

Image et ordinateur ,

Vers une nouvelle culture ?

Philippe Queau

L'AUGMENTATION des performances des systèmes de traitement et d'acheminement de l'information pose, bien sûr, la question de nouveaux usages qui pourront être proposés. Il s'agit, ici, de proposer quelques remarques sur certaines attitudes culturelles émergentes susceptibles de créer les conditions de nouveaux besoins et de nouvelles exigences chez les consommateurs de « communication ». Nous porterons notre analyse sur les nouvelles possibilités offertes par le traitement et la synthèse d'images, en nous attachant à quelques paradigmes significatifs : la simulation, le jeu, la synthèse d'images réalistes, l'interaction corporelle avec la machine, le hasard.

Au-delà des performances quantitatives accrues qui se préparent pour la fin de la décennie (des VLSI aux réseaux à large bande) se profilent les conditions d'une évolution culturelle fondamentale autour de la notion d'imagerie électronique. La figure manquante de la télématique, c'était l'audiovisuel (complètement ignoré par le rapport Nora-Minc). La figure qui domine déjà les années 80, c'est le regroupement de l'image et de l'ordinateur.

Les images traitées ou synthétisées par ordinateur ont déjà reçu de très nombreuses applications militaires, industrielles, scientifiques ou spectaculaires. Elles représentent un marché considérable en pleine expansion. Mais, surtout, elles ouvrent la

voie à un rapprochement particulièrement prometteur entre les énormes capacités de calcul et de mémorisation de l'informatique, et l'image comme support de représentation cognitive et comme vecteur culturel privilégié. Les images tomographiques du cerveau, la carrosserie des voitures, certains spots publicitaires, le rayonnement des pulsars, les bibliothèques graphiques de composés chimiques, des séquences entières de films de science-fiction, les équipements les plus secrets de certains avions de chasse font peu à peu appel à des techniques basées sur le couplage de l'image et de l'informatique. Sans tenter de faire le relevé exhaustif de toutes les applications déjà opérationnelles, nous voudrions insister sur certains aspects formels plus propres à résumer l'ampleur de la transformation en cours.

DU SIMULACRE A LA SIMULATION

Nous voudrions tout d'abord souligner l'importance culturelle des techniques de *simulation*. Après l'ère de l'apparence et du simulacre, nous entrons de plain-pied dans l'ère des modèles et des jeux. Loin de cacher leur honteux éloignement du réel, ils le revendiquent. La guerre en est la figure majeure, mais le corps aussi et la société peuvent être également envisagés sous l'angle des modèles comme entités susceptibles d'expérimentation et de paramétrisation. Les célèbres exploits des missiles Exocet ou des avions AWACS préparent le grand public à mieux comprendre les finesses de l'automatique, de la modélisation et de la simulation par anticipation. La dissuasion nucléaire, elle-même, fait appel à une théorie mathématique appelée « théorie des jeux » et qui cherche à modéliser les comportements qualitatifs différents des adversaires confrontés à une stratégie qu'ils ignorent, mais qu'ils peuvent cependant simuler en utilisant tel ou tel critère : maximisation des gains par exemple, ou minimisation des pertes.

De notre propre corps également, notre corps médicalisé, nous pouvons dire qu'il est saisi par la simulation. Le scanner et le satellite-espion procèdent d'une même logique : il s'agit de se doter d'un meilleur instrument de diagnostic. L'enjeu est de posséder sur le réel un point de vue panoptique, ou encore « holographique ». Ainsi, notre corps est l'objet d'un déploiement inouï de techniques d'investigation et de représentation par l'imagerie électronique. L'échographie ultrasonore, la tomographie axiale assistée par ordinateur, la résonance magnétique nucléaire sont moins les instruments toujours plus performants du diagnosticien que les moyens de constituer une sorte de corps idéal, à la fois synthétique et abrégé, permettant l'ouverture des territoires vierges, attendant les explorateurs de cette nouvelle « nouvelle frontière ».

