Sciences & Techniques

NUMERO SPECIAL

N° 33/Janvier 1987 | Pour la révolution de l'intelligence | 40 F 316 FB 12 FS 9,95 $CA

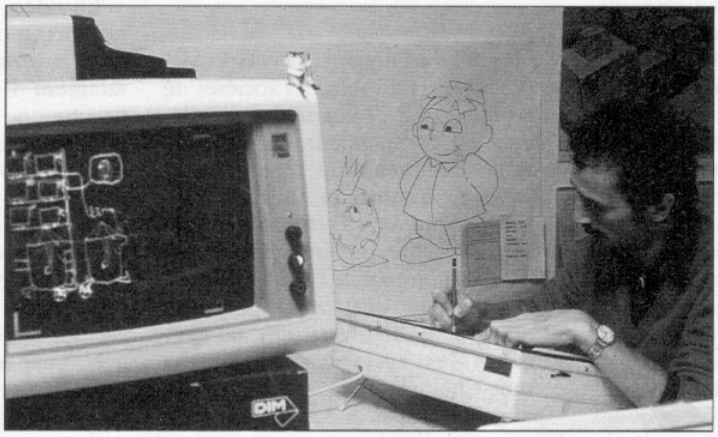
M 2619 - 33 - 40,00 F
3792619040009 - 00330

TV : LA NAISSANCE DU DESSIN ANIME PAR ORDINATEUR

Les procédures traditionnelles condamnaient à concentrer en Extrême-Orient traçage et gouachage des dessins animés. Deux systèmes français démontrent que l'Europe redevient compétitive grâce à l'informatique. La qualité et la créativité peuvent être aussi bénéficiaires.

par Xavier Dalloz

Les dessins animés des séries télévisées qui coûtent plusieurs milliards de francs par an aux chaînes européennes vont-ils retrouver une qualité d'animation et de graphique proche de celle des films dessinés pour le grand écran ? Leur réalisation, très souvent effectuée depuis des années en Extrême-Orient, redeviendra-t-elle une spécialité occidentale ? Voilà quelques-uns des enjeux du dessin animé assisté par ordinateur, une industrie nouvelle en train de naître et de vaincre les scepticismes qui accueillent toute innovation (1).



J.-M. Gerber/Collectif

Le système Animatique Comparetti a déjà été exploité pour animer une partie de la série « Les Matics », diffusée en 1986 sur TF1.

La production d'un dessin animé peut se décomposer en quatre grandes étapes, dont la première consiste à décrire et préparer d'une façon très précise le travail à réaliser. Ensuite, on passe à la réalisation des dessins composant l'animation et des décors qui lui serviront de fond. Les dessins doivent, dans un troisième temps, être repris sur un support transparent, pour qu'ils puissent être superposés lors de la prise de vues ; ils sont mis en couleurs. Enfin, le film est tourné puis assemblé avec la bande son. Reprenons ces étapes plus en détail.

Le travail à réaliser est décrit sous la forme d'une bande dessinée commentée où sont indiqués les éléments nécessaires à une vue d'ensemble du film. Les commentaires portent sur les mouvements de caméra, les effets spéciaux, les dialogues, les bruitages, etc. Cette bande dessinée est complétée des dessins de base représentant les modèles des personnages avec leurs proportions, attitudes, couleurs... Un dernier document indispensable pour commencer le travail est le « layout », qui regroupe sous forme de graphes des descriptions précisant pour chaque plan sa durée, les personnages présents, leur placement par rapport au décor et l'équipe qui en aura la charge.

Il y a trois types de dessin à réaliser : les décors, les dessins intermédiaires et les dessins clés ; ceux-ci constituent la première étape de la construction du mouvement des personnages par les animateurs. Ils représentent chaque temps fort d'un mouvement et correspondent en général au cinquième des dessins à produire. Quant aux dessins intermédiaires, ce sont l'ensemble des dessins qui vont s'intercaler entre les dessins clés pour compléter la décomposition du mouvement. Avant la production finale d'un dessin animé, il est courant de réaliser un test pour vérifier la qualité de l'animation. L'animation traditionnelle applique deux méthodes. L'une consiste à feuilleter rapidement la liasse composée de des-

(1) « Dessin animé : le choc informatique », André-Yves Portnoff, *Sciences & Techniques* n° 26, mai 1986, pp. 38-46.

sins successifs d'une séquence : c'est un procédé efficace et bon marché pour contrôler la géométrie du mouvement, mais pas son rythme. Le « line-test » échappe à cette limitation : il consiste à filmer les dessins afin de contrôler l'efficacité des effets, l'exactitude des rythmes et l'esthétique des mouvements.

