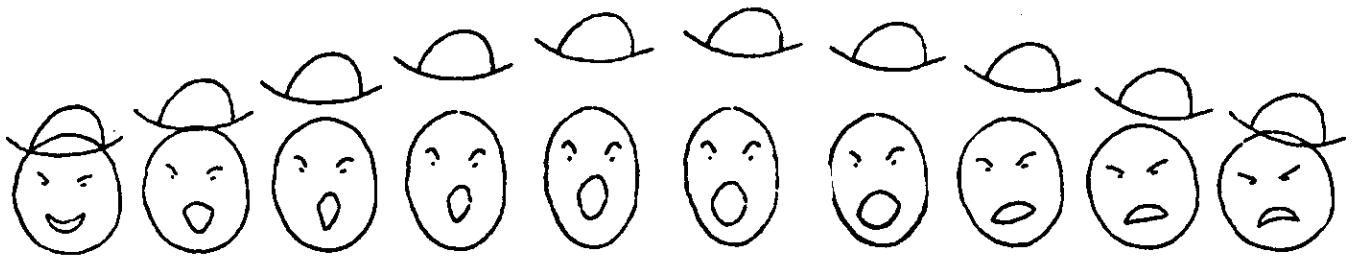
Trois extrêmes suffisent pour la tête; la bouche, plus animée en nécessite cinq tandis que le chapeau, rigide en demande un seul. Les différentes positions extrêmes de ce dernier sont indiquées par des couples de points.



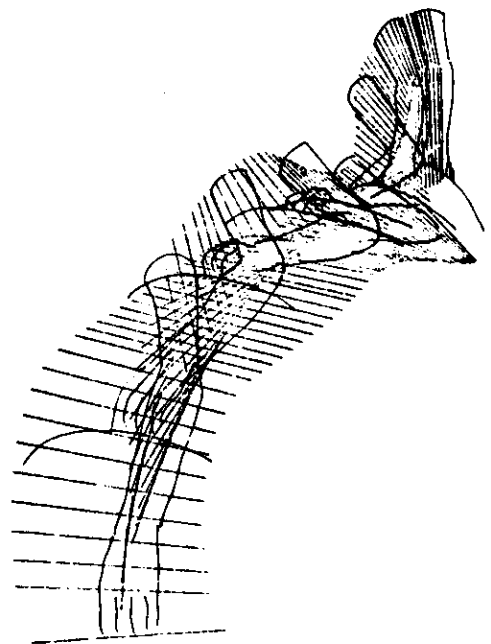
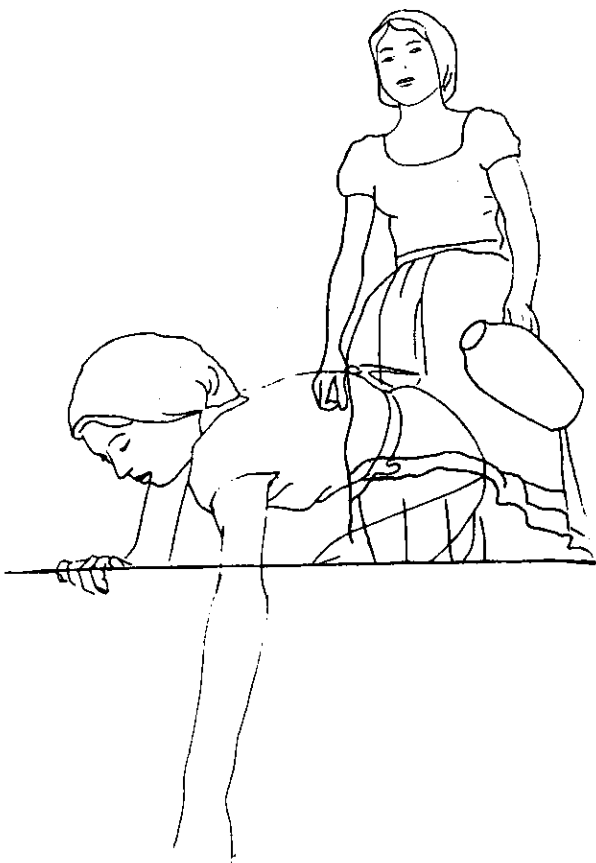
a) Dessins de l'animateur:



b) Résultats de l'animation calculée (on pourrait avoir davantage d'intervalles).



