



CES

PREMIER COLLOQUE IMAGE

***FIRST IMAGE
SYMPOSIUM***

Traitement, Synthèse
Technologie et Applications

*Image Processing, Computer Generated Images
Technology and Applications*

1

BIARRITZ DU 21 AU 25 MAI 1984

Traitement, Synthèse, Technologie et Applications

BIARRITZ - Mai 1984 -

OUTIL DE PRODUCTION INDUSTRIELLE DE DESSIN ANIME PAR
ORDINATEUR

A COMPUTER AID FOR THE INDUSTRIAL PRODUCTION OF ANIMATED FILM

Gilbert COMPARETTI

RESUME**SUMMARY**

Nous présentons un système de production industrielle de dessin animé pour la télévision dans lequel l'informatique prend en charge toute la production depuis le scénario jusqu'au film terminé.

Le système est constitué d'un site central disposant de puissants moyens de calcul et d'édition d'images et qui gère une base de données centrale. Autour, des postes de travail interactifs assez bon marché pour que chaque animateur puisse en disposer.

A partir de modèles de forme et de mouvement et de pilotes de séquence définis par les animateurs et organisés en bibliothèques communes, le système calcule tous les dessins nécessaires au mouvement. Il effectue ensuite l'intégration des personnages au décor, le coloriage et le transfert sur film ou sur bande vidéo.

Ceci est rendu possible grâce à la définition d'une nouvelle technique d'animation qui diffère sensiblement du dessin animé classique car elle repose sur les possibilités de l'informatique sans chercher à simuler fidèlement les techniques manuelles.

We present a computer tool for the industrial production of TV animated cartoons.

The system is composed by a host station with powerful computing and picture editing capabilities associated with a central data base.

Around are interactive graphic work stations cheap enough so that every animator can have one.

The system computes all the in-between frames needed by the animation from shape and movement models, and sequence pilots designed by the animators and stored in a common data base. Then it merges actors and backgrounds, paints and translates them on film or video tape.

This is possible by means of a new animation technique which differs from manual animated cartoon because it is based on computer capabilities rather than manual technic simulation.

Gilbert COMPARETTI

1. LE DESSIN ANIME PAR ORDINATEUR ET SES PROBLEMES

1.1. L'objectif actuel du dessin animé par ordinateur est économique. Malgré les besoins croissants de notre télévision, la réalisation des séries télévisées est faite à l'étranger. Une minute de dessin animé revient à 45000 F en France contre 25000 en TAIWAN. L'utilisation de l'informatique peut elle réduire les coûts ?

1.2. La production de dessin animé traditionnel peut se décomposer en deux grandes étapes que nous appellerons conception ou préparation et réalisation.

La préparation est la partie essentiellement créatrice. Elle établit le scénario et le style graphique, le story-board, les personnages, les décors et les moments clés de l'animation. Elle est onéreuse car elle implique des salaires élevés mais il n'est ni facile ni probablement judicieux de chercher à l'automatiser.

La réalisation englobe la fabrication des dessins et leur enregistrement. Il y a 1500 images par minute de film. Cela peut exiger la réalisation de plus ou moins de dessins selon la qualité d'animation recherchée. Les dessins réalisés à la main sont, après un premier enregistrement destiné à vérifier la qualité de l'animation, tracés à l'encre de chine et gouachés à la main, puis combinés aux décors pour l'enregistrement définitif image par image. C'est la partie la plus onéreuse à cause de la main d'oeuvre et des délais importants qu'elle demande. Elle a depuis longtemps été l'objet de tentatives d'automatisation optiques, mécaniques, électroniques et maintenant informatiques.

1.3. Jusqu'ici les tentatives d'animation de dessins par ordinateur ont échoué car elles s'attachaient trop à simuler le dessin animé traditionnel. Les dessins étaient considérés comme un ensemble de lignes en mouvement. Comme il est aisé d'animer une ligne à l'aide d'un ordinateur, il était tentant d'animer des dessins, c'est à dire de calculer les dessins intermédiaires d'un mouvement défini par quelques dessins-clés. Mais cela implique de donner à la machine, en plus des dessins-clés, la correspondance ligne à ligne entre ces dessins-clés. Or le nombre de lignes varie sans cesse. La complication entraînée annihile totalement le gain de l'animation automatique qui s'en suit, bien que le résultat soit satisfaisant à l'écran. De plus, cette technique ne permet pas un coloriage automatique des dessins calculés.

