

Images interactives Algorithmiques, interactives, performatives, responsives, opératoires... À l'ère numérique les images changent de formes et de modes d'existence, elles offrent des possibilités d'action autant qu'elles agissent. Produites par des « machines de vision », objets de numérisation et de calculs, les images engagent des collaborations inédites entre art, science et technologie. Enjeu de recherche et de création, cette transformation du régime des images est autant visible dans leurs formes qu'à travers leurs modes de circulation et leurs usages sociaux (images virales, téléchargées, copiées, collées, annotées, remixées, etc). Centré sur ces dynamiques interdisciplinaires, cet ouvrage propose d'analyser les nouvelles dynamiques de l'image interactive. En prenant appui sur l'histoire des arts et des évolutions récentes de la création en réseau, il présente et analyse les œuvres réflexives et souvent critiques d'artistes qui redéfinissent le statut de la vision et des actes d'images propres à l'ère numérique. L'accent est porté sur la pluralité des modes d'existence des images numériques ainsi que sur la dimension anthropologique et socio-politique des pratiques artistiques et activistes des médias.

Contributions de Jean-Michel Albert, Christophe d'Alessandro, Claire Bardaine, Samuel Bianchini, Jean-Louis Boissier, Jean-Marc Chomaz, Vincent Cicilliato, Nathalie Delprat, Jean-Paul Fourmentraux, Thierry Fournier, Ashley Fure, Christian Jacquemin, Olga Kisseleva, Adrien Mondot, Benjamin Nuel, Stefane Perraud, Dominique Peysson, Dorothée Smith, Hsinli Wang.

