

# Sur certains aspects du temps en synthèse numérique d'images

*Jean Zeitoun*

## 1. Positionnement du problème

Comme dans tous les problèmes de simulation ou de représentation par des techniques numériques, la question du modèle est posée *a priori* car elle impose une formalisation préalable au calcul. Le modèle peut être situé au niveau de l'objet et des matériaux représentés. Il peut également être situé au niveau des processus ou des modalités de traitement de l'image ou de l'interaction. Dans ce dernier cas, il n'y a pas à proprement parler de modèle de représentation, mais un mode générique de production.

Dans les deux cas, on peut chercher à expliciter et analyser la dimension temporelle inhérente aux processus d'élaboration, de configuration et de production des matériaux de l'image, dimension qui se décompose tout à la fois en :

- une composante productive, la gestion du temps de production, nécessaire pour leur effectuation,
- une composante architecturale de l'image par l'économie cinématique de l'image, largement issue de la modélisation,
- une composante lecturo-motrice qui guiderait la vision et la perception du mouvement de l'image et dans l'image.

L'image numérique étant animée, la séquence d'images est aussi une image, une entité essentielle dans la modélisation. A ce titre, l'image temps réel, l'image interactive, l'image transportée par réseau et l'image composite ou multi-sources seront autant de déclinaisons du numérique qui caractériseront l'imprégnation de l'image par le temps.

Dès lors, on imagine très bien le croisement de la composition de l'image et de sa modalité d'expression ou de présence pour produire une première classification des formes de temporalités de l'image numérique en termes de production et d'instanciation. On prend en compte la pragmatique de l'image se faisant et se manifestant, comme une forme de gestion du temps de celle-ci. Ce point de vue n'est pas de l'ordre de la narration, mais plutôt de la technicité numérique.

Du côté de la lecture, en ne considérant l'image qu'une fois livrée, ce qui caractérise l'image numérique et la différencie d'autres formes (peinture, photographie, cinéma, vidéo, télévision analogique) est sans nul doute son potentiel d'interactivité. Des artistes comme Piotr Kowalski ont bien mis l'accent sur le temps que les technologies numériques permettent de révéler, le temps du regard et du geste décalé, le temps découpé et déroutant, le temps dépendant du sujet ou le temps d'une pseudo-continuité. Dans cette recherche, l'image numérique est sans nul doute un support privilégié, car on peut chercher à en maîtriser ou en modéliser la dynamique, la dépendance au sujet, la réversibilité.

L'image numérique possède à ce titre une version technique, on dirait dans quelques années une facture, bien particulière s'agissant de la réalité virtuelle, indissociable du calcul et de l'interaction, mais également hypertrophie s'il en est, de l'imagerie puisqu'il s'agit bien de la reconstruction d'un espace visuel artificiel et englobant toutes formes de représentation iconographique, au point d'inclure nécessairement le sujet dans son espace et son histoire propres. Aussi ne peut-on pas écarter les diverses formes d'imageries présentes et à venir que les techniques du numérique nous autorisent à produire ordinairement et qui étendent la modélisation des matériaux, les lois de représentation, les comportements et les interactions.

Ces quelques repères montrent que la dimension temporelle, ou ce que nous appelons simplement ici le temps dans l'image numérique, repose essentiellement sur la spécification des modèles (formalismes et niveaux d'opérationnalité) et que le temps se trouvera plus ou moins contrôlé selon le degré d'autonomie de ces modèles par rapport au temps.

La question de l'autonomie des images est incidente à celle du temps puisque ce qui s'y produit utilise le temps comme un facteur de séquentialité avec une plus ou moins grande dépendance causale. Deux faits successifs sont producteurs ou produits par un facteur d'irréversibilité, lequel pourra se traduire en termes de causalité dans l'image avec un degré de dépendance variable. On voit que la modélisation reste au cœur de la question temporelle ou du moins que, si

modèles il y a, le temps entre comme un facteur privilégié dans leur caractérisation.

On peut également positionner le problème du temps en dehors de tout modèle, c'est-à-dire sans entrer au niveau de formalismes numériques ou technologiques à la condition de les considérer comme des ressources brutes (car ces formalismes induiraient ou résulteraient de modélisations implicites non pertinentes ici) et en considérant l'actualisation des images numériques comme le produit de comportements ou de traitements sans modèle explicitable. Ce serait le cas notamment d'une manipulation de caméra vidéo pour produire une composante de l'image, l'instrument étant considéré comme une simple ressource primitive sans qu'il soit utile d'entrer dans sa technicité ou dans sa modélisation propre. Cette approche sans modèle n'est pas sans intérêt, surtout lorsque l'on se propose d'analyser un processus imagier de l'extérieur, et dont on ne saurait rien ou presque. Toutefois, on ne retiendra pas ici cette éventualité.