1.4. Aussi l'utilisation actuelle de l'informatique pour les dessins animés se réduit à effectuer tous les dessins à la main, à les enregistrer un par un à l'aide d'une caméra vidéo, puis à les colorier, toujours un par un, sur une console infor-

matique appropriée. L'incrustation sur les décors et le transfert sur bande vidéo sont ensuite automatiques. Cette technique supprime l'opération du traçage manuel à l'encre de chine, elle améliore l'opération du coloriage et elle automatise les opérations de banc-titre. Mais ceci s'obtient au prix d'investissements élevés en matériel [5][6].

2. LA SOLUTION DA00-2D

2.1. L'animation de dessins par ordinateur a été rendue possible en utilisant une approche différente pour concevoir le système. Il n'est plus question de "faire des dessins animés" mais de proposer une nouvelle technique d'animation à partir de formes dessinées manuellement.

Dérivé d'un logiciel d'animation 3D, le système DA00-2D en conserve la logique : il n'anime pas des lignes mais des éléments en deux dimensions. (Figure 1)

2.2. Nous illustrerons l'exposé des principes à l'aide d'exemples utilisant le personnage de Betty Boop créé par les Studios Fleischer. Il s'agit là d'un hommage et non d'images effectivement réalisées par le procédé DA00.



Fig.1 : Décomposition du personnage en éléments animables.

OUTIL DE PRODUCTION INDUSTRIELLE DE DESSIN ANIME PAR ORDINATEUR
A COMPUTER AID FOR THE INDUSTRIAL PRODUCTION OF ANIMATED FILM

Gilbert COMPARETTI

2.2.1. Nous avons déjà montré combien il est commode de considérer qu'un mouvement est une combinaison de déplacements et de déformations [1][3]. Les éléments animés sont repérés par deux points références choisis par l'animateur. Déplacer l'élément revient à déplacer les deux points. Les déformations sont effectuées par rapport au référentiel défini par les deux points, ce qui améliore cette composante délicate de l'animation.

2.2.2. Nous avons aussi déjà montré [1-4] l'existence d'une structure spatiale liant l'espace animé, le cadre, les décors et les différents éléments animés, ainsi que l'existence d'une structure temporelle [5] rattachant tous les événements élémentaires du film au scénario.

2.2.3. Toutes les données nécessaires au film se trouvent dans une base de données dont l'architecture s'appuie sur les structures spatiale et temporelle précédentes et dont les éléments s'appellent "Modèles", "Librairies de formes" et "Pilotes".

2.2.3.1. Les personnages animés possèdent une structure précise décrite dans un "Modèle" qui indique le nom de chaque détail, son type (trait, contour, etc...), sa couleur et ses relations avec les autres détails (figure 2).

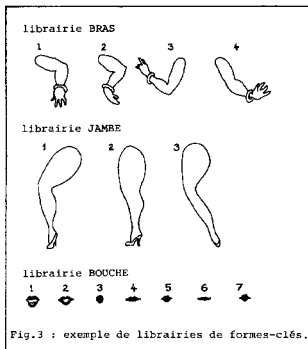
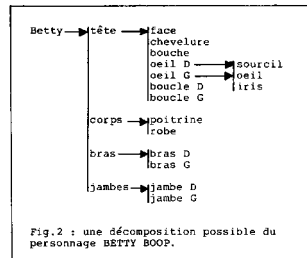
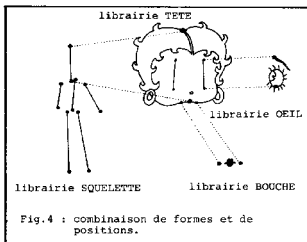
2.2.3.2. Les formes-clés et les positions-clés sont placées dans des librairies graphiques. L'acquisition est pilotée par le "Modèle" correspondant et se fait à l'aide de tables à digitaliser (figures 3 et 4).

2.2.3.3. Chaque séquence animée par le système est contrôlée par un "Pilote". C'est l'élément terminal de la structure temporelle. Il assure la liaison avec la structure spatiale et définit le rythme.

2.2.3.4. La base de données peut aussi contenir des données destinées à la gestion de la production. Il est alors possible de définir les priorités et de connaître l'avancement et le coût des travaux.