Tous les dessins (clés et intermédiaires) qui constituent l'animation doivent évidemment être faits sur un support transparent (les cellulos) pour laisser voir le décor autour des acteurs. L'image est réalisée à la main en reprenant chaque dessin à l'encre de Chine ou par une sorte de photocopie.

Le décor, dessiné une seule fois pour plusieurs images, peut être exécuté avec plus de finesse que les figures mobiles où, pour des raisons de coût, les plages de couleur unie sont presque obligatoires. La mise en couleurs s'effectue par gouachage au dos de ces cellulos, pour éviter de cacher des traits qui doivent rester apparents.

Le tournage consiste à filmer chaque image obtenue par un empilement des différents cellulos et d'un décor après avoir réglé les éclairages et positionné la caméra, pour obtenir notamment les effets de travelling et de zoom.

La prise de vues est une étape très minutieuse, qui coûte très cher. Par exemple, pour une série de 26 épisodes de 26 minutes, 3 minutes de mise en place par image impliquent environ 6 ans de tournage 24 heures sur 24. La série nécessiterait :
– plus de 8 000 décors, si on met un décor par plan de 7 secondes ;
– plus de 480 000 images à mettre en place à la prise de vues ;
– quelque 1,5 million de cellulos, à raison de 3 par image.

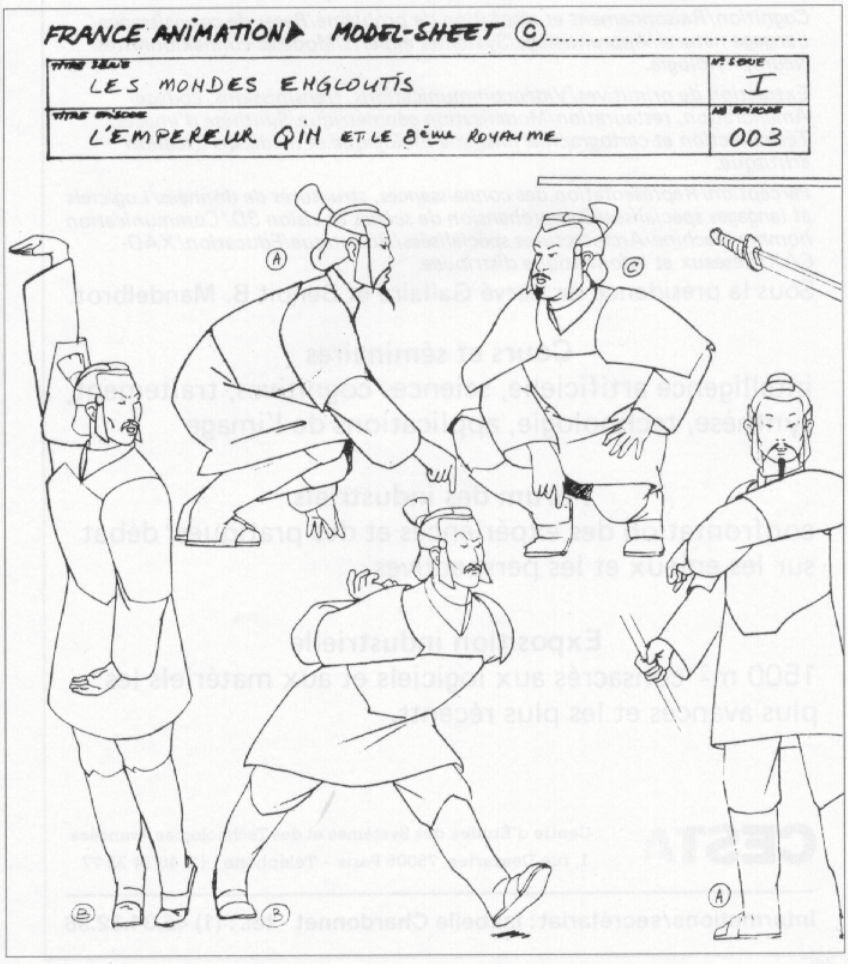
En pratique, plusieurs ateliers de tournage fonctionnent en parallèle. Pour diminuer les coûts de fabrication, on répète le même dessin deux, trois et même quatre fois. Au lieu d'avoir vingt-quatre dessins différents par seconde – ou vingt-cinq en vidéo –, on n'en réalise plus que douze, huit ou six. « C'est de l'image bougée plutôt que du dessin animé », dit un spécialiste français à propos de certaines productions japonaises à bon marché. Le film devient alors saccadé avec des mouvements très mécaniques. Une autre économie consiste à n'animer qu'une partie des personnages. Ainsi, très souvent, seule la bouche est en mouvement, alors que le reste du visage demeure fixe. Malgré tous ces efforts, pour une série de faible qualité, une équipe extrêmement rapide de vingt animateurs et intervallistes, auxquels s'ajoutent les traceurs et gouacheurs, ne peut produire un film de vingt-six minutes qu'en un mois. Tous les grands producteurs de dessin animé font exécuter l'ensemble de leur traçage et gouachage en Extrême-Orient, où l'on trouve une main-d'œuvre nombreuse, bon marché et très bien organisée.