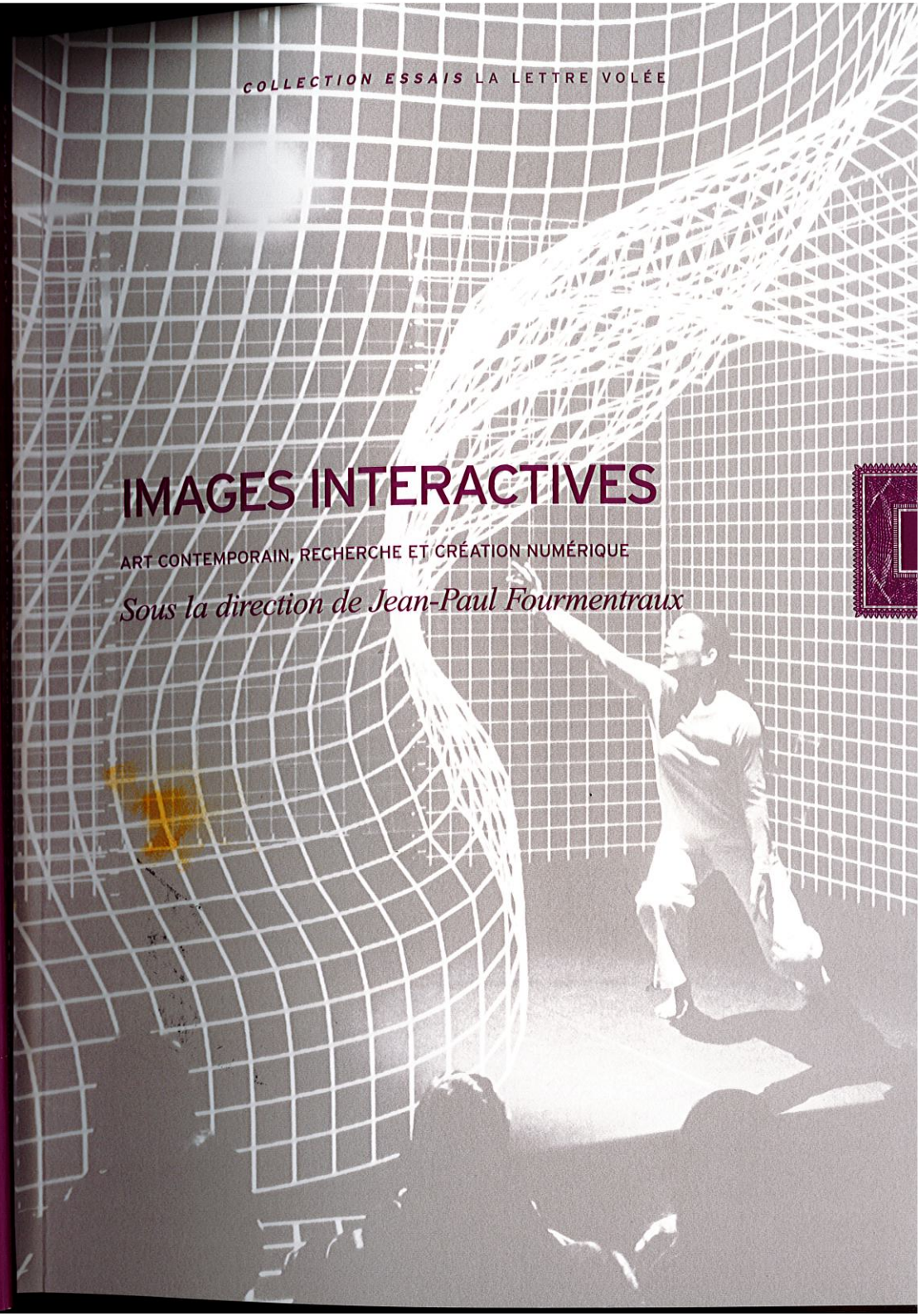
ISBN 978-2-87317-471-2 24 €



IMAGES INTERACTIVES

ART CONTEMPORAIN, RECHERCHE ET CRÉATION NUMÉRIQUE

Sous la direction de Jean-Paul Fourmentraux





Cet ouvrage a bénéficié d'une aide de l'État français gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme « Investissement d'avenir » portant la référence ANR-11-EQPX-0023 et cofinancé par l'Union Européenne.

Le directeur de cette publication remercie la Maison Européenne des Sciences de l'Homme et de la Société, MÉSHS-Lille Nord de France, le cluster Sciences et Culture du Visuel (iCAVS, CNRS) et la Région Nord-Pas-de-Calais.

Publié avec l'aide de la Fédération Wallonie-Bruxelles.



© 2016 La Lettre volée
<http://www.lettrevolee.com>

Conception graphique : Casier/Fieufs
Photographie de couverture : Romain Étienne

Dépôt légal : Bibliothèque royale de Belgique
3^e trimestre 2016 – D/2016/5636/5
ISBN 978-2-87317-471-2

IMAGES INTERACTIVES

ART CONTEMPORAIN, RECHERCHE ET CRÉATION NUMÉRIQUE

Sous la direction de Jean-Paul Fourmentraux

Cellulairement vient ainsi interroger le caractère indépassable du corps, constituant une allégorie possible de la notion de subjectivité, voire d'identité d'un individu. Il s'agit également d'interroger esthétiquement la potentielle persistance de l'identité à travers sa délocalisation ou sa duplication, en mettant en jeu le corps comme médium, suivant ainsi la direction empruntée par Eugene Thacker, selon lequel les techniques de « biomedias » ne consistent pas à mettre les technologies au service du corps, mais à souligner l'idée qu'un croisement entre la biologie et la technologie peut donner une définition nouvelle du corps, en proposant une réunion ontologique de ces deux disciplines.

On peut aussi noter l'importance des moyens de communication liés aux nouvelles technologies dans cette œuvre : c'est par les ondes téléphoniques que transitent les ectoplasmes des visiteurs. Comme le souligne Serge Tisseron, le rapport aux objets technologiques aujourd'hui, à commencer par les *smartphones*, nous fait « passer d'une technologie qui favorise les relations entre les hommes, en réduisant ou annulant les distances, à une technologie où les machines tiennent lieu de partenaires à part entière² ».

1. EUGENE THACKER, « What is Biomedias », in *Biomedias, Electronic Mediations*, (Book 11), Minneapolis, University Of Minnesota Press, 2004.