2.3. L'animation utilise le "Pilote" pour extraire de la base centrale les données nécessaires à la séquence. L'étape suivante calcule le rythme du mouvement de chaque élément. On peut alors calculer les positions absolues des éléments pour chaque image. Puis, pour chaque image, la forme de chaque élément. La dernière phase combine le tout et trace les images. Les images sont alors enregistrées une à une.

Nous n'avons rien dit des décors car ces derniers sont des éléments banalisés et n'ont pas de traitement spécial.



OUTIL DE PRODUCTION INDUSTRIELLE DE DESSIN ANIME PAR ORDINATEUR
 A COMPUTER AID FOR THE INDUSTRIAL PRODUCTION OF ANIMATED FILM
 Gilbert COMPARETTI

2.4. Le système idéal est constitué par un site central disposant de puissants moyens de calcul et d'édition d'images et qui gère la base de données centrale.

Des postes de travail distribués auprès des animateurs, assez bon marché pour que chaque animateur puisse en disposer, permettent de constituer élément par élément la base centrale. Les relations entre la base centrale et les bases locales des postes de travail consistent à des transferts ponctuels de fichiers, ce qui permet d'éloigner à peu de frais les postes de travail du site central. Pour que les animateurs travaillent efficacement, les postes de travail doivent avoir un écran permettant d'apprécier la qualité de l'image finale et des possibilités de juger l'animation calculée. La puissance d'un gros micro-ordinateur actuel correctement configuré paraît adéquate.

3. L'EXPERIENCE EN COURS

Elle consiste à passer d'un système de laboratoire, qui a permis de tester la valeur du procédé, à un système opérationnel capable de produire une petite série à un coût acceptable.

La configuration actuelle comporte trois micro-ordinateurs IBM associés à un processeur graphique JUPITER, lui-même connecté à un magnétoscope par un système de transfert image par image.

Les images étant calculées relativement lentement, un vidéé disque permet de reconstituer rapidement le mouvement afin que les animateurs puissent apprécier la qualité de l'animation produite.

4. CONCLUSION

4.1. Les avantages immédiats sont économiques : toutes les tâches qui, dans le dessin animé traditionnel, demandaient beaucoup de main d'oeuvre pour peu de créativité ont été automatisées. Il paraît difficile d'aller plus loin dans le principe. Les progrès à venir se feront dans l'optimisation de la mise en oeuvre concrète de ces techniques.

4.2. Il est a priori plus contraignant pour les animateurs de travailler avec une machine qu'avec une équipe humaine. De plus la structuration des personnages imposée par la version actuelle du système est une gêne certaine pour des animateurs de dessins animés habitués à toutes les libertés du dessin.

4.3. Le procédé DDAO-2D n'est donc pas du dessin animé par ordinateur mais une nouvelle technique d'animation fondée sur l'informatique. Le procédé n'a pas de contraintes ni de limites esthétiques intrinsèques. L'aspect économique favorisera certains styles au détriment d'autres. Toute une recherche artistique autour du procédé est en cours ; mais le critère final qui validera le procédé sera son acceptation par le public

5. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Essai de définition d'un moniteur d'animation de structure.
G. COMPARETTI, R.I.R.O. n°6 1967.
- [2] Anney : un système d'animation par ordinateur.
G. COMPARETTI, C.E.A., Centre d'Etudes de Limeil, Note Technique Novembre 1974.
- [3] DDAO : un système de dessin animé assisté par ordinateur.
G. COMPARETTI, Journées d'Etude "Systèmes informatiques d'aide à la production de films" Ecole Polytechnique, Avril 1977.
- [4] Mouvement, Image et Ordinateur.
G. COMPARETTI, Congrès AFCET - Nancy, Novembre 1980.
- [5] A brief description of in between system.
Duane PALIKA, SIGGRAPH 83.
- [6] New frontiers in computer animation.
Edwin E. CATMULL, SIGGRAPH 83.
- [7] Merging and transformation of raster images for cartoon animation.
Bruce A. WALLACE, SIGGRAPH 81.