Malgré la diminution de la qualité et des coûts de main-d'œuvre, les séries coûtent au moins 30 000 F la minute, et souvent bien davantage. En gros, le tiers du temps et du budget est consacré à la conception et à l'ordonnancement. L'animation occupe le quart du temps et un peu plus de 10 % du budget. La finition, traçage et gouachage, encore un quart du temps et 10 % du budget. La prise de vues à peine 10 % du temps, mais plus du quart du budget.

L'informatique graphique a atteint des performances suffisantes pour obtenir une qualité au moins comparable à celle des séries d'origine du Sud-Est asiatique et pour convaincre les producteurs de bouleverser leurs habitudes. La seule partie de la fabrication classique d'un dessin animé déjà largement informatisée aujourd'hui est le banc-titre, le reste est réalisé encore manuellement.

Une première voie pour améliorer la productivité de la fabrication d'un dessin animé consiste à rationaliser la conception (scénario, storyboard, dia-

Les 1 352 minutes de diffusion des « Mondes engloutis », dessin animé réalisé par les procédés traditionnels, ont nécessité
1 318 200 heures de travail,
811 200 dessins, 421 200 cellulos,
5 200 décors, 537 personnages,
1 570 pinceaux et 62 400 crayons feutres.



Doc. France Animation

Le CESTA
organise la rencontre de

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE et de **L'IMAGE**

MARI 87
Machines et Réseaux Intelligents

à la Cité des Sciences de La Villette
Paris 18-22 mai 1987

COGNITIVA 87
"de l'intelligence artificielle
aux biosciences"

3e Semaine Internationale
de l'Image Electronique

Colloque scientifique

Cognition/Raisonnement et résolution de problème/Bases de connaissance/ Langage naturel/Apprentissage/Systèmes experts/Modèles connexionnistes/ Neurophyiologie.

Extraction de primitives/Vidéocommunications, transmissions, codage/ Amélioration, restauration/Modélisation géométrique/Synthèse d'images/ Télédétection et cartographie/Imagerie biologique et médicale/Création artitisque.

Perception/Représentation des connaissances, structures de données/Logiciels et langages spécialisés/Compréhension de scènes et vision 3D/ Communication homme-machine/Architectures spécialisées/Robotique/Education/XAO-CAX/Réseaux et informatique distribuée.

Sous la présidence de Hervé Gallaire et Benoit B. Mandelbrot.

Cours et séminaires

intelligence artificielle, sciences cognitives, traitement, synthèse, technologie, applications de l'image

Forum des industriels

confrontation des expériences et des pratiques, débat sur les enjeux et les perspectives

Exposition industrielle

1500 m² consacrés aux logiciels et aux matériels les plus avancés et les plus récents.

CESTA
Centre d'Études des Systèmes et des Technologies Avancées
1, rue Descartes, 75005 Paris - Téléphone : (1) 46 34 32 77

Informations/secrétariat : Isabelle Chardonnet - tél. : (1) 46.34.32.98

logue, commentaire, graphisme de base) et l'ordonnancement (embauche, planning, comptabilité). On peut aussi automatiser la finition (traçage et gouachage). Pour cela, quatre opérations sont nécessaires.

