

IMAGES DE SYNTHESE

# Il ne leur manquait plus que l'intelligence

Vol d'oiseaux ou mimique de visage. Autant d'images « intelligentes » dont l'ordinateur est capable aujourd'hui d'ordonner la simulation. Balbutiements qui permettront bientôt, selon les fêlés réunis à Monte-Carlo pour le septième Forum Imagina, de créer une Greta plus vraie que Garbo.

Monte-Carlo (envoyé spécial)

L'action commence sur le bras d'un fauteuil. La caméra décolle, vole au ras du tissu et plonge vertigineusement en direction de la moquette pendant qu'un « bzzzzz » d'intensité variable se fait entendre. Vol en zigzag jusqu'au pied d'un lampadaire que l'on remonte à toute allure; orbite erratique autour de l'ampoule, crash (subjectif) dans la lumière blanche, grand cri, stop-image. Panonceau: « C'était la vie du moustique ». Eclat de rire dans la salle.

Il y a trente-neuf autres mini-clips la *Vie des bêtes* sur le même principe (les vingt-cinq dernières secondes de la vie, en caméra subjective, d'un éléphant, une fourmi, une souris, un singe, etc.), réalisés par le studio français Mac Guff Line et diffusés par Canal+. Ils ne représentent pas une grande percée technique, mais prouvent que les images de synthèse en trois dimensions (3D), quand elles ne sont pas fabriquées par des informaticiens, peuvent être drôles.

On s'est donc amusé, parfois, dans la petite tribu mondiale des professionnels réunis pendant trois jours, la semaine dernière, au septième Forum des nouvelles images (Imagina). Mais on a surtout été pris de vertige devant les bouleversements du style *Meilleur des mondes* promis pour les années à venir. Le néophyte avait-il tendance à ne voir dans les images de synthèse que des gadgets curieux mais un peu inutiles, trop propres, trop lisses, et dont il ne sortirait rien de convaincant? Erreur, lui a-t-on dit à Monte-Carlo! Les images intelligentes par exemple, qui ont fait ici une apparition remarquée, contiennent en germe une révolution: il suffit de suivre le guide pour le comprendre. Projection!

Sur l'écran de l'auditorium apparaît une espèce de bulle de savon qui ressemble à celle qui servait d'image-introduction au journal d'Antenne 2. Mais celle-ci est divisée en deux par un plan horizontal: une colonie d'oiseaux multicolores évolue dans la moitié supérieure de la sphère, un ban de poissons dans la moitié inférieure (Escher n'est pas loin). Les oiseaux se déplacent en groupe avec fluidité, mais chacun vole tout seul de-ci, de-là. Ils rencontrent un obstacle, une sorte de colonne de Buren, posée là rien que pour les embêter. Certains passent à gauche, d'autres à droite, d'autres enfin ne



Dick Lundin

**Pour coudre une jupe sur mesure Dick Lundin a mis à contribution les modèles inventés pour simuler les mouvements de voiles d'un bateau.**

« décident » de leur trajectoire qu'à la dernière seconde et rejoignent leurs congénères en frôlant de très près l'obstacle.

**« Faites que les oiseaux aillent du point A au point B »**

Le film de trois minutes *Stella and Stanley Breaking the Ice* (il s'agit d'un amour presque impossible entre un oiseau et un poisson), produit par Craig Reynolds de la société Symbolics et Philippe Bergeron de Whitney-Demos Productions, est accueilli par des applaudissements de connaisseurs.

Car la nouveauté introduite par l'image intelligente est à peine perceptible pour le profane. Plutôt que de décider du parcours des volatiles point par point, le créateur donne à l'ordinateur une « instruction » générale: « Faites que les oiseaux aillent du point A au point B. » Grâce au logiciel mis au point par Reynolds utilisant les techniques de l'intelligence artificielle (systèmes experts, langages dits « à objets »), l'ordinateur se charge de « décider » de

la trajectoire, en tenant compte à la fois du caractère grégaire des oiseaux (ils se déplacent en groupe, ils ne doivent ni se cogner ni cogner l'obstacle) et de leur libre arbitre (ils ne volent pas tous exactement de la même façon, ils ont une marge de manœuvre).