SCIENCE**VIE***la***PHOTO*****et les images synthétiques***

) 5039

ESSAIS :
20 ZOOMS

LES ÉMULSIONS
TESTÉES AU
MICROSCOPE

LES NOUVEAUTÉS
1985-86

REFLEX 24 x 36 :
NOTRE CHOIX

BETTY BOOP PRISE EN CHARGE PAR L'ORDINATEUR

Plutôt que de simuler fidèlement les techniques manuelles propres au dessin animé, un informaticien du CEA, Gilbert Comparetti, a imaginé un système de production industrielle dans lequel l'ordinateur prend en charge toute la réalisation depuis le scénario jusqu'au film terminé. Le principe : une base de données centrales avec, autour, des postes de travail interactifs assez bon marché pour que chaque animateur puisse en disposer.

L'OBJECTIF ACTUEL DU DESSIN animé par ordinateur est économique. Malgré les besoins croissants de notre télévision, la réalisation des séries télévisées est faite à l'étranger. Une minute de dessin animé revient à 45 000 F en France contre 25 000 en Taiwan. L'utilisation de l'informatique peut-elle réduire les coûts ?

La production de dessin animé traditionnel peut se décomposer en deux grandes étapes que nous appellerons conception ou préparation et réalisation.

La préparation est la partie essentiellement créatrice. Elle établit le scénario et le style graphique, le "story-board", les personnages, les décors et les moments clés de l'animation. Elle est onéreuse car elle implique des salaires élevés, mais il n'est ni facile ni probablement judicieux de chercher à l'automatiser.

La réalisation englobe la fabrication des dessins et leur enregistrement. Il y a 1 500 images par minute de film. Cela peut exiger la réalisation de plus ou moins de dessins selon la qualité d'animation recherchée. Les dessins réalisés à la main sont, après un premier enregistrement destiné à vérifier la qualité de l'animation, tracés à l'encre de chine et gouachés à la main, puis combinés aux décors pour l'enregistrement définitif image par image. C'est la partie la plus onéreuse à cause de la main d'œuvre et des délais

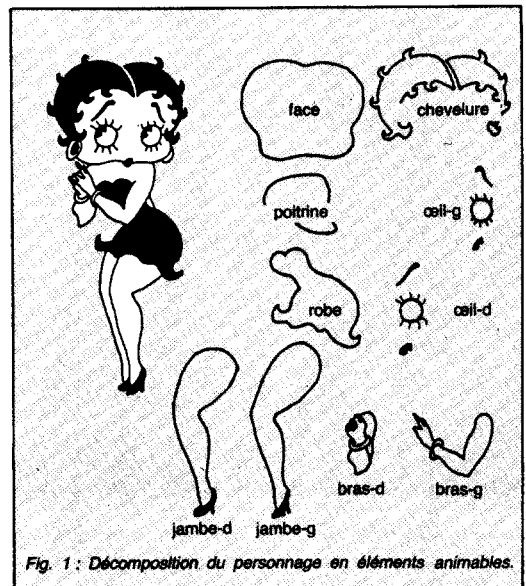


Fig. 1 : Décomposition du personnage en éléments animables.

importants qu'elle demande. Elle a depuis longtemps été l'objet de tentatives d'automatisation optiques, mécaniques, électroniques et maintenant informatiques.

Jusqu'ici les tentatives d'animation de dessins par ordinateur ont échoué car elles s'attachaient trop à simuler le dessin animé traditionnel. Les dessins étaient considérés comme un ensemble de lignes en mouvement. Comme il est aisé d'animer une ligne à l'aide d'un ordinateur, il était tentant d'animer des dessins, c'est-à-dire de calculer les dessins intermédiaires d'un mouvement défini par quelques dessins-clés. Mais cela implique de donner à la machine, en plus des dessins-clés, la correspondance ligne à ligne entre ces dessins-clés. Or le nombre de lignes varie sans cesse. La complication entraînée annihile totalement le

gain de l'animation automatique qui s'en suit, bien que le résultat soit satisfaisant à l'écran. De plus, cette technique ne permet pas un coloriage automatique des dessins calculés.

Aussi l'utilisation actuelle de l'informatique pour les dessins animés se réduit à effectuer tous les dessins à la main, à les enregistrer un par un à l'aide d'une caméra vidéo, puis à les colorier, toujours un par un, sur une console informatique appropriée. L'incrustation sur les décors et le transfert sur bande vidéo sont ensuite automa-

rente pour concevoir le système. Il n'est plus question de "faire des dessins animés" mais de proposer une nouvelle technique d'animation à partir de formes dessinées manuellement.

Dérivé d'un logiciel d'animation 3D, le système DAAO-2D en conserve la logique : il n'anime pas des lignes mais des éléments en deux dimensions (figure 1).

