

ENS Louis-Lumière

La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12 – 93213 La Plaine Saint-Denis

Tel. 33 (0)1 84 67 00 01

www.ens-louis-lumiere.fr

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité cinéma, promotion 2017-2020

Soutenance de juin 2021

Filmer la brume, le brouillard et la fumée : enjeux artistiques et techniques

Camille AUBRIOT

Ce mémoire est accompagné de la partie pratique intitulée : *Into the Fog*

Directrice de mémoire interne : Sylvie CARCEDO

Directeur de mémoire externe : Jean-Marie DREUJOU, AFC

Présidente du jury cinéma et coordinatrice des mémoires : Giusy PISANO

A mon grand-père, Jacques-Hubert Aubriot

ENS Louis-Lumière

La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12 – 93213 La Plaine Saint-Denis

Tel. 33 (0)1 84 67 00 01

www.ens-louis-lumiere.fr

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité cinéma, promotion 2017-2020

Soutenance de juin 2021

Filmer la brume, le brouillard et la fumée : enjeux artistiques et techniques

Camille AUBRIOT

Ce mémoire est accompagné de la partie pratique intitulée : *Into the Fog*

Directrice de mémoire interne : Sylvie CARCEDO

Directeur de mémoire externe : Jean-Marie DREUJOU, AFC

Présidente du jury cinéma et coordinatrice des mémoires : Giusy PISANO

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord mes deux directeurs de mémoire, Sylvie Carcedo et Jean-Marie Dreujou, pour leur accompagnement et leurs conseils avisés tout au long de ce travail. Leur aide et leur soutien m'ont été très précieux.

Je remercie également au sein de l'École Giusy Pisano, Florent Fajole, Pascal Martin, Laurent Stehlin, Michel Marx, John Lvoff, Pascal Lagriffoul, Marie-Pierre Izard et tout particulièrement Jean-Michel Moret, qui m'ont assistée dans mes recherches et la réalisation de la PPM.

Je remercie très chaleureusement les professionnels qui ont répondu à mes questions et discuté passionnément de leur métier lors des entretiens menés, disponibles en annexe : Nicolas Bolduc, Benoît Chamailard, Rémy Chevrin, Jean-Marie Dreujou, Éric Guichard, Benoît Herlin, Philippe Hubin, Philip Lozano, Jean-Christophe Magnaud et Bruno Maillard (merci d'ailleurs à Frédéric Geffroy pour la mise en relation).

Un grand merci à Jean-Marc Meunier chez Flam and Co et à Jean-François Lemaire chez Pyrofolies pour leurs explications et démonstrations de machines à fumée, ainsi que pour les prêts de machines et ventilateur pour ma Partie Pratique de Mémoire.

Merci également à Benjamin Hoffmann et Pierre Carrere chez TranspaCam pour le prêt de filtres ; ainsi qu'à Damien Saintier, Abdel Meziane et Sylvain Caret chez TSF. Je remercie aussi Hugo Galland pour ses explications sur l'utilisation de la carboglace.

Merci à ma merveilleuse équipe de tournage, qui a passé une semaine très enfumée ! Ainsi qu'à mes camarades de promotion, en particulier ceux qui pensaient à moi chaque fois qu'ils rencontraient du brouillard ou de la fumée.

Enfin, un grand merci à mon parrain professionnel Jean Poisson pour nos échanges et ses prêts de magazines et livres. A mes parents et ma meilleure amie Charlotte Bernasconi pour leur précieuse aide, notamment sur les retranscriptions des entretiens. Ainsi qu'à ma famille et mes amis pour leurs encouragements chaleureux.

RÉSUMÉ FRANÇAIS

La brume et le brouillard sont des phénomènes météorologiques naturels hautement cinématographiques : ils cachent et révèlent tour à tour paysages et personnages dans une symphonie poétique du mouvement. Difficiles à filmer du fait de leur brièveté, une multitude de machines et techniques sont employées pour les reproduire, dont certaines créent plutôt des fumées. La fumée permet de réaliser de nombreux effets visuels, d'une diffusion de l'image à la matérialisation de rayons lumineux, particulièrement appréciés des directeurs de la photographie.

Ce mémoire se propose d'aborder en premier lieu la brume, le brouillard et la fumée d'un point de vue scientifique, afin de mieux comprendre ces phénomènes et leurs interactions avec la lumière. Le travail des directeurs de la photographie avec la fumée sera ensuite principalement détaillé, du point de vue de la lumière, du cadre et de la caméra. Les questions d'éclairage, d'exposition, de coloration de la fumée, de composition, de cadrage à une ou plusieurs caméras ou d'emploi de filtres seront ainsi abordées. Certains de ces questionnements sont approfondis par une pratique personnelle. Ces recherches s'appuient sur des entretiens réalisés avec des opérateurs, mais également un accessoiriste, deux superviseurs d'effets spéciaux physiques SFX et un superviseur d'effets spéciaux numériques VFX.

MOTS-CLEFS

Fumée ; brume ; brouillard ; lumière ; diffusion ; directeur de la photographie ; chef opérateur ; exposition ; filtres ; effets spéciaux ; SFX ; VFX ; machine à fumée ; machine à brouillard ; fumée lourde ; carboglace.

ABSTRACT

Mist and fog are highly cinematic natural weather phenomena: they alternately hide and reveal landscapes and characters in a poetic symphony of movement. Difficult to film because of their brevity, a multitude of machines and techniques are used to reproduce them, some of which rather create smoke. Smoke creates many cinematography effects, from a diffusion to the materialization of light rays, particularly appreciated by cinematographers.

This thesis proposes to approach haze, fog and smoke from a scientific point of view, in order to better understand these phenomena and their interactions with light. The cinematographers' work with smoke will be mainly detailed, both in light, frame and camera. The questions of lighting, exposure, coloring of the smoke, composition, framing with one or more cameras or using camera filters will be addressed. Some of these questions are deepened by personal practice. This research is based on interviews with operators, but also a props master, two SFX special effects supervisors and a VFX visual effects supervisor.

KEYWORDS

Smoke ; fog ; mist ; haze ; light ; light scattering ; director of photography ; DP ; DoP ; exposure ; camera filters ; special effects ; SFX ; visual effects ; VFX ; fog machine ; haze machine ; low fog ; dry ice.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	4
Résumé français	5
Mots-clefs.....	5
Abstract	6
Keywords	6
Table des matieres	7
INTRODUCTION.....	10
PARTIE 1 : Des phénomènes naturels et météorologiques.....	15
CHAPITRE 1 La brume et le brouillard, des phénomènes météorologiques	16
A. Principes de formation de la brume et du brouillard.....	16
B. Mesures de la quantité de vapeur d'eau	21
C. Des nuages sur la Terre : la panoplie des brouillards	24
D. Tournages en brouillard naturel	34
CHAPITRE 2 La fumée et quelques particularités	37
A. Il n'y a pas de fumée sans feu	37
B. Emplois de la fumée et machines à fumée.....	41
C. Le <i>smog</i> , un mélange de fumée et de brouillard	48
D. Les brumes sèches.....	50
PARTIE 2 : Interactions avec la lumière	57
CHAPITRE 1 Nature de la lumière visible	58
CHAPITRE 2 Différents types de diffusions	64
CHAPITRE 3 Rendus visuels de la diffusion	70
CHAPITRE 4 Brouillards et photométéores	75
PARTIE 3 : Le directeur de la photographie en situation : retours d'expériences de professionnels.....	79
CHAPITRE 1 Éclairer la brume et la fumée	80
A. Les sources lumineuses : une question d'angle, de qualité et de puissance	80

B.	Faut-il « bien exposer » la brume ?.....	89
C.	Coloration de la fumée, étalonnage et VFX.....	93
D.	Donner une sensation de brume ou de fumée	98
CHAPITRE 2	Cadrer et filmer la brume et la fumée	101
A.	Choix de la caméra/pellicule et problèmes de compression	101
B.	Cadrer, composer et créer de la profondeur avec la fumée.....	106
C.	Utilisation des filtres	110
D.	Raccorder et tourner à plusieurs caméras	112
PARTIE 4 : Applications : retours sur la Partie Pratique de Mémoire (PPM)	116	
CHAPITRE 1	Des essais avec la fumée : préparation de tournage	117
CHAPITRE 2	Essais réalisés et résultats	124
A.	Essai 1 : Différentes machines et emploi d'un ventilateur	124
B.	Essai 2 : Types d'éclairage et fenêtres	127
C.	Essai 3 : Densités de la fumée.....	132
D.	Essai 4 : Les filtres et tournage à deux caméras	134
E.	Essai 5 : Exposition et étalonnage	148
F.	Essai 6 : Colorer la fumée au tournage	152
CHAPITRE 3	Tourner un film avec de la fumée et de la brume	155
CONCLUSION.....	162	
Bibliographie.....	165	
Filmographie	171	
Table des illustrations.....	174	
ANNEXES	179	
ANNEXE – A	Répartition géographique du brouillard en France	180
ANNEXE – 1	Entretien avec Nicolas Bolduc, directeur de la photographie, CSC	185
ANNEXE – 2	Entretien avec Benoît Chamailard, directeur de la photographie, AFC	199
ANNEXE – 3	Entretien avec Rémy Chevrin, directeur de la photographie, AFC	207
ANNEXE – 4	Entretien avec Jean-Marie Dreujou, directeur de la photographie, AFC.....	221
ANNEXE – 5	Entretien avec Éric Guichard, directeur de la photographie, AFC	234
ANNEXE – 6	Entretien avec Philip Lozano, directeur de la photographie, AFC	250
ANNEXE – 7	Entretien avec Benoît Herlin, accessoiriste de plateau	261
ANNEXE – 8	Entretien avec Philippe Hubin, superviseur SFX	275
ANNEXE – 9	Entretien avec Jean-Christophe Magnaud, superviseur SFX.....	286
ANNEXE – 10	Entretien avec Bruno Maillard, superviseur VFX	300

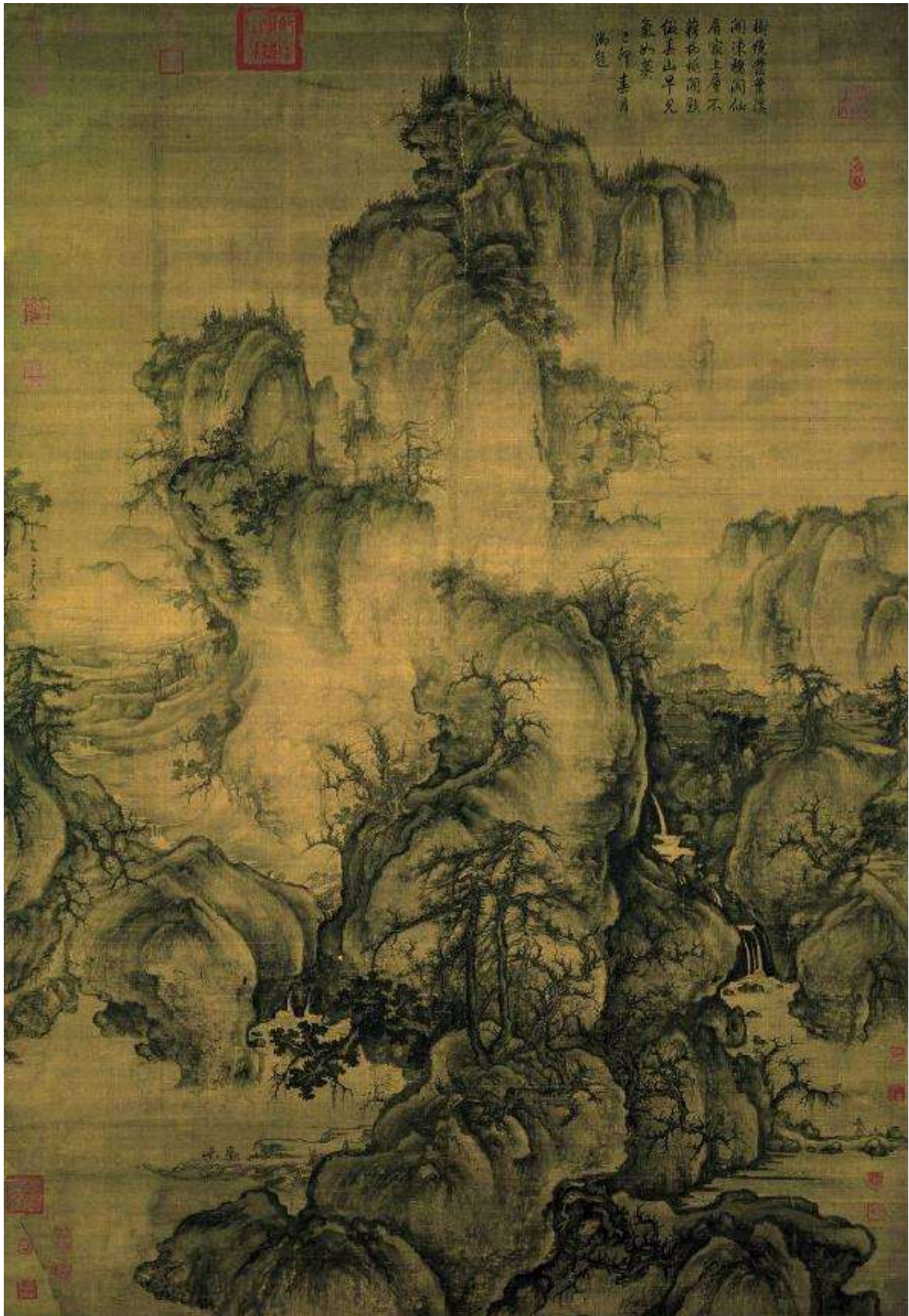


Figure 1 – Printemps naissant, Guo Xi, daté 1072, rouleau vertical, encre et couleurs légères sur soie, 158,3 x 108,1 cm, Musée national du palais, Taipei.

INTRODUCTION

« *Au fond de la brume
le bruit de l'eau –
je pars à sa rencontre* »
Hôsai Ozaki¹

La brume et le brouillard sont des phénomènes météorologiques naturels relativement communs. Ils sont constitués de milliards de microgouttelettes d'eau en suspension dans l'air, réduisant plus ou moins la visibilité selon qu'il s'agisse d'un brouillard très dense ou d'une brume légère. Souvent synonymes de dangerosité pour les usagers de la route, ils sont des éléments hautement cinématographiques : brumes et brouillards cachent et révèlent tour à tour paysages et personnages dans une symphonie poétique du mouvement. Ils sont porteurs de sens, autant visuellement que scénaristiquement, en modifiant les perceptions du spectateur et ses repères spatio-temporels. Nombres d'apparitions et de disparitions se font dans le brouillard...

Les peintres orientaux japonais et chinois ont bien su capter l'évanescence de ces deux manifestations dans leurs rouleaux, où la brume se mêle aux autres éléments (eau, végétation, rochers, nuages) de manière presque indiscernable. Les peintres occidentaux se sont aussi emparés du sujet, dont l'un des premiers fut William Turner.

Brumes et brouillards font partie des effets atmosphériques visibles dans un film – au même titre que la pluie ou la neige – mais ils ne durent généralement pas longtemps et sont difficiles à prévoir. Tenter de prédire quelles seront les journées brumeuses, même en contactant des météorologues ou des habitants de la région connaissant bien leur climat, reste assez aléatoire. Il est dès lors délicat de tourner en brouillard naturel, car il n'y a aucune assurance de continuité.

¹ Haïku cité par ATLAN, Corinne, *Petit éloge des brumes*, Paris, Gallimard, coll. Folio, n°6693, 2019, p. 12.

Des alternatives ont donc rapidement été trouvées pour reproduire ces phénomènes artificiellement et les rendre plus maîtrisables. Il existe une multitude de machines à fumée fonctionnant à l'électricité, au gaz ou à l'essence, utilisées aussi bien en extérieur qu'en intérieur. Les modèles varient en taille et en puissance, des toutes petites Tiny Pocket ou Tiny S (de marque LOOK) sur batterie aux énormes machines permettant de remplir une vallée entière. Il y a également une multitude d'autres techniques, tels que l'emploi d'encens, de papier d'Arménie, de tablettes à fumée, et même de *beesmakers*, ces appareils servant à enfumer les ruches. Des techniques plus archaïques étaient auparavant employées, comme le fait de brûler des pneus du temps de *Quai des brumes*, de Marcel Carné, qui produisait une fumée toxique interdite de nos jours.

Ces machines sont généralement appelées « machines à fumée », bien qu'elles ne produisent pas véritablement de fumée au sens physique du terme. La fumée est en effet constituée principalement de particules solides de combustion mêlées à des gaz. Or, ces « machines à fumée » produisent des microgouttelettes d'huile – ou d'eau, pour certaines – ce qui les rapproche beaucoup plus des brumes et brouillards. La majorité des autres techniques de type encens créent en revanche de véritables fumées. Puisque certaines machines et techniques sont employées pour des effets similaires, il semble plus simple de parler uniquement de « fumée », même si cela ne correspond pas toujours physiquement parlant. C'est d'ailleurs comme cela que les professionnels y font référence : ils parlent de mettre de la fumée, de densité de fumée, etc. Le mot « fumée » sera donc globalement employé dans ce mémoire, à part dans les explications scientifiques où il revêtira uniquement son sens physique.

L'emploi de ces machines et techniques relève de véritables choix artistiques et techniques, car ils nécessitent souvent des moyens conséquents en termes de matériel et de personnel, en plus de prendre souvent du temps à mettre en œuvre. Pour de petits effets, surtout en intérieur, l'accessoiriste de plateau pourra s'en charger seul, ou bien une seule personne sera dédiée entièrement à la fumée. Pour des effets plus importants, notamment en extérieur, ce sera une équipe d'effets spéciaux physiques, raccourci en SFX, qui prendra le relais.

La fumée n'est pas toujours visible en tant que tel, notamment dans le cas de diffusions légères, mais elle est employée dans de très nombreux films tout au long de l'histoire du cinéma. Elle se retrouve souvent dans les films de science-fiction, de *fantasy* ou fantastique, d'horreur, de films d'époque, mais pas seulement. Elle est notamment beaucoup utilisée dans la cinématographie anglosaxonne pour son esthétique visuelle, très ancrée dans leur culture.

C'est un sujet d'autant plus actuel que la brume et la fumée se retrouvent au cœur de certains films récents, comme *Blade Runner 2049*, réalisé par Denis Villeneuve (2017), ou *Dans la brume*, réalisé par Daniel Roby (2018).

Les effets visuels recherchés en employant de la fumée sont très diversifiés. Il peut s'agir de reproduire brumes et brouillards en extérieur, ce qui est complexe en raison du vent. La fumée peut donner une atmosphère surréaliste, inquiétante ou théâtrale, ou encore traduire un espace saturé de fumée de cigarettes. Elle se prêtera d'autant mieux à des espaces boisés ou clos.

