

TRAITEMENT DES SIGNAUX NUMÉRIQUES ET ABSTRACTION

Bidhan Jacobs

Il ne s'agit pas ici pour nous de produire des analyses poussées sur les traitements des signaux numériques ou sur l'abstraction en vidéo, mais bien plutôt d'éclairer le point de friction où la technique et l'art se rencontrent. Nos considérations sont issues du constat selon lequel les recherches les plus radicales sur l'image vidéo numérique, favorisées par l'accélération des performances des ordinateurs et l'apparition d'une multitude de logiciels de traitement d'images et du son en temps réel, se démarquent des vidéastes et des artistes qui expérimentent les médias numériques dans leurs spécificités techniques. Notre approche sera par conséquent décloisonnante et transversale; nous prendrons appui autant sur des artistes relevant du cinéma, tel le français Pierre-Yves Cruaud, qui réinvestit les gestes du cinéma expérimental au sein de la vidéo, que d'autres issus de l'art contemporain, tels le vidéaste-performer norvégien HC Gilje et l'artiste numérique français Jacques Perconte. Pierre-Yves Cruaud offrira une bonne introduction à la notion de signal numérique vidéo et aux inventions formelles liées à son traitement. Les prouesses techniques de Jacques Perconte en matière d'encodage, et du norvégien HC Gilje en matière de programmation visuelle, seront l'occasion de montrer qu'il est possible de faire subir à ce signal une multiplicité de manipulations, qui permettent de dessiner deux voies majeures pour les pratiques et les formes artistiques actuelles.

Dans son ouvrage sur *Les Outils de l'image*, Patrick Brunet écrit:

Les composantes mêmes de la vidéo déterminent presque inmanquablement son essence propre qui la situe en termes de rôle et de fonction. La vidéo est avant tout née d'une technologie, son image est celle d'une technicité. Toute tentative de discours esthétique en est empreinte. [...] Sa matérialité cantonne son rayonnement dans les limites de ses composants électroniques et du mode de transport et de véhicule des images qu'elle produit¹.

Ces réflexions sur la vidéo constituent un avertissement à destination de l'analyste, lequel se doit de comprendre la spécificité de ce médium. Pour ce faire, il convient de revenir à sa «matérialité», si souvent négligée au profit des modes d'apparition de l'image électronique (l'écran du téléviseur), de ses modes de transport (les ondes) ou de manipulation (l'ordinateur), qui semblent repousser

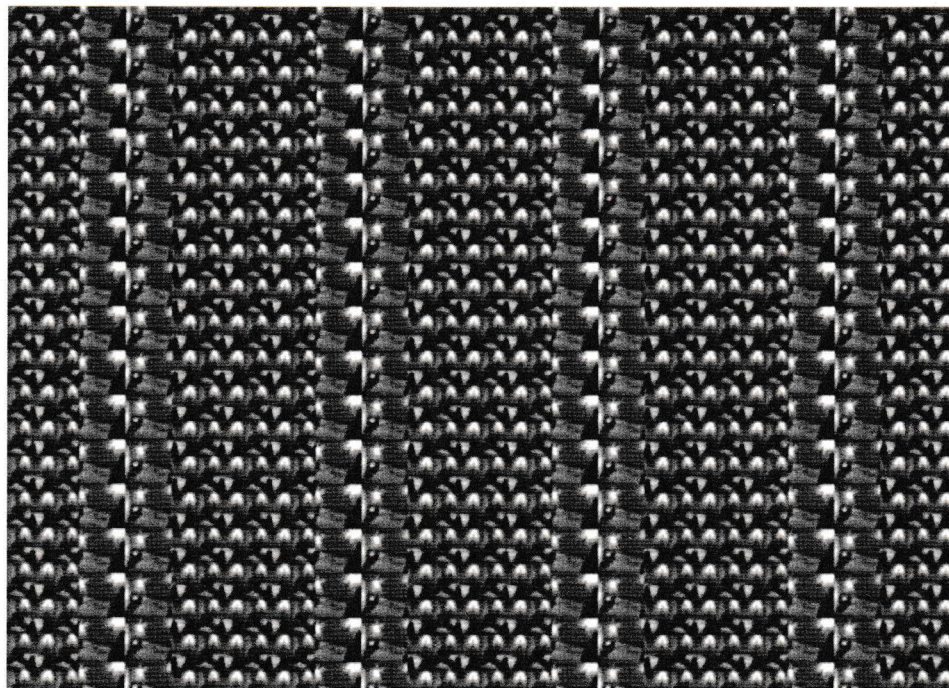
cette image dans l'immatériel et le virtuel. S'attacher à cette matérialité implique également de prendre en compte la complexité des technologies électroniques, qui font intervenir autant la physique que les mathématiques.