Reproduction de mouvements réels: un personnage réel a été filmé: une jeune fille se baisse pour puiser de l'eau. Le mouvement dure 3 secondes soit 72 images. Environ une position sur huit du bras tenant la cruche ont été données à la machine, le but étant de vérifier la bonne reconstitution du mouvement. A part quelques défauts mineurs le résultat semble acceptable:



Reproduction de dessin animé manuel : Un modèle d'animation classique à été demandé à un animateur professionnel. Il s'agit d'un cycle de marche de Popeye. Est-il possible de recréer artificiellement les intervalles dessinés à la main? Nous étudions trois éléments :

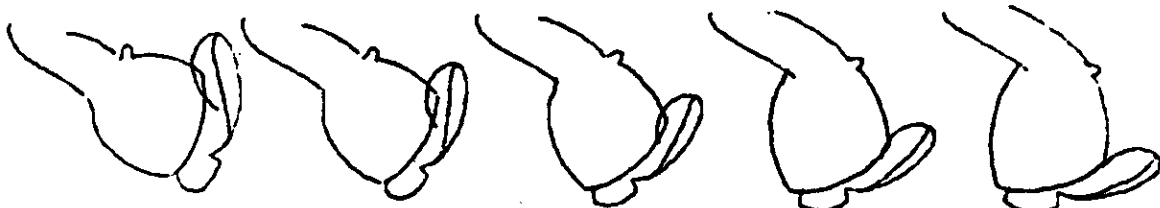
1) la tête. Le résultat est correct; on peut l'apprécier dans le mouvement du chapeau.



1<sup>er</sup> extrême

2<sup>ème</sup> extrême

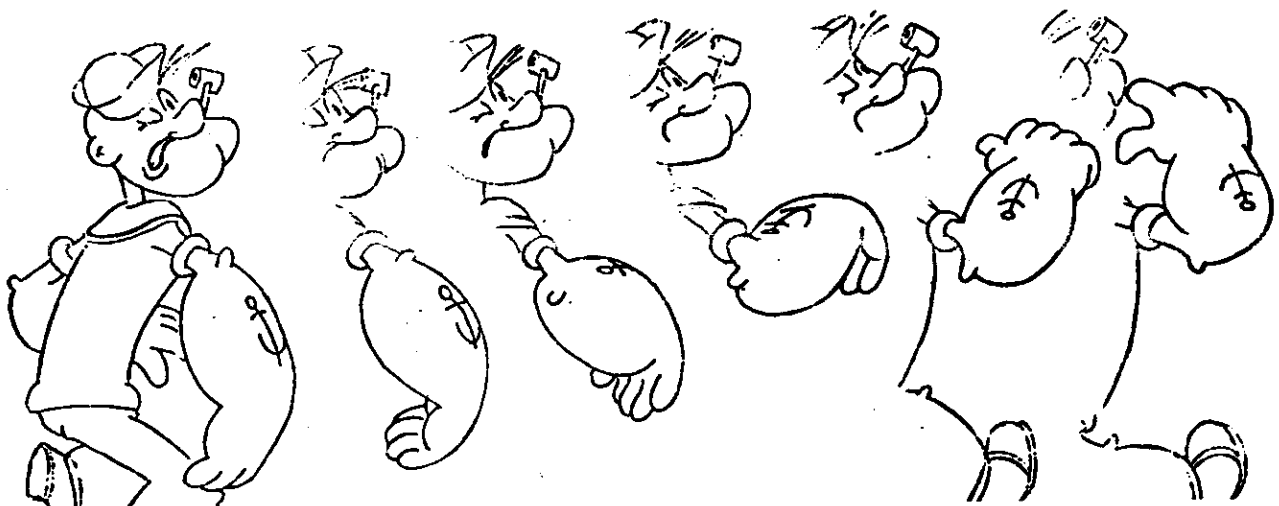
2) la jambe. A part quelques défauts mineurs, rattrapables, le procédé est acceptable.