Saisie manuelle ou automatique

La première consiste à obtenir une représentation numérique des images à partir d'une saisie manuelle ou automatique. La saisie manuelle imite le travail des personnes – les traceurs – qui recopient à l'encre de Chine chaque dessin sur une feuille d'acétate transparent (cellulo) : il s'agit de suivre les traits du dessin à l'aide d'un capteur (stylo, curseur...) que la main déplace sur une table à numériser. Quant à la saisie automatique, elle peut se faire par caméra ou par scanner. La saisie par caméra consiste à placer les dessins convenablement éclairés face à une caméra vidéo ; le signal vidéo est ensuite numérisé pour fournir une représentation de l'image par un pictogramme, en général avec plusieurs bits par pixel. La saisie par scanner est utilisée notamment pour les appareils de transmission de fac-similé par téléphone (télécopie). Dans ce cas, une barre de diode balaie le document tandis qu'un récepteur photosensible couplé à chaque diode permet de connaître la valeur noir ou blanc de chaque point ou, pour les plus perfectionnés, plusieurs niveaux de gris par point. Le résultat est du même ordre qu'une saisie par caméra.

La deuxième opération consiste à construire avec un ordinateur l'animation que les dessins préparatoires permettent d'obtenir. Pour faciliter ce travail, on exploite des disques magnétiques capables d'enregistrer environ 700 images, puis de les relire dans un ordre quelconque et à un rythme paramétrable.

La troisième opération consiste à assigner une couleur à chaque zone fermée des dessins (le gouachage). On affiche chaque dessin sur un écran en couleurs, puis on sélectionne une couleur et on désigne sur l'écran un point de la zone devant prendre cette cou-

leur. Ce travail se rapproche de l'utilisation des pinceaux et des crayons.

La quatrième et dernière opération assemble plusieurs dessins coloriés et un décor pour composer chaque image. Il s'agit en fait d'afficher les pictogrammes dans une mémoire d'images avec une priorité d'affichage pour chacun d'eux. Plusieurs expériences ont montré que cette façon de procéder non seulement permettait de fabriquer des dessins animés à des coûts moins élevés, mais surtout démontre la souplesse qu'apporte l'utilisation des ordinateurs : on peut récupérer des attitudes ou des mouvements (marche, course...) déjà enregistrés pour un autre personnage en apportant quelques modifications. On change des couleurs très rapidement en s'épargnant le travail considérable qu'impose d'effacer les couleurs sur les cellulos. Après visualisation à la vitesse normale ou au ralenti, on modifie à volonté n'importe quelle séquence, etc. *L'Oiseau des mers,* diffusé actuellement sur A2, a été réalisé avec ce type de technique. Tous les personnages ont été coloriés, animés, testés et mémorisés sur ordinateur. Les décors, créés, eux, par des moyens classiques, ont été stockés sur ordinateur. Le montage enfin, avec placement des personnages dans leurs décors, a été effectué par un système informatisé. Le résultat est excellent.

J.-M. Gerber/Collectif

Le schéma ci-dessous, produit chez Franklin Partners à l'aide du logiciel de graphique d'affaires Concorde, retrace les quatre grandes étapes de la création d'un dessin animé. Ci-dessus, réalisation par la voie traditionnelle des décors et des personnages d'un dessin animé chez France Animation.