Le corps devient donc terrain de découverte, soumis aux mêmes procédures que celles du jeu de la guerre, avec un arsenal parfaitement comparable. Les rayons X, infrarouges, le scanner, les traceurs radioactifs, les sondes échographiques renvoient à leurs équivalents militaires, dans une similarité troublante de fonctions et de moyens. En effet, il s'agit dans l'un et l'autre cas de remplacer l'univers réel par un univers abstrait mais visualisable, sur lequel on a davantage de prises, c'est-à-dire permettant une certaine réduction du hasard. De la complexité des données de l'observation on extrait une représentation propice à la formalisation, à l'identification et au diagnostic, au traitement...

La simulation possède également de puissantes vertus heuristiques. Un bon exemple est celui des techniques de synthèse d'images utilisées dans les biotechnologies (cf. le compte rendu du colloque sur « la CAO et les biotechnologies », Institut Pasteur, 25-26 janvier 1983, Paris). La reconnaissance des structures

et des séquences de base des acides nucléiques par des protéines joue un rôle fondamental dans tous les systèmes vivants.

Il est donc nécessaire de pouvoir comparer quantitativement des molécules, puisque justement elles se comparent entre elles, par exemple par corrélation des structures logiques ou spatiales, en partant de l'hypothèse fort justifiée que des objets « semblables » ont de grandes chances d'avoir des propriétés semblables. Les molécules peuvent être représentées de différentes façons, soit par leur formule développée (l'eau = O-H-O) soit par leur structure spatiale, autrement dit leur « forme », en l'occurrence les enveloppes de Van der Waals. Mais cette représentation ne rend pas compte de propriétés comme l'électronégativité des atomes, ou leur lipophilité.

On peut donner un sens plus large à la notion de « forme d'une molécule » en introduisant par exemple sa structure topologique qui est un espace « logique » dont les points sont caractéristiques des fonctions ou des propriétés liées aux atomes. En passant d'un « espace » à l'autre, on change aussi la notion de « distance ». La molécule est considérée alors comme une distribution de signaux (de fonctions) dans l'espace, ce qui permet d'en tirer une fonction d'autocorrélation qui sera une caractéristique précieuse. Il devient ainsi possible de mettre en évidence les sites actifs, les propriétés critiques, et donc de guider une démarche de recherche en s'appuyant sur des représentations spatiales où l'image permet la figuration d'hypothèses différentes. L'image est alors directement écriture, instrument de découverte, de mise en forme, en évidence. Elle est ce qui rend possible la formation ou la transformation d'une représentation, d'un modèle.

LES JEUX : SIDÉRATION ET CONSIDÉRATION

Après avoir envisagé la simulation comme méthode heuristique, ou comme méthode de diagnostic, analysons son impact ludique. Le jeu est devenu une référence pratiquement constante des études prospectives cherchant à définir les besoins et les créneaux de la télématique. La dynamique industrie des jeux vidéo, qui se passe fort bien de télématique d'ailleurs, atteint un chiffre d'affaires annuel de plus de 10 milliards de dollars, c'est-à-dire bien supérieur au chiffre d'affaires de l'industrie cinématographique d'Hollywood. Les jeux vidéo représentent, à bien des égards, un paradigme significatif des années 80 : basés sur le couplage de l'image électronique et du microprocesseur, ils proposent non seulement un rapport entièrement nouveau avec l'objet télévision puisqu'ils sont interactifs, mais aussi une gamme de fonctions novatrices : interfaces gestuels, vocaux, programmes capables de gérer des niveaux de difficulté croissants, éventuellement avec apprentissage, « war games » alliant le sens du spectacle à la précision du détail, jeux de simulation électroniques autorisant des sensations nouvelles de vitesse, de point de vue, de maîtrise formelle. Le jeu est une pratique vieille comme l'humanité, qui couvre d'ailleurs des genres différents : les jeux de compétition, les jeux de hasard ou les jeux de simulacre ne s'adressent pas aux mêmes tempéraments et ne visent pas les mêmes types de sensation. Les jeux électroniques n'innovent peut-être pas fondamentalement par rapport aux très anciennes traditions mais ils apportent des combinaisons nouvelles entre le rationnel et le spectaculaire, entre le sensationnel et le formalisable. Les jeux électroniques sont bâtis, en effet, sur des modèles dont les multiples variations sont comme les indices d'une réalité souterraine qu'il revient au joueur de mettre en lumière. Ainsi c'est l'algorithme qui devient l'enjeu. La règle de