La fumée crée aussi une diffusion dans l'image, que ce soit pour l'adoucir, lui donner une sensation de profondeur ou apporter une certaine texture, ce qui est très utile en studio. Il est possible de faire fumer un café ou un barbecue durablement. La fumée permet également de renforcer certains autres effets : en rajouter dans une séquence hivernale renforce la sensation de froid, voire même permet de la tourner en été.

L'un des effets les plus employés est la matérialisation de rayons lumineux, qui n'est possible qu'en présence de fumée ou de brume, que ce soit dans les films ou des concerts et spectacles. La fumée lourde, à base de carboglace ou d'un liquide spécial, reste au sol de manière presque magique ; elle est beaucoup employée dans l'événementiel en plus des films.

Les directeurs de la photographie sont très friands de ces effets qui décuplent leurs possibilités de création d'image, en ajoutant un élément picturalement très intéressant. Ce sont ces aspects artistiques et techniques qui nous intéresseront le plus dans ce mémoire.

Ainsi, comment les directeurs de la photographie filment-ils la brume, le brouillard et la fumée, qu'ils soient naturels ou reproduits artificiellement ? Et quels sont ces phénomènes précisément ?

Nous aborderons dans un premier temps le processus de formation des brumes et brouillards ainsi que leur typologie, afin de mieux comprendre ces phénomènes. Les notions de vapeur d'eau, de condensation et d'humidité seront développées, ainsi que quelques exemples de tournages en brouillard naturel.

Nous détaillerons ensuite ce qu'est la fumée au sens physique du terme, puis les machines à fumée et les techniques employées au cinéma. Le *smog*, mélange de fumée et de brouillard surtout visible dans les villes industrielles, sera brièvement présenté. De la même

manière, nous parlerons des « brumes sèches », qui vont du voile atmosphérique aux énormes tempêtes de sable, plus rarement représentées au cinéma.

L'éclairage de ces phénomènes étant une partie importante du travail du directeur de la photographie, nous expliquerons leurs interactions avec la lumière afin de mieux les maîtriser. La nature de la lumière et les processus de diffusions principalement à l'œuvre seront ainsi expliqués. Les rendus visuels de la diffusion et certains phénomènes optiques liés au brouillard, tels que l'arc-en-ciel blanc, seront détaillés.

Nous verrons ensuite comment les chef opérateurs éclairent cette fumée, notamment avec un choix et un placement judicieux de projecteurs. La question de l'exposition sera évoquée, car la fumée et la brume ont tendance à surexposer l'image. Nous évoquerons les effets de coloration de cette fumée au tournage, ainsi que les possibilités offertes par l'étalonnage numérique et les effets spéciaux numériques (VFX pour les intimes). Certaines techniques peuvent également donner une sensation brumeuse, sans pour autant ajouter de fumée sur le plateau.

Nous détaillerons ensuite les choix qui sont faits en rapport avec la caméra, allant du choix de la caméra elle-même (ou de la pellicule et des optiques) à l'utilisation des filtres. La fumée modifie la composition d'une image, notamment en créant une sensation de profondeur, et il s'avère parfois difficile de cadrer lorsqu'on ne voit rien dans un brouillard dense. La problématique du tournage à plusieurs caméras avec de la fumée sera aussi abordée.

Enfin, nous présenterons une mise en application de tous ces principes au travers de l'analyse de la Partie Pratique de Mémoire (PPM). Nous avons réalisé un double projet : à la fois des essais et expérimentations concernant la fumée, et un court film expérimental avec des effets de fumée spécifiques. Cette double approche nous a permis d'appréhender de première main la gestion et les rendus de la fumée, ainsi que les problématiques qui y sont liées.

Les différents essais seront présentés en détails : différence entre machine à fumée et machine à brouillard ; placement des projecteurs et fenêtres ; différentes densités de fumée ; essais de filtres ; essais d'exposition ; coloration de la fumée sur le plateau. Nous aborderons également les effets de fumée réalisés dans le court métrage, à savoir principalement des effets de fumée lourde et de cocktail bouillonnant avec de la carboglace ; un effet de mur de fumée opaque ; un tournage en extérieur dans un brouillard dense. Nous expliquerons les choix opérés pendant la préparation du tournage et les complications rencontrées au moment de filmer.

Pour nos recherches, nous nous sommes basé sur une documentation variée. Les informations sur la brume, le brouillard, la fumée et leurs interactions avec la lumière proviennent de recherches scientifiques et météorologiques dans différents ouvrages et articles, notamment ceux de Météo-France. Nous avons également convoqué certaines notions lumineuses vues en cours au sein du cursus.

Pour tout le reste, nous avons procédé à des rencontres avec des professionnels du cinéma, qui sont retranscrites en annexe sous la forme d'entretiens. Nous avons surtout rencontré des directeurs de la photographie : Nicolas Bolduc (CSC, Annexe 1), Benoît Chamillard (AFC, Annexe 2), Rémy Chevrin (AFC, Annexe 3), Jean-Marie Dreujou (AFC, Annexe 4), Éric Guichard (AFC, Annexe 5) et Philip Lozano (AFC, Annexe 6).

Afin de bien cerner le sujet, nous avons également rencontré les personnes qui sont en charge de réaliser les effets de fumée : un accessoiriste de plateau, Benoît Herlin (Annexe 7) ; deux superviseurs d'effets spéciaux physiques SFX, Philippe Hubin (Annexe 8) et Jean-Christophe Magnaud (Annexe 9) ; ainsi qu'un superviseur d'effets spéciaux numériques VFX, Bruno Maillard (Annexe 10). Tout n'étant pas cité dans le corps du mémoire, nous vous invitons à consulter ces entretiens en annexe.²

Nous avons également rencontré des loueurs d'effets spéciaux, Jean-Marc Meunier chez Flam and Co et Jean-François Lemaire chez Pyrofolies. Ils nous ont été d'une grande aide, notamment pour la PPM qu'ils m'ont permis de réaliser grâce à leurs prêts de machines et de ventilateur.

Ces différentes rencontres étaient capitales pour approfondir ce sujet, car il existe relativement peu de ressources concernant l'aspect technique de l'emploi de la fumée au cinéma, au-delà d'une analyse purement esthétique.

² Notamment les entretiens de Benoît Herlin, Philippe Hubin et Jean-Christophe Magnaud pour plus de détails concernant les machines et techniques employées, ainsi que Bruno Maillard pour les VFX.

PARTIE 1 :

Des phénomènes naturels et météorologiques

CHAPITRE 1

La brume et le brouillard, des phénomènes météorologiques

A. Principes de formation de la brume et du brouillard

Le brouillard est un phénomène qui peut s'avérer particulièrement dangereux pour les différents types de transports – routiers, aériens ou maritimes – car il occasionne une perte de visibilité et de repères. D'un autre côté, il joue un « *rôle capital dans le cycle de l'eau de l'atmosphère*³ », et peut constituer une ressource en eau non négligeable dans certaines régions du Monde, notamment quand la pluie se fait rare. Une technique de « traite » du brouillard a ainsi été développée en Amérique du Sud et en Afrique, où de grands filets sont placés sur la trajectoire des brouillards pour en collecter l'eau.⁴

D'après le site de Météo-France, la définition exacte du brouillard est :

« *la suspension dans l'atmosphère de très petites gouttelettes d'eau réduisant la visibilité au sol à moins d'un kilomètre. Les gouttelettes d'eau sont maintenues en suspension par les mouvements turbulents de l'air.*⁵ »

Comme chaque gouttelette diffuse la lumière, cela réduit d'autant la visibilité. La brume, quant à elle, relève du même phénomène météorologique, mais elle est plus légère : la

³ KLEMM, Otto, MASBOU, Matthieu, « La classification des types de brouillards, selon les principes de leur formation », in *La brume et le brouillard dans la science, la littérature et les arts*, Karin Becker et Olivier Leplatre (dir.), Paris, Hermann, coll. MétéoS, 2014, p. 57-63, p. 57.

⁴ KLEMM, Otto, MASBOU, Matthieu, *Ibid.*, p. 62.

⁵ Météo-France, « Phénomène météo : Le brouillard » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard>

visibilité est alors comprise entre 1 et 5 kilomètres. Dans le cas des bulletins de météo marine, en revanche, le terme de « brume » est employé pour désigner une visibilité inférieure à 0,5 mille marin (environ 1 km).

Mesurer cette visibilité est très important, notamment dans les aéroports, qui utilisent principalement deux appareils de mesures. Le transmissiomètre permet de déterminer le coefficient d'atténuation de l'atmosphère, en émettant un faisceau lumineux étroit en direction d'un récepteur situé à 30 ou 50 mètres, qui mesure l'affaiblissement lumineux au cours du trajet. Le second, le diffusiomètre, mesure l'intensité lumineuse d'un faisceau rétrodiffusé par l'atmosphère, ce qui donne le coefficient de diffusion de la lumière par le brouillard.⁶



Figure 2 - Le transmissiomètre
(Source : Météo-France,
<http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard#>)



Figure 3 - Le Diffusiomètre
(Source : Météo-France,
<http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard#>)

De manière plus empirique, les météorologistes utilisent des repères visuels se trouvant à une distance connue du point d'observation, tels qu'une colline ou un château d'eau. L'idée est que si l'on peut nettement voir les contours du repère, alors on sait que la visibilité est au moins égale à la distance entre ce repère et le point d'observation.

La brume et le brouillard sont considérés comme des météores⁷, c'est-à-dire des phénomènes atmosphériques directement perceptibles à l'œil nu, exception faite des nuages. Ce sont même plus spécifiquement des hydrométéores, terme qui désigne « toutes les formes

⁶ Météo-France, *Ibid.* Le principal défaut du diffusiomètre est que la mesure est faite dans un petit volume d'atmosphère, comme nous pouvons le voir sur la photo, ce qui n'est pas toujours représentatif car la visibilité n'est pas forcément homogène autour du point d'observation.

⁷ Les météores se décomposent en 4 groupes : hydrométéores, lithométéores, photométéores, électrométéores. VIAUT, André, « Météores », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 15, Paris, 1989, p.197-199, p. 197.

*d'eau, liquide ou solide, présentes dans l'atmosphère*⁸ ». En effet, la brume et le brouillard sont constitués de microgouttelettes d'eau mesurant quelques micromètres (millièmes de millimètre) de diamètre, pour une concentration souvent comprise entre 100 et 500 gouttelettes par centimètre cube⁹.

Ces microgouttelettes se forment par condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. Il nous semble important d'aborder ces différentes notions en premier lieu, afin de bien comprendre le principe de formation des brouillards.

L'atmosphère terrestre est une couche de gaz dont la température et la composition varient en fonction de l'altitude. D'après René Chaboud, l'atmosphère est constituée à plus de 98% d'air sec, dont les trois composants principaux sont l'azote, l'oxygène et l'argon, des molécules de gaz invisibles à l'œil nu. Les 2% restants de l'atmosphère sont composés d'eau sous toutes ses formes – liquide, solide, ou gazeuse – que l'on peut appeler « eau atmosphérique »¹⁰. C'est la forme gazeuse de l'eau, la **vapeur d'eau**, qui représente les quantités les plus importantes.¹¹ Elle provient principalement de l'évaporation des océans et de la transpiration des végétaux.

La vapeur d'eau n'est pas visible à l'œil nu, puisqu'il s'agit d'un gaz incolore et inodore, composé de molécules séparées les unes des autres qui s'agitent en tous sens :

⁸ Futura-Sciences, « Hydrométéore » [en ligne], <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/meteorologie-hydrometeore-7389/>

⁹ CHALON, Jean-Pierre, « Brouillards » [en ligne], *Encyclopaedia Universalis*, <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/brouillards/>

¹⁰ CHABOUD, René, *La météo : questions de temps*, Paris, Nathan, 1996, p. 77.

¹¹ La forme liquide de l'eau (les gouttelettes) est le principal constituant des nuages ; tandis que la forme solide (de minuscules cristaux de glace, souvent mélangés aux gouttelettes) ne représente qu'une très faible quantité d'eau.

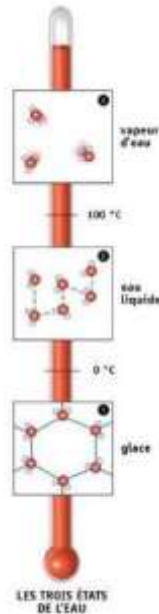


Figure 4 - Les trois états de l'eau, au niveau moléculaire ¹²
 (Source : Jacques Fortin, *Comprendre le climat et l'environnement*, p. 26)

Il faut donc bien la distinguer des « vapeurs » comme on le comprend au sens commun du terme, qui sont visibles, telle celle qui se forme au-dessus d'une casserole d'eau en ébullition. Dans ce cas, il ne s'agit pas de vapeur d'eau mais bien de microgouttelettes d'eau en suspension dans l'air, donc d'eau à l'état liquide (les molécules sont reliées entre elles) – exactement comme le brouillard.

Il y a en fait une double transformation dans cette casserole : l'eau passe d'abord de l'état liquide à l'état gazeux sous l'effet de la chaleur, par un processus appelé vaporisation, ou évaporation. Ensuite, la vapeur d'eau se liquéfie au contact de l'air froid, passant ainsi de l'état gazeux à l'état liquide (sous forme de petites gouttelettes) par le processus inverse à l'évaporation, appelé **condensation**.¹³

Tous les changements d'état de l'eau sont très bien résumés dans ce schéma de Météo-France, extrait d'un article consacré à la formation des nuages (qui sont, nous le verrons plus loin, très proches du brouillard) :

¹² Les températures de gel à 0°C et d'ébullition à 100°C correspondent à une altitude 0, équivalent au niveau de la mer. En haute altitude, l'eau commence à bouillir à une température inférieure à 100°C.

¹³ En cas de passage de l'état gazeux directement à l'état solide, on parlera de condensation solide ou solidification. Voir Météo-France, « Glossaire : Condensation » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/149971-condensation>.

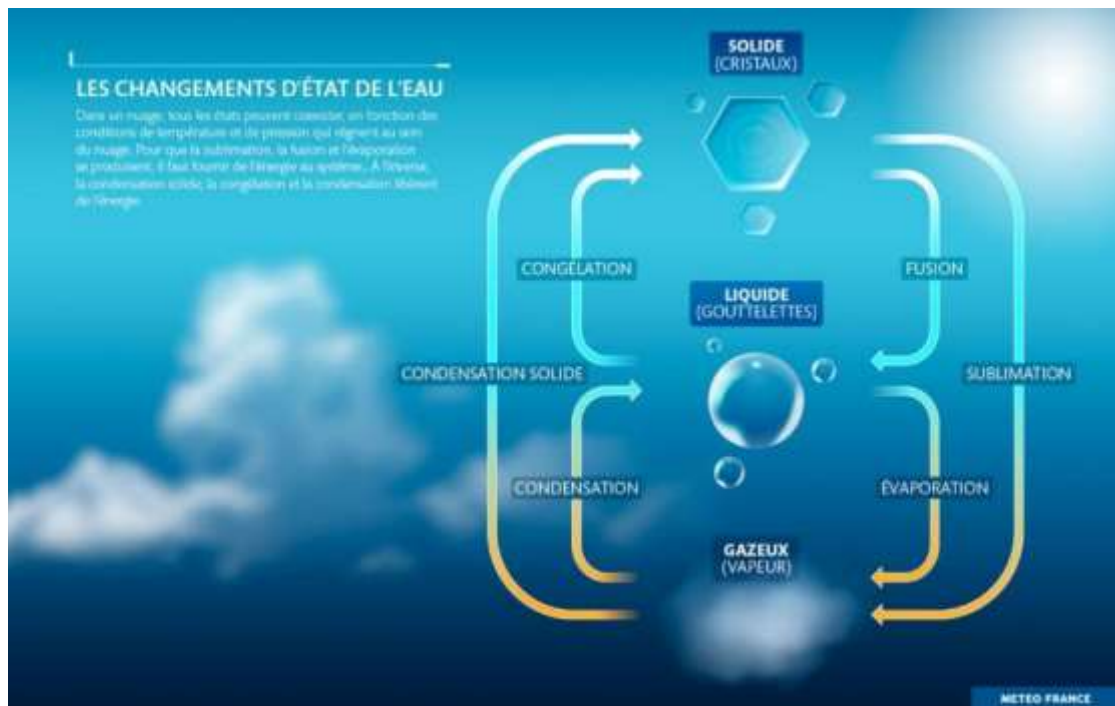


Figure 5 - Les changements d'état de l'eau

(Source : Météo-France, <https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/nuages/comment-se-forme-un-nuage>)

La condensation se produit quand il y a un trop plein de vapeur d'eau (forme gazeuse de l'eau) dans l'air. En effet, une masse d'air ne peut contenir qu'une quantité limitée de vapeur d'eau, et lorsqu'elle atteint sa limite, on dit qu'elle est **saturée**. Cette capacité dépend de la température, l'air chaud pouvant contenir plus de vapeur d'eau que l'air froid. Cette notion est fondamentale pour la compréhension du mécanisme. Ainsi, si une masse d'air saturée voit sa température baisser, l'excédent de vapeur d'eau retourne alors à l'état liquide par effet de condensation.

Cette transformation n'est cependant possible qu'en présence de particules très fines flottant dans l'air, appelées noyaux de condensation. Les molécules d'eau peuvent s'agglomérer autour de ces particules afin de former des gouttelettes :

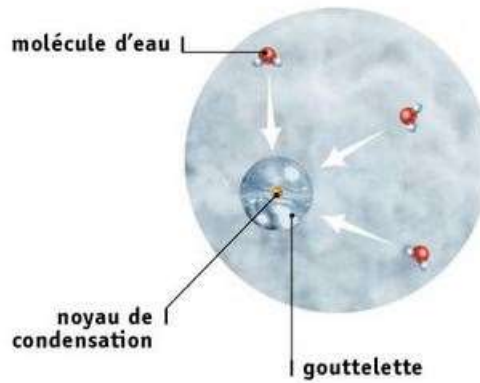


Figure 6 – Les noyaux de condensation
 (Source : Jacques Fortin, *Comprendre le climat et l'environnement*, p. 28)

Ces noyaux de condensation peuvent être des poussières, des cendres volcaniques, des grains de pollen, des cristaux de sel ou des polluants divers, en suspension dans l'atmosphère. Leur taille varie de quelques centièmes de micromètre à quelques micromètres.

B. Mesures de la quantité de vapeur d'eau

L'**humidité** représente la quantité de vapeur d'eau (gaz) contenue dans une parcelle d'air, qui n'est jamais nulle, même dans les déserts les plus secs. Cette proportion de vapeur d'eau contenue dans l'air peut être quantifiée par plusieurs paramètres, dont les plus utilisés sont l'humidité absolue, l'humidité relative, la température de rosée et le rapport de mélange.