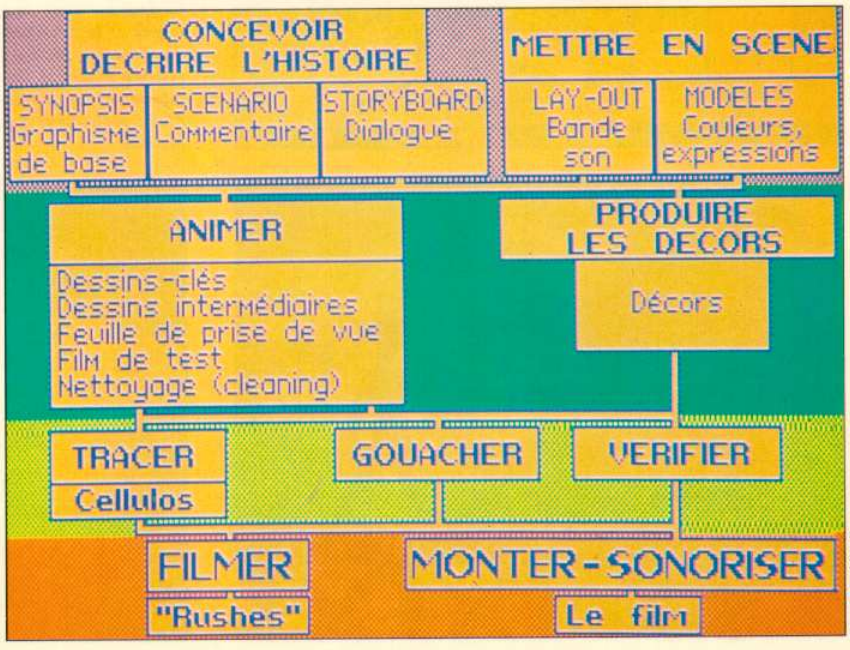
D'importants gains de productivité

L'automatisation de toutes ces étapes – traçage, gouachage et prise de vues – n'a obtenu toutefois que des succès limités. En revanche, l'automatisation de l'animation devrait apporter des gains de productivité très importants. Les recherches les plus intéressantes dans ce domaine sont françaises. Deux équipes ont déjà débouché sur des produits effectivement commercialisés, celui d'Animatique Comparetti et Psyché de l'Ina.

L'objectif des deux systèmes est de gérer par ordinateur l'ensemble des dessins intermédiaires entre deux dessins clés conçus par l'animateur, puis de colorier tous les dessins automatiquement et de transcrire les images coloriées sur une bande vidéo, comme nous l'avons décrit ci-dessus. Pour obtenir les dessins intermédiaires, les deux systèmes utilisent la méthode de l'interpolation, dont le principe consiste à calculer tous les dessins intermédiaires en joignant deux à deux un certain nombre de points caractéristiques des deux dessins clés qui se suivent. En multipliant le nombre de subdivisions, on accroît d'autant la souplesse de la transformation entre le dessin de départ et celui d'arrivée.

Cette procédure appliquée brutalement conduit souvent à des résultats inacceptables car, en général, les contours vont beaucoup se modifier entre deux dessins clés et il sera impossible de calculer ces modifications. Par exemple, ce serait le cas d'un oiseau qui vole ou d'une personne qui marche.

Pour obtenir des résultats très satisfaisants, le système d'Animatique Comparetti prend en compte les deux composantes du mouvement : les déplacements et les transformations. Pour cela, il faut d'abord décomposer chaque objet à animer en formes. Ainsi, un personnage, c'est une tête, la chevelure, plusieurs formes d'yeux, de bouches... On peut donc le structurer en un certain nombre de parties articulées. L'animateur peut alors constituer les dessins clés en assem-



Doc. Franklin Partners

blant ces formes élémentaires. Pour générer les dessins intermédiaires, il sélectionne deux points de référence sur les formes du dessin clé de départ et sur les formes du dessin clé d'arrivée. Chaque forme subit des interpolations sur son contour (dessins clés) et sur son positionnement (positions clés). L'animateur manipule les objets comme il le ferait dans la technique sur « papier découpé », enrichie de la possibilité de modifier les contours. Outre sa qualité d'animation, le logiciel d'Animatique Comparetti offre aussi la possibilité de définir une « feuille de tournage » qui indique les mouvements dans l'ordre et dans le temps qu'ils occupent. Il fonctionne avec un IBM-PC/AT et une mémoire d'images Jupiter 12 auquels quatre postes de travail peuvent être connectés. Avec cet équipement très économique, puisque basé sur un micro ordinaire, un animateur arrive à produire une minute par mois. « Nous sommes très intéressés par le fait qu'il

Les différents épisodes du dessin animé « Les Matics » ont été animés selon trois procédés : la voie traditionnelle chez AAA, sur Psyché 3 de l'Ina et à l'aide du système Animatique Comparetti. Les résultats sont tellement comparables que le spectateur ne peut, en visionnant les épisodes, deviner le procédé employé. ▼