production des situations doit être débusquée, parce que c'est la seule façon de maîtriser complètement le jeu, d'assurer au joueur la certitude d'une victoire généralisable et non contingente. Ainsi le jeu génère un méta-jeu : la sidération du novice devant les ruses du programme se mue peu à peu en considérations formelles, en méditations algorithmiques. L'habileté à manier les manches à balai ou les boutons-poussoirs doit se doubler d'une science des modèles. Un film récent, *Tron*, faisant largement appel à des techniques de synthèse d'image, met en scène un informaticien fanatique de jeux vidéo et suffisamment compétent pour déjouer aisément les programmes les plus complexes. Il sera projeté dans les circuits intégrés pour sa peine, mais découvrira au fond des mémoires des machinations microscopiques et multinationales...

Les banques et les détenteurs d'informations très confidentielles sont actuellement préoccupés par la montée de la fraude informatique, sport de haute spécialisation, capable de procurer des profits extrêmement importants sans coup férir. Le fraudeur-type est jeune, informaticien et passe son temps à tester les défenses et les clés de protection des systèmes informatiques qu'il veut « fracturer ». Un simple micro-ordinateur peut suffire pour se connecter par téléphone aux plus grands systèmes. Il y a là l'indice d'une culture nouvelle, où le moteur, qu'il soit d'esprit de lucre ou de désir ludique, c'est surtout la volonté de casser les codes de la machine, comme on résout une énigme.

ART ET ORDINATEUR : DE LA MATIÈRE A LA MANIÈRE

Après les images de la tradition picturale et les images issues des techniques photochimiques (photographie, cinéma), voici venir les images du troisième type : les images numériques aux possibilités encore presque inexplorées. Le renouvellement de la création audiovisuelle et l'émergence de nouvelles formes d'imaginaires seront sans doute fortement liés au développement de ces techniques et à leur maîtrise par les artistes. Les techniques de synthèse d'images numériques ont atteint désormais une perfection remarquable. Dans certains cas, il est déjà impossible de distinguer des images synthétiques de prises de vues réelles. Cependant, ce critère de réalisme photographique simulé n'est pas une fin en soi : il permet simplement de situer le niveau de complexité des algorithmes en cours d'élaboration. Le degré de réalisme est un critère de développement. D'ailleurs, tout n'est pas synthétisable. Il y a des images plus « calculables » que d'autres. Les jeux de perspective et d'anamorphoses, les problèmes de réflexion et de réfraction optique, les effets d'ombre et de lumière sont très bien simulés.

Certaines théories mathématiques comme les « objets fractals » ont fait avancer d'un bond des problèmes qui pouvaient sembler ardu : la représentation réaliste de paysages de montagnes ou de planètes par exemple. En revanche, il n'est pas encore possible de synthétiser des répliques exactes d'acteurs humains, quoique les recherches avancent vite : les animations du squelette, certaines animations faciales (sourire, moue, expression des yeux) sont assez bien maîtrisées. Mais, les rendus de textures (la peau, les cheveux, les vêtements) ne sont pas encore parfaits. Déjà plusieurs séquences cinématographiques ont mis en scène des « marionnettes » de synthèse (faute d'un terme plus approprié) comme le « jongleur » produit par III à Los Angeles, ou quelques personnages de science-fiction (« The Works », NYIT). Le « jongleur » jongle de façon très professionnelle, il cligne aussi des yeux, mais sa peau est encore bien lisse : il ressemble à un mannequin de vitrine, ce qui est déjà appréciable.