Quelques éléments-clés peuvent déjà être éclaircis sans nécessairement entrer dans les arcanes complexes des hautes technologies. Nous pouvons par exemple mettre en évidence la distinction fondamentale qui existe entre la vidéo et le cinéma. En effet, le cinéma est héritier de la photographie qui est l'art d'écrire avec la lumière, autrement dit de la technique physico-chimique qui permet d'enregistrer directement ou indirectement toute radiation lumineuse pour former une image ou une trace conservable. La vidéo permet quant à elle d'obtenir des images purement électroniques et de révéler ces images sans aucun traitement chimique. Les recherches scientifiques et techniques ont, tout au long du XX^{ème} siècle, inventé et perfectionné les technologies visant à obtenir l'image électronique par des procédés qui permettent de traduire les intensités lumineuses des éléments de l'image en termes d'impulsions électriques, puis de les traiter aux moyens de circuits analogiques (jusqu'à la fin des années 80) et numériques (à partir du début des années 90). Les recherches artistiques sur la vidéo ont suivi cette évolution technologique. Ainsi, pour se développer, l'art vidéo a dû tout d'abord compter sur les structures de télévision existantes. Comme le fait remarquer Anne-Marie Duguet dans son ouvrage *Vidéo, mémoire au poing*, «les exigences esthétiques des artistes, concernant par exemple la qualité de l'image ou la recherche fondamentale sur le dispositif électronique lui-même, les obligent à se tourner vers les institutions qui possèdent des studios correctement équipés»². C'est cela qui a changé avec le numérique depuis le début des années 90: la démocratisation massive et la multiplication des outils numériques de traitement de la vidéo ont permis à l'artiste de travailler en situation d'autonomie, avec un équipement de pointe.

Les recherches les plus avancées sur l'image vidéo numérique s'inscrivent donc dans une longue pratique d'expérimentations du médium vidéo depuis les années 60, s'ancrant dans une compréhension de la spécificité technique de la vidéo et de ses propriétés, et dont le but est l'invention permanente de formes plastiques radicales. Ces recherches sur l'image s'inscrivent plus largement au sein des expérimentations artistiques qui ont eu lieu tout au long du XX^{ème} siècle, depuis l'abstraction picturale jusqu'aux arts numériques, en passant par la sphère du cinéma expérimental.

L'Hôtel des vies reproductibles (2000) de Pierre-Yves Cruaud, tournée en mini-DV, peut être analysé comme une analyse du médium lui-même: l'œuvre renvoie à sa propre matérialité, expose sa nature profonde et ses origines électroniques (figs. 1-2). Cela va nous permettre d'entrer de plain-pied dans la question du signal numérique.

Cette œuvre est remarquable dans sa manière de traiter l'image vidéo. On passe d'une mosaïque abstraite à l'élucidation progressive de sa composition; autrement dit, ce que la vidéo représente, c'est le processus inverse de son élaboration. Pierre-Yves Cruaud a effectué, sous Final Cut Pro, une longue série de réductions de plusieurs images capturées par la caméra numérique. Cette réduction est associée à leur multiplication dans le cadre, ce qui entraîne une démulti-



Figs. 1-2 Pierre-Yves Cruaud, *L'Hôtel des vies reproductibles*, 2000.

plication extrême des images originales, jusqu'à ce qu'elles soient réduites à un petit bloc de pixels. Il s'agit d'une véritable mise en abyme de la trame vidéo, constituée de plusieurs centaines de milliers de pixels mais également d'une évocation des capteurs CCD de la caméra numérique qui ont fait naître l'image.