Les Canadiens enchaînent aussitôt avec deux films, *Eglantine* et *Rencontre à Montréal*, tous deux produits par Nadia et Daniel Thalmann à l'aide d'un logiciel Human Factory. Dans le premier, une jeune femme assise s'étire avant de se lever, fait quelques pas et monte à l'étage. Rien de très spectaculaire, si ce n'est que l'animation — « le déplacement d'une silhouette dans un décor » — utilise les premiers éléments d'un système-expert qui « comprend » des règles de type: *haut, bas, à droite, à gauche...*

Les images du deuxième film, qui montre Bogart et Marilyn prenant un verre ensemble, sont, elles aussi, « intelligentes ». Les célèbres comédiens ont l'air de poupées de porcelaines, leur gestes sont raides, l'amateur hausse les

épaules. Mais l'ambition n'est pas (pas encore) de représenter les stars telles qu'elles-mêmes. Ici, le logiciel a simplement intégré des éléments de l'apparence et du comportement des vedettes, par exemple le mouvement particulier de leurs lèvres. Il suffirait donc au créateur de souffler le texte pour que les automates de synthèse prononcent les mots avec la mimique de Boggie ou de Marilyn. Bientôt, il sera possible de demander poliment: « Humphrey, prend donc la main de ta partenaire et parle lui avec une expression de surprise »...

Quand la lumière revient, les orateurs expliquent placidement qu'il a fallu près de huit heures de calculs pour réaliser dix secondes de film. Un homme mettrait encore plus longtemps pour programmer, par exemple, le mouvement des drôles de bestioles en fils de fer que l'on voit marcher sur une surface irrégulière dans le film *Computer Graphics and Animation Group*. Le fameux MIT (Massachusetts Institute of Technology) a inventé un logiciel qui



s'en charge, un logiciel tellement autonome que, lorsqu'une des bestioles glisse — ce qui n'était pas prévu au programme —, elle se casse la gueule comme tout le monde. Pour tous les domaines de l'image nouvelle, jurent les spécialistes, il suffit d'augmenter la vitesse de calcul, on ira plus vite et on payera moins cher.

**Bientôt, Garbo aura les traits de Greta**

Tout petit à la gauche du grand écran, le professeur Koichi Omura de l'université d'Osaka, qui participe au programme du supercalculateur Links 2 (voir ci-dessous), annonce pour sa part que, dans une dizaine d'années, la fabrication d'un long métrage en images de synthèses sera comparable à celle d'un roman : un homme seul sera en mesure de produire, par l'intermédiaire de l'ordinateur, personnages, décors, mise en scène, mouvements de caméras, découpage, montage... Il en sortira une cassette vidéo, que le « spectateur » achètera (comme il achète un livre) pour la visionner dans l'intimité de son appartement avant de la ranger dans sa vidéothèque.

Assailli par le doute, le novice se rebelle encore. Quel plaisir y aurait-il à voir quatre-vingt-dix minutes de film avec une poupée ressemblant à Greta Garbo? Ce ne sera plus une poupée, répondent en cœur les apprentis sorciers de l'image de synthèse. Elle aura la peau, les cheveux, l'aisance et l'aplomb de la Diva. Grâce à une puissance de calcul décapée et aux progrès des techniques de rhodolisation et d'animation, dans dix ans, Reagan et Oum Kalsoum pourront se rencontrer à l'écran. Faus-saires, à vos cassettes!

Très bien, mais la mobilité et le naturel de l'expression d'un visage par exemple, comment les rendre? Sur l'écran, apparaît en gros plan la tête d'un monsieur. Il lève les sourcils et les baisse, l'extrémité de ses lèvres retombe, son nez frétille, et le visage entier est soudain remué de tics communicatifs. Incroyable! Le Britannique Keith Waters, de Middlesex Polytechnic, explique alors que son équipe a étudié le visage en remontant jusqu'aux dessins de Léonard de Vinci, et en a modélisé tous les mouvements musculaires (voir ci-dessous). Entreprise longue et complexe. Les sentiments principaux à restituer sont, selon le jeune scientifique, au nombre de six : la joie, la tristesse, la peur, la colère, le dégoût et la surprise. « Pour exprimer cette dernière, l'homme lève les sourcils, écarquille les yeux et laisse retomber la mâchoire. Il le fait rapidement, alors que la tristesse, par exemple, est plus longue à s'installer. Le dégoût, lui, provoque une curieuse mimique : le centre de la lèvre supérieur s'abaisse, alors que le nez a tendance à se retrousser. » Projection-illustration : le brave homme dit vrai.

La texture de la peau? On y a pensé aussi. Richard Lundin, du New York Institute of Technology, présente un film (*Dancers*) dans lequel des ballerines évoluent avec une grâce toute relative. Là n'est pas le problème, mais dans la jupe que l'on va coudre sur mesure pour la danseuse. Les modèles inventés pour simuler les mouvements



**Pour numéro 3, l'un des six sentiments majeurs que Keith Waters inscrit sur ses visages de synthèse.**

de voiles d'un bateau ont été mis à contribution pour résoudre le problème, et le résultat (sur la jupe) est saisissant. Bientôt, assure-t-on, la peau elle-même bénéficiera des progrès engrangés.