Docs Videosystem

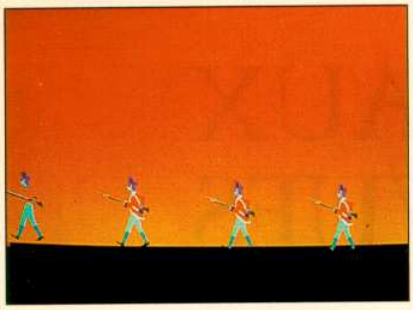
« L'Oiseau des mers » : utilisation d'une palette graphique (Paint Box de Quantel) pour le gouachage et la mémorisation des cellulos, qui sont directement incrustés dans les décors. Un logiciel mis au point par Videosystem programme les mouvements de caméra. ▲

Doc. AAA Adi-Ina-TF1

Ci-dessous, deux images de « Le Cygne et le ramoneur ». Ce film d'animation réalisé à l'aide du système Psyché 3 de l'Ina est coproduit par Cendrane Films-Ina-FR3 ; réalisateur : Jean-Paul Martin.

Docs Ina

Les étapes de la réalisation d'une image à l'aide du procédé Animatique Comparetti, par incorporations successives de motifs multipliés à des échelles différentes.



J.-M. Gerber/Collectif

s'agit du premier logiciel de ce type au monde capable de travailler sur un simple IBM-PC et de constituer ainsi un outil multiposte à bon marché », remarque Jacques Peyrache, de TF1, qui l'exploite.

L'approche de l'Ina est très différente de celle d'Animatique Comparetti. D'abord, Psyché se présente sous la forme d'une palette graphique avec des logiciels d'animation. Ensuite, contrairement au système d'Animatique Comparetti, l'animateur trace les dessins directement sur une tablette graphique et non à l'aide d'une table à numériser. Quant au principe d'animation, il repose sur une décomposition des objets sous forme de graphes. Ces graphes peuvent être d'une complexité variable, depuis un simple point jusqu'à des ensembles de courbes complexes. Quand ce travail de décomposition est fait, l'animateur peut manipuler les dessins comme il le souhaite pour modifier son aspect en fonction des mouvements souhaités à l'aide de zooms, de rotations, de tassements, etc., et bien sûr à l'aide d'interpolations que l'on peut choisir entre un certain nombre de dynamiques ou d'amortis.

Le système Psyché et celui d'Animatique Comparetti ont permis de réaliser 16 des 26 épisodes de 3 minutes de la série *Les Matics,* produite par AAA et consacrée à l'initiation à l'informatique. Les résultats ont impressionné les spécialistes du dessin animé par ordinateur, tellement il est difficile de faire la différence entre les épisodes réalisés entièrement par ordinateur et ceux réalisés avec les techniques traditionnelles. Une nouvelle série, *Twiny et Litelle,* est en cours de fabrication par TF1, où les dessins animés seront entièrement animés et conçus avec le système d'Animatique Comparetti. Produit avec des chaînes francophones, *Twiny et Litelle* comporte 26 épisodes de 6,5 minutes et reviendrait à 40 000 F la minute.

Encore des possibilités à exploiter

De son côté, François Coupigny, le père de Psyché 3, déclare qu'il est arrivé au niveau de prix des Japonais. Une comparaison cependant délicate, tant sont nombreux les paramètres qui influent sur les coûts, notamment la complexité des dessins et des mouvements. Les deux systèmes français réalisent des animations totales de 25 images par minute et ils offrent gratuitement des raffinements que les réalisateurs traditionnels s'interdisent pour des raisons de coût : on pourra ainsi revoir le cerné des personnages adopter diverses couleurs comme dans *Cendrillon* ou *Blanche-Neige* de Walt-Disney, et non plus invariablement noir. Et encore, explique Fédor Garic, d'Animatique Comparetti, on est loin d'avoir exploité les possibilités propres de l'informatique, qui rend facile l'exécution d'effets particuliers, de ralentis par exemple, et la réutilisation d'animation mémorisée : le mouvement du personnage qui vient de gauche peut être réemployé pour un autre personnage venant de droite ; on peut à partir d'une seule figure créer tout un groupe en modifiant les tailles, les couleurs, en décalant les mouvements, en rajoutant les détails. La parole est aux artistes, la technique est désormais disponible. ■

Xavier Dalloz