Nous ne pouvons bien appréhender cette vidéo sans comprendre ce qu'est un capteur CCD et son principe de fonctionnement. En 1970, Willard Boyle et Georges Smith de Bell Labs font aboutir dix années de recherches en intégrant sur une même puce les surfaces de conversion lumières-électricité et les dispositifs à transfert de charge: Coupled Charge Device, CCD. Dans les années 80, les caméscopes sont équipés de ces analyseurs à état solide, capteurs micro-électroniques de lumière comprenant de 200 à 300000 pixels. Ces nouvelles caméras intègrent tout d'abord des circuits de traitement analogiques avant de passer au tout numérique au début des années 90. Le micro-circuit est construit sur une pastille carrée de silicium semi-conducteur de 6mm de côté environ et constitue, dans sa partie centrale et sensible, un réseau de plusieurs centaines de milliers d'éléments qui déterminent la définition et la limite de résolution de l'image. Autrement dit, les photocapteurs de la puce CCD forment un réseau matriciel dont chaque rangée correspond à une ligne de l'image vidéo. Le fonctionnement d'un CCD peut se résumer en trois étapes: tout d'abord la conversion de l'image optique formée par l'objectif en charges électriques proportionnelles à l'énergie lumineuse reçue (quantité de photons); puis l'accumulation des paquets de charges ainsi générés dans les photocapteurs; enfin, le transfert de ces charges selon le mode propre à la structure du capteur, vers la porte de sortie du circuit pour former un signal électrique qui sera traité au sein de la caméra afin de donner par la suite le signal vidéo numérique. La supériorité technique du signal numérique sur l'analogique réside dans le fait que son traitement au sein de la caméra, son transport et sa reproduction, ne sont pas sujets aux parasites. En effet, le signal analogique véhicule lui-même les valeurs directes de l'image qui a été captée, dans la forme même du signal; aussi, si le traitement du signal analogique rencontre des parasites (au sein de la caméra, les composants étaient sujets à des dérives ou fluctuations – vibrations, température, vieillissement), ces parasites viennent faire partie intégrante du signal électrique. De plus, en cas de copie, le signal analogique est sujet à des pertes d'informations. Le signal numérique, quant à lui, se caractérise par le fait qu'il véhicule, non plus directement les valeurs du signal d'origine, mais des valeurs hautes et basses (binaires: 0 et 1) qui correspondent au langage informatique de l'ordinateur, et qui doivent être décodées par un ordinateur pour être lisibles par un être humain. Quant à la copie du signal numérique, elle est identique à l'original.

Le processus mis au point par les constructeurs de caméra numérique, de la captation de l'image optique jusqu'à l'obtention du signal numérique, est hyperstandardisé: il se retrouve dans toutes les caméras numériques sur le marché. La formation de l'image optique est obtenue par un objectif, instrument standardisé par excellence, contre lequel se sont déjà élevés bon nombre de cinéastes (Patrick Bokanowski par exemple); à cela il faut rajouter la présence de filtres, devant le capteur, notamment un filtre anti-infrarouge qui a pour but d'atténuer la réponse du CCD dans l'infrarouge, afin de la rendre cohérente avec notre propre percep-

tion visuelle. De même, le codage des informations visuelles se fait au détriment de la chrominance, sous prétexte que l'œil humain possède un pouvoir de résolution beaucoup plus faible pour les détails de couleurs que pour les détails de luminosité (certains codages réduisent jusqu'à 75% la quantité d'information de chrominance par rapport aux informations de luminance). Enfin, le traitement vidéo que fait subir le circuit électronique de la caméra aux signaux électriques issus des capteurs CCD consiste en une batterie de codifications du signal numérique afin d'obtenir une image lisible, propre et acceptable, en onze étapes successives: échantillonnage, corrections de taches au noir, gain, correction de taches au blanc, correction d'ouverture et de contour, correction de *masking*, correction des pixels défectueux, correction de *flare*, compressions des blancs, correction de gamma, modulation et multiplexage.