La recherche et le développement de nouveaux algorithmes et de nouveaux programmes de simulation sont encore commandés par des contraintes de coût, quoique la baisse rapide du prix de revient des matériels va bientôt les mettre à la portée d'un grand nombre de créateurs ou d'individualités placées hors des milieux traditionnels de la recherche informatique, et donc susceptibles d'impulser des directions de recherches et des problématiques complètement différentes. Les enjeux culturels et esthétiques seront alors mieux perçus. Dès maintenant, on peut observer des déplacements dans les répartitions, jadis bien nettes, des compétences entre créateurs et techniciens. La création proprement dite ne s'effectue plus seulement au niveau des images finalement produites. L'activité créatrice prend déjà sa source dans la conception des programmes ou même des systèmes. Certes, on peut se contenter de considérer l'environnement technique comme un outil de prestation de service. Mais cela revient à faire de l'ancien avec du nouveau.

Les techniques informatiques permettent d'ores et déjà la production d'imaginaires de factures essentiellement différentes, mais à la condition expresse de bien maîtriser la chaîne, techniquement et artistiquement. Cela suppose un changement profond des méthodes actuelles de travail, de la division des tâches et des responsabilités, et plus encore, cela demande une sorte de point de vue « culturel » sur ces questions. L'introduction de la perspective au quattrocento a nécessité de la part des artistes l'assimilation d'une technique nouvelle, issue des travaux mathématiques en vigueur à l'époque. De même, l'informatique crée les conditions d'une certaine « Renaissance » à condition de maîtriser justement les outils de cette nouvelle culture en cours d'élaboration. Les répercussions sociales, professionnelles seront bien entendu considérables, mais elles seront surtout les signes extérieurs d'une réalité culturelle foncièrement nouvelle, bâtie sur des paradigmes encore informulés, sur des alliances interdisciplinaires encore inactuelles, quoique d'aucuns s'emploient à les appeler de tous leurs vœux.

CRÉER DES IMAGES PAR LE MOT OU LE GESTE

Les images synthétiques sont le résultat, visualisé, d'un ensemble de lois (d'algorithmes) simulant les propriétés du « monde » que le créateur se donne *a priori*. C'est-à-dire que ce sont moins des images que l'on crée, que les règles de production des images. Il ne s'agit plus seulement de créer du visible, mais de simuler les conditions de production d'un visible encore informulé. On crée un espace formel, un « théâtre d'opérations » où lois et décrets programmés s'organisent pour produire des images. Jamais la production d'image n'aura été assez proche de l'écriture, au sens propre comme au sens figuré. Des mots peuvent créer des images, et des successions de mots, arrangés selon certaines contraintes que l'on pourrait qualifier de grammaticales, produisent des séquences d'images. Jusqu'alors, créer une image (un tableau, une photo, un plan) relevait d'une connivence objectivement intraduisible entre l'œil du peintre ou du cadreur et une réalité extérieure ou intérieure.

Ce qui apparaît comme radicalement neuf, c'est que des formes langagières (le programme, les données, l'interaction homme-machine) soient capables de s'insérer dans le processus de création à la manière d'un outil de visualisation docile ou alors doté d'une autonomie propre. Entre l'œil et l'image s'est glissé un nouveau médiateur, beaucoup plus actif et présent. L'ordinateur n'est plus seulement outil, il permet d'envisager la création

sous un angle complètement différent, dans un rapport ternaire entre l'œil, l'image et le langage.