L'**humidité absolue** mesure la masse exacte de la vapeur d'eau contenue dans une parcelle d'air. Elle s'exprime en gramme par mètre cube d'air (g/m^3). Cette mesure est très stable, puisque la masse d'un corps ne varie ni avec la température ni avec la pression¹⁴, comme l'indique Jacques Fortin¹⁵. En revanche, l'humidité absolue ne peut pas témoigner

¹⁴ La pression atmosphérique est le poids que l'air exerce à la surface de la Terre. Plus on s'élève en altitude, moins il y a d'air au-dessus de nos têtes et donc plus la pression baisse. Elle s'exprime en hectopascal (hPa), et est mesurée avec un baromètre.

¹⁵ FORTIN, Jacques (ed.), *Comprendre le climat et l'environnement*, Montréal, Québec Amérique, coll. Guides de la connaissance, 2007 (1^{ère} édition : 2001), p. 27.

des relations entre température et humidité, pourtant primordiales dans la formation des brouillards.

L'**humidité relative**, notée u – encore appelée degré hygrométrique – exprime quant à elle le rapport de la quantité de vapeur d'eau contenue dans une parcelle d'air, sur la quantité de vapeur d'eau maximale possible (autrement dit, la quantité qui serait nécessaire pour arriver à saturation, ce qui dépend de la température¹⁶). Elle s'exprime en pourcentage, et peut s'écrire sous la forme d'une formule¹⁷ :

$$u = 100 \times \frac{\text{quantité de vapeur d'eau } (q)}{\text{quantité de vapeur d'eau maximale possible } (q_m)} = 100 \times \frac{e}{e_m}$$

où e correspond à la pression partielle de vapeur d'eau, et e_m à la pression de vapeur saturante (m pour maximale) ; les quantités étant plutôt exprimées sous forme de pression dans la véritable formule.

Plus le résultat est élevé, plus il y a d'humidité. 100% correspond à un air saturé en vapeur d'eau (risque de nuage, pluie, brouillard, rosée ou givre), tandis qu'un air totalement sec avoisinerait les 0% (cette valeur n'étant jamais atteinte, car il y a toujours un minimum d'humidité dans l'air). Un air est considéré comme très sec en-dessous de 10 à 20%. Le niveau de confort idéal pour l'homme se situe dans une fourchette de 40% à 65% à 22°C. Au-delà de 60% dans un bâtiment, il existe un risque de condensation sur les murs pouvant occasionner des moisissures et la prolifération d'insectes nuisibles.

L'humidité relative, contrairement à l'humidité absolue, fait intervenir le paramètre de la température, qui détermine le niveau de saturation en vapeur d'eau. Dans ce tableau, nous pouvons observer la quantité maximale de vapeur d'eau possible dans une parcelle d'air en fonction de la température :

¹⁶ Pour rappel, l'air chaud peut contenir plus de vapeur d'eau que l'air froid. Ainsi, à 30°C l'air peut contenir un maximum de 30 g/m³ de vapeur d'eau, alors qu'à -5°C il ne peut en contenir que 3 g/m³ au maximum ; soit dix fois moins !

¹⁷ Première formule personnelle, deuxième formule issue d'un mélange entre celle de Météo-France (« Glossaire : Humidité relative » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/152253-humidite-relative>), et celle de Michel Pauty (« Brouillards : de la diffusion de la lumière à l'étude des particules chargées », in *Brouillard, brumes et nuées*, Christian Trottmann (préface), Dijon, Editions universitaires de Dijon, coll. Figures, n°26/28, 2002, p. 83-95, p. 85).

Quantité maximale de vapeur d'eau contenue dans une parcelle d'air en fonction de la température								
Température de l'air (en °C)	- 10	- 5	0	5	10	15	20	30
Quantité maximale de vapeur d'eau possible (en g/m ³)	2	3	4,5	6,5	9,5	13	17	30

Figure 7 - Tableau présentant les relations entre température et humidité
(Source : Météo-France, <https://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/parametres-observees/humidite>)

Les météorologues préfèrent employer l'humidité relative, car elle est plus parlante ; elle peut être directement mesurée par un hygromètre. L'humidité relative est d'ailleurs utilisée dans d'autres domaines que la météorologie, pour mesurer l'humidité dans un bâtiment, dans un musée (pour certaines pièces fragiles placées sous verre), etc.

Pour expliciter ce rapport avec la température, prenons l'exemple d'une parcelle d'air contenant une certaine quantité de vapeur d'eau – donc, une humidité absolue donnée, qui ne varie pas. Mettons qu'il y ait ainsi $q = 15 \text{ g/m}^3$ de vapeur d'eau. Lorsque la température augmente en journée et atteint les 30°C, alors la quantité de vapeur d'eau maximale possible q_m atteint les 30 g/m³ (selon le tableau), donc l'humidité relative est de :

$$u = 100 \times \frac{q}{q_m} = 100 \times \frac{15}{30} = 50 \%$$

La nuit, lorsque les températures diminuent à 20°C, la quantité de vapeur d'eau maximale possible q_m descend à 17 g/m³ (selon le tableau), soit une humidité relative de :

$$u = 100 \times \frac{q}{q_m} = 100 \times \frac{15}{17} = 88 \%$$

Ainsi, pour une même quantité de vapeur d'eau, lorsque la température augmente, le taux d'humidité relative diminue ; à l'inverse, lorsque la température baisse, le taux d'humidité relative augmente.

La **température de rosée**, aussi appelée point de rosée, est une autre manière d'indiquer le taux d'humidité de l'air ambiant. De manière simplifiée, c'est la température en-dessous de laquelle la rosée (les gouttelettes ornant la végétation au petit matin) se dépose naturellement, par effet de condensation, d'où son nom. Pour un volume d'air donné, contenant une certaine quantité de vapeur d'eau, le point de rosée correspond à la température à laquelle ce volume d'air devient saturé, déclenchant ainsi la condensation.

L'air froid pouvant contenir moins d'humidité que l'air chaud, si une masse d'air à 30°C n'est pas saturée, elle pourrait le devenir en étant refroidie à 15°C.

Prenons un exemple, avec $q = 13 \text{ g/m}^3$ de vapeur d'eau dans une parcelle d'air. A 30°C, l'air pouvant contenir jusqu'à 30 g/m^3 , il n'est pas saturé (l'humidité relative est alors de 43 %). En revanche, si la température diminue à 15°C, l'air ne peut plus contenir que 13 g/m^3 : il devient donc saturé, avec une humidité relative de 100%. La température de rosée de cette parcelle d'air serait de 15°C.

Ainsi, plus la température de rosée est élevée, plus il y a d'humidité dans l'air.

Enfin, le dernier paramètre pour quantifier la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'air est le **rapport de mélange**, noté r . Il est très utilisé par les météorologues, mais beaucoup moins dans les autres domaines et par le grand public. Il exprime, à l'instant considéré, le rapport de la masse de vapeur d'eau à celle de l'air sec contenues dans une parcelle d'air. Cette formule fait intervenir la pression atmosphérique p , en plus de la pression partielle de vapeur d'eau e , selon l'équation suivante¹⁸ :

$$r = \frac{\text{masse de vapeur d'eau}}{\text{masse d'air sec}} = 0,622 \times \frac{e}{(p - e)}$$

où le facteur 0,622 traduit le rapport entre les constantes spécifiques de l'air sec et de la vapeur d'eau. Ainsi, plus le rapport de mélange r est élevé, plus il y a d'humidité au sein de la parcelle d'air.

C. Des nuages sur la Terre : la panoplie des brouillards

Le brouillard et la brume sont deux phénomènes que nous pourrions qualifier « d'humides », puisqu'ils sont composés de microgouttelettes en suspension dans l'air, formées par la condensation de la vapeur d'eau. A ce titre, ils sont très proches des nuages, ceux-ci se créant selon le même principe de condensation. Certains nuages ne sont composés que de gouttelettes d'eau en suspension dans l'air, exactement comme le brouillard, mais certains en très haute altitude comportent des cristaux de glace. Alors que le brouillard se constitue près du sol, les nuages sont formés par soulèvement d'une masse d'air : en prenant

¹⁸ Première formule personnelle, deuxième formule tirée de Météo-France, « Glossaire : Rapport de mélange », [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/153562-rapport-de-melange>

de l'altitude, cette masse d'air voit sa pression diminuer, ce qui la refroidit¹⁹ et permet la condensation.

Le brouillard est en fait un nuage particulier de basse altitude, un stratus, dont la base touche le sol. Il est d'ailleurs intéressant de noter que la brume diffère légèrement du brouillard physiquement parlant. Elle n'oblitére pas autant la visibilité, car les microgouttelettes qui la composent sont encore au stade embryonnaire. Certains noyaux de condensation, tels que les particules de chlorure de sodium (cristaux de sel), permettent aux gouttelettes de commencer à se former autour d'eux avant le point de saturation de la masse d'air. Normalement la condensation ne se déclenche qu'à une humidité relative de 100%, mais dans certains cas, le processus peut débuter dès une humidité relative de 80% et ainsi donner des brumes plus légères que les brouillards formés à 100%.²⁰



Figure 8 - Dans la brume de Bagan.

Photo de Cyril Guillaume

(Source : <https://www.artenza.fr/photos/guillaume-dans-la-brume-de-bagan/>)

Pour que le brouillard se forme, il faut ainsi réunir plusieurs paramètres : l'air doit être suffisamment humide pour permettre à la condensation d'avoir lieu ; il doit contenir des noyaux de condensation en quantité suffisante pour que les gouttelettes d'eau se forment

¹⁹ La compression d'un gaz le réchauffe (si on augmente la pression du gaz, sa température augmente), tandis que la détente le refroidit (si on diminue la pression du gaz, sa température diminue). Cette relation est exprimée mathématiquement par la loi des gaz parfaits : $PV = nRT$ avec P la pression (Pa), V le volume du gaz (m^3), n la quantité de matière (mol), R la constante universelle des gaz parfaits, T la température absolue (K).

²⁰ FACY, Léopold, « Condensation », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 6, Paris, 1989, p.327-329, p. 327.

autour d'eux ; et le vent ne doit être ni trop fort, ce qui disperserait les gouttelettes, ni trop faible, ce qui empêcherait leur suspension dans l'air.

Il existe plusieurs types de brouillards, en fonction du processus par lequel la condensation s'effectue, généralement une baisse de température ou une augmentation de l'humidité. Nous pouvons distinguer 4 principaux types de brouillards : le brouillard de rayonnement, le brouillard d'advection, le brouillard de pente et le brouillard d'évaporation.

Les deux premiers sont liés à un changement de température, que Météo-France²¹ qualifie de **transformation isobare**, car il n'y a pas de changement de pression atmosphérique ; ce sont les brouillards les plus stables. Le brouillard de pente, lui, fait intervenir une **transformation adiabatique**, signifiant que la pression atmosphérique diminue de concert avec la température. Enfin, le brouillard d'évaporation se forme par augmentation de l'humidité.

Nous allons détailler ces différents types de brouillard, auxquels s'ajoutent quelques cas particuliers que nous présenterons brièvement.

Le **brouillard de rayonnement**, est le plus fréquent. Il apparaît généralement en fin de nuit peu nuageuse ou au petit matin, par un vent faible, suite au refroidissement nocturne de la surface terrestre. En effet, « *pendant une nuit claire, la terre perd sa chaleur par rayonnement vers l'espace et ce refroidissement se communique aux basses couches [d'air] en contact avec le sol, générant une inversion thermique²²* ». Les masses d'air au-dessus du sol voient ainsi leur température baisser, et il suffit que l'humidité y soit suffisamment importante pour provoquer la condensation. S'il n'y a pas du tout de vent, c'est de la rosée qui se forme ; par vent faible, du brouillard ; par vent fort ou violent, le processus de condensation ne peut pas se faire, et donc aucun des deux phénomènes ne peut se former.

Une **inversion thermique** est ainsi provoquée par ce refroidissement basal. Normalement, la température baisse alors que l'altitude augmente, les températures les plus chaudes se trouvent donc au niveau du sol. Or, lors d'une inversion thermique, c'est justement l'inverse qui se passe : les températures au niveau du sol sont plus froides que

²¹ Météo-France, « Glossaire : Condensation » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/149971-condensation>.

²² PÉRARD, Jocelyne, HERNANDEZ, Karine, HOUNDENOU, Constant, « Brumes et brouillards au Bénin : météorologie et perception paysanne », in *Brouillard, brumes et nuées*, Christian Trottmann (préface), Dijon, Editions universitaires de Dijon, coll. Figures, n°26/28, 2002, p. 51-65, p. 54.

celles des masses d'air plus en altitude. Sachant que l'air froid est plus lourd que l'air chaud, cet air refroidi au niveau du sol est alors « bloqué » par la couche plus chaude juste au-dessus, ce qui force le brouillard à rester relativement près du sol.

Suivant l'importance de l'humidité et de cette inversion thermique, le brouillard est plus ou moins dense et sa nappe plus ou moins épaisse.

En Europe, le brouillard de rayonnement est particulièrement fréquent en automne et lors des longues nuits d'hiver, car le sol a assez de temps pour se refroidir. Il est fréquemment observé dans des conditions anticycloniques, au-dessus des grandes étendues d'eau, des zones marécageuses et des sols humides. Il peut atteindre des hauteurs de 100 à 200 mètres, s'accumulant souvent dans les vallées, voire jusqu'à les remplir complètement. Les fameuses mers de nuages sont en réalité parfois des mers de brouillard :



Figure 9 – Mer de brouillard le soir, dans le canton de Fribourg en Suisse.
Photo de Noberson. (Source : <https://www.instagram.com/p/CLpEjFlB6cx/>)



Figure 10 – Mer de brouillard depuis le sommet du Mont d'Or (Doubs) le 29 novembre 2020.
Photo de Jérôme Saillard.
(Source : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bourgogne-franche-comte/meteo-quand-mer-nuages-brouillard-habille-paysages-franche-comte-1900222.html>)

Généralement, ce brouillard se dissipe dès l'apparition des premiers rayons du soleil, quand les températures remontent. Mais il peut persister plusieurs jours dans certains cas, notamment quand le sol est enneigé et réfléchit une grande partie du rayonnement solaire

vers l'espace, ce qui empêche le sol de se réchauffer pendant la journée. Il peut aussi se transformer en une couche de nuages bas appelés stratus.

Le deuxième type de brouillard, le **brouillard d'advection**, se forme quand une masse d'air chaude et humide est déplacée horizontalement²³ par le vent au-dessus d'une surface d'eau ou de terre ferme relativement froide. Ainsi, « *la base de cette masse d'air se refroidit au contact de la surface froide et ce refroidissement se propage sur une certaine épaisseur*²⁴ », entraînant la condensation de la vapeur d'eau en excès :



Figure 11 – Le refroidissement par la base, à l'origine du brouillard d'advection
(Source : Météo-France, <https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/nuages/comment-se-forme-un-nuage>)

Une surface d'eau froide peut être celle de la mer, notamment en été lorsque l'air est plus doux que les eaux ; ainsi, la plupart des brouillards rencontrés en haute mer sont des brouillards d'advection. La côte Est du Pacifique, à proximité de l'État de Californie, est un bon exemple cité par Otto Klemm et Matthieu Masbou : « *des masses d'air humides sont fortement refroidies en mer et entraînent la présence de vastes et persistants bancs de*

²³ Le terme « advection » est utilisé en météorologie pour désigner les transports horizontaux, quand le terme « convection » est employé pour les déplacements d'air verticaux, qu'ils soient ascendants ou descendants.

²⁴ Météo-France, « Phénomène météo : Le brouillard » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard>

*brouillards. Si ces bancs de brouillards atteignent les côtes, on parle alors de brouillard côtier. San Francisco est mondialement connu pour ce phénomène.*²⁵ »

Du côté purement terrestre, une surface froide peut être une région côtière en hiver, recevant un vent océanique humide et plus chaud (l'océan se refroidissant moins vite que la terre). Le brouillard qui se forme alors peut plonger des régions entières dans la grisaille, ce qui est fréquent aux abords de l'Atlantique. Un tel phénomène peut également arriver plus à l'intérieur des terres, par exemple après plusieurs jours de gel, quand un redoux survient avec l'arrivée d'une masse d'air océanique.

Le brouillard d'advection n'est généralement pas très dense : il occasionne rarement une visibilité inférieure à 100 mètres, mais son épaisseur verticale peut être importante et atteindre des hauteurs de quelques centaines de mètres²⁶. Il peut se former à tout moment de la journée.



Figure 12 – Brouillard d'advection au-dessus de la mer à Yantai, dans la province du Shandong (Est de la Chine), le 29 juin 2018. Photo de Tang Ke.

(Source : http://french.xinhuanet.com/photo/2018-07/01/c_137292043.htm)

²⁵ KLEMM, Otto, MASBOU, Matthieu, « La classification des types de brouillards, selon les principes de leur formation », in *La brume et le brouillard dans la science, la littérature et les arts*, op. cit., p. 59.

²⁶ DUMONT, Éric, *Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route*, Thèse sous la direction de Georges Stamon, Université René Descartes – Paris V, Discipline des Sciences de la Vie et de la Matière, Spécialité Mathématiques et Informatique, 2002, p. 22.

Le troisième type évoqué, le **brouillard de pente**, est plus anodin que les deux premiers. Il se forme lorsqu'une masse d'air humide est contrainte de remonter le long des pentes d'un relief, sous l'action du vent, ce qui provoque sa détente : en prenant de l'altitude, une masse d'air voit sa pression diminuer, et donc sa température également (pour rappel, la compression d'un gaz le réchauffe, tandis que la détente le refroidit). Si la pression, et donc la température, baissent suffisamment pour atteindre le point de rosée, alors la vapeur d'eau se condense.

La formation de ce brouillard dépend donc d'une transformation adiabatique, qui fait intervenir une chute de pression causant la chute de température ; mais il n'y a pas d'échange de chaleur entre la masse d'air et l'extérieur. C'est pourquoi il peut parfois être qualifié de brouillard adiabatique. Il peut aussi porter les noms de brouillard de détente, brouillard de relief ou brouillard orographique (liée à l'orographie, la description du relief terrestre).