DES LIBRAIRIES GRAPHIQUES

Nous illustrerons l'exposé des principes à l'aide d'exemples utilisant le personnage de Betty Boop créé par les Studios Fleischer. Il s'agit là d'un hommage et non d'images effectivement réalisées par le procédé DAAO.

Nous avons déjà montré combien il est commode de considérer qu'un mouvement est une combinaison de déplacements et de déformations. Les éléments animés sont repérés par deux

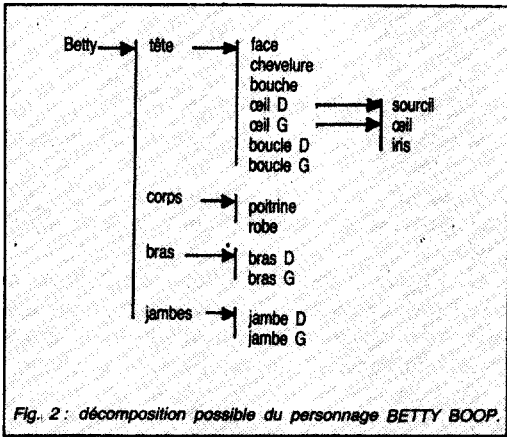


Fig. 2 : décomposition possible du personnage BETTY BOOP.

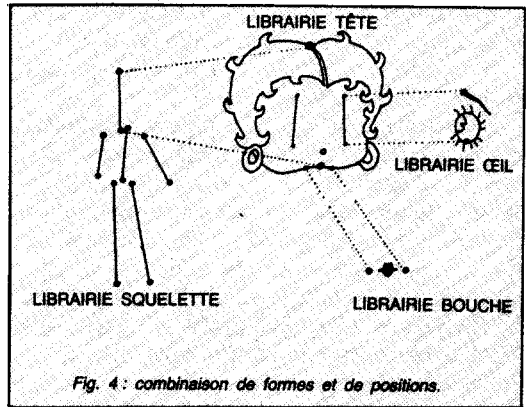


Fig. 4 : combinaison de formes et de positions.

points références choisis par l'animateur. Déplacer l'élément revient à déplacer les deux points. Les déformations sont effectuées par rapport au référentiel défini par les deux points, ce qui améliore cette composante délicate de l'animation.

Nous avons aussi déjà montré l'existence d'une structure spatiale liant l'espace animé, le cadre, les décors et les différents éléments animés, ainsi que l'existence d'une structure temporelle rattachant tous les événements élémentaires du film au scénario.

Toutes les données nécessaires au film se trouvent dans une base de données dont l'architecture s'appuie sur les structures spatiale et temporelle précédentes et dont les éléments s'appellent "Modèles", "Librairies de formes" et "Pilotes".

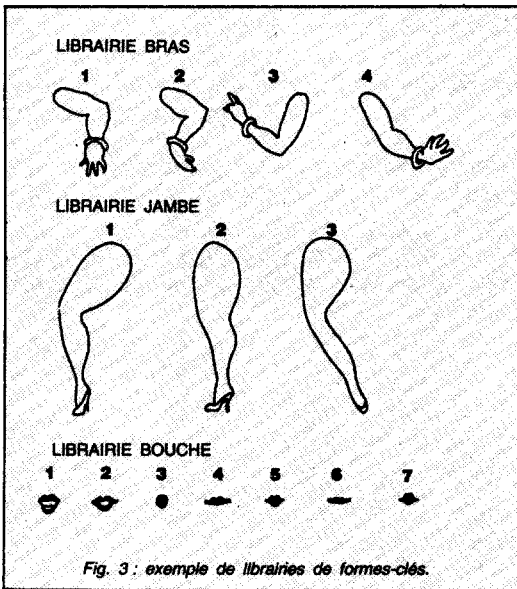


Fig. 3 : exemple de bibliothèques de formes-clés.

tiques. Cette technique supprime l'opération du traçage manuel à l'encre de chine, elle améliore l'opération de coloriage et elle automatise les opérations de banc-titre. Mais ceci s'obtient au prix d'investissements élevés en matériel.

L'animation de dessins par ordinateur a été rendue possible en utilisant une approche diffé-

Les personnages animés possèdent une structure précise décrite dans un "Modèle" qui indique le nom de chaque détail, son type (trait, contour, etc...), sa couleur et ses relations avec les autres détails (figure 2).