2. SERGE TISSERON, *Rêver, fantasmer, virtualiser. Du virtuel psychique au virtuel numérique*, Paris, Dunod, 2012.

Jean-Marc Chomaz

LA SCIENCE ET L'ART DE SCULPTER LES FLUIDES

La recherche fondamentale a pour but de permettre la compréhension de phénomènes naturels en construisant une représentation à partir de mécanismes élémentaires. Une preuve scientifique peut alors être produite à partir de l'expérience spécifique de mesure de l'un de ces mécanismes, autant que possible en isolation afin d'exclure la complexité et les artefacts produits par l'interaction des différents processus en œuvre dans la dynamique ou dans les mesures employées.

Par exemple, dans ma recherche, je mets en cause l'idée que les grandes structures tourbillonnaires observées dans les atmosphères planétaires sont le résultat d'une fusion par laquelle des structures plus petites transfèrent l'énergie des petites échelles vers les grandes.

Cette cascade inverse est supposée être due à la faible profondeur de la troposphère, de l'ordre de dix kilomètres par rapport à l'échelle horizontale des tourbillons de l'ordre de mille kilomètres. Pour reproduire en laboratoire un écoulement de couche mince similaire, Yves Couder avec qui j'ai effectué mon doctorat, a eu l'idée d'utiliser des films de savon tendus à plat sur un cadre ou gonflés de façon à prendre une forme hémisphérique¹. Des tourbillons sont alors générés dans l'épaisseur de la membrane en déplaçant des objets, rangés de cylindres parallèles traversant le film ou bien encore disques en rotation différentielle

1. YVES COUDER, JEAN-MARC CHOMAZ ET MARC RABAUD, « On the Hydrodynamics of Soap Films », *Physica D*, vol. 37, 1989, p. 384-405.

maintenus à distance constante de la membrane. Le suivi de l'évolution des tourbillons nous permet ainsi de mettre en évidence et de quantifier la cascade inverse d'énergie de petite à grande échelle.

Un autre exemple sont mes recherches sur l'océan et l'atmosphère à méso-échelle horizontale entre approximativement un mètre et dix kilomètres, où le mouvement ne peut pas être considéré comme uniforme sur la verticale, mais organisé en couches avec une densité du fluide qui augmente avec la profondeur. Un tel fluide est appelé stratifié et par une série d'expériences nous avons identifié un mécanisme responsable de la formation de ces couches dans l'océan. Dans un aquarium de 2 m x 1,2 m x 1 m stratifié en densité allant de l'eau claire en surface à de la saumure saturée en sel au fond, deux volets verticaux pivotent autour de leur axe et propulsent une paire de tourbillons verticaux. Ces vortex initialement uniformes suivant la verticale rapidement se déstabilisent et se séparent latéralement en tranches horizontales désorganisées verticalement où leur structure est préservée. Nous avons nommé ce nouveau mécanisme l'instabilité zigzag. De ces observations, nous avons proposé une nouvelle loi d'échelle pour la distribution des tourbillons de petite à méso-échelle (entre dix mètres et cent kilomètres) dans l'atmosphère et l'océan qui a invalidé les modèles de turbulence utilisés simulation numérique¹.

Le concept de lois d'échelle² est essentiel en science, car il indique que les phénomènes observés à une échelle particulière sont représentatifs d'une catégorie plus large d'écoulements. Ces ensembles de configurations sont alors dits *en similitude* si les rapports entre les différentes forces qui définissent le problème ont les mêmes valeurs. De façon équivalente ces nombres sans dimension peuvent être reformulés en rapport d'énergie ou d'échelle de temps des différents processus dont l'équilibre définit le phénomène observé. En particulier, la turbulence dans l'océan est contrôlée par l'équilibre entre la force de flottabilité que

1. PAUL BILLANT et JEAN-MARC CHOMAZ, « Asymptotic self-similarity of strongly stratified flows », *Physics of Fluids*, vol. 13, 2001, p. 1645-1651.