Ce type de brouillard est généralement moins durable que les deux précédents. Il se retrouve dans toutes les chaînes de montagne du Monde et se forme à différentes altitudes, souvent l'après-midi, lorsque les soulèvements de masses d'air sont à leur maximum. Une très belle citation du peintre chinois Guo Xi datant du XI^e siècle :

*« Une montagne sans brumes ni nuages ressemble à un printemps sans
floraison ni verdure. »*

GUO XI²⁷

Enfin, le dernier principal type de brouillard est le **brouillard d'évaporation**, qui se forme par augmentation de l'humidité. Selon Jean-Pierre Chalon, « *lorsqu'une masse d'air froid et stable vient à surmonter une surface d'eau plus chaude (mer, étang, lac, rivière...), une partie de l'eau sous-jacente s'évapore, augmentant l'humidité relative de la masse d'air²⁸* » et pouvant ainsi provoquer l'apparition d'un brouillard. En effet, si la masse d'air froid ne peut pas assimiler cet apport massif en vapeur d'eau, et qu'elle arrive à saturation, il y a alors condensation de l'excédent et création du brouillard, que l'on peut même qualifier de « fumée », par exemple de « fumée de mer ». C'est exactement ce processus qui se déroule en cuisine, quand nous faisons bouillir de l'eau et qu'elle « fume ».

²⁷ Cité par ATLAN, Corinne, *Petit éloge des brumes*, op. cit., p. 49.

²⁸ CHALON, Jean-Pierre, « Brouillards », in *Encyclopaedia Universalis* [en ligne], op. cit.

Ce type de brouillard peut se créer, par exemple, en hiver et de nuit, lorsqu'une brise de terre transporte de l'air froid sur une mer plus chaude, où un brouillard peut se former jusqu'à 8 ou 9 kilomètres de la côte. C'est le cas en Méditerranée, quand de l'air froid à -5 ou -10°C descend des Alpes vers la mer, ou dans les fjords norvégiens. Ce brouillard se forme généralement par bancs, d'épaisseur verticale inférieure à 50 mètres, essentiellement à la fin de l'été, en automne ou en hiver, selon les cas.

Bien que le brouillard d'évaporation se forme principalement au-dessus d'une surface d'eau chaude, il peut aussi avoir lieu au-dessus de surfaces de terre. Par exemple dans une forêt détrempée, ou bien dans une forêt tropicale très humide, l'évaporation massive peut aussi causer un brouillard. Il en va de même après des précipitations orageuses.



*Figure 13 – Brouillard dans la forêt tropicale humide de Guyane, vue depuis la Canopée.
Photo de Jean-Marie Dreujou.*

Même s'il est pratique de catégoriser les brouillards comme cela, la distinction n'est pas toujours aussi simple à opérer en réalité, car souvent plusieurs processus se mélangent. Dans ces photos des montagnes de Tianzi, dans le parc national de Zhangjiajie en Chine (zone classée au Patrimoine mondial de l'UNESCO), le photographe Michael Yamashita a dû attendre que la pluie et le vent forment ce brouillard. Nous supposons qu'il s'agit d'un brouillard d'évaporation, potentiellement mêlé à un brouillard de pente :



Figure 14 – Brouillard dans les montagnes de Tianzi, parc national de Zhangjiajie en Chine.
Photos de Michael Yamashita. (Source : <https://www.instagram.com/p/COviljPD-Pw/>)

Ce site a d'ailleurs inspiré James Cameron pour les montagnes flottantes de son film *Avatar* :



Figure 15 - Photogramme d'*Avatar*, James Cameron

A part ces quatre types de brouillard, il existe aussi quelques cas particuliers :

Le **brouillard de mélange**, léger et de courte durée, est un phénomène plus rare qui se forme lors d'un mélange entre deux masses d'air humides, non saturées et de températures différentes. Ainsi, une masse d'air chaude et humide peut se mélanger avec une masse d'air plus froide mais tout autant humide ; n'étant pas saturées indépendamment, elles peuvent arriver à saturation en se mélangeant.²⁹ L'exemple le plus simple est celui de la buée qui se

²⁹ DUMONT, Éric, *Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route*, op. cit., p. 22.

forme parfois l'hiver quand nous expirons : l'air chaud et humide de nos poumons est expulsé dans l'air glacial de l'atmosphère, qui par mélange peut devenir saturé³⁰.

Le **brouillard mouillant** est une forme proche de la bruine : si le brouillard, quel qu'il soit, contient de nombreuses gouttes de grande taille qui se déposent sur les surfaces, alors il est « mouillant »³¹.

Le **brouillard givrant**, lui, se forme à température négative. Les gouttes d'eau qui le composent sont en état de surfusion, c'est-à-dire encore sous forme liquide malgré la température inférieure à 0°C. Cet état instable fait qu'elles gèlent instantanément au moindre contact, pouvant entraîner des dépôts importants de givre³² sur la végétation, les chaussées, etc.

Les **brouillards glacés**, qui ne concernent que les régions les plus froides du globe comme l'Alaska ou la Sibérie, ne se forment qu'à des températures inférieures à -30°C. Les gouttelettes sont congelées, en suspension dans l'air. Ce type de brouillard réduit en général très fortement la visibilité.

En résumé, les brouillards se forment fréquemment dans les régions humides, telles que les zones marécageuses, les zones côtières, les vallées, et les zones forestières. L'automne est la saison la plus favorable, avec l'hiver, mais certains se retrouvent même en été. Quelques cartes en Annexe A montrent la répartition géographique des brouillards en France, selon le nombre de jours de brouillard observés dans le mois ou l'année.

Le brouillard se dissipe principalement grâce aux rayons du soleil qui réchauffent l'atmosphère ; ils se lèvent souvent en cours de matinée, de manière plus rapide sur des versants bien exposés que dans les plaines ou fonds de vallée. Mais parfois, le soleil de décembre est trop bas sur l'horizon et n'a pas toujours la force nécessaire pour les dissiper, ce qui peut occasionner une grisaille continue en plaine alors que les sommets sont au soleil. Dans ce cas, seul un vent relativement fort peut faire disparaître le brouillard. Sans soleil ni

³⁰ Contrairement à une explication répandue, ce phénomène n'est pas dû au refroidissement de l'air chaud et humide expiré ; nous pourrions d'ailleurs obtenir le même phénomène en soufflant dans de l'air très chaud et très humide, mais non sursaturé. Voir CHALON, Jean-Pierre, « Brouillards », *op. cit.*

³¹ KLEMM, Otto, MASBOU, Matthieu, « La classification des types de brouillards, selon les principes de leur formation », in *La brume et le brouillard dans la science, la littérature et les arts*, *op. cit.*, p. 58.

³² Le givre en tant que tel procède du même phénomène que la rosée, par la condensation de la vapeur d'eau. Sauf qu'à température négative, la vapeur d'eau ne se condense pas en gouttelettes de rosée mais directement en cristaux de glace, via une condensation solide.

vent, les brouillards peuvent perdurer un moment, car leur vitesse de chute est faible, de l'ordre de 10 cm par heure³³.

D. Tournages en brouillard naturel

Les tournages en brouillard naturel ont un petit côté magique. La brume et le brouillard naturels ne durent généralement pas longtemps, et il est assez complexe de pouvoir en profiter sans risquer qu'ils ne disparaissent au beau milieu d'une séquence. Il s'agit d'une question de chance, mais également de ténacité.

Dans *Himalaya, l'enfance d'un chef*, Éric Guichard a su profiter d'un brouillard naturel en patientant suffisamment qu'il arrive à son niveau. En effet, ils étaient en train de mettre en place la répétition d'un plan à flanc de montagne, quand il a aperçu au loin un brouillard. Il se doutait qu'il arriverait sur eux par la suite, et fut surpris que ce soit seulement quelques minutes après. Ils n'ont pu tourner qu'une seule prise, car le brouillard était trop dense ensuite et plus rien n'était visible. Mais le plan était dans la boîte, et permettait de signifier magistralement le passage de l'été à l'hiver, de manière très belle et poétique³⁴ :



Figure 16 - Photogramme d'Himalaya, l'enfance d'un chef, Éric Valli

³³ PAUTY, Michel, « Brouillards : de la diffusion de la lumière à l'étude des particules chargées », in *Brouillard, brumes et nuées*, op.cit., p.85.

³⁴ Cf Entretien avec Éric Guichard en Annexe 5. Cet exemple est explicité plus en détails, ainsi que d'autres exemples en brouillard naturel.

D'autre part, Caroline Champetier expliquait lors d'une conférence³⁵ que le dernier plan prévu pour *Des hommes et des dieux* de Xavier Beauvois n'est pas celui finalement présent dans le film. Il s'avère qu'un des matins du tournage, le brouillard se levait et ils se sont dépêchés de tourner un plan où les moines disparaissent dedans comme s'ils se dissolvaient. Au moment du tournage, le réalisateur a décidé que ce serait le dernier plan du film, alors que ce n'était pas ce qui était écrit dans le scénario. La survenue de ce brouillard – et le fait qu'ils aient pu le capter à temps – a donc littéralement transformé la fin du film.

D'une manière similaire, Jean-Marie Dreujou a pu filmer en brouillard naturel le plan-séquence final de *La Danse de la réalité* d'Alejandro Jodorowsky. Le Jodorowsky "grand-père" et le Jodorowsky "enfant" partent sur une barque vers on ne sait trop où, peut-être vers l'au-delà. Le réalisateur souhaitait que le fond du décor ne soit pas distinguable. L'idéal aurait été d'utiliser des machines à fumée, mais c'était trop complexe car les lieux étaient trop vastes (au bord du Pacifique au Chili).

Presque miraculeusement, il y eut de la brume naturelle le matin du tournage. L'équipe dut très rapidement se mettre en place, car la brume pouvait partir très vite avec la marée. Elle dura finalement presque 3 heures, soit juste le temps du tournage, car à peine la bonne prise en boîte, la brume s'était levée ! Jean-Marie Dreujou précise qu'ils ont pu vivre cette expérience exceptionnelle car c'était un film à petit budget. Sur un film à plus gros budget, qui aurait sans doute impliqué une équipe plus lourde et lente à se mettre en place, il n'est pas certain qu'ils auraient pu en faire autant.³⁶

³⁵ « Rencontres confinées : Caroline Champetier et son étalonneur Frédéric Savoir – 24.04.20 » : <https://www.youtube.com/watch?v=805KeKIuErw>

³⁶ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4, avec d'autres anecdotes de tournage.



Figure 17 - Photographie de plateau de La Danse de la réalité, Alejandro Jodorowsky

Enfin, nous avons-nous-même pu expérimenter en 2014 le tournage d'une séquence sur une plage normande plongée dans le brouillard. Ces conditions totalement imprévues ont grandement bénéficié au film selon la réalisatrice, qui a cependant dû revoir une partie de l'action et de son découpage sur le vif. Dans notre souvenir, la brume est restée presque toute la journée. Benoît Chamillard a également eu plusieurs tournages sur des plages très brumeuses.³⁷

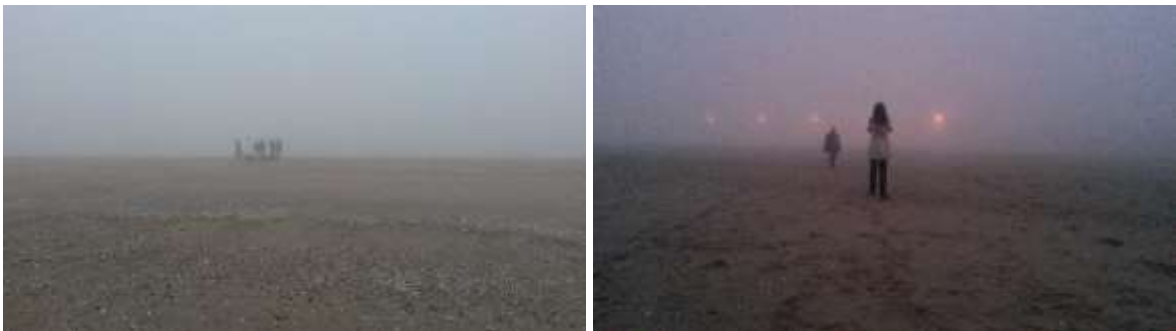


Figure 18 - Photographies de plateau personnelles de Là-bas près de l'eau, Adeline Maturana

³⁷ Cf Entretien avec Benoît Chamillard en Annexe 2.

CHAPITRE 2

La fumée et quelques particularités

A. Il n'y a pas de fumée sans feu

La fumée est considérée comme un météore³⁸ au même titre que la brume et le brouillard, mais ce n'est pas du tout le même phénomène physique. Elle ne relève pas de la catégorie des hydrométéores, mais de celle des lithométéores, soit des « *particules solides autres que la glace, principalement poussière ou résidus de combustion, en suspension dans l'air ou soulevées par le vent*³⁹ ». La fumée est en fait une suspension dans l'air de fines particules solides, principalement de la suie et des cendres volantes, provenant généralement de combustions tels qu'un feu de cheminée ou une cigarette.

Plus précisément, d'après une définition du CNRTL, la fumée est un :

« mélange, plus ou moins dense et de couleur variable, de gaz, de vapeur d'eau et de différentes particules plus ou moins fines, qui se dégage d'un corps en combustion ou porté à très haute température.⁴⁰ »

Dans une fumée, les particules solides sont donc mélangées non seulement à la vapeur d'eau, mais surtout à différents gaz souvent dangereux pour la santé : monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, anhydride sulfureux... La fumée peut être produite par une combustion et par certaines réactions chimiques ou un échauffement mécanique. La nature des gaz présents dans une fumée dépend donc de ce qui brûle, ou des composants chimiques ou mécaniques qui la produisent. Ces gaz sont souvent des composés carbonés, azotés, chlorés ou soufrés.

³⁸ Phénomènes atmosphériques directement perceptibles à l'œil nu, exception faite des nuages.

³⁹ VIAULT, André, « Météores », in *Encyclopaedia Universalis*, *op. cit.*, p. 197.

⁴⁰ Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL), « Lexicographie : Fumée » [en ligne], <https://www.cnrtl.fr/definition/fum%C3%A9e>

Différentes substances organiques⁴¹ peuvent aussi se dégager dans les fumées sans brûler, quand elles sont soumises à la chaleur. Il peut s'agir de substances cancérigènes comme le benzène ou le formaldéhyde, toxiques comme le méthanol, irritantes comme l'acide acétique... Certaines espèces d'arbres émettent des fumées plus toxiques que d'autres, comme les résineux. Un incendie de pin ou de lavande dégage ainsi une grande variété de composés aromatiques, tels que le benzène ou le toluène, et des terpènes.

La fumée de cigarette, quant à elle, contient plus de 4000 composants : des particules solides (cendres), liquides (goudron), gazeuses (ammoniac ou acide acétique), et même des minéraux (silice). Beaucoup employée au cinéma, la fumée de cigarette pourrait faire l'objet d'une étude à part entière :



Figure 19 - Photogramme de *In the Mood for Love*, Wong Kar-Wai



Figure 20 - Photogramme de *Blade Runner*, Ridley Scott

La fumée peut ainsi s'avérer très dangereuse : son inhalation est la première cause de décès lors d'un incendie, avant le danger représenté par les flammes. En plus de contenir des dizaines voire des centaines de composés toxiques (gazeux, solides ou liquides), elle transporte de la chaleur sous forme de gaz brûlants et de particules incandescentes, qui peuvent causer des brûlures internes des poumons et des voies respiratoires. A l'instar du brouillard, les particules qui la composent oblitèrent plus ou moins la vue, en fonction de leur nature et de leur densité. La couleur de la fumée peut changer selon qu'il s'agisse d'une fumée d'incendie, ou de la fournaise sortant d'un volcan :

⁴¹ Dont un des éléments chimiques constitutifs est le carbone ; ces composés peuvent être d'origine naturelle ou produits par synthèse.



Figure 21 – Photogramme de Interstellar, Christopher Nolan



Figure 22 – Photogramme de The Tree of Life, Terrence Malick

De plus, la fumée a un « effet de filtre » qui modifie la perception des couleurs, une flamme jaune paraissant rouge, ce qui perturbe la lecture du feu par les pompiers et potentiellement leur gestion de l'incendie. Le soleil vu au travers de la fumée paraîtra lui aussi rouge. Enfin, il va sans dire que les fumées sortant des usines sont nocives pour l'environnement, de même qu'un pot d'échappement sans filtre. Bien que, dans ce dernier cas, le filtre ne sert qu'à empêcher les particules solides de sortir, alors que les gaz toxiques s'évacuent, ce qui est tout aussi dangereux pour la planète :

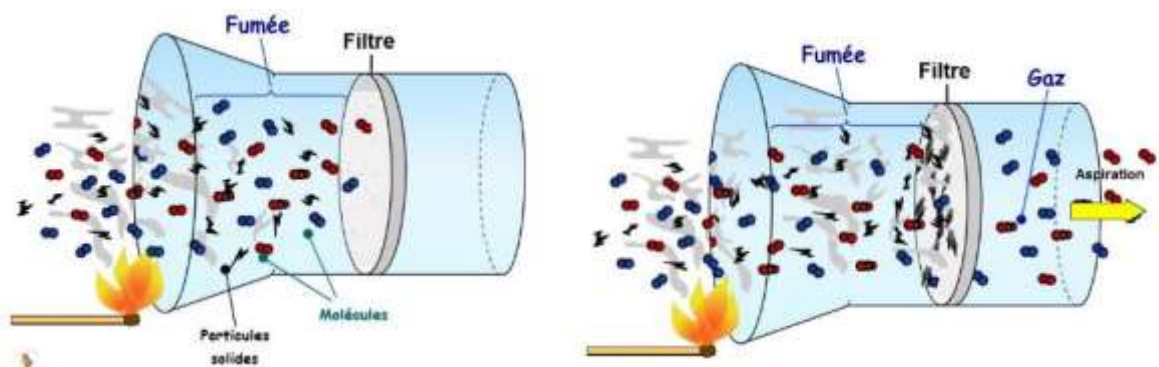


Figure 23 – Le rôle du filtre.

(Source : Alain Retière, <https://www.pedagogie.ac-nantes.fr/physique-chimie/numerique/animations-simulations/differencier-gaz-et-fumee-834974.kjsp?RH=1309459107744>)

Les fumées sont le plus souvent créées par des combustions, d'où le dicton « Il n'y a pas de fumée sans feu ». Pour qu'une combustion se produise, il faut réunir trois éléments habituellement surnommés « le triangle du feu », à savoir un combustible, un comburant et une énergie d'activation.⁴²

⁴² CARTAULT, Jean-Luc, CLAIR, Benoit, KAPP, David, « INCENDIES » [en ligne], *Encyclopædia Universalis*, consulté le 27 octobre 2020. <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/incendies/>

Les combustibles sont des corps capables de s'unir à l'oxygène et donc de brûler en présence des deux autres éléments du triangle, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux. La plupart des produits organiques comme le bois et les graisses sont des combustibles, de même que les hydrocarbures comme le gaz naturel du méthane et les paraffines solides. Dans le cas d'un feu de cheminée, le combustible est la bûche de bois et les brindilles.