La vidéo numérique est donc un médium bridé par l'industrie, pour laquelle elle n'est qu'un produit de masse soumis à des objectifs de rentabilité. Le numérique ploie sous les diktats commerciaux, telle la volonté des constructeurs d'en faire le nouveau terrain du cinéma; ainsi doit être comprise la course à la haute définition de l'image vidéo, sensée rejoindre progressivement celles de l'image cinématographique (l'objectif étant d'inventer des caméras vidéo semblables aux caméras cinématographiques, mais plus performantes et plus confortables à utiliser). Les artistes vidéos/numériques qui nous intéressent ont bien compris la logique de ces enjeux, et ils s'en extraient afin d'explorer la vidéo pour ce qu'elle est: ce faisant, ils la libèrent. Concevoir la vidéo en tant que signal numérique, c'est reléguer la caméra au rang d'une machine à fabriquer un signal à partir du visible. Cela revient à annihiler l'importance de l'usage de l'outil au profit du processus technique à l'œuvre au sein de l'instrument d'observation. Ou encore, métaphoriquement parlant, à «ouvrir» la caméra pour n'en retenir que les circuits électroniques internes.

Pierre-Yves Cruaud effectue ainsi une vertigineuse manipulation du signal numérique, qui aboutit à démultiplier un plan, à l'intérieur du cadre, jusqu'à l'infiniment petit par fractionnement et multiplication du signal d'origine. Cette manière de concevoir la vidéo numérique peut-être comparée, toutes proportions gardées, à celle que les peintres abstraits avaient du tableau comme étant une surface plane couverte de couleurs et de signes, ou aux interprétations des futuristes Bruno Corra et Arnaldo Ginna dans les années 1910, selon lesquelles le film consistait en un ruban d'un matériau transparent défilant dans le projecteur. Le regard discriminant porté sur l'objet technique, cet attachement à la matière du support, à la réalité de ses composants, induit une redécouverte du médium et impulse une invention formelle débridée, permettant une expression à la fois plus sensible et plus intellectuelle.

Jacques Perconte a développé tout un ensemble de techniques consistant à détourner et à dépasser les logiciels d'encodage afin de traiter les signaux numériques de sa caméra, de son appareil photo numérique ou de films téléchargés sur internet. Avant toute analyse, il nous faut expliquer le processus de la compression numérique, en reprenant tout d'abord les termes de l'industrie qui l'a conçue. Cette technique complexe s'imposant chaque jour d'avantage, elle a quasiment banalisé la manipulation des images vidéo numériques dans les domaines

du *broadcast* et auprès du grand public. Elle consiste à réduire la quantité d'information du signal vidéo. Depuis les débuts de l'histoire de la télévision, on a cherché à restreindre à des valeurs raisonnables l'encombrement du signal vidéo (réduction du nombre d'images transmises par seconde, réduction de la définition verticale et horizontale, etc.). Apparue dans les années 80, la numérisation des images vidéo conformément à la norme 4:2:2 engendre des volumes de données gigantesques, donc des débits extrêmement élevés au regard des faibles capacités des supports de stockage et de transmission de l'époque. La compression a eu pour but de trouver la manière la moins encombrante de coder les images, tout en préservant au maximum leur contenu. Elle supprime certaines informations de l'image et en simplifie d'autres, tout en faisant en sorte que les modifications apportées échappent à la perception humaine. Dans le cas d'une image fixe, les techniques de compression s'appuient sur une analyse du contenu de l'image et tirent profit de son organisation interne afin d'en éliminer les données redondantes, nommées redondances spatiales. Par exemple, une image comporte souvent des plages uniformes plus ou moins grandes, composées de pixels identiques que l'on peut coder de manière compacte. Dans une séquence animée, la compression peut, par ailleurs, exploiter le fait qu'il existe très souvent une grande similitude entre plusieurs images successives; ces redondances temporelles permettent de ne transmettre que les différences entre des images similaires. La plupart du temps, la vitesse des mouvements est largement inférieure à la fréquence de rafraîchissement des images (là aussi une économie de données peut-être réalisée). Concrètement, la compression vidéo fait appel à une variété d'algorithmes de codage qui exploitent les différents types de redondance de l'image.