2. PAUL MANNEVILLE, *Dissipative Structures and Weak Turbulence*, Oxford, Academic Press, 1990.

ressent une particule de fluide déplacée en raison de la variation de la densité avec la hauteur et son accélération. Le rapport de ces deux forces, flottabilité et accélération, définit ainsi le nombre de Froude. En laboratoire, les écoulements dans un bassin d'un mètre de haut seront semblables aux courants profonds océaniques si le nombre de Froude est le même dans les deux cas. Étant donné que la taille est des milliers de fois plus petite, la vitesse doit alors être plus petite dans le laboratoire et la stratification plus forte avec un maximum de 20 % de variation de la densité sur un demi-mètre si une saumure saturée est atteinte au fond, par rapport à 0,5 % de variation de la salinité sur quatre kilomètres dans l'océan. Dans notre expérience¹, les tourbillons-colonnes d'un élanement beaucoup plus grand que celui rencontré dans l'océan, sont créés par le mouvement. La visualisation de l'écoulement par des colorants (fig. 1) montre que des tourbillons-colonne se sont brisés verticalement sous l'action de l'instabilité-zigzag.

Dans l'atmosphère ou l'océan cette instabilité ne peut être observée, car elle est si forte qu'elle dissuade toute tentative de former des tourbillons cohérents verticalement sur une longue distance. Il en résulte que la cascade turbulente d'énergie est à petite et méso-échelle directe des grands tourbillons vers les petits.

L'esthétique du questionnement et de la preuve scientifiques

Comme l'illustrent ces deux exemples, la recherche fondamentale procède d'un processus d'épure d'une réalité beaucoup plus complexe afin de pouvoir poser un ensemble de questions élémentaires solvables par nos méthodes actuelles. Ce processus d'abstraction scientifique est subjectif, enraciné dans notre perception sensorielle et émotionnelle, mais aussi analytique, mettant souvent en évidence les symétries brisées, les invariances perdues. Il présente une haute qualité esthétique et performative soutenue par le cheminement suivi pour élaborer la construction sensible et mathématique que l'on nomme modèle et qui transforme en

1. C.H.K. WILLIAMSON et JEAN-MARC CHOMAZ, « Gallery of Fluid Motion, Instabilities of Stratified Vortex Pairs », *Physics of Fluids*, vol. 9, 1997, p. 54.



Fig. 1. Vue de dessus d'un dipôle de tourbillons colonne déstructuré par l'instabilité zigzag.

retour notre perception du réel. Les preuves, les images expérimentales, les données, les simulations et les équations d'une théorie sont intrinsèquement dépositaires de l'esthétique de ce questionnement ; elles sont conçues et sélectionnées par le chercheur pour renforcer sa démonstration par leur aspect esthétique, l'expérience sensible du geste et de sa lecture, bien que la preuve elle-même soit objective. Dans la démarche scientifique, l'esthétique entre donc en jeu au moins à trois niveaux : dans la quête des processus élémentaires, dans la preuve expression tangible du voyage imaginaire du chercheur et dans les images, schémas ou équations menant à la preuve. Dans ce dernier cas, l'esthétique sert la preuve de manière subjective puisqu'elle a pour but de convaincre nos pairs et de porter la preuve à travers l'expérience qu'elle procure à l'observateur.

Une esthétique médiatrice de science

Quand la médiation d'idées scientifiques cible un public non-scientifique, l'esthétique peut servir à ajouter de la complexité à la démonstration afin de déclencher le questionnement, et pas seulement à donner des réponses faciles. Dans le démonstrateur *Tornado apprivoisée* (figure 2), après ajout de couleurs vives et d'injections intermittentes de fumée, une tornade semble se former instantanément lors de l'émission de la bouffée qui vient illuminer le centre du vortex/tourbillon, et la tornade se désintègre quand la fumée atteint la périphérie, donnant l'illusion d'un cycle de vie esthétique qui intrigue le public et l'engage dans une quête scientifique, celle de décomposer cette scénographie complexe en processus élémentaires.

La science au service de l'art

Si la science est esthétique et si l'esthétique porte la preuve scientifique et la médiation scientifique, la science peut d'abord servir l'art en élargissant le champ des possibles, les effets ou résultats scientifiques devenant pour les artistes un matériel de jeu qui leur permet de construire leur propre proposition. En pratique, je mets la science au service de



Fig. 2. La « Tornado apprivoisée », un simulateur de tornade de 3 m de haut.

l'art avec le sculpteur Maridakis pour produire trois œuvres : la première est constituée d'un disque aquatique de deux mètres posant le défi scientifique de réduire la turbulence du flux et de garder un disque lisse, un problème qui ne se pose qu'à grande échelle car à petite échelle, la tension de la surface d'eau suffit à rendre le flux lisse.