Le comburant est ce qui s'associe à un combustible pour le faire brûler. Il s'agit généralement de l'oxygène de l'air. Pour que l'air soit un comburant efficace pour les combustibles courants, il faut qu'il contienne au moins 15% d'oxygène ; en général, la proportion tourne aux alentours de 21%. À part l'oxygène, il peut y avoir des halogènes (fluor, chlore, brome, iode), de l'ozone, des acides très oxygénés (acides nitriques et perchlorique).⁴³ Dans le cas de notre feu de cheminée, c'est tout simplement l'oxygène de l'air qui fournit le comburant.

Enfin, l'énergie d'activation est indispensable pour déclencher la combustion. Cet apport d'énergie peut provenir d'une flamme, une étincelle, une source de chaleur, une pression... C'est la quantité de chaleur dégagée par cet apport qui est à l'origine de la combustion, sachant que la chaleur n'est qu'une manifestation de l'énergie, d'où le terme « énergie d'activation ». Pour notre feu de cheminée, l'énergie d'activation sera généralement une flamme.

De manière générale, et en particulier dans la littérature, le terme de fumée est souvent employé à tort pour désigner des phénomènes plutôt liés à la condensation ou même aux brouillards. La fumée serait, par extension, une « *vapeur, brouillard qu'exhale un corps humide plus chaud que l'air ambiant* », ainsi que l'écrit Flaubert dans son poème *La Tentation de saint Antoine* : « *Il s'élève du lac des fumées légères, s'allongeant comme des gazes dans la transparence du crépuscule*⁴⁴ ». Ces « fumées légères » sont en fait un brouillard d'évaporation, vu au chapitre précédent. Il en va de même pour les différentes « fumées » provoquées par un café tout juste servi, une pizza sortant du four, etc.

Une autre approximation concerne la « *vapeur produite par la respiration ou la transpiration* », tel que l'écrit Maupassant : « *la fumée blanche que faisait l'haleine de nos chiens*⁴⁵ », ou encore Gautier : « *Le souffle vital avait abandonné à jamais cette frêle argile,*

⁴³ LUCQUIN, Michel, « COMBUSTION » [en ligne], *Encyclopædia Universalis*, consulté le 27 octobre 2020. <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/combustion/>

⁴⁴ FLAUBERT, Gustave, *La Tentation de saint Antoine*, 1869, p. 382, cité par le CNRTL dans « Lexicographie : Fumée » [en ligne], <https://www.cnrtl.fr/definition/fum%C3%A9e>

⁴⁵ MAUPASSANT, Guy de, *Contes et nouvelles*, tome 1, Amour, 1886, p. 739, cité par le CNRTL, *Ibid.*

*car la moindre respiration eût produit une fumée visible dans cet air froid*⁴⁶ ». Dans ces deux citations, il s'agit encore une fois du phénomène de condensation, et non d'une véritable fumée au sens physique du terme. La fumée peut aussi décrire les « *vapeurs qui sont supposées monter au cerveau sous l'effet de l'alcool, brouillant ainsi les idées*⁴⁷ » et donnant une sensation brumeuse. Il s'agit ici du sens figuratif.

Ainsi le terme « fumée » est largement employé au-delà de sa définition purement physique. Les auteurs et artistes l'emploient comme synonyme ou à des fins poétiques, tandis que dans la langue courante, ce terme permet une certaine simplification, puisqu'il est plus directement compréhensible que « condensation ». Le terme « vapeur » est également beaucoup employé, de manière relativement synonyme.

B. Emplois de la fumée et machines à fumée

La fumée peut avoir plusieurs utilisations, notamment à des fins militaires. Les fumigènes sont des systèmes qui génèrent des fumées épaisses, destinées généralement à dissimuler les mouvements de troupes, d'unités navales⁴⁸... Ils sont également employés pour effectuer un balisage visible de jour depuis le ciel, pour marquer la zone d'atterrissage d'un hélicoptère par exemple. Les fumigènes peuvent aussi être utilisés à des fins récréatives, tels que les fumigènes colorés dans les matchs de foot ; les pétards appartiennent aussi à cette catégorie.

A des fins festives, évènementielles ou artistiques, des machines à fumée peuvent être utilisées dans les boîtes de nuit, les concerts de musique, les pièces de théâtre et d'opéra, ou encore les spectacles, afin de créer une ambiance ou des effets lumineux. La fumée est également beaucoup utilisée au cinéma.⁴⁹ Dans ce cas, il s'agit de fumées considérées comme non-toxiques pour la sécurité de tous. D'ailleurs, bien qu'elles s'appellent des

⁴⁶ GAUTIER, Théophile, *Le Capitaine Fracasse*, 1863, p. 147, cité par le CNRTL, *Ibid.*

⁴⁷ CNRTL, « Lexicographie : Fumée » [en ligne], *Ibid.*

⁴⁸ ROBERT, Paul, « Fumigène », *Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Paris, Société du Nouveau Littre, 1979, p. 837.

⁴⁹ Voir les entretiens avec Jean-Christophe Magnaud (Annexe 9), Philippe Hubin (Annexe 8) et Benoît Herlin (Annexe 7) pour plus de détails sur les machines.

« machines à fumée », ces machines ne génèrent pas de véritables fumées mais des microgouttelettes d'huile minérale ou d'eau en suspension dans l'air. Ces machines se rapprochent donc physiquement plus des brumes et brouillards que d'une véritable fumée au sens physique du terme.

Dans la nature, un brouillard se forme par condensation, soit par une différence de température, soit par une différence de pression. Pour créer cela artificiellement, deux techniques sont principalement employées : chauffer une huile minérale jusqu'à avant le point feu⁵⁰ ou la compresser, afin qu'elle se disloque en milliards de gouttelettes.

Il existe plusieurs types de machines et de techniques, dont les premières sont les machines à fumée électriques. Il en existe trois sortes : les machines à évaporation, avec un corps de chauffe et donc *a priori* un temps de chauffe à gérer avant le PAT⁵¹ (par exemple les Viper qui font de grosses volutes de fumée) ; les machines à compression à froid⁵², sans corps de chauffe donc sans temps de chauffe (par exemple la DF-50, « la » machine des chefs opérateurs) ; et enfin les machines qui combinent les deux techniques, comme la MDG Atmosphérique qui chauffe l'huile avant de la compresser avec du CO₂. Cette dernière est moins facile à utiliser que les autres car sa manipulation nécessite un personnel qualifié et des bouteilles de CO₂, mais le rendu est splendide d'après Philippe Hubin et Jean-Christophe Magnaud.

Une distinction peut être faite entre « machines à fumée » et « machines à brouillard ». Les « machines à brouillard » diffusent une fumée fine utilisée pour marquer les rayons lumineux et créer une diffusion plus ou moins prononcée. Elles sont principalement utilisées en intérieur. Le modèle le plus connu est la Crack-Oil DF-50, mais il en existe beaucoup d'autres, telles que l'Antari HZ-500 qu'utilise Benoît Herlin, l'Unique de la marque Look, ou encore la MDG Atmosphérique.

Les « machines à fumée » créent plutôt des grosses volutes de fumée épaisse, qu'il est possible de « casser » avec un ventilateur en sortie de machine. Le résultat peut s'approcher de l'effet obtenu avec les machines à brouillard (celles-ci étant souvent couplées

⁵⁰ Le point feu est l'instant où un corps prend feu.

⁵¹ PAT : Prêt A Tourner.

⁵² Jean-Christophe Magnaud parle notamment de « micro-nébulisation ». A vrai dire, les appellations diffèrent parfois d'une personne à l'autre. J'ai par exemple employé le terme « machine à évaporation » car les manuels d'utilisation parlent d'un évaporateur en français et de « *vaporization* » en anglais, mais le terme n'est pas souvent revenu lors de mes rencontres.

avec un ventilateur également). Les machines à fumée peuvent être utilisées en intérieur ou en extérieur selon les modèles, bien qu'il faille les alimenter en électricité et avoir recours au besoin à un groupe électrogène. La machine à fumée classique est la Viper NT (1 buse) ou la Viper 2.6 (2 buses de sortie, plus puissante) de la marque Look. Elles sont de taille moyenne ; il existe des machines toutes petites sur batterie comme les Tiny pocket, la Power Tiny un peu plus grosse, ainsi que les énormes comme la ROADY de JEM qui pèse une centaine de kilogrammes.

Toutes ces machines électriques utilisent de l'huile minérale miscible à l'eau déminéralisée. Plus la proportion d'eau est grande, plus la fumée est légère. Il est conseillé d'utiliser pour chaque machine le produit recommandé par le fabricant car il est spécifiquement conçu pour elle, sous peine de dommages. Il existe également des « générateurs de vapeur » à base d'eau pour faire des effets de bouches d'égout par exemple, mais ils sont moins utilisés car l'humidité qu'ils produisent peut endommager le matériel. Des machines à compression à eau sont aussi employées dans les parcs d'attraction et les magasins alimentaires, mais pas trop au cinéma car leur installation, fixe et importante, ainsi que l'humidité qu'elles produisent ne sont pas très compatibles avec l'activité cinématographique.

L'autre type principal de machines sont les machines thermiques issues de l'industrie (aéronautique, chimique, forestière, agroalimentaire et du génie climatique, etc.) et adaptées spécialement pour le cinéma. Elles ont le même principe de fonctionnement que les machines électriques, à ceci près qu'elles utilisent des huiles minérales miscibles à l'essence désaromatisée, et qu'elles sont alimentées non pas en électricité mais par du gaz ou de l'essence. Cela les rend complètement autonomes et très pratiques pour des tournages en extérieur.

Pour un effet modéré à gros, on utilisera par exemple une ou plusieurs Artem, machine portable constituée d'une cartouche d'huile minérale et d'une cartouche de gaz, dont l'émission peut atteindre 15 minutes en continu par cartouche. Elle est beaucoup employée autant par les accessoiristes que par les SFX. Pour un très gros effet, on préférera par exemple une MOTAN SN101, qui une fois remplie pèse une centaine de kilogrammes. Couplée avec un ventilateur du type « hélice d'avion », elle peut recouvrir la surface d'un lac, comme dans le film *Les Enfants du marais* de Jean Becker, ou enfumer entièrement une vallée comme dans le film *The Last Duel* de Ridley Scott :



*Figure 24 - Photographies de plateau de Les Enfants du marais, Jean Becker⁵³
Les machines à fumée de type Motan se devinent en arrière-plan (en haut). Le résultat obtenu après
enfumage du marais (en bas).*

⁵³ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.



Figure 25 - Photographies de plateau de *The Last Duel*, de Ridley Scott⁵⁴
 Les machines et ventilateurs sont utilisées (en haut) pour créer le résultat (en bas).

Sur ce dernier film a été également utilisé des « chaussettes » : ce sont de grandes gaines en plastique percées tous les vingt, trente ou quarante centimètres sur une longueur de vingt, cent, quatre cents mètres ou plus. Elles sont gonflées avec un ventilateur, puis on injecte de la fumée dedans, qui sort par les trous, et on obtient ainsi un rideau de fumée.

Des ventilateurs sont également utilisés pour casser les volutes et avoir un brouillard plus diffus, pour orienter la fumée ou pour dégager la fumée et la chaleur du plateau quand il y en a trop. Leur taille varie du tout petit pour diriger la fumée d'un café, aux grosses « hélices d'avion » et d'autres encore plus gros, en passant par ceux de trente-cinquante centimètres pour casser la fumée d'une Viper, par exemple.

⁵⁴ Cf Entretien avec Jean-Christophe Magnaud en Annexe 9.

Un autre type de fumée est utilisée au cinéma : la fumée lourde. C'est une fumée refroidie qui reste au sol⁵⁵. Elle peut être produite par de la carboglace (aussi appelée glace carbonique ou *dry ice* en anglais) : lorsqu'on plonge dans l'eau du CO₂ congelé à -87°C sous forme de glaçon, cela crée une fumée blanche compacte par sublimation et qui reste au sol. Elle est toxique, voire mortelle, car il s'agit uniquement de CO₂, il n'y a pas d'oxygène dedans, il est donc impossible d'y respirer. L'effet marche d'autant mieux avec de l'eau chaude. L'utilisation de machines électriques de type « peasouper » est extrêmement pratique car elles chauffent l'eau (comme une grosse bouilloire) et la gardent chaude. La carboglace est placée dans un panier qui est immergé et déclenche ainsi l'effet. La carboglace est très belle, mais elle est onéreuse et ne se conserve pas bien, ce qui la rend parfois compliquée à l'usage.

La fumée lourde peut aussi être produite à partir d'un liquide d'huile minérale comme les machines à fumée classiques, mais la fumée est refroidie afin de rester au sol, comme pour la Glaciator X-Stream de JEM⁵⁶. Dans ce cas, la fumée se réchauffe plus vite et finit par remonter, contrairement à la carboglace qui reste au sol. Certaines de ces machines à fumée lourde à huile refroidissent la fumée dans des chambres à CO₂, mais cela nécessite des bouteilles de CO₂ lourdes et encombrantes.⁵⁷ La fumée produite est moins blanche que la carboglace mais elle est plus « réaliste ».

A priori seules les machines avec les bouteilles de CO₂ sont utilisables en extérieur, bien que soumises au vent. Les autres machines et la carboglace, quant à elles, ne rendent pas très bien en extérieur.

Enfin, d'autres techniques existent pour créer des effets de fumée. Nous n'en citerons que quelques unes : les fumigènes à base de poudre, colorée ou non ; le foin mouillé brûlé ; le papier d'Arménie ; l'encens brûlé en bâtonnet pour des petites volutes, ou associé avec du charbon ardent dans un « *beesmaker* » (utilisé en apiculture) et dans des grandes coupelles pour avoir une fumée diffuse. Pour avoir des petits effets de fumée comme un café qui fume, on utilise le papier à fumée et les tablettes à fumée qui sont aussi brûlés, ou encore l'« effetto vapore » (réaction chimique de deux produits liquides) et les ampoules doubles (réaction

⁵⁵ Pour rappel, l'air froid est plus lourd que l'air chaud.

⁵⁶ Cf. Entretien avec Jean-Christophe Magnaud en Annexe 9.

⁵⁷ A noter que le CO₂ n'entre pas dans la composition de la fumée ainsi créée.

chimique de deux produits solides).⁵⁸ Dans la majorité des cas ces techniques produisent de la vraie fumée, contrairement aux machines. Il existe également des « machines à poussière ».

La création de fumée est délicate et coûteuse. A l'extérieur elle dépend beaucoup des conditions climatiques : s'il fait trop chaud ou trop froid, les effets fonctionnent mal, et s'il y a du vent, la fumée est dispersée ou envoyée sur le plateau par bourrasques. C'est pourquoi on place les machines toujours dans le sens du vent, plus ou moins loin du plateau (parfois à plus d'un kilomètre). Au besoin, on met plusieurs machines autour du plateau, de telle sorte que si le vent change de sens, il y aura toujours une machine dans le sens du vent. Dans d'autres cas, il peut être nécessaire de contenir la fumée, avec des bâches ou autres, pour qu'elle ne s'échappe pas. En intérieur, il faut impérativement savoir où se trouvent les flux d'aération et surveiller les ouvertures de portes afin d'éviter les courants d'air et que la fumée ne s'échappe. Il faut également gérer : le temps de chauffe des machines (vingt minutes environ selon les machines) et le temps de remplissage du plateau avant le PAT ; le bruit des machines, des ventilateurs et des groupes électrogènes ; et les dangers liés au brouillard comme l'inhalation des huiles minérales, l'impression d'oppression, la panique et le danger de chute du fait de ne rien voir dans un brouillard dense.

Au vu de la complexité de la création et de la gestion de la fumée tout au long du tournage, il est recommandé d'avoir une équipe, ou tout au moins une personne, qualifiée et expérimentée, dédiée à la fumée. Cela peut vite devenir onéreux car il faut une personne par machine, beaucoup d'énergie pour les alimenter et des litres de produits. En général les petits effets sont gérés par les accessoiristes et les gros par les SFX, du moins en France.

A cela se rajoute la gestion des autorisations spéciales pour les lieux « sensibles » (monuments historiques, forêts, etc.) à cause des dépôts huileux provenant des gouttelettes lors d'une utilisation prolongée, ainsi que pour désactiver les alarmes incendie, qui nécessite parfois la venue de pompiers pour surveiller les lieux en cas d'un éventuel réel départ de feu.

⁵⁸ Cf. Entretien avec Benoît Herlin en Annexe 7.

C. Le smog, un mélange de fumée et de brouillard

Nous avons vu que la fumée et le brouillard sont physiquement bien distincts l'un de l'autre. Il existe un phénomène particulier qui les regroupe tous les deux, appelé « smog », mot anglais contractant *smoke* (fumée) et *fog* (brouillard). Le *smog* est ainsi un mélange épais constitué des gouttelettes d'eau du brouillard et des particules solides de la fumée. Il se forme principalement dans les zones urbaines et industrielles, où les rejets de fumées et polluants divers sont importants à cause du chauffage, du trafic routier et des industries. Si en plus de cela, la zone est souvent humide et donc sujette aux brouillards, un *smog* est fortement susceptible d'apparaître.

Les particules polluantes représentent d'excellents noyaux de condensation, surtout les oxydes de soufre ou d'azote résultant de combustions, d'autant plus efficaces qu'ils sont très hydrophiles. La présence de ces particules polluantes dans l'air renforce ainsi la probabilité de formation d'un brouillard, qui se combinera alors avec le reste des fumées pour créer le fameux *smog*.

En général, le *smog* se forme lors d'une inversion thermique, qui crée un véritable couvercle thermique. En temps normal, les masses d'air chaudes à proximité du sol s'élèvent en altitude, du fait de leur légèreté en regard des masses d'air froides, et emportent les particules et la pollution avec elles. Dans le cas d'une inversion thermique, les masses d'air proches du sol sont plus froides que celles plus en altitude, et elles ne peuvent plus s'élever. Elles se retrouvent bloquées sous la couche d'air chaud, qui agit comme un couvercle emprisonnant les polluants, les brouillards, et le *smog* en-dessous.

La couche d'inversion peut se situer à diverses altitudes, allant jusqu'à 1500 mètres. Elle peut être très basse : le 6 décembre 2016 à Paris, il faisait 2°C au pied de la tour Eiffel contre 8°C à son sommet, soit 324 mètres plus haut. Dans ce cas, la couche d'inversion se situait à 100 mètres au-dessus du sol.⁵⁹ Ne pouvant s'échapper, la pollution s'accumule et le taux de pollution empire drastiquement, pouvant aller jusqu'à créer un « voile de pollution », ou carrément en arriver au *smog* si les conditions sont réunies. Ce phénomène d'inversion thermique est souvent amplifié par un anticyclone, ou un sol glacé ou enneigé.