Jacques Perconte, prenant à rebours les injonctions de l'industrie, choisit et associe ces algorithmes (en particulier le codec DivX) en imposant une réduction du débit dans des facteurs très élevés, de manière à ce qu'apparaissent des artefacts et des distorsions dans l'image. Il va beaucoup plus loin que la compression pour un film sur DVD, le DVD compressant le signal vidéo dans un facteur d'environ 25, comme dans Uishet, 2005-2007 (fig. 3).

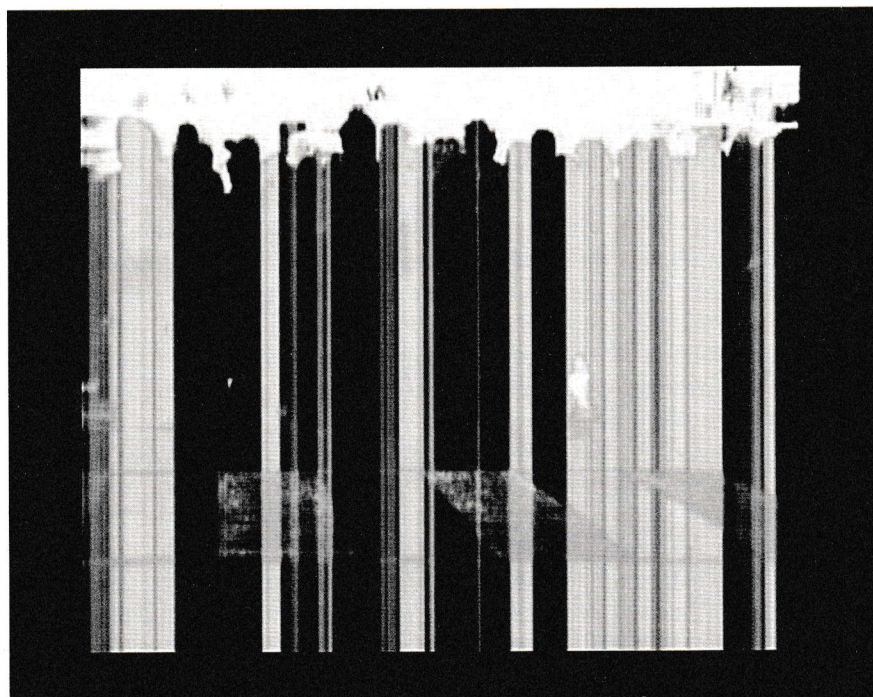
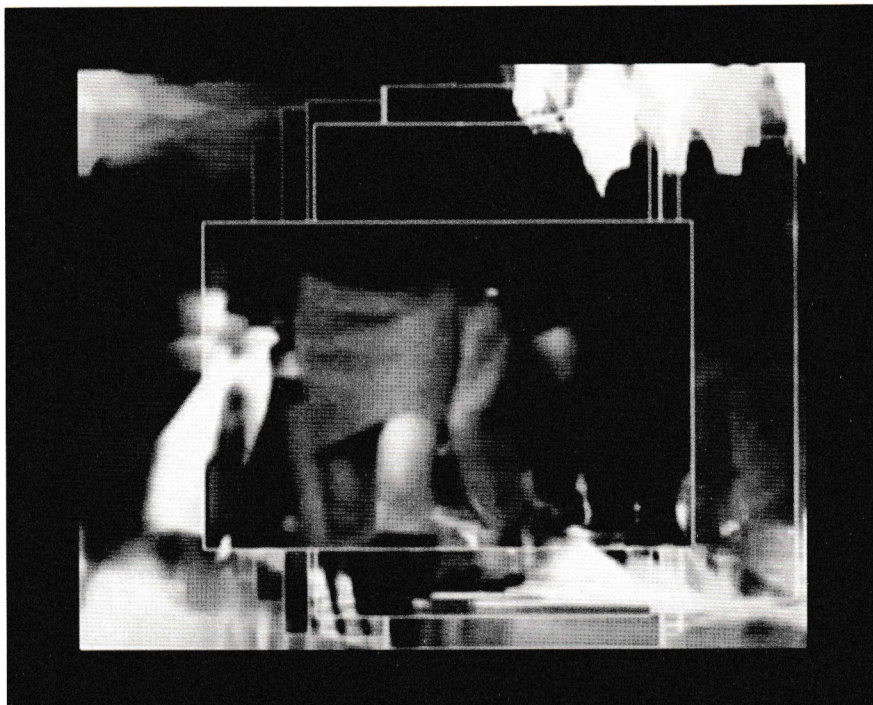
Jacques Perconte exploite et exacerbe ce que l'industrie nomme «les défauts» liés à la compression et il les interprète comme des dégradations engendrées par une succession de compressions trop poussées. Ces soi-disant défauts constituent la matière même des recherches plastiques de Jacques Perconte. Ils sont au nombre de cinq³. Tout d'abord, «l'effet de bloc»: une structure rappelant une mosaïque carrée apparaît à certains endroits de l'image. Ce sont des blocs de pixels qui deviennent visibles à cause des taux de compression très élevés. Également, «l'effet de halo»: des franges apparaissent sur les contours des objets, du fait du débit trop faible. Ou encore «l'effet de *blurring*»: les détails sont moins nets, les contours moins marqués, avec des effets de traînées. Le quatrième est «le bruit de quantification»: un effet de neige contamine l'image de manière non uniforme, provenant d'un problème local de conversion analogique/numérique. Et enfin, «l'effet de moustique» (*mosquito noise*): du bruit apparaît sur les transitions d'éléments en mouvement, sous la forme de petits points qui miroitent autour des formes; il est dû à des erreurs de quantification entre pixels voisins. L'exploitation des spécificités des compressions très élevées, articulée à un traite-