Dans ce qui suit, on abordera les déclinaisons des diverses manifestations du temps de l'image numérique, directes ou indirectes, dans la mesure où elles provoquent effectivement une confrontation avec cette dimension temporelle. Par exemple, le résultat d'un calcul d'images produit par des processus numériques parallèles n'affectera pas la perception du temps dans l'image. Le cheminement que l'on retiendra ici sera celui qui va du niveau le plus contrôlé au niveau le plus autonome dans l'image avec, présente à l'esprit, l'opposition : interactif/non interactif, c'est-à-dire la place du sujet dans ou hors de la boucle numérique.

Cette progression de l'exposé est purement empirique et pratique. Il accompagne approximativement la croissance de la complexité et de l'autonomie dans l'image.

## 2. Le temps dans l'expression des matériaux de l'image

Produire un matériau de l'image, c'est produire une expression graphique ou une représentation d'un être visuel et en fin de parcours du procédé, c'est disposer (*display* en anglais) des masses de pixels une ou plusieurs fois à la suite. Ceci pour une image. S'il s'agit d'une séquence, la dynamique de l'image suppose en général qu'il y a un certain recouvrement entre l'image  $n$  et l'image  $(n+1)$ . Le mouvement est alors une transformation de l'image qui structure ou du moins conditionne nécessairement sa lecture. Le mouvement d'un élément, l'évolution d'une

morphologie, la fluctuation d'une couleur ou d'une texture, la variation de netteté et les superpositions d'images et tous ces effets combinés, prendront une diversité infinie d'expression (du moins par rapport aux techniques cinématographiques analogiques). La lecture du temps dans l'image sera conduite au cours d'un processus de calcul qui peut apporter sa propre signification ou au mieux une sorte de narration. Le lecteur verra et suivra la production ou la transformation de l'image en identifiant plus ou moins exactement les opérations qui la transforment. A ce titre, un exemple est particulièrement intéressant, quoique limité. Il s'agit de la récursivité des processus mathématiques et notamment (mais il y a bien d'autres processus que ceux-là) de ce que l'on désigne par images fractales. En observant la croissance d'un arbre ou d'une dentelle qui se complexifie peu à peu et de plus en plus finement, et sur toute l'étendue de l'objet, avec éventuellement des fluctuations morphologiques ou chromatiques que l'on aura repérées comme telles, on observe la réalisation d'un processus récursif qui donne à la fois une structure de lecture de l'image (sinon d'interprétation) et une répartition du regard dans le temps et dans l'espace de l'image parfaitement consistante et discriminante d'autres effets visuels. L'hypothèse faite ici, et qui n'est pas la seule possible, est que le regard a tendance à suivre l'évolution différentielle de l'image plutôt qu'à rester rattaché aux éléments fixes ou stables de celle-ci. En ce cas, le déploiement du processus qui est réappliqué systématiquement en tout endroit de la figure capable de génération graphique et déjà produit par lui-même, est à la fois l'expression d'une régularité réductrice de la complexité et une gestion du temps de l'image dont l'architecture est donnée par un modèle symbolique ou numérique. La récursivité fait signe en quelque sorte. Et plus généralement, les processus de génération font signe chaque fois qu'ils se traduisent par une dynamique de la morphologie de l'image. Mais en ce cas, l'image est une séquence entière ou minimale qui permet cette identification sémiotique. Le temps de l'expression laissera des traces ou des signes, tout comme le cycle des saisons laisse des emboîtements de lignes concentriques dans la coupe d'un tronc d'arbre.

Le matériau de l'image est fait de pixels qui atteindront directement ou non leur valeur finale dans chaque image au terme d'un calcul. Le temps porté par ce matériau est lié au temps et à l'économie de génération de celui-ci en dehors de toute intervention extérieure. Un temps de déploiement diversement organisé, qui traduit ou qui induit certaines formes de lecture, mais qui globalement est une traduction de procédures perceptibles dans leur manifestation. Celle-ci peut être locale ou distribuée, attachée à des entités, ou à l'étendue entière de l'image, produire des corrélations dynamiques, opérer sur des groupes d'images, etc.