⁵⁹ BRETEAU, Pierre, « Météo et pollution : qu'est-ce que l'inversion thermique ? » [en ligne], in *Le Monde*, 28 février 2019. https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2019/02/28/meteo-et-pollution-qu-est-ce-que-l-inversion-thermique-qui-plaque-la-pollution-au-sol_5429330_4355770.html

En plus de réduire la visibilité, le *smog* s'avère toxique en raison des polluants et fumées qui s'intègrent dans le brouillard. Il est nocif à la fois pour la santé et l'environnement, et peut être très meurtrier, surtout pour les personnes ayant une fragilité de l'appareil respiratoire.

Les épisodes les plus marquants sont ceux de Londres, dont le nom est systématiquement rattaché au *smog*. En décembre 1952, le *Killer fog* (ou *Big smoke*) a tué plus de 12 000 personnes à Londres, selon une évaluation rétrospective publiée en 2004⁶⁰. La cause principale était attribuée à la combustion du charbon, utilisé pour le chauffage et les industries. Dix ans plus tard, en décembre 1962, un nouveau *smog* de 150 mètres d'épaisseur envahit Londres : on dénombre 106 morts, et des milliers d'autres sont hospitalisés. Il y a malheureusement des exemples à de nombreux autres endroits, comme en Belgique en 1930. Dans la vallée de la Meuse, près de Liège, un *smog* s'est créé à la faveur d'une situation anticyclonique, une forte inversion thermique et un brouillard, qui se sont maintenus pendant 5 jours. 63 décès étaient répertoriés (contre 6 en période normale) et plusieurs centaines de malades ont été attribués à cet événement.⁶¹

De nos jours, on en trouve encore dans plusieurs grandes villes du globe, notamment les villes chinoises très polluées, victimes de pic de pollution et de *smogs* dantesques. La situation se retrouve aussi en Californie aux États-Unis, où les brouillards sont fréquents, surtout en été : près de la côte, le brouillard se combine aux pollutions et poussières des grandes villes comme San Francisco ou Los Angeles pour donner un brouillard de pollution.⁶² Au Japon, la ville de Tôkyô bénéficie d'un nombre de jours anticyclonique assez élevé, et l'on ne dénombre pas moins de 60 jours de *smog* par an en 1989.⁶³ L'air devient alors difficilement respirable, à cause de la forte teneur en acide sulfurique.

En effet, le dioxyde de soufre (SO₂) émis par l'activité humaine se combine chimiquement aux gouttelettes d'eau (H₂O) du brouillard pour se transformer en acide

⁶⁰ Avant cette évaluation rétrospective, le nombre montait à 4000. Voir CHALON, Jean-Pierre, « BROUILLARDS » [en ligne], *Encyclopædia Universalis*, *op. cit.*

⁶¹ FONTAN, Jacques, « Les pollutions de l'air » [en ligne], *Encyclopédie de l'Environnement*, 28 avril 2020. <https://www.encyclopedie-environnement.org/air/les-pollutions-de-lair/>

⁶² BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline, LEFORT, Catherine, « États-Unis – Géographie », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 8, Paris, 1989, p. 851-867.

⁶³ DELVERT, Jean, PEZEU-MASSABUAU, Jacques, « Tôkyô : la ville et la vie urbaine », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 22, Paris, 1989, p. 711-712.

sulfurique (SO₄H₂). Le *smog* est ainsi « souvent responsable de "retombées humides acides", fort préjudiciable à la végétation, en particulier aux forêts européennes⁶⁴ ».

Heureusement, la fréquence du brouillard de pollution a tout de même nettement diminué, à Londres et en Europe notamment.

D. Les brumes sèches

Les brumes sèches représentent un cas très particulier. Comme la fumée, il s'agit d'un lithométéore composé, pour rappel, de « *particules solides autre que la glace, principalement poussière ou résidus de combustion, en suspension dans l'air ou soulevées par le vent*⁶⁵ ». Si la fumée appartenait plutôt au second type de lithométéore avec ses résidus de combustion, la brume sèche relève plutôt du premier type, composé de poussières ou de sable la plupart du temps.

Son nom de « brume » est trompeur, car il n'y a pas de gouttelettes d'eau dedans. La réduction de la visibilité n'est donc pas liée à la condensation de la vapeur d'eau en microgouttelettes, mais à la présence de particules solides en suspension dans l'atmosphère, telles que poussières, sable, cendres, argiles, limons, éléments organiques (pollens, débris végétaux) ... Cette « brume » est ainsi qualifiée de « sèche » lorsque l'humidité est inférieure à 60%.⁶⁶ Physiquement parlant, la brume sèche se rapproche donc plutôt de la fumée ; mais visuellement parlant, elle est plus proche de la brume et du brouillard, pouvant occasionner une très forte réduction de la visibilité (de 100 m à 5 km), de manière souvent plus importante que la brume aqueuse.

La brume sèche est créée à la suite d'un soulèvement de ces particules solides par le vent. Le vent agit également comme un redoutable agent d'érosion, arrachant des sédiments ou particules au sol, qu'il peut ensuite véhiculer localement ou sur des milliers de kilomètres. En fonction de l'ampleur du phénomène, on différenciera les phénomènes locaux (que nous

⁶⁴ PÉRARD, Jocelyne, HERNANDEZ, Karine, HOUNDENOU, Constant, « Brumes et brouillards au Bénin : météorologie et perception paysanne », in *Brouillard, brumes et nuées*, op.cit., p. 57.

⁶⁵ VIAULT, André, « Météores », in *Encyclopaedia Universalis*, op. cit., p. 197.

⁶⁶ Météo-France, « Phénomène météo : Le brouillard » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard>

abordons ci-dessous) des phénomènes régionaux (nuages de sable et de poussières). Ces nuages peuvent parcourir de très longues distances, comme en juin 2020, où un énorme nuage de sable en provenance du Sahara envahissait les Caraïbes, de l'autre côté de l'Atlantique. Un tel phénomène est cependant rare, il s'agissait ici du plus gros nuage de sable depuis des dizaines d'années.



Figure 26 – Photo satellite d'un nuage de sable au-dessus de la Mer Rouge, l'Égypte et l'Arabie Saoudite en janvier 2005.

(Source : Jacques Desclotres, MODIS Rapid Response, NASA.

<https://visibleearth.nasa.gov/images/72897/dust-storm-across-the-red-sea/728981>)



Figure 27 – Photo satellite d'un nuage de sable provenant du Sahara, photographié au-dessus de l'océan Atlantique en novembre 1998.

(Source : SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center, and ORBIMAGE.

<https://visibleearth.nasa.gov/images/52721/sahara-dust-plume>)

Au niveau local, nous pouvons distinguer plusieurs types de brume sèche, principalement en fonction de leur composition et de la force du vent présent au moment de l'observation : brume sèche ou brume de sable, tourbillon de poussière ou de sable, chasse-poussière ou chasse-sable, tempête de poussière ou de sable. Tout comme les brouillards, il est cependant difficile de jauger de la catégorie d'un phénomène, d'autant que son identification est toujours liée à la compétence et à la subjectivité de l'observateur.

La **brume sèche** est une « *suspension dans l'atmosphère de particules sèches, extrêmement petites, invisibles à l'œil nu et suffisamment nombreuses pour donner à l'air un aspect opalescent*⁶⁷ ». Il n'y a pas de vent au moment de l'observation, et elle peut être composée de poussières, sable, sel, pollution... Dans sa forme la plus légère, elle crée un petit voile atmosphérique qui confère aux objets sombres une couleur bleuâtre, d'autant plus

⁶⁷ Organisation Météorologique Mondiale (OMM), « Brume sèche » [en ligne], *Atlas international des nuages*, édition 2017, <https://cloudatlas.wmo.int/fr/haze.html>

prononcée qu'ils sont lointains. Les lumières lointaines gagnent également un aspect jaunâtre ou rougeâtre, tel que le Soleil qui peut devenir rouge vu au travers. Si les particules sèches ont leur propre couleur, cela peut participer à cet effet coloré. Par exemple au Népal, proche du village de Kurintar situé à l'ouest de Katmandou, une brume sèche est présente due à la pollution et à des fumées de petits feux de camp qui ont stagnés pendant plusieurs jours en hiver dans la vallée. Les contours et détails des montagnes sont progressivement gommés au fur et à mesure de leur éloignement :



Figure 28 – Brume sèche à Kurintar (Darechok, Népal), le 10 janvier 2015 à 14h (heure locale).
(Source : Frank Le Blancq pour l'Organisation Météorologique Mondiale,
<https://cloudatlas.wmo.int/fr/haze.html>)

La **brume de sable** est composée, comme son nom l'indique, principalement de petites particules de sable, même si des poussières sont également souvent présentes. Elle résulte d'un soulèvement de ces particules solides du sol en altitude par le vent, généralement lors d'une tempête de sable. Cette tempête peut s'être produite sur le lieu d'observation – dans ce cas la brume de sable apparaît quand la tempête se calme – ou alors se produire beaucoup plus loin – les particules étant alors transportées par le vent jusqu'à l'endroit d'observation. Il n'y a pas ou peu de vent au point d'observation d'une brume de sable, afin que les particules puissent rester en suspension dans l'air, exactement comme dans le cas des brumes et brouillards aqueux :



Figure 29 - Brume de sable à l'aéroport de Doha (Qatar), le 23 mai 2012 à 9h (heure locale).
Visibilité réduite à environ 1200m.
(Source : Imre Dér, pour l'Organisation Météorologique Mondiale,
<https://cloudatlas.wmo.int/fr/dust-haze.html>)

Les **tourbillons de poussière ou de sable** représentent un « ensemble de poussière ou de sable soulevé du sol sous forme d'une colonne tourbillonnante de hauteur variable et de faible diamètre, à axe sensiblement vertical⁶⁸ ». Ces tourbillons, aussi appelés *dust devil* en anglais, se forment par temps clair, ensoleillé et sec, avec un vent faible, quand une parcelle d'air entre en rotation. Ils sont souvent de petites dimensions, voire très petite (quelques centimètres), mais peuvent également atteindre une dizaine de mètres de diamètre. Ils sont fréquents et peuvent se présenter dans toutes les régions de France et du monde.

Un surprenant tourbillon de sable est par exemple apparu au château de Versailles le 17 juillet 2017. Pour Laurent Perron, directeur adjoint de Météo-France sur la région, ce tourbillon « devait tourner à 50 km/h, faire quelques mètres de diamètre pour une dizaine de mètres de haut. Ce genre de phénomène dure au maximum 5 minutes.⁶⁹ »

⁶⁸ VIAUT, André, « Météores », in *Encyclopaedia Universalis*, op.cit, p. 197.

⁶⁹ PEDROLA, Théophile, « L'impressionnant tourbillon de sable dans le parc du Château de Versailles » [en ligne], *Le Parisien*, 18 juillet 2017, <https://www.leparisien.fr/yvelines-78/versailles-78000/versailles-un-tourbillon-de-sable-dans-le-parc-du-chateau-18-07-2017-7142112.php>



Figure 30 - Tourbillon de sable à Versailles, le 17 juillet 2017.

(Source : capture d'écran de BFMTV, <https://www.leparisien.fr/yvelines-78/versailles-78000/versailles-un-tourbillon-de-sable-dans-le-parc-du-chateau-18-07-2017-7142112.php>)

La **chasse-poussière** et la **chasse-sable** sont des phénomènes à la fois horizontaux et verticaux, faisant intervenir un vent fort et turbulent, qui soulève les particules solides de poussière ou de sable sur des hauteurs faibles à modérées. En fonction de la hauteur, la chasse-poussière ou chasse-sable sera qualifiée de basse ou élevée. La limite se situe au niveau de l'œil de l'observateur, défini à 1,80m du sol. En-dessous, la chasse sera basse et ne changera pas grand-chose à la visibilité ; au-dessus, la chasse sera élevée et pourra oblitérer le champ de vision. Les chasses-sable ou chasses-poussière peuvent provoquer, à la retombée du vent, une situation de brume sèche – la brume de sable, elle, semble plutôt provoquée par les tempêtes de sable.

Les **tempêtes de poussière et de sable** se produisent quand un vent très fort et turbulent soulève les particules solides sur de très grandes hauteurs. Elles ne se forment généralement qu'avec des vents atteignant des vitesses supérieures à 6 m/s, soit environ 22 km/h.⁷⁰ Elles sont dites « tempêtes de sable » lorsqu'elles contiennent principalement du sable ; elles sont notamment observées dans les déserts, tel que celui du Sahara. La partie frontale de ces tempêtes peut prendre l'aspect d'une gigantesque muraille, dite « mur ».

⁷⁰ NOUACEUR, Zeineddine, « Brume sèche, brume de poussière, chasses-sable et tempête de sable » [en ligne], *Noroi : environnement, aménagement, société*, Presses universitaires de Rennes, n°191, février 2004, p. 121-128. <https://journals.openedition.org/noroi/1188#tocto1n1>

Un phénomène proche de ces tempêtes de sable est connu sous le nom de « haboob », signifiant « vent fort » en arabe. Quand un orage s’abat et que les pluies commencent à tomber, des masses d’air descendantes atteignent le sol et créent des rouleaux de vents qui soulèvent le sable ou la poussière, formant ainsi un impressionnant mur de particules qui précède et masque souvent les cumulo-nimbus orageux. Ces *haboobs* peuvent faire plusieurs dizaines de kilomètres de large sur deux de haut, et se déplacer à des vitesses allant de 30 à 100 km/h. Ils ne durent généralement pas plus d’une ou deux heures, et sont observés dans les régions arides ou semi-arides, au Sahara, dans la péninsule Arabique, en Irak, mais aussi en Arizona. Le photographe Jason Ferguson a ainsi photographié un impressionnant *haboob* recouvrant la ville de Phoenix, en Arizona aux États-Unis, en août 2018 :



Figure 31 - Un haboob en Arizona, août 2018. Sur la deuxième photo, l’hélicoptère paraît minuscule à côté.
(Source : Jason Ferguson, <https://mymodernmet.com/arizona-dust-storm-news-helicopter/>)

Le phénomène y est relativement courant – une poignée de fois par an – pendant la saison des Moussons.⁷¹ Ce n'est pas sans rappeler divers films catastrophes tels que *Dans la brume*, où une brume mortelle de plusieurs dizaines de mètres de haut emplit les rues parisiennes :



Figure 32 - Photogramme de *Dans la brume*, Daniel Roby

Le phénomène est beaucoup moins courant en Australie, où un *haboob* rouge est apparu au-dessus de l'océan Indien et s'est abattu sur la ville d'Onslow, sur la côte nord-ouest du pays, le 9 janvier 2013 :



Figure 33 – Un haboob en Australie, le 9 janvier 2013.

(Source : AFP / Brett Martin, https://www.lemonde.fr/sciences/article/2013/01/17/un-haboob-en-australie_1818680_1650684.html)

⁷¹ STEWART, Jessica, « Incredible Photos of Massive Dust Storm Taken From Fleeing News Helicopter » [en ligne], *My Modern MET*, 20 août 2018, <https://mymodernmet.com/arizona-dust-storm-news-helicopter/>

PARTIE 2 :

Interactions avec la lumière

Dans le brouillard, la fumée et les brumes sèches, on ne distingue souvent pas grand-chose de notre environnement. Cela est dû aux interactions de la lumière – principalement l’absorption et la diffusion – avec les particules en suspension dans l’air. Lorsqu’un faisceau lumineux traverse le brouillard ou la fumée, il rencontre une multitude de particules qui diffusent une grande partie de la lumière dans tous les sens, alors que le reste est absorbé. Cela provoque une réduction de la visibilité plus ou moins importante. Ayant déjà bien défini ces trois météores dans leurs natures, nous allons nous intéresser à leurs rapports à la lumière, en commençant par une définition de la lumière elle-même.

CHAPITRE 1

Nature de la lumière visible

La lumière est une onde périodique : un motif sinusoïdal est répété dans le temps et dans l'espace, de manière similaire aux vaguelettes créées dans l'eau lorsqu'on y jette un caillou. La distance qui sépare deux crêtes entre elles s'appelle la **longueur d'onde** λ (*prononcé « lambda »*), exprimée en mètres. La **fréquence** correspond au nombre de répétitions du motif en 1 seconde ; sur le schéma ci-dessous, la fréquence est de 3 hertz :

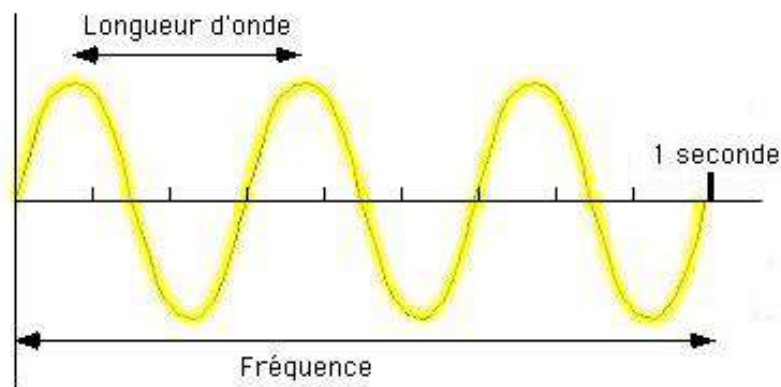


Figure 34 – Représentation d'une onde périodique, avec la longueur d'onde et la fréquence.
(Source : schéma modifié par nos soins, d'après l'original : <http://www.botanic06.com/site/onde.htm>)

La longueur d'onde λ et la fréquence ν (*prononcé « nu »*) sont liées par la formule : $\lambda = \frac{c}{\nu}$ faisant intervenir la célérité c , autrement dit la vitesse de la lumière. Cette vitesse dépend du milieu traversé par la lumière : dans le vide ou l'air, elle est d'environ 300 000 kilomètres par seconde, mais elle est moindre dans l'eau (226 000 km/s) ou le diamant (124 000 km/s)⁷². D'après la formule, plus la longueur d'onde est grande, plus la fréquence est faible.

⁷² Cette vitesse est exceptionnelle en regard de la technologie humaine, qui atteint seulement les 20 km/s pour une sonde spatiale. Données provenant du cours de photométrie de Paul Bydlowski (ENS Louis-Lumière).