Fig. 3 Jacques Perconte, *Uishet*, 2005-2007.

ment multi-couches de l'image (superposition d'images de compression différente, création de masques, afin de sélectionner soigneusement les effets des compressions) et à des exacerbations chromatiques, impulse au signal vidéo numérique toute son ampleur perdue et révèle des formes d'une densité et d'une richesse insoupçonnées.

De son côté, HC Gilje, vidéaste et artiste numérique norvégien, a développé une chaîne de traitement du signal vidéo tout à fait unique et passionnante. En effet, sa pratique de l'art vidéo l'a orienté vers les démarches de l'art par ordinateur: il a profité des développements pendant les années 1990 d'outils numériques de traitement de la vidéo et du son en temps réel. L'outil numérique révolutionnaire en question est *JMax*. Le nom de MAX est un hommage à Max Matthews, un des pères de l'informatique musicale. MAX est issu d'un logiciel, l'éditeur Patcher, écrit en 1987 par le mathématicien Miller Puckette pour la réalisation de *Pluton*, œuvre musicale de Philippe Manoury. Miller Puckette transposa cette première version du logiciel dans le projet de Station d'Informatique Musicale, initié à l'Ircam en 1989, et développa l'environnement de programmation visuelle MAX, alors uniquement conçu pour créer des programmes de traitement de plusieurs signaux numériques audio. *JMax*, nouvelle implémentation du logiciel MAX sorti en 1998, est un environnement de programmation visuelle pour la réalisation d'applications musicales et multimédia interactives. Les différentes étapes de fabrications des vidéos de HC Gilje sont devenues les suivantes:



Figs. 4-5 HC Gilje, *Night for Day*, 2004.

tout d'abord, la captation en mini-DV (obtention des signaux numériques); puis l'importation d'une partie de ce matériel pour le traiter ensuite avec *JMax* en temps réel au cours d'improvisations qui ont lieu en général dans des bars; l'enregistrement de ces improvisations; et enfin, le montage de ce matériel sous Final Cut Pro.