Si le langage apparaît grâce aux techniques informatiques comme pouvant jouer un rôle de premier plan dans la création d'images, dans un espace de variations poétiques, de surprises ludiques ou de ruses conceptuelles, il existe encore d'autres ouvertures méthodologiques. En effet, avec les possibilités d'interaction qu'autorisent ces techniques, on peut désormais envisager des applications absolument inédites à la création, au spectacle ou aux jeux. D'une part, les modalités d'interaction avec la machine empruntent des voies de communication de plus en plus riches, de plus en plus souples et diversifiées. La voix, le toucher, la danse, le mouvement de la tête, des yeux ou le geste de la main peuvent être interprétés par l'ordinateur, par l'entremise de « capteurs » spécifiques, comme des ordres, des données, ou des images. D'autre part, cette riche palette de moyens d'entrer les informations se voit doublée d'une autre possibilité : le temps réel.

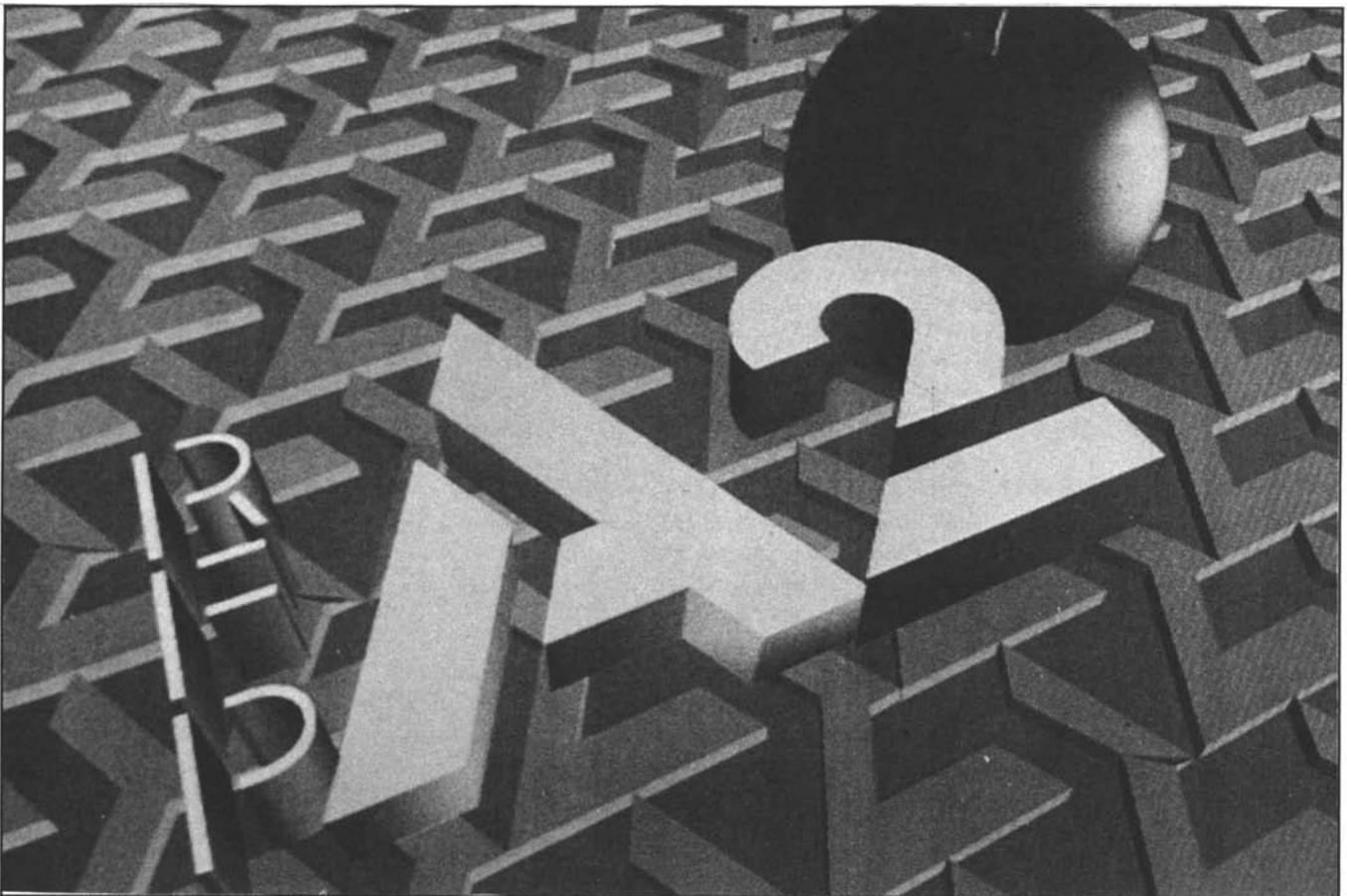
Les simulateurs de vol nécessitent le calcul des images en moins d'un vingt-cinquième de seconde pour pouvoir suivre à tout moment les mouvements simulés de l'avion. Les jeux vidéo aussi réagissent quasi immédiatement (« en temps réel ») aux sollicitations des joueurs. De ce fait, dans le domaine de la création par ordinateur, au champ des langages formels, on peut aussi ajouter celui des systèmes de communication homme-machine. A la maîtrise formelle d'un langage de composition, on peut adjoindre la virtuosité expressive d'un arsenal « d'instruments ». Ainsi des mondes de formes, de mots et d'images se verront modulés, interprétés, instrumentés par des artistes du corps-machine, le corps devenant une méta-interface aux comporte-