La lumière visible fait partie des ondes dites électromagnétiques, qui sont composées d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Le spectre électromagnétique représente ces différents types d'ondes, classées par longueurs d'ondes croissantes :

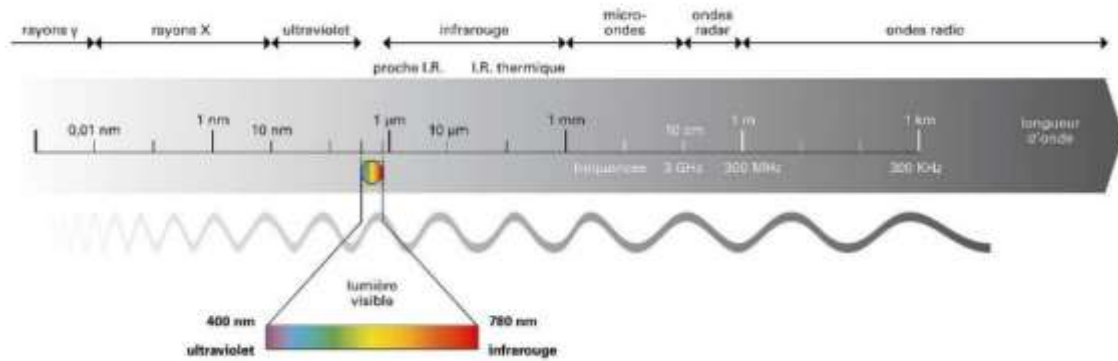


Figure 35 – Spectre des ondes électromagnétiques.

(Source : Encyclopaedia Universalis, <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lumiere/>)

Les plus courtes sont les rayons γ (*gamma*), et les plus longues sont les ondes radio. Le domaine de la lumière visible correspond à ce qui est perceptible par l'œil humain ; l'œil est en effet incapable de voir les autres types d'ondes. Ce domaine visible s'étend sur une toute petite partie du spectre, entre les ultraviolets et les infrarouges.

Le mélange de l'ensemble des longueurs d'ondes visibles, allant de 400 nanomètres (violet) à 780 nm (rouge), est perçu par l'œil comme de la lumière blanche, telle que celle du soleil. C'est une lumière dite polychromatique, au contraire des lumières monochromatiques comme les lasers (souvent de couleur rouge).

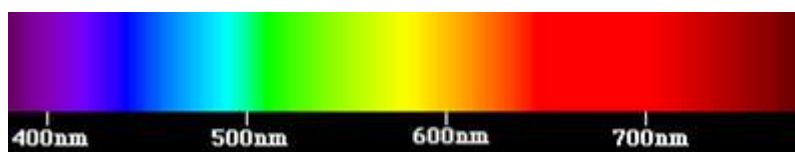


Figure 36 – Détail du spectre visible.

(Source : Encyclopédie de l'environnement, <https://www.encyclopedie-environnement.org/air/couleurs-ciel/>)

En plus de ce modèle ondulatoire, la lumière relève d'un modèle corpusculaire. Elle est en effet constituée de **photons**, des particules de masse nulle transportant un quantum d'énergie, fournissant une certaine quantité d'énergie lumineuse. La quantité d'énergie E (en Joule) transportée par chacun de ces petits grains d'énergie est liée à la fréquence de la lumière ν (Hz),

selon la formule : $E = h \times \nu$ où h est la constante de Planck⁷³. Donc plus la fréquence est grande (ou plus la longueur d'onde est petite, puisqu'inversement proportionnelle), plus l'énergie véhiculée est grande. Ainsi « *de façon très imagée, un "photon violet" ($\lambda = 400 \text{ nm}$) transporte deux fois plus d'énergie qu'un "photon rouge" ($\lambda = 800 \text{ nm}$)*⁷⁴ ».

Des échanges d'énergie s'effectuent entre le rayonnement solaire et l'atmosphère terrestre de façon discrète, par absorption ou émission de photons. C'est ce qui se passe lorsque les rayons du soleil réchauffent l'atmosphère et font disparaître un brouillard : l'énergie lumineuse serait en partie absorbée et transformée en énergie thermique.

Lorsque la lumière rencontre un matériau, elle peut être absorbée ou réfléchi, mais également transmise. Le flux lumineux incident est ainsi divisé en trois flux distincts, représentés sur le schéma ci-dessous. Le flux réfléchi représente la lumière qui est reflétée par le matériau, tandis que le flux transmis est ce qui passe au travers. Le flux absorbé est transformé en un autre type d'énergie par le matériau (thermique, électrique...).

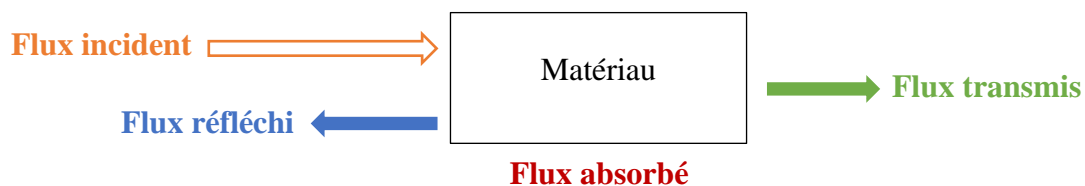


Figure 37 - Flux incident divisé en trois : flux réfléchi, flux absorbé et flux transmis.
(Source : reproduction par nos soins d'un schéma du cours de Paul Bydlowski, ENS Louis-Lumière)

On définit pour chaque matériau des **coefficients de réflexion R, d'absorption A et de transmission T**, sachant que $R + A + T = 1$. Par exemple, un mur de ciment ne transmet aucune lumière, mais en absorbe la moitié et en réfléchit l'autre moitié, soit les coefficients suivants : $R = 0,5$ $A = 0,5$ $T = 0$. Au contraire, une vitre transmet beaucoup de lumière et a donc un coefficient de transmission très élevé de $T = 0,8$; tandis que les flux réfléchi R et absorbé A ne représentent chacun que 0,1. La couleur entre aussi en compte : un objet blanc réfléchirait toute la lumière, quand un objet noir l'absorberait entièrement, d'où l'adage que le noir tiendrait plus chaud que le blanc en été. L'aspect de surface joue également : un mur blanc brillant réfléchit plus de lumière qu'un mur blanc mat ($R_{\text{brillant}} = 0,9$ contre $R_{\text{mat}} = 0,7$). Chaque

⁷³ $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$.

⁷⁴ MARTRENCHARD-BARRA, Séverine, « LUMIÈRE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 19 novembre 2020, <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lumiere/>

matériau a ainsi une répartition différente de ces flux, ce qui conditionnera son interaction avec la lumière incidente. Dans notre étude, nous nous intéresserons surtout à la réflexion et à la transmission.

Il existe trois types de réflexions, selon la manière dont un objet réfléchit la lumière. Une **réflexion spéculaire** renvoie la lumière dans une seule direction en suivant les lois de Snell-Descartes, comme sur une surface d'eau calme ou un miroir. En revanche, une surface mate – aussi appelée lambertienne – donnera une **réflexion diffuse** : la lumière est renvoyée dans toutes les directions de manière égale, en suivant les lois de Lambert, tel que sur une surface d'eau agitée. Une **réflexion mixte ou semi-diffuse** réfléchira une partie du flux incident dans une direction principale, mais en diffusera une autre partie dans les autres directions. Dans la réalité, beaucoup d'objets et de matériaux occasionnent une réflexion semi-diffuse.

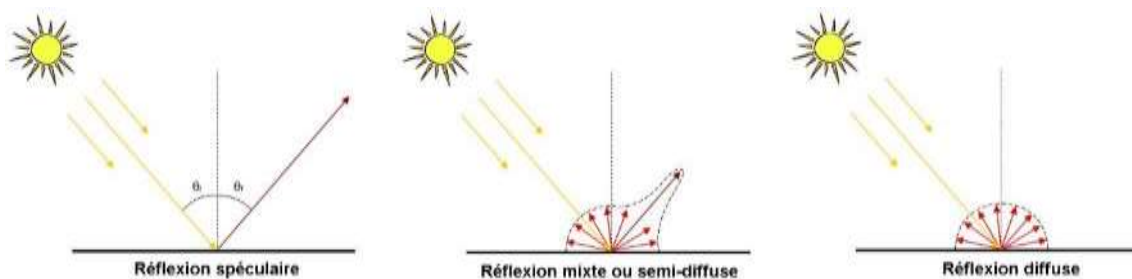


Figure 38 - Les trois types de réflexions.

(Source : schéma modifié par nos soins, d'après l'original : <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/rayonnement/2-rayonnement-matiere/2-3-reflexion.html>)

La lumière est un phénomène très complexe : elle est à la fois ondulatoire et corpusculaire, comme nous l'avons évoqué. Cette dualité onde-corpuscule occasionna un grand débat scientifique sur la nature de la lumière, entre le XVII^e et le XIX^e siècles, avec des partisans pour les deux modèles. De nos jours, les deux approches sont utilisées pour expliquer différents phénomènes.

L'optique géométrique est la plus ancienne des approches. Elle étudie « *la propagation de la lumière et la formation des images par les systèmes optiques en utilisant la notion de rayon lumineux ainsi que les lois de la réflexion et de la réfraction*⁷⁵ », dont les bases ont été posées dès l'Antiquité par Euclide. Cette approche permet surtout de parler de la réflexion (correspondant au flux réfléchi) et de la réfraction (correspondant au flux transmis).

⁷⁵ Cours d'optique géométrique de Paul Bydlowski, ENS Louis-Lumière.

Le principe de la **réflexion** est qu'un rayon lumineux émis par une source de lumière primaire (le soleil, une ampoule) « rebondit » sur un objet et parvient jusqu'à notre œil pour être perçu. C'est de cette manière que la lumière nous donne à voir les objets.⁷⁶ La loi qui régit le phénomène est connue depuis l'Antiquité, et a été popularisée par Descartes en 1625 : « *le rayon réfléchi est symétrique du rayon incident par rapport à la normale à la surface*⁷⁷ ». Elle peut être résumée par $I = R$, loi très souvent employée en prise de vues. Cette loi géométrique ne s'applique qu'à la réflexion spéculaire ; il faut faire appel à des modélisations plus complexes pour traiter des réflexions diffuse et semi-diffuse.

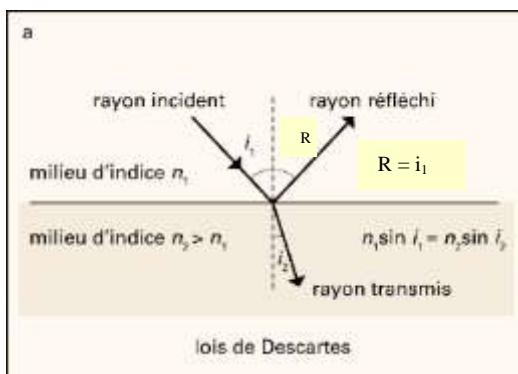


Figure 39 – Lois de la réflexion et de la réfraction.
(Source : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lumiere/>)

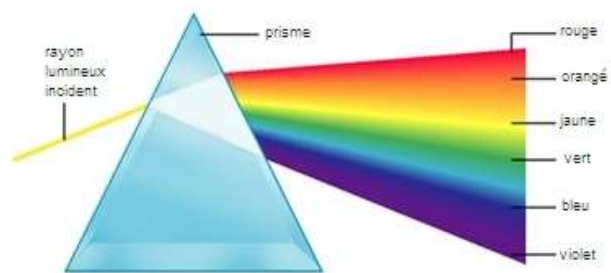


Figure 40 – Décomposition par réfraction de la lumière blanche par un prisme.
(Source : http://www.larousse.fr/encyclopedie/image/s/Décomposition_par_réfraction_de_la_lumière_blanche_dans_un_prisme/1003173)

La **réfraction** intervient lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu à un autre (air-eau, air-verre, verre-air, etc.) et subit une déviation. Chaque milieu a un indice de réfraction propre : de 1 dans le vide, il passe à 1,3 dans l'eau, 1,5 dans le verre, 2,4 dans le diamant... Plus la différence d'indice est conséquente, plus le rayon lumineux est dévié de sa trajectoire initiale, selon la loi de réfraction de Snell-Descartes : $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$, où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction des deux milieux considérés. L'indice de réfraction dépend également de la longueur d'onde de la lumière : le violet/bleu sera plus dévié que le rouge. Un exemple très connu de réfraction est la décomposition de la lumière blanche par un prisme, visible sur le schéma ci-dessus à droite, ou encore la formation des arcs-en-ciel au travers des gouttes d'eau de pluie.

⁷⁶ Plus précisément, c'est la réflexion diffuse ou semi-diffuse qui permet de voir un objet éclairé. La réflexion spéculaire permet seulement de voir une image de la source, mais pas de l'objet réfléchissant lui-même. Quand il y a un reflet spéculaire sur une voiture rouge, cette spéculaire sera de la couleur de la source (blanche, par exemple), et non pas de la couleur de la voiture.

⁷⁷ MARTRECHARD-BARRA, Séverine, « LUMIÈRE », *op. cit.*

L'optique ondulatoire, comme son nom l'indique, est plutôt rattachée à l'aspect ondulatoire de la lumière. Cette approche apparaît au XVII^e siècle, beaucoup plus tardivement que l'optique géométrique. Elle permet d'expliquer d'autres phénomènes : la diffraction, la diffusion et la polarisation. Dans le cadre de notre étude, nous allons uniquement aborder la diffusion – principalement à l'œuvre dans les brouillards –, les deux autres nous concernant peu.

Le phénomène de **diffusion** – appelé *light scattering* en anglais – se produit lorsque la lumière est renvoyée dans de multiples directions à la suite de la rencontre avec un obstacle. Cette diffusion peut se produire « dans un milieu transparent, comme l'air ou la glace, dont la composition est non uniforme⁷⁸ » ; autrement dit, le milieu comporte des molécules et particules qui absorbent puis réémettent les rayons lumineux dans toutes les directions. Ces molécules et particules sont appelées des **diffuseurs**, et peuvent être les molécules composant l'atmosphère (oxygène, azote), des gouttelettes d'eau, des poussières... Dans le vide, il ne peut donc pas y avoir de diffusion.

La nature de la diffusion dépend de plusieurs paramètres : la densité et la taille des objets diffuseurs, l'épaisseur de la couche atmosphérique ou de la matière à traverser, la longueur d'onde du rayonnement, ou encore la direction des rayons lumineux incidents. On distingue généralement trois types de diffusions : la diffusion de Rayleigh, la diffusion de Mie et la diffusion non-sélective, que nous allons détailler.

⁷⁸ MOREAU, René, SOMMERIA, Joël, « Diffusion, réflexion, réfraction et diffraction de la lumière » [en ligne], *Encyclopédie de l'environnement*, consulté le 18/11/2020. <https://www.encyclopedie-environnement.org/zoom/diffusion-reflexion-refraction-diffraction-lumiere/>

CHAPITRE 2

Différents types de diffusions

La diffusion permet d'expliquer plusieurs phénomènes tels que le bleu du ciel, le blanc/gris des nuages, la perte de visibilité dans les brumes et brouillards, le soleil apparaissant rouge au travers de la fumée, etc. La diffusion peut être classée en trois sous-catégories selon la taille des particules diffusantes. La diffusion de Rayleigh concerne les particules les plus petites, puis la diffusion de Mie prend le relais pour des particules plus grosses, et la diffusion non-sélective intervient pour des particules encore plus importantes.

Afin de bien se repérer dans les différents ordres de grandeur abordés, nous proposons l'échelle suivante, du plus grand au plus petit :

Mètre (m)	Millimètre (mm)	Micromètre (μm)	Nanomètre (nm)
10^0 m	10^{-3} m	10^{-6} m	10^{-9} m
1 m	1 mm = 0,001 m	1 μm = 0,000001 m	1 nm = 0,000000001 m

La **diffusion de Rayleigh**, du nom du physicien anglais Lord Rayleigh (1842-1919), est un cas particulier de la diffusion de Mie. Elle entre en jeu pour des particules très petites dont le diamètre est inférieur au dixième des longueurs d'onde λ de la lumière⁷⁹, soit des particules inférieures à 40 nm puisque $\lambda = 400\text{-}780 \text{ nm}$. Cela concerne principalement les molécules gazeuses de l'air (oxygène, azote, vapeur d'eau...), dont les diamètres sont même inférieurs à 1 nm, et de très fines poussières.

Cette diffusion est sélective, car plus la longueur d'onde est petite, plus la diffusion est importante, le violet/bleu étant jusqu'à 16 fois plus diffusé que le rouge⁸⁰. Cela explique le bleu

⁷⁹ MARTRENCHARD-BARRA, Séverine, « LUMIÈRE », *op. cit.*

⁸⁰ L'intensité du rayonnement diffusé est égal à $\frac{1}{\lambda^4}$. BELORIZKY, Elie, « Les couleurs du ciel » [en ligne], *Encyclopédie de l'environnement*, consulté le 18/11/2020. <https://www.encyclopedie-environnement.org/air/couleurs-ciel/>

du ciel pendant la journée : quand la lumière du soleil traverse l'atmosphère, les molécules gazeuses la composant diffusent le bleu dans toutes les directions, ce qui le rend visible.⁸¹ Sans atmosphère, le ciel serait noir, à l'instar du ciel observé depuis la lune.

Lors de couchers et levers de soleil, la lumière doit traverser une couche plus importante d'atmosphère, ce qui provoque une intensification de la diffusion de Rayleigh : « *toutes les couleurs à faibles longueurs d'onde disparaissent et la couleur du ciel et du soleil vire alors au rose, orange ou rouge*⁸² » explique Roland Mazurie, chef des centres Météo France de Montpellier et Nîmes. A noter que la pollution accentue ce phénomène et provoque de très beaux couchers de soleil – le seul avantage !

Le même processus peut se dérouler quand l'air est chargé de fumée, car les rayons du soleil doivent alors traverser une atmosphère où les particules sont beaucoup plus nombreuses. Les courtes longueurs d'onde peuvent alors disparaître, au profit des seules grandes longueurs d'onde orange-rouge. C'est ce qui s'est passé en Californie en septembre 2020, où plusieurs grandes villes – dont San Francisco – étaient baignées dans une lumière orange, faisant penser au film de science-fiction *Blade Runner 2049*. Cet impressionnant phénomène était dû à la diffusion de la lumière par la fumée des incendies qui ravageaient le nord de l'État, couplée au brouillard ambiant⁸³ :



Figure 41 - San Francisco baignant dans une lumière orange, le 9 septembre 2020, États-Unis.
(Source : Le Monde, images AFP/Reuters. https://www.lemonde.fr/planete/video/2020/09/10/video-san-francisco-plonge-dans-un-ciel-rouge-feu-a-cause-des-incendies-de-californie_6051670_3244.html)

⁸¹ Le violet est encore plus diffusé que le bleu, mais représente une frange moins importante du spectre visible donc il est moins présent. De plus, notre œil est plus sensible aux longueurs d'onde correspondant au bleu, donc nous voyons le ciel bleu et non violet.