Lorsque ce temps est partagé avec le sujet au cours d'une interaction, la procédure, qui est une expression typiquement temporelle, se trouve interrompue dans sa continuité. Un sujet peut interagir avec l'image en provoquant une modification des paramètres du modèle en cours ou en introduisant des éléments externes. Le résultat est alors une fonction du temps et se lira, sous réserve que cela est possible, comme des successions d'opérations. De plus, l'interaction peut opérer dans un intervalle de temps, ce qui donne un élément d'incertitude supplémentaire au résultat.

L'interaction se manifeste par une trace plus ou moins profonde dans l'image et peut faire partie de l'image comme moyen de lecture ou d'exploration. S'agissant du niveau de l'expression graphique, on peut fort bien imaginer que la scène interactive soit rejouable, et d'une certaine manière réversible, que ce soit à l'identique ou non. Par exemple, l'image d'un parcours dans un espace graphique permettant de parcourir une image-objet en modifiant les angles, les échelles, les chromatismes, la cinématique est une image rejouable qui associe à l'image-objet un temps spécifique. Mais cette procédure réalisable dans l'univers numérique n'est pas forcément irréversible. En tant qu'expérience de l'image-objet, elle fera apparaître des structures ou des entités (mouvements, transformations, effets visuels) que le sujet saura identifier et repérer et qui seront également des signes modaux et temporels de lecture, propres à l'image elle-même puisqu'inséparables de celle-ci. Une analogie avec l'observation d'une entité animée qui se définit autant par sa morphologie statique que dynamique pourrait servir d'illustration de ce type de rapport : le regard agité d'un animal, inquiet parce qu'il se sent observé, est une forme dynamique de ce type.

Ainsi, le temps de déploiement de la procédure d'expression de l'image numérique et le temps de réalisation de la procédure d'interaction avec elle, constituent deux structures indissociables de l'image et qui sont perceptibles et descriptibles qu'à travers une chronique. Cette intervention minimale du temps est supposée rejouable et le temps n'est pas la marque d'une irréversibilité, mais d'un processus.

### 3. Le temps événementiel dans l'image

Si l'on considère à présent les entités modélisées dans l'image, qu'elles soient des figures ou des représentations d'objets ou d'êtres connus, ou qu'elles soient le produit de processus purement formels (morphogénèses, simulations numériques, etc.) il peut se faire que l'image



soit le lieu d'une scène nouée de manière unique et, par suite, que le temps soit la marque d'une trace irréversible et signifiante comme telle. Considérons l'exemple d'un feu d'artifice qui se joue devant un public et qui est ordonnancé selon un protocole donné. Lors de son déroulement, les événements pyrotechniques vont se dérouler en intégrant les données de l'environnement (vent, humidité, nuages) et les données propres des composants (état, qualité des poudres, perturbations à l'allumage, etc.) en sorte que le résultat est unique, y compris dans les figures spatiales déployées dans le temps. La chronologie exacte est une base variable et donne une expression unique et l'image de la scène artificielle, est jouée dans le temps. Cette notion de dépendance du contexte est un premier facteur d'irréversibilité. Un second facteur est l'autonomie des entités présentes dans la scène. Chaque entité, de quelque nature qu'elle soit (figure, objet, processus, effet visuel, etc.) peut posséder dans sa modélisation mathématique, des propriétés comportementales finalistes et/ou contextuelles (finaliste : opérer sans cesse pour atteindre un objectif donné ; contextuel ; si le contexte satisfait certaines conditions, alors lancer telle ou telle procédure ; les modes contextuel et finaliste sont compatibles). De ce fait, l'image est une scène graphique qui, à l'instar d'un feu d'artifice ou d'une scène vivante, abritera un ensemble d'événements particuliers, possibles parmi d'autres certes, mais dont l'ensemble est non prédictible, sitôt que l'on opère avec une certaine complexité (la complexité peut être valablement évaluée par la mesure du nombre et des niveaux d'interconnexions possibles).