Les formes-clés et les positions-clés sont placées dans des bibliothèques graphiques. L'acquisition est pilotée par le "Modèle" correspondant et se fait à l'aide de tables à digitaliser (figures 3 et 4).

Chaque séquence animée par le système est contrôlée par un "Pilote". C'est l'élément terminal de la structure temporelle. Il assure la liaison avec la structure spatiale et définit le rythme.

La base de données peut aussi contenir des données destinées à la gestion de la production. Il est alors possible de définir les priorités et de connaître l'avancement et le coût des travaux.

L'animation utilise le "Pilote" pour extraire de la base centrale les données nécessaires à la séquence. L'étape suivante calcule le rythme du mouvement de chaque élément. On peut alors calculer les positions absolues des éléments pour chaque image. Puis, pour chaque image, la forme de chaque élément. La dernière phase combine le tout et trace les images. Les images sont alors enregistrées une à une.

Nous n'avons rien dit des décors car ces derniers sont des éléments banalisés et n'ont pas de traitement spécial.

Le système idéal est constitué par un site central disposant de puissants moyens de calcul et d'édition d'images et qui gère la base de données centrale.

Des postes de travail distribués auprès des animateurs, assez bon marché pour que chaque animateur puisse en disposer, permettent de constituer élément par élément la base centrale. Les relations entre la base centrale et les bases locales des postes de travail consistent à des transferts ponctuels de fichiers, ce qui permet d'éloigner à peu de frais les postes de travail du site central. Pour que les animateurs travaillent efficacement, les postes de travail doivent avoir un écran permettant d'apprécier la qualité de l'image finale et des possibilités de juger l'animation calculée. La puissance d'un gros micro-ordinateur actuel correctement configuré paraît adéquate.

L'EXPÉRIENCE EN COURS

Elle consiste à passer d'un système de laboratoire, qui a permis de tester la valeur du procédé, à un système opérationnel capable de produire une petite série à un coût acceptable.

La configuration actuelle comporte trois micro-ordinateurs IBM associés à un processeur graphique Jupiter, lui-même connecté à un magnétoscope par un système de transfert image par image.

Les images étant calculées relativement lentement, un vidéo disque permet de reconstituer rapidement le mouvement afin que les animateurs puissent apprécier la qualité de l'animation produite.

Les avantages immédiats sont économiques : toutes les tâches qui, dans le dessin animé traditionnel, demandaient beaucoup de main d'œuvre, pour peu de créativité ont été automatisées. Il paraît difficile d'aller plus loin dans le principe. Les progrès à venir se feront dans l'optimisation de la mise en œuvre concrète de ces techniques.

Il est a priori plus contraignant pour les animateurs de travailler avec une machine qu'avec une équipe humaine.

De plus la structuration des personnages imposée par la version actuelle du système est une gêne certaine pour des animateurs de dessins animés habitués à toutes les libertés de dessin.

Le procédé DDAO-2D n'est donc pas du dessin animé par ordinateur mais une nouvelle technique d'animation fondée sur l'informatique. Toute une recherche artistique autour du procédé est en cours ; mais le critère final qui validera le procédé sera son acceptation par le public.

Gilbert COMPARETTI

(Rapport présenté au symposium de Biarritz et publié avec l'aimable autorisation du CESTA).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Essai de définition d'un moniteur d'animation de structure.*
G. COMPARETTI, *RIRO* n° 6 1967.
- [2] *Annecy : un système d'animation par ordinateur.*
G. COMPARETTI, CEA, Centre d'Etudes de Limeil, Note Technique Novembre 1974.
- [3] *DDAO : un système de dessin animé assisté par ordinateur.*
G. COMPARETTI, Journées d'Etude "Systèmes informatiques d'aide à la production de films" Ecole Polytechnique, avril 1977.
- [4] *Mouvement, Image et Ordinateur.*
G. COMPARETTI, Congrès AFCET — Nancy, Novembre 1980.
- [5] *A brief description of in between system.*
Duane PALIKA, *SIGGRAPH* 83.
- [6] *New Frontiers in computer animation.*
Edwin E. CATMULL, *SIGGRAPH* 83.
- [7] *Merging and transformation of raster images for cartoon animation.*
Bruce A. WALLACE, *SIGGRAPH* 81.