ments inimaginables ou paradoxaux. La création d'image par ordinateur annonce donc un double champ d'investigation, formel et synesthésique, un art des modèles, mais aussi un art du corps expressif. Il s'agit indubitablement d'un considérable enrichissement de la notion d'image ou même de « visible ».

HASARD ET SIMULATION

La dernière figure que nous évoquerons sera celle du hasard. Insister sur les capacités déterministes de l'informatique (« la machine n'invente rien, c'est le programme qui fait tout ») a fait longtemps partie de l'arsenal d'arguments pédagogiques destinés à expliquer au grand public comment démystifier les machines de traitement de l'information. Sans renier en aucune façon ces prémisses, il convient cependant de relativiser quelque peu ce rôle du déterminisme et de montrer en quoi le hasard, l'aléatoire, le bruit sont susceptibles de créer des formes nouvelles, d'aider à modéliser des comportements complexes, de mieux comprendre certains mécanismes évolués. Les travaux d'Ilya Prigogine en thermodynamique ont mis en lumière des aspects intéressants du rôle du hasard dans des structures d'un type particulier.

Ainsi certaines réactions chimiques caractérisées par le concept de « structures dissipatives » se traduisent par des équations non linéaires qui, loin de l'équilibre, provoquent des comportements qualitatifs complètement différents à partir de très légères modifications des conditions initiales. La « théorie des catastrophes » de René Thom, les travaux sur « les objets fractals » de Benoît Mandelbrot relèvent également de la même



Images synthétiques RFP Antenne 2

problématique : chercher à modéliser des comportements de la nature (la géomorphologie, l'équilibre proie/prédateurs, le rôle des catalyseurs) parfois très complexes à partir de lois mathématiques plus ou moins « perverses » par le hasard. Ce qu'il faut retenir, c'est que le hasard est devenu un acteur à part entière au royaume des modèles non seulement mathématiques, mais physico-chimiques et même psychologiques ou sociaux, il permet de simuler des comportements « vivants », imprévus, innovants. Jusqu'alors, la notion de modèle recélait un aspect essentiellement figé et déterministe. Le hasard était synonyme de bruit, d'entropie, de mort.