**La prise de la Bastille par l'image composite**

Et les articulations alors? Et la lumière? On y vient. Pascal Bap, de Thomson digital image (filiale de l'INA), montre par quel procédé une main articulée en image de synthèse se fabrique puis s'intègre dans le film *La Légende* de Jérôme Diamant-Berger, sans que le raccord soit visible.

Car rien n'exige qu'un film soit entièrement composé par l'ordinateur. TDI a ainsi mis en images un projet que Le Corbusier a pondu en 1922 et qu'il n'a jamais réalisé, immeubles massifs aussi-tôt intégrés aux images « réelles » (tournées en vidéo-numérique) des berges de la Seine (avec pêcheur qui s'attarde et jeune femme faisant son jogging). Paris s'est évité une défiguration supplémentaire, mais, sur l'écran, le mariage est réussi et le bébé s'appelle : image composite. Par ce même moyen, il sera bientôt possible de voir la prison de la Bastille au milieu de la place du même nom, avec voitures de 1988 tournant autour. Au secours!

Vous cherchez la sortie, mais on ne vous laisse pas partir. Pas avant d'avoir un aperçu de la réalisation unique au monde du CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique). Grâce à dix ans de travaux botaniques et au logiciel AMAP, l'agronome français Philippe de Reffay a réussi à simuler la croissance de toutes les plantes de la terre ou presque. Sur l'écran défilent le pin de l'Himalaya, le peuplier d'Italie, le saule pleureur, le cocotier du Soudan et l'amandier de Cayenne, les branches de ce dernier ayant la particularité d'éprouver de la « timidité » — si, si — les unes pour les autres. Les espèces sont innombrables, mais les croissances se font dans la nature sur la base d'une vingtaine de modèles seulement. Avec le même logiciel et en modifiant un seul paramètre (l'espèce de l'arbre), il est donc loisible d'avoir une représentation de la croissance de chacune des espèces, avec flexion des branches (en fonction du poids), contre-réaction des branches (qui se redressent) et troncs qui se dégarnissent avec l'âge. Un paysagiste peut ainsi voir à quoi ressemblera son



**Le poisson « Intelligent » de Stella and Stanley, réalisé par Philippe Bergeron (Symbolics, Whitney-Demos)**

carrefour (ou sa ville) dans dix, vingt ou trente ans s'il y plante des secopias, des hêtres ou des magnolias...

Dans les couleurs qui mènent à l'air libre, un responsable du Centre national du cinéma — qui finance une bonne partie de l'abondante production française —, vous retient encore pour vous décrire le monde de demain : la haute couture pourra projeter sur écran ses nouvelles collections avant qu'un seul mètre de tissu soit coupé; les chausseurs

sauront chausser sans gâcher le cuir; les cancreaux auront sous les yeux les molécules en œuvre dans de complexes réactions chimiques; la chirurgie esthétique fera apparaître le résultat de votre prochain lifting avant de vous charcuter; les chirurgiens contempleront votre colonne vertébrale en coupe sans avoir l'air d'y toucher; le fonctionnement d'un haut fourneau, la stratégie napoléonienne à Waterloo, la course sans fin des spermatozoïdes et le mécanisme de



**D'étranges bestioles que l'ordinateur déplace sur une surface irrégulière (David Zeltzer, MIT).**

la crue du Nil seront représentés en trois dimensions.

Dans l'ascenseur, principal moyen de locomotion de la ville de Monte-Carlo, on se dit confusément qu'il faudrait bientôt compter ses abattus pour s'assurer s'ils sont réels, imaginaires ou virtuels.

Sélim NASSIB

Lire également en page 6 le commentaire de Philippe Queau.

**Anatomie d'un corps sculpté par l'ordinateur**

Visages dessinés à partir des points les plus représentatifs ou membres tordus comme de la pâte à modeler, chacun a sa stratégie pour créer ces marionnettes d'ordinateur.