Art et science : le côté sensible, plutôt que sensé, de la science

En travaillant avec Laurent Karst et François Eudes Chanfrault qui forment avec moi le groupe de travail *Labofactory* ou avec le duo *HeHe*, nous empruntons un autre chemin entre l'art et la science, qui mêle deux imaginaires plutôt que des faits et des techniques. En effet, la science ne se réduit pas à la preuve rigoureuse – ce processus que j'appelle le tunnel – car une fois le problème posé à l'entrée, tout scientifique ou tout ordinateur arrivera à la même conclusion en bout de circuit. L'innovation ou l'avancée consiste à formuler des questions non-incrémentielles, invisibles de l'intérieur du tunnel. En science, la formulation de questions relève de la pure imagination et de la pure intuition, lesquelles n'impliquent pas seulement le côté rationnel du cerveau mais aussi son côté sensible, capable de comprendre plus vite et d'anticiper. Par le biais de l'intuition scientifique, nous pouvons soudain voir plus loin, dans une nouvelle direction que nous ne distinguons pas auparavant. Cela prend ensuite des années au cerveau rationnel pour réagir et rejoindre cette frontière imaginaire, et finalement valider ou invalider la vision produite par le cerveau sensible. Au lieu de faire la part belle au langage, aux preuves ou techniques scientifiques, l'art et la science permettent d'essayer de partager directement ce côté sensible, de construire des pièces (d'art) reliant l'imagination scientifique à l'imagination artistique. Pour moi, ces pièces ressemblent à l'écriture de poèmes par le biais de vocabulaire scientifique, me permettant ce faisant de remettre en cause ou d'interroger ma pratique scientifique.

L'installation *Infraespace* de Labofactory consiste en douze tambours (*drums*) cubiques contrôlés par ordinateur, chacun ayant un son artificiel, spécialisé et bien distinct. Chacune de leurs percussions produit un tourbillon, matérialisé par un anneau de fumée de vingt centimètres

de diamètre s'échappant dans l'air. L'anneau voyage entre une lumière émise dans le tambour et une lumière placée à quatre mètres au-dessus, donnant à l'installation un rythme intrinsèque. En l'absence de percussion, chaque tambour est d'un cube noir haut de cinquante centimètres, percé d'un trou de vingt centimètres qui laisse échapper une fumée, ce qui lui donne l'air d'un volcan. Cette grande installation peut être commandée par l'ordinateur avec un générateur de musique électronique inventé par François Eudes Chanfrault ou être jouée *live* par lui, et le public est alors immergé dans un ballet d'anneaux éphémères qui évoque des méduses transparentes évoluant dans un monde parallèle aux caractéristiques abyssales.

L'installation *Wave* de Labofactory offre à la vue un univers différent où de la musique électronique est jouée et composée en direct à l'aide d'ultrasons inaudibles et donc rendus visibles sur la surface d'un réservoir d'eau peu profond, installé sur trois stèles noires longues de trois mètres. Les vagues peu profondes se comportent comme le son : le temps se déplie dans l'espace. Un projecteur lumineux placé sous l'eau immerge le public dans un effet d'ombre graphique dont les franges sombres et lumineuses mettent les vagues en relief.

Un autre exemple sera ma série *Time Trace*, un ensemble de photographies de l'espace-temps obtenues en effectuant des sections spatio-temporelles de films classiques. Les appareils photo de l'espace-temps existent depuis le début du XX^e siècle. Le procédé consistait à placer une fente devant la pellicule argentique et, en laissant l'objectif ouvert, soit de déplacer la fente comme pour la célèbre image de Jacques-Henri Lartigue *Course de voitures, Papa à 80 km/h, 1913*, soit de déplacer la pellicule comme pour les « *photos finish* » qui départagent les vainqueurs d'une course en figeant la suite des instants le long de la ligne d'arrivée. La science ne traite pas de formes, mais de dynamiques : la forme ne peut pas être dissociée de son processus de création. Ce point de vue scientifique apporte une sorte d'équivalence entre le temps et l'espace. Ainsi, dans l'expression mathématique des modélisations, les équations régissant divers processus impliquent de façon similaire les variables de temps et d'espace. La seule différence est subtile et implique le principe de causalité qui ne s'applique qu'au temps. Les photogra-