1<sup>er</sup> extrême

2<sup>ème</sup> extrême

3) le bras. Un examen rapide des dessins manuels suffit pour constater qu'aucun dessin du bras ne peut être déduit par un procédé automatique des dessins qui l'encadrent. Ici l'ordinateur semble impuissant. Il doit toutefois laisser la possibilité d'introduire manuellement les dessins du bras, mais du bras seulement dans l'ensemble des extrêmes.



Intervalles successifs d'une animation à la main du bras de Popeye.

## DISCUSSION des PREMIERS RESULTATS.

Si le procédé semble prometteur pour reproduire des mouvements réels, la confrontation avec une animation manuelle de qualité est décevante. Plusieurs explications se présentent à l'esprit :

I) Le Dessin Animé bénéficie d'un siècle d'expérience. L'animateur qui connaît bien les ficelles de son métier sait combiner l'efficacité avec le maximum d'économie. Les mouvements lents sont remplacés par des fondus enchaînés. Si une animation fine est nécessaire autant la faire la plus riche possible et c'est l'exemple caractéristique du bras de Popeye dont le mouvement et le volume dépassent largement le pouvoir expressif d'une simple reproduction de mouvement réel.

Il y a dans le dessin animé beaucoup moins d'intervalles dessinés qu'on ne l'imagine généralement.

II) Le dessin animé (l'animation en général) n'est pas une simple simulation du réel. Pourquoi prendre tant de peine alors que le cinéma à prise de vue directe existe? L'animation apporte autre chose, donne au créateur des possibilités qui justifient l'effort à fournir. On peut citer ici la célèbre phrase de Norman Mc LAREN :

" Animation is not the art of DRAWINGS-that-move  
but the art of MOVEMENTS-that-are-drawn "

(l'animation n'est pas l'art des dessins-qui-bougent mais l'art des mouvements-dessinés.)

L'artiste imagine un volume ou une forme en mouvement et le dessin animé lui permet de matérialiser ce mouvement. Le mouvement étant imaginé offre des possibilités expressives bien supérieures à une reproduction du réel. C'est par sa faculté d'échapper aux lois naturelles que l'animation affirme son intérêt. Pour revenir à notre sujet nous dirons qu'un système d'animation par ordinateur valable doit offrir cette possibilité de création arbitraire. Il devient très précieux lorsqu'il permet au créateur de travailler dans un univers graphique obéissant à des lois qu'il aura lui même définies.

## FAISONS LE POINT.

Le système D.A.A.O. n'est pas comme la plupart des systèmes existants aujourd'hui un moyen de faire bouger des dessins à l'aide d'une machine. Il n'est pas non plus, comme le reste des systèmes existants destiné à produire des effets spectaculaires mais vite lassants. Il s'efforce d'abord d'aider l'animateur en prenant en charge bon nombre d'intervalles et en réduisant beaucoup les délais de production et surtout de vérification. Lorsqu'il atteint ses limites il laisse la possibilité à l'animateur de travailler en "manuel" (cas du bras de Popeye dont une partie du mouvement a du être entrée en machine image par image pour l'inclure dans une animation très "automatisée"). En compensation sa structure modulaire et évolutive permet de combiner à l'infini dessins manuels et dessins automatiques offrant à l'artiste un champs de possibilités graphiques réservé jusqu'ici aux informaticiens.

Espérons que la pratique confirmera ces ambitions !

## CONCLUSION.

S'il y avait une demande précise l'informatique pourrait aujourd'hui offrir une technique d'animation intermédiaire entre les techniques du papier découpé et du dessin animé avec des possibilités supplémentaires de graphisme à base de courbes, surfaces et volumes mathématiques et de hasard.

Pour le tracé proprement dit on dispose de traceurs à plume sur papier et calque et peut être bientôt sur rhodoïd. Bien que l'on voit apparaître des machines à colorier le gouachage est encore manuel. Il est possible aussi d'obtenir directement sur film 35mm un tracé blanc sur fond noir (ou l'inverse bien sûr). Par un système de masque produit simultanément par la machine il est possible de superposer au tirage ou au banc titre une animation couleur sur un décor manuel. Par ailleurs l'animation par ordinateur combinée aux techniques vidéo doit permettre d'obtenir dans une qualité télévision des images qui n'ont rien à envier aux techniques classiques.