Les modélisations d'entités autonomes et capables de comportements différenciés ou adaptatifs permettent de construire des univers virtuels interactifs et l'interactivité est à la fois interne, entre les entités elles-mêmes, et externes, par l'intervention du sujet (mouvements, position, commandes, etc.). Le sujet est défini comme un agent dans la scène ou l'espace virtuel modélisé et ses interventions se font par des canaux de communication bien définis. Pour le modèle en exécution, donc en temps réel, il n'y a qu'un processus global qui se déroule, formé d'un ensemble de processus interdépendants et dont l'évolution et les résultats ne sont pas prévisibles et que l'irréversibilité est le fait des temps de déclenchements et des contenus des actions. La complexité peut être très vite assez importante pour que sa gestion ne soit pas considérée comme gérable dans le détail de manière analytique et que la manifestation de la scène virtuelle devienne le seul produit du modèle, sans autre mémoire. D'ailleurs, deux relances de la même scène ne conduiront pas aux mêmes images du fait de l'autonomie des entités qu'elle comporte et de la multiplicité des configurations d'interaction. Dans cette situation, la propriété temporelle de l'image considérée comme monde virtuel se traduit par l'irréversibilité de l'image produite.

Si l'on cherche à approcher davantage le caractère irréversible dans le temps de l'image, qu'il s'agisse de son expression ou de sa lecture, il est clair que deux situations sont à distinguer selon la causalité mise en jeu au cours de son déroulement. Par exemple, si l'on se déplace dans un univers virtuel pseudo-réaliste à bord d'une caméra également virtuelle, le temps de déplacement et d'exploration de la scène est attaché aux cheminement considérés comme possibles le long des espaces libres ou non opaques à la caméra. Cette causalité simple fait que deux éléments seront consécutifs dans un déplacement et leur séquence peut effectivement porter un message ou un signe particulier. De même si des entités virtuelles équipées de bras préhenseurs dont on perçoit ou dont on peut imaginer les mouvements, les articulations ou les motivations, se déplacent dans un environnement peuplé de proies, la causalité induite par la fonction des bras est un facteur de lecture par anticipation, et en tous cas de sélectivité du regard, dans l'image —sélectivité soutenue naturellement par la force narratrice de la scène. Ces causalités impliquent des rapports entre les données de la scène de la même manière que des habitudes chromatiques provoqueront des rapports entre les espaces graphiques harmoniques ou disharmoniques. L'irréversibilité est un effet temporel qui peut appartenir à d'autres perceptions que des lectures causales.

Dans la structure causale, les entités sont décrites dans un modèle. Leur architecture et leur mode d'animation sont associés à une compréhension de ces entités (la chute d'un corps sur un autre, le déplacement d'un élément le long d'un chemin, la mobilité d'un être animé, la réflexion de la lumière sur des formes et la production d'ombres, etc. Mais il est évident que ces formes de compréhension ne sont pas toutes réalistes et issue de l'expérience du monde naturel et de ses référents). Par conséquent, le parcours compréhensif de l'image dépendra de cette logique de référence. Bien évidemment, la lecture plastique ou visuelle de l'image pourra opérer selon d'autres schémas.

Dans l'irréversibilité non causale, le facteur temporel et les situations de lecture ne correspondent pas à des logiques de décomposition ou d'effectivité, mais à un enchaînement plausible de circonstances dans un univers éventuellement chaotique. C'est un peu ce qui peut se passer dans un univers de particules virtuelles qui se rencontrent et interagissent de diverses manières en produisant des expressions visuelles, et d'une cinématique chromatique particulière. Certes, une organisation de l'image préalable est nécessaire, qui campera le décor de cet univers, mais rien ne fournit *a priori* une structure de lecture fondée sur des lois simplificatrices.

La composante temporelle dans la pratique de la réalité virtuelle est l'expérience la plus directe et la plus immédiate de l'interaction. Le temps

réel ou décalé (si le calcul n'est pas assez rapide). Mais naturellement, le décalage avec la connaissance et l'expérience du monde réel, que ce type de situation peut accentuer, est parfois de nature à proposer d'autres expériences simulées du temps. Ainsi, les lois de la pesanteur, la résistance des matériaux, la perception des distances et des vitesses, sont autant de paramètres de l'interprétation différentielle de l'image simulée (réalité virtuelle ou image numérique) qui ne sont plus régis par des modèles réalistes.

L'expérience du temps est évidemment celle de la résolution des situations, celle de l'achèvement des processus ou de leur identification, celle de la reconstruction de l'image déjà connue et éprouvée, et la réalité virtuelle apporte certainement une expérience de l'événement interactif qui n'appartient à aucun type d'imagerie antérieure. L'événement est de plus situé dans l'image et dans l'esprit du sujet qui n'est plus en position externe.