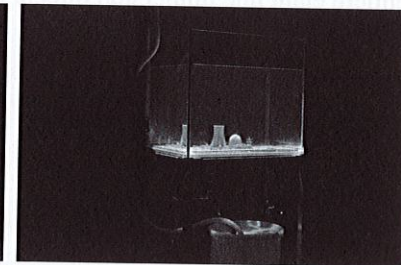
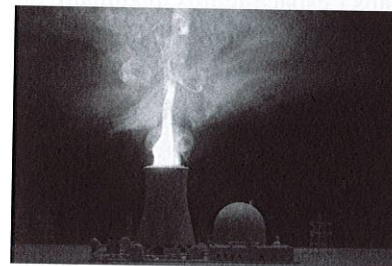
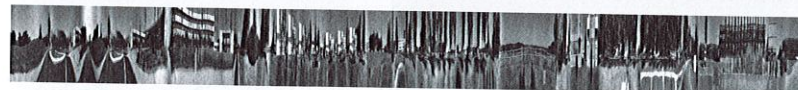
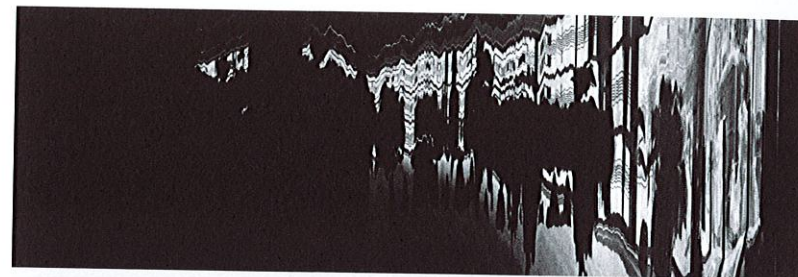


Fig. 3. Photo : « La Femme en noir » *Time trace* obtenu par une coupe spatio temporelle du film « à bout de souffle » de Jean-Luc Godard. Exposée à Artsciencefactory Days, Ferme des granges, Palaiseau 2012, Salon Réalités Nouvelles, Paris 2014

Fig. 4. Travail photographique utilisant des coupes spatiotemporelles, Exposé à ArtScienceFactory Days (ASFD) en 2012.

Fig. 5-6. Fleur de Lys, installation multimédia avec le duo d'artistes HeHe dans le château de Chamarande 2012.

phies et les images de l'espace-temps dans lesquelles des variations de quantité sont tracées en fonction du temps et de l'espace constituent les représentations couramment utilisées pour révéler et analyser une dynamique complexe. Un film est aussi un voyage spatio-temporel dans lequel le réalisateur met une séquence temporelle de scènes dans un certain ordre, avec un rythme visuel particulier et des tonalités de couleurs dominantes, et prévoit dans chaque scène les mouvements spatio-temporels des acteurs et de la caméra. Les outils utilisés par la science pour analyser les processus d'espace-temps peuvent être transposés au domaine des films et produire une seule image par la concaténation de la même ligne verticale découpée dans des milliers d'images du film. Dans ces coupures d'espace-temps, chaque scène sera séparée par une ligne verticale, l'image entière étant une immersion directe dans l'espace-temps imaginaire du réalisateur, révélant des symétries et des constructions imprévues. Ces *Time Traces* traduisent en une seule image de quatre cent mille pixels de long pour mille quatre-vingts pixels de haut tout un film. Le projet serait d'imprimer une telle méta-image qui tirée en 50 cm de haut ferait alors 40 m de long. Collés le long de murs ou de couloirs, les badauds parcoureraient physiquement le film de leur pas. En explorant plusieurs plans de coupe, j'extrais de plus petites images. La photo « La Femme en noir » a été extraite de la coupe spatio-temporelle du film *À bout de souffle* de Jean-Luc Godard. Un seul plan séquence a été sélectionné. Toujours ces images nous surprennent par leur dynamisme, et par leur faculté de nous emmener dans l'imaginaire secret du metteur en scène. Dans ce mouvement de la « Nouvelle vague », la caméra est portée à l'épaule, permettant de raconter l'histoire à un niveau humain puisque le spectateur mis en scène par la caméra devient comme un personnage du scénario. Les *Time Traces* en images ont une texture chaloupée, très humaine, donnée par les mouvements incontrôlés de la caméra à l'épaule particulièrement importants dans *À bout de souffle* qui n'utilisa pas de caméra *steadycam* dont le balancier filtre les mouvements rapides. En tant qu'image placée dans le temps, elle est porteuse d'une information dynamique, d'une sorte de déséquilibre qui la met en mouvement.