Désormais les modèles peuvent s'attaquer à des problèmes de représentation de plus en plus proches du monde vivant. La généralisation de ces ouvertures conceptuelles aux aspects artistiques et culturels peut sembler une délicate extrapolation. Pourtant, il semblerait que des voies radicalement nouvelles soient à pressentir. Les rêves anciens des dadaïstes ou des poètes de l'écriture automatique ont montré qu'il y avait du côté du hasard de puissantes forces à l'œuvre, si puissantes d'ailleurs qu'elles finissaient par être trop corrosives pour être utilement maniées. Le hasard, chevauché par un modèle *ad hoc*, se révèle être une monture certes capricieuse mais parfois capable de vous emmener au galop vers des surprises qualitatives. Pour une application à la création, il y a au moins un obstacle culturel de taille à franchir : le rapport même avec l'œuvre créée. Du point de vue du créateur, si l'interprétation relève de la liberté des goûts et des jugements, du moins les supports de représentation, le tableau, le film ou le livre sont des objets fixes, où justement on ne laisse pas la place à l'improvisation. En quoi est-ce qu'une œuvre pourrait bénéficier du hasard ? Plusieurs réponses sont possibles.

Tout d'abord, le hasard peut être utilisé localement comme élément d'animation, comme acteur spécifique, incontrôlable en soi, mais globalement situé. Il peut aussi se révéler être un élément constitutif primordial, une véritable matière première à condition de renoncer au statut d'une œuvre déterminée et déterministe liée à son support de représentation, et d'envisager plutôt le concept de méta-support. L'algorithme, le modèle servent de matrice générale. C'est cette matrice qui est alors effectivement « l'œuvre », toutes les variations qui en seraient tirées n'étant que les multiples miroitements d'une réalité artistique située à un autre niveau. Il y aurait là une sorte de coupure entre l'objet servant à la représentation et l'intention de création, entre les quelques actualisations des multiples possibles et l'ensemble de ces possibles. Seul cet ensemble serait *a posteriori* et de façon synthétique l'œuvre véritable, l'effet réel recherché, impossible à atteindre en un temps fort long, mais parfaitement susceptible d'être conceptualisé, intériorisé, ressenti.

EN CONCLUSION

Ainsi, nous avons évoqué successivement, non pas des scénarios prospectifs ni même des directions tendanciennes, mais des exemples de développement de fonctions et d'attitudes qui représentent, à notre sens, de véritables paradigmes, des clés de compréhension de la mouvance culturelle actuelle. Trop générale, trop floue et trop rapide est, en effet, cette fameuse révolution des techniques de communication et d'information pour être exhaustivement analysée. Nous avons préféré prélever dans le vaste champ des expériences nouvelles quelques « figures » (l'image calculée, la simulation, le jeu, la création assistée par ordinateur, les langages producteurs d'images, le hasard).

Ces « figures » sont comme les postes avancés d'une

culture possible, point encore tout à fait accouchée, mais cependant déjà présente à des endroits imprévisibles de notre société.

Ainsi, l'avenir de l'audiovisuel ou de la télématique se joue à la fois du côté des puces de silicium et des recherches en intelligence artificielle, mais surtout pose, en filigrane, la question de l'adaptation des créateurs, des milieux professionnels, du public à des types d'approches, à des modes de pensée, à des méthodes de travail, à des attitudes culturelles complètement différentes de celles qui ont pu prévaloir dans les dernières années, à l'ombre des divers empires des télécommunications, de l'informatique, de l'audiovisuel.

Ces catégories massives se voient dépouillées de leur spécialisation fonctionnelle. Désormais, les fonctions de transport de l'information, de traitement, de visualisation seront de plus en plus nécessairement et fortement interdépendantes et les Télécom feront de l'informatique et des fibres optiques ; les réalisateurs disséquerront les ordinateurs, et les informaticiens créeront des images...

Par ailleurs apparaissent des catégories nouvelles, des concepts, des modèles issus de pratiques souvent fort différentes et qui commencent à se répandre dans ce que l'on pourrait appeler la culture de l'honnête homme des années 80... Ce sont certaines de ces catégories de pensée (et de plaisirs) que nous avons tenté de mieux approcher.