Night for Day (2004) offre un langage visuel d'inspiration musicale comme interprétations poétiques et équivalents plastiques à la vie urbaine de Tokyo et à ses espaces architecturaux. *JMax* permet à HC Gilje de traiter les signaux numériques vidéo de manière radicalement différente que s'il utilisait des logiciels de montage et d'effets spéciaux, lesquels se révéleraient extrêmement rudimentaires au regard des expérimentations qu'il entend faire subir aux signaux numériques vidéos. Pour transformer et mixer ces signaux vidéos, HC Gilje élabore des programmes de traitements en temps réel à l'aide des fonctionnalités de *JMax*: il construit des patchs en plaçant des modules sur une surface de travail, et connecte ces modules par des «fils». Ces «fils» représentent des canaux de communication sur lesquels des valeurs ou des flux d'échantillons sont échangés entre les modules. Ces modules peuvent être des unités de calcul (arithmétique, temporisations...), des conteneurs stockant des données (tables...), des entrées-sorties sonores ou vidéo. Les modules de MAX sont appelés *objets*. Ces objets peuvent eux-mêmes être des patchs, ce qui donne au patch une structure hiérarchique. Certains objets ont un comportement graphique interactif et peuvent être utilisés comme contrôleurs, pour changer des paramètres dans le patch, ou comme visualisation, pour afficher des valeurs calculées par le patch. Cette pratique de la programmation visuelle lui permet de combiner les signaux de manière additive ou soustractive, d'appliquer à n'importe quel instant les effets de son choix et d'en faire varier tous les paramètres, de créer sans limite des «images à l'intérieur des images» de toutes formes et de toutes tailles, et même de créer et d'utiliser des erreurs du programme. C'est ainsi que, dans *Night for Day*, les images, simultanément, se saturent, se surexposent, se surimpressionnent ou s'incrument de manière parcimonieuse, se font granuleuses, sont parcourues de stries irrégulières blanches et de couleurs horizontales ou verticales, se stratifient, se décomposent et se reconfigurent de manière infinie; au sein de cette séquence, le film accumule et concentre des écrans, des bandes, des segments d'images par superposition complexe, chacun agissant comme une fenêtre, un cache, un filtre ou un prisme, au sein de ce qui s'apparente à une véritable explosion formelle.

Les travaux de Pierre-Yves Cruaud, Jacques Perconte et HC Gilje démontrent que les logiciels de montage, d'encodage et d'environnement de programmation graphique, peuvent être exploités avec virtuosité, au-delà du simple confort d'utilisation envisagé par l'industrie qui les a construites. Ces trois artistes découvrent au sein de ces outils des possibilités insoupçonnées qui leur permettent de créer des formes plastiques révolutionnaires en poursuivant les enjeux de l'abstraction. Ils récusent l'idée selon laquelle la vidéo numérique serait un médium pauvre; le déplacement qu'ils opèrent par rapport au médium, impliquant une connaissance concrète des spécificités du signal numérique, leur permet d'ouvrir et d'expérimenter des chaînes de traitements du signal toujours plus complexes, en s'appuyant sur des avancées techniques et des inventions technologiques. La

vidéo numérique est sans doute le médium le plus riche qui existe sur ce point, et ces artistes d'avant-garde ne font que commencer à en explorer les possibilités.

Remerciements chaleureux à Jacques Perconte, Pierre-Yves Cruaud et HC Gilje. Ce travail est dédié à Malcolm Le Grice, avec admiration.

Notes

¹ Patrick J. Brunet, *Les Outils de l'image: du cinématographe au caméscope*, Presses de l'Université de Montréal, Montréal 1992, pp. 108-109.

² Anne-Marie Duguet, *Vidéo, mémoire au poing*, Hachette, Paris 1981, p. 181.

³ Philippe Bellaïche, *Les Secrets de l'image vidéo: colorimétrie, éclairage, optique, caméra, signal vidéo, compression numérique, formats d'enregistrement*, Eyrolles, Paris 2006, pp. 255-256.