Mon travail avec le duo *HeHe* diffère par son engagement dans des sujets d'ordre politique, mais s'il propose un angle de vue inhabituel,

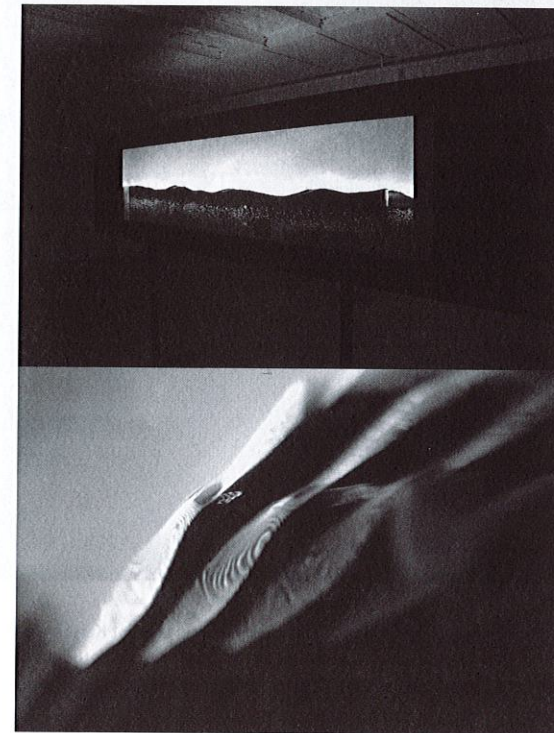
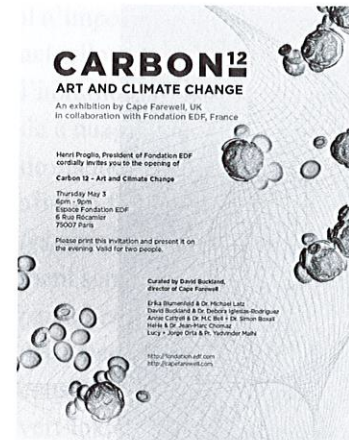


Fig. 7-8. « Catastrophe domestique n° 3, Planète Laboratoire », exposition Carbon 12 : Art et changement climatique, Espace Fondation EDF, Paris 2012.

Fig. 9-10. Métamachine Fluxus exposée à la Nuit Blanche Paris, Ménagerie de verre, 2013.