**Monte-Carlo (envoyé spécial)**

A portée de logiciel et d'ordinateur, la représentation du vivant affine ses stratégies. Pour modeler en volume le corps humain ou les animaux, difficile de se contenter des formes primitives comme les sphères ou les cubes qui foisonnent dans les génériques télé. Rien que pour le visage de l'homme, une quinzaine d'os et plusieurs dizaines de muscles constituent l'architecture à simuler. Dans son film *Faces and Expressions*, le Britannique Keith Waters, du Middlesex Polytechnic, a rentré dans la mémoire de son ordinateur les coordonnées tridimensionnelles des points les plus représentatifs de la surface des visages à modeler. Pour représenter le corps tout entier, comme dans *Dancers*, Richard Lundin, du New York Institute of Technology, s'y prend autrement : tête, tronc et membres sont figurés par des empilements de cercles suffisamment rapprochés pour donner l'impression de volume.

Une fois créés, tous ces personnages en fil de fer, véritables marionnettes d'ordinateur, passent des « tests d'animation ». Afin de restituer les expressions les plus courantes — surprise, joie, colère —, Waters déplace les points correspondant aux régions du visage concernées (lèvres, paupières, sourcils, front, etc.). Quant à Lundin, il tord chaque partie du corps de ses danseurs en agissant sur leur modèle numérique comme sur de la pâte à modeler.

La phase de *mapping*, ou rendu des couleurs et des textures, succède à celle de l'animation. La reconstitution de la peau ou des poils est encore l'une des principales difficultés à laquelle se heurtent les infographistes. Celle des tissus leur réussit mieux : c'est pourquoi leurs

personnages, une fois habillés, sont sans doute plus présentables.

Jerry Weil, de l'ATT and Bell Laboratory, reconstitue non seulement des matières tissées (couvertures, rideaux, vêtements), mais également leur comportement face à des contraintes extérieures : effet du vent, résistance, souplesse, formes sur lesquelles elles reposent. Pour ajuster une jupe autour des reins de l'une de ses danseuses (dans *Skirt Research*), Richard Lundin sculpte d'abord une simple forme d'abaï-jour. Progressivement, la jupe marque ses plis, puis épouse les hanches du personnage. Mieux, elle flotte, se soulève, tourne et se balance au gré de la chorégraphie.

Pour parvenir à ces résultats, le miracle vient des mathématiques. Spécialisé dans la simulation sur ordinateur de phénomènes complexes, Demetri Tezopoulos, du Schlumberger Palo-Alto Research en Californie, utilise des modèles à base d'équations différentielles. Celles-ci permettent d'imiter les réactions naturelles d'objets rigides ou flexibles, soumis à des contraintes physiques (un drapeau qui flotte au vent, la déformation d'un morceau de caoutchouc, la déchirure d'une feuille de papier, ou encore le trou formé par une balle traversant un morceau de tissu).

Ainsi les éléments qui constituent la scène sont plus que des images, puisqu'ils réagissent en objets virtuels à des contraintes tout aussi virtuelles. Cette forme de modélisation est une étape de recherche importante dans la voie qui mène à ce qu'on appelle déjà l'image intelligente. Pour créer une animation par ordinateur, on procède généralement en déterminant à l'avance un certain nombre d'images clés entre le début et la fin de chaque plan. L'ordina-

teur se charge alors de calculer par interpolation toutes les images intermédiaires afin de restituer les mouvements. Efficace, cette méthode, appelée *key framing*, s'avère fastidieuse dès que l'on veut animer un grand nombre de personnages dans une même scène, comme par exemple les cent cinquante poissons et oiseaux de *Stanley and Stella* (voir ci-contre). « Si l'on veut un jour pouvoir réaliser des longs métrages entièrement en images de synthèses, déclare l'un des auteurs de ce film, Philippe Bergeron, il va falloir déléguer un certain nombre de tâches de programmation intelligentes vers la machine. Il n'est d'ailleurs pas impossible qu'on lui apprenne un jour à nous fabriquer des personnages gais ou tristes à la demande. »

Il faudra aussi que la puissance des ordinateurs suive. Si l'on en croit Koichi Omura, de l'université d'Osaka, le rendez-vous est déjà pris : d'ici dix-huit mois, deux ans au plus, le Links 2, un supercalculateur faisant travailler jusqu'à une centaine d'unités en batterie, pourra fonctionner dix fois plus vite que les meilleurs systèmes actuellement utilisés. Bâti comme un chêne, Links 2 aura un ordinateur-racine qui enverra ses instructions (jusqu'à un milliard par seconde) à des ordinateurs-feuilles. Ne s'occupant que d'une partie de l'écran, chacun d'eux pourra gérer des opérations de plus en plus complexes, notamment dans les rendus de texture et de lumière pour générer des images en haute définition. Dix ans seront nécessaires pour réduire Links 2 aux dimensions d'une machine à laver, rendre son prix abordable et son utilisation à la portée du premier cinéaste-homme-orchestre venu.

Jean SEGURA