On voit dans cette logique du modèle calculé interactif, comment le temps événementiel appartient au processus narratif de l'image, et qu'il est le temps dans l'image, par différence avec le temps du matériau qui est le temps de l'image. Tous deux sont de fait événementiels, et à des niveaux de signification différents, mais le sujet n'y est pas situé de la même manière. Toutes les formes de référence au temps, toutes ses formes d'expression dans le voyage-lecture et l'organisation de l'espace-image déjà employées dans les formes iconographiques antérieures, l'espace-image déjà employées dans les formes iconographiques antérieures, trouveront aussi leur légitimité dans l'image numérique. Mais l'interaction et la modélisation offrent des protocoles de filtrage et de traitement de l'image qui requièrent une approche phénoménologique des événements iconiques qui s'y produisent. Comme de plus, le temps est paramétrable dans ce monde virtuel, il devient également objet d'expérience.

#### 4. Conclusions

Ces quelques remarques sur le temps *de* et *dans* l'image numérique ont essentiellement proposé une distinction entre le temps de l'expression et le temps de l'événement interactif. Le modèle de calcul exploite le temps soit comme une nécessité d'exécution formelle et technique, soit comme une variable paramétrée. La causalité et l'irréversibilité apparaissent comme des effets directs sur le temps et sur les traces correspondantes dans la relation entre le sujet et l'image numérique. Mais



il apparaît par ailleurs que l'image donnée à voir dans les fresques, les tableaux, les placards publicitaires, au cinéma ou à la télévision, n'ont pas, sauf dans le cas des procédés *omnimax*, enveloppé le sujet, indépendamment de sa propre subjectivité et de son implication psychologique dans la narration iconique. La forme particulière suggérée par la réalité virtuelle implique directement le sujet dans l'image, à la fois en termes d'événements et spatialement du fait du positionnement du sujet dans la scène. Cette confusion des lignes du temps, celle que l'on peut suivre dans l'image et celle que l'on suit de par son existence propre, modifie le rapport à l'espace de l'image. La durée, l'accident, la provocation (causale), la complexification chaotique, l'ordonnancement de lecture et de disposition sont à relire, d'autant plus qu'une composante supplémentaire vient étendre le registre de l'image, puisqu'en effet le son numérique est de plus en plus associé à l'image. La question se pose alors du mode d'intégration et de modalisation du temps dans l'expression de l'image lorsque celle-ci tend de plus en plus à faire partie d'un ensemble audiovisuel et interactif, ou plus exactement de produire non plus une représentation distante du sujet observateur, mais une sorte d'espace multisensoriel environnemental. La tendance au rapprochement du temps de l'existence et d'un temps de l'image vers un temps dit abusivement "temps réel" (et dont il reste beaucoup à dire selon qu'il est le temps effectif du processus numérique, donc de la réalité virtuelle, le temps modélisé au-delà du temps du processus, ou le temps du sujet qui lit et réagit), semble accompagner un mouvement général contemporain de la représentation globale et par ambition peut-être, substitutive du monde réel.

Le défi que se donne la recherche en image numérique est certainement de reconstruire un monde visible et de communication à travers l'élaboration d'une accoutumance à l'espace virtuel de l'image. Le discours a longtemps accompagné l'image et la force de cette dernière est toujours à rapporter aux discours de référence. Un monde plausible n'est évidemment plus seulement visible, mais sonore et palpable, donc nécessairement simulé à partir de l'expérience du monde réel. On peut imaginer ce que serait un dialogue entre deux locuteurs éloignés au point que le temps de retour des sons et des images nécessite un montage *a posteriori*, donc un compactage du temps pour compacter l'espace.

Il reste que l'expérience du temps dans l'image numérique est encore à l'état protocolaire, ne serait-ce que par sa très faible diffusion en pratique. Toutefois deux facteurs joueront un rôle important pour la qualifier : l'image interactive télévisuelle, grâce aux réseaux large bande, et le développement du processus de substitution du monde virtuel au monde réel dans un nombre croissant de situations. L'expérience du temps, et

même de la mémoire des situations vécues, deviendra par un retournement paradoxal bien compréhensible, une image réelle et manipulable, à l'instar d'une photographie de tous les instants, systématique et disponible.

*Conseil Général des Ponts et Chaussées*