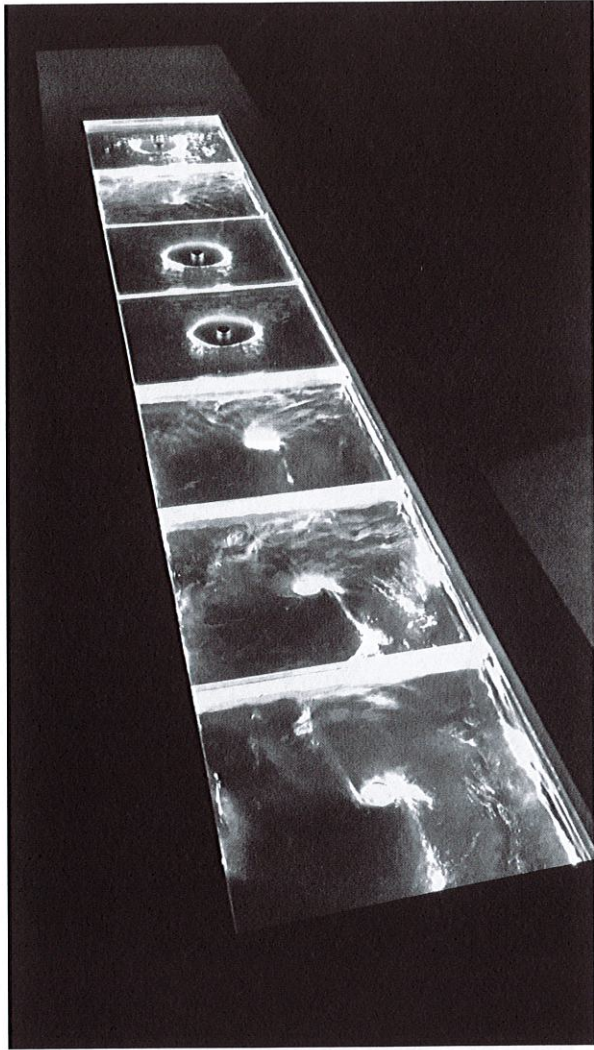


Fig. 11. Métamachine *Ressauts versus tourbillons* : Labofactory, Laurent Karst et Jean-Marc Chomaz avec Gaële Perret et Jérôme Brossard exposée au Muséum d'histoire Naturelle du Havre dans le cadre de l'exposition « Jeux d'eau », 2014. Deux phénomènes hydrauliques, un jet formant un ressaut et un tourbillon de vidange, sont associés, créant une alternance de lignes et spirales. Provoqués tous deux par la gravité, ils se répondent en écho : le ressaut alimente le tourbillon en eau. Si on représente le ressaut par un point et le tourbillon par un trait, la fontaine écrit le message - · - · - · soit « AUM » en morse, qui signifie « l'infini » en sanskrit, le début des Mathématiques et de la spiritualité.

il n'impose aucune réponse ni ne prescrit aucune opinion. L'impossibilité actuelle de différencier l'atmosphère des émissions produites par l'homme en est la préoccupation majeure, exprimée par le truchement de « nuages d'origine humaine ¹ ». L'une des approches est l'utilisation de maquettes semblables à des jouets, placées dans des situations étranges afin de forcer le spectateur à changer de point de vue. Dans *Fleur de lys*, une maquette de centrale électrique est placée dans un environnement semblable à notre laboratoire, au fond d'un réservoir d'eau, et des panaches fluorescents sont émis de façon sporadique par la tour de refroidissement, en une simulation d'accident nucléaire évoluant avec une constante (et lancinante) lenteur en émettant de fascinants nuages d'un vert toxique. *Désastre domestique n° 3 : Planète Laboratoire* procède de la commande d'un travail commun pour l'exposition « Carbon 12 : Art et changement climatique ». Dans nos recherches nous voulions associer l'idée des *man made clouds* (nuages d'origine humaine) à celle de la fragilité de l'atmosphère de notre planète. Le titre de la pièce évoque cette fragilité tout en faisant référence au journal *La Planète Laboratoire* créé en 2007 à l'initiative d'Ewen Chardronnet et du groupe d'artistes Bureau d'études (<http://laboratoryplanet.org/fr/>). Dans une cuve de laboratoire, un globe terrestre qui semble emprunté à une chambre d'enfant avec son image satellitaire réaliste tourne sur lui-même au son d'un thé-rémine. L'eau est déjà verdâtre et faiblement éclairée. Soudain, un nuage de colorant vert lumineux est injecté près du pôle. Il se déplace lentement, en fine couche limite près de la surface du globe, soumis à des instabilités et produisant des motifs en spirale fascinants. Au niveau de l'Équateur, le colorant s'échappe en un grand disque puis se dissout, accentuant la coloration verte de l'eau comme si la pollution atteignait jusqu'à l'espace entourant la Terre.

1. HELEN EVANS et HEIKO HANSEN, *Man Made Clouds*, Orléans, Éditions HYX, 2016.