⁸² Midi Libre, « Météo : pourquoi les ciels roses se multiplient en ce moment au lever et au coucher du soleil » [en ligne], 10/01/2020, <https://www.midilibre.fr/2020/01/08/meteo-pourquoi-les-ciels-roses-se-multiplient-en-ce-moment-au-lever-et-au-coucher-du-soleil,8648349.php>

⁸³ Cela fait également penser aux brumes ou tempêtes de sable qui colorent l'environnement, mais dans ce cas la couleur ambiante tient autant à la diffusion qu'à la couleur intrinsèque des particules solides de sable.



Figure 42 - Photogramme de Blade Runner 2049, Denis Villeneuve

D'une manière similaire, le soleil vu à travers la fumée nous apparaît rouge, car les courtes longueurs d'onde sont diffusées par la fumée et seul le rouge nous parvient – mais parfois, seul le soleil est rouge, et non tout le ciel. Le soleil et la lune sont même exceptionnellement apparus bleus fin septembre 1950 en Grande-Bretagne. La fumée d'un énorme feu de forêt au Canada avait été poussée dans la haute atmosphère jusqu'en Europe, et était tellement haute que la population ne pouvait ni la voir, ni la sentir. Sa composition était telle qu'elle induisait une diffusion plus importante des grandes longueurs d'onde (rouge et orange), au contraire des courtes longueurs d'onde (violet et bleu) qui parvenaient à l'œil de l'observateur.

La diffusion de Rayleigh est ainsi prédominante dans les couches supérieures de l'atmosphère, mais elle peut aussi expliquer la couleur bleue de la glace, où les molécules d'eau diffusent les courtes longueurs d'onde.

En revanche dans le cas des brouillards, la diffusion de Rayleigh serait négligeable d'après Éric Dumont en raison des gouttelettes trop grosses⁸⁴, bien que le professeur Jacques Fontan avance qu'elle puisse intervenir dans des brumes composées de particules très fines⁸⁵. Quand on parle de brouillard, on invoque plutôt la diffusion de Mie.

⁸⁴ DUMONT, Éric, *Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route*, *op.cit.*, p.28.

⁸⁵ FONTAN, Jacques, « Les pollutions de l'air » [en ligne], *op. cit.*

La **diffusion de Mie**, tirée du nom du physicien allemand Gustav Mie (1868-1957), concerne des particules diffusantes du même ordre de grandeur ou légèrement plus grandes que les longueurs d'onde de la lumière, telles que les microgouttelettes d'eau, les petits cristaux de glace et les aérosols comme les poussières, les fumées et les pollens. Les microgouttelettes constituant les brumes et brouillards en font partie, avec un diamètre moyen de 5 à 10 micromètres.

La diffusion de Mie affecte toutes les longueurs d'ondes, et non principalement le bleu comme dans la diffusion de Rayleigh. Le bleu reste légèrement plus diffusé que le reste, mais de manière beaucoup moins prononcée, donnant une couleur plutôt blanchâtre ou grisâtre, et parfois teintée de bleu. Ce type de diffusion se produit surtout dans les basses couches de l'atmosphère, où les grosses particules sont abondantes, donnant au ciel un aspect délavé voire grisâtre, comme nous pouvons le constater en cas de pollution.

La fumée de cigarette permet de bien comprendre la différence entre la diffusion de Rayleigh et la diffusion de Mie. Lorsque la fumée s'élève depuis la cigarette, elle se vêtit d'une teinte bleutée, reflétant alors la présence des très petites molécules et particules qui la composent et qui diffusent la lumière selon la diffusion de Rayleigh. En revanche, lorsque la fumée est inhalée puis expirée, elle devient plus blanche en raison du grossissement des particules suite à la condensation de la vapeur d'eau en sortie du système respiratoire. Cet effet blanchâtre relève quant à lui de la diffusion de Mie.

La diffusion de Mie donne également aux objets lointains un aspect laiteux ou bleuté, notamment dans le cas des voiles atmosphériques ou des brumes sèches :



Figure 43 – Baie d'Ha Long au Vietnam, le matin.
(Source : photo personnelle)



Figure 44 – Montagnes du parc national de Daisetsuzan au Japon. Photo de Michael Yamashita.
(Source : https://www.instagram.com/p/CPOM9ilBdTS/?utm_source=ig_web_copy_link)

Cette couleur est par exemple « *typique de la ligne bleue des Vosges au-dessus de forêts de résineux émettrices de pollens et de microbilles d'isoprène*⁸⁶ ».

Ce phénomène sera repris en peinture sous le terme de perspective atmosphérique, technique picturale qui reproduit une sensation de distance par le dégradé progressif des couleurs et l'adoucissement progressif des contours. Caspar David Friedrich en a usé dans plusieurs de ses œuvres, dont ces deux tableaux :



Figure 45 – La Mer de Glace, Caspar David Friedrich, 1824, huile sur toile, 96,7 x 126,9 cm, Kunsthalle de Hambourg.



Figure 46 – Le Voyageur contemplant une mer de nuages, Caspar David Friedrich, 1818, huile sur toile, 74,8 x 94,8 cm, Kunsthalle de Hambourg.

En revanche, ce côté bleuté ne semble pas s'appliquer aux brouillards, qui gardent un aspect blanchâtre ou grisâtre. Selon Éric Dumont, il n'y a aucune sélectivité chromatique du fait des particules d'eau de taille assez importantes pour être parfaitement diffusantes.⁸⁷ La diffusion de Mie intervient quand ces météores sont composés de gouttelettes relativement petites ; au-delà d'une certaine limite de taille, c'est la diffusion non-sélective qui prend le relais.

⁸⁶ MOREAU, René, SOMMERIA, Joël, « Diffusion, réflexion, réfraction et diffraction de la lumière » [en ligne], *op. cit.*

⁸⁷ DUMONT, Éric, *Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route*, *op.cit.*, p.46.

La **diffusion non-sélective** se produit lorsque les particules sont beaucoup plus grandes que les longueurs d'onde de la lumière, comme les gouttes d'eau constituant les nuages (qui atteignent la centaine de microns) et les grosses particules de poussière. Cette diffusion affecte toutes les longueurs d'ondes de manière égale, sans aucune prédominance, ce qui donne leur couleur franchement blanche aux nuages (avec des nuances de gris selon la quantité de lumière solaire absorbée). Les gouttelettes de brouillard pouvant atteindre les 60 μm , la diffusion non-sélective peut aussi avoir lieu dans les brouillards constitués de ces grosses gouttelettes. En définitive, les fumées se situent plutôt entre la diffusion de Rayleigh et la diffusion de Mie, quand les brouillards se situent à la limite entre la diffusion de Mie et la diffusion non-sélective.

Cette catégorie de « diffusion non-sélective » est un peu piégeuse, car en fonction des sources bibliographiques, la diffusion de Mie et la diffusion non-sélective ne sont pas distinctes et sont regroupées sous le même terme de « diffusion de Mie ». Par ailleurs le terme de « diffusion non-sélective » semble faire référence à des réfractions et des réflexions multiples, phénomènes relevant de l'optique géométrique, et non de l'optique ondulatoire comme la diffusion. En effet, selon René Moreau, professeur émérite à Grenoble-INP et membre de l'Académie des sciences, « *dans les nuages les réflexions et réfractions sont multiples, ce qui brouille la séparation des couleurs, et restitue la couleur blanche de la lumière solaire*⁸⁸ ». Nous pourrions ainsi qualifier la « diffusion non-sélective » d'abus de langage.

⁸⁸ MOREAU, René, SOMMERIA, Joël, « Diffusion, réflexion, réfraction et diffraction de la lumière » [en ligne], *op. cit.*

CHAPITRE 3

Rendus visuels de la diffusion

« Pourvu qu'il soit suffisamment épais, le brouillard transforme les rayons solaires qui le pénètrent en lumière diffuse qui baigne le milieu diffusant : avant l'arrivée du brouillard on voyait les objets sans voir matériellement la lumière ; dès sa venue, on voit la lumière sans plus voir les objets.⁸⁹ »

La diffusion occasionne une perte de visibilité qui brouille notre perception de l'environnement, dans le cas des brouillards comme des fumées, et permet en même temps la matérialisation de rayons lumineux qui rendent la lumière visible. Les féériques rayons de soleil traversant la canopée d'une forêt sont dus à la diffusion par un léger brouillard, ou lorsqu'il y a de la fumée :



*Figure 47 – Rayons lumineux dans une forêt des Pays-Bas. Photo de fwvg.photography.
(Source : https://www.instagram.com/p/CGZUmL1MICH/?utm_source=ig_web_copy_link)*

⁸⁹ ZUPPIROLI, Libero, BUSSAC, Marie-Noëlle, *Traité de la lumière*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009, p. 169.

C'est un des effets que recherchent les directeurs de la photographie en employant des machines à fumée et autres techniques d'encens, notamment en décor d'intérieur. L'effet est obtenu en éclairant avec un projecteur – ou directement avec le Soleil – à contre ou latéralement :



Figure 48 - Photogramme de Black Sails (série)



Figure 49 - Photogramme de Citizen Kane, Orson Welles

L'intensité diffusée n'a en effet pas une distribution spatiale uniforme autour de la particule diffusante, ce qui peut être représenté par un diagramme ou profil de diffusion :

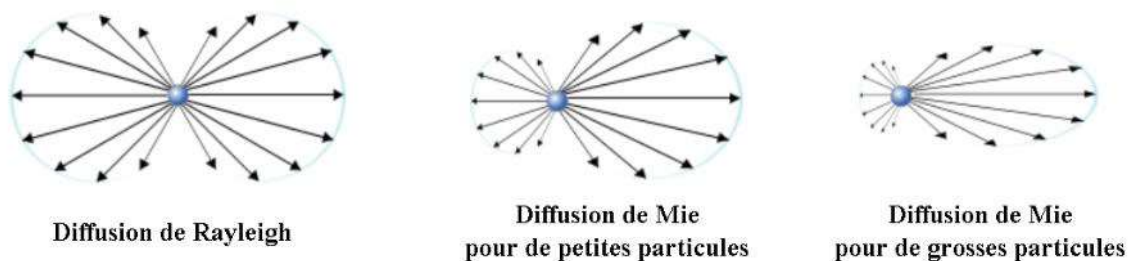


Figure 50 – Diagrammes de diffusion ; le rayon lumineux incident arrive par la gauche.
(Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_de_Mie)

En fonction de la place de l'observateur, celui-ci ne verra pas les mêmes choses. Le diagramme de la diffusion de Rayleigh est symétrique, c'est-à-dire que l'intensité diffusée est répartie de manière égale entre l'avant et l'arrière, mais peu de lumière sera renvoyée à 90° du rayon incident. Dans la diffusion de Mie, l'intensité diffusée est plus importante vers l'avant (c'est-à-dire dans le sens de la lumière incidente), et l'est d'autant plus que la particule diffusante est grosse. L'intensité diffusée vers l'arrière est moindre, tandis que rien n'est renvoyé sur les côtés à 90° du rayon incident.

Nous pensons que cela explique qu'il faille éclairer à contre ou latéralement pour matérialiser les rayons lumineux. Dans le cadre de la forêt embrumée, si un observateur se place avec le soleil face à lui, il pourra très bien voir les rayons diffusés vers l'avant, donc vers lui ; c'est cette disposition qui est souvent prise en photo. Cela marcherait aussi avec le soleil positionné latéralement, l'observateur voyant alors tous les rayons. Alors qu'avec le soleil dans le dos, les rayons seraient beaucoup moins visibles, du fait de la faible intensité diffusée vers l'arrière.

Ces profils de diffusion montrent également que plus la particule diffusante est grosse, plus l'intensité de diffusion vers l'avant est renforcée. Donc plus les brouillards et fumées sont composés de grosses particules, plus les rayons lumineux pourront être marqués. Dans le cadre des usagers de la route, il vaut ainsi mieux que les brouillards soient composés de grosses gouttelettes, puisque la partie rétrodiffusée vers le conducteur est moins importante avec de grosses gouttelettes que des petites. L'automobiliste sera alors moins ébloui en allumant ses feux de croisement.

Outre la matérialisation des faisceaux lumineux, la diffusion induit une perte de visibilité, les objets étant plus difficilement discernables. Prenons l'exemple d'un observateur regardant un arbre dans le brouillard. Une partie de l'énergie lumineuse émise par l'arbre dans la direction de l'observateur est diffusée dans d'autres directions, et de ce fait n'atteint pas l'observateur : cela réduit le signal visuel de l'arbre, phénomène qui s'accroît avec la distance selon la loi de Beer-Lambert⁹⁰. Cela s'appelle l'extinction⁹¹.

En plus de cela, la lumière provenant d'autres objets ou de l'environnement est elle aussi diffusée en tous sens, et une petite partie en atteint l'œil de l'observateur, créant une sorte de « voile » qui s'interpose entre l'observateur et l'arbre. Il y a ainsi une superposition de l'image atténuée de l'arbre (directement transmise à l'observateur) avec une vague image de l'environnement : le contraste entre l'arbre et son environnement est alors diminué, sans pour autant que l'intensité lumineuse globale n'ait sensiblement diminuée. Si la lumière diffusée devient trop importante, l'arbre peut même ne plus être distingué du tout.

⁹⁰ Selon la loi d'atténuation exponentielle de Beer-Lambert, la proportion de flux transmis est égale à la transmissivité e^{-Kd} , où K est le coefficient d'extinction et d la distance parcourue.

⁹¹ L'extinction peut être produite par l'absorption ou la diffusion. Dans le cas des brouillards, l'absorption est négligeable, donc l'extinction est surtout due à la diffusion. En revanche dans le cas des fumées et brumes sèches, composées au moins en partie de particules solides absorbantes, nous pouvons supposer que l'absorption joue un rôle, en plus de la diffusion, dans le phénomène d'extinction.



Figure 51 – Plus le brouillard est dense, plus la lumière perd ses rayons et les images disparaissent.
 (Source : ZUPPIROLI, Libero, BUSSAC, Marie-Noëlle, *Traité de la lumière, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009, p. 170*)

En conséquence, nous percevons beaucoup moins bien les détails fins et les bords nets, les premiers étant gommés et les seconds paraissant moins nets et contrastés. En réduisant la quantité d'informations dans l'environnement, le brouillard induit une mauvaise perception de la distance et du mouvement, surtout pour les déplacements en profondeur – d'où la dangerosité sur les routes et les risques accrus de carambolages.

De la même manière, « *une partie de l'énergie des régions les plus lumineuses va être déviée par la diffusion et se superposer aux régions les plus sombres, diminuant ainsi le contraste général de l'image perçue*⁹² », autrement dit les parties claires « bavent » sur les parties sombres. Toute l'image s'en trouve plus lumineuse, car les noirs sont réhaussés.

C'est une caractéristique qui peut intéresser les directeurs de la photographie : en rajoutant de la fumée dans un décor, cela permet de diminuer le contraste de l'image et de la rendre « plus douce ». Ou bien, de lui donner une certaine texture. La fumée gommara aussi les

⁹² DUMONT, Éric, *Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route, op.cit.*, p. 42.

détails d'un décor, rendant l'arrière-plan « moins net », que ce soit pour cacher un décor miséreux ou pour diminuer artificiellement la profondeur de champ.

Quant à la perception des couleurs, « *la seule conséquence du brouillard [...] est une diminution de la saturation qui s'accroît avec la distance*⁹³ ». Cependant, nous avons déterminé que certaines couleurs étaient vues différemment à travers la fumée et le brouillard, à cause de la diffusion.

Un autre effet découle de cette diffusion : des « halos » peuvent parfois être observés autour des objets très lumineux vus à travers un brouillard. C'est le cas par exemple des lampadaires la nuit, des feux de voiture et des enseignes lumineuses, comme sur cette image :



Figure 52 - Photogramme de Blade Runner 2049, Denis Villeneuve

Ce phénomène de halo est intense et localisé lorsque le brouillard est constitué de grosses gouttelettes, tandis que de petites gouttelettes génèrent un halo ténu et étendu. Il semble que le halo soit surtout observable la nuit : cela voudrait dire que pour voir le halo, il faudrait que l'environnement autour de la source lumineuse ne soit pas trop éclairé, donc qu'il y ait une différence de luminosité suffisamment grande entre la source lumineuse et ce qui l'entoure.

Cela corroborerait les dires des directeurs de la photographie que nous avons rencontrés, qui expliquent que pour matérialiser un rayon lumineux (similaire en quelque sorte au halo) dans une pièce, ce rayon n'est visible que si la source qui le crée est beaucoup plus forte que l'ambiance lumineuse de la pièce.

⁹³ *Ibid.* p. 47.

CHAPITRE 4

Brouillards et photométéores

Les brouillards peuvent donner naissance à de nombreux photométéores, des phénomènes optiques de l'atmosphère qui ont pour origine la lumière émise par le soleil ou par la lune. Nous les présentons brièvement, car ils pourraient être rencontrés en conditions de tournages en brouillard naturel.

L'un des photométéores les plus connus est l'arc-en-ciel, qui présente toutes les couleurs du spectre visible – du violet au rouge – sous la forme d'arcs concentriques. Les arcs-en-ciel sont plutôt observés en présence de pluie, dont les gouttelettes de 0,1 à 2 mm de diamètre sont trop grosses pour correspondre à un des régimes de diffusion de la lumière. Les arcs-en-ciel résultent de la réfraction et réflexion de la lumière solaire ou lunaire sur un écran formé par des précipitations liquides.

Un photométéore moins connu est l'**arc de brouillard**, parfois appelé **arc-en-ciel blanc** (*fog-bow* en anglais) : il s'agit d'une « *bande blanche en forme d'arc, généralement bordée à l'extérieur par une fine frange rouge et à l'intérieur par une fine frange bleue*⁹⁴ ». Il est généré par la réfraction et la réflexion de la lumière solaire ou lunaire par les gouttelettes de brouillard, ainsi que par la rétrodiffusion de Mie. Cet arc est très pâle voire totalement blanc, au contraire de son cousin, car les diffusions sont telles que les couleurs disparaissent.⁹⁵ L'observateur peut le voir uniquement si le brouillard est devant lui, avec l'astre éclairant dans son dos :

⁹⁴ CHALON, Jean-Pierre, « BROUILLARDS », *op. cit.*

⁹⁵ ZUPPIROLI, Libero, BUSSAC, Marie-Noëlle, *Traité de la lumière, op. cit.*, p. 171.



www.melvinnicholson.co.uk

Figure 53 - Arc-en-ciel blanc à Rannoch Moor en Écosse, en novembre 2016. Photo de Melvin Nicholson.
(Source : <https://www.20minutes.fr/sciences/1966783-20161122-arc-ciel-blanc-magique-photographie-ecosse>)

Les **couronnes** sont composées d'une à trois séries d'anneaux colorés, centrés autour du soleil ou de la lune, visibles à travers le brouillard ou de fins nuages. Dans chaque série d'anneaux, l'anneau intérieur est violet ou bleu, et l'anneau extérieur est rouge ou châtain. Les couronnes sont liées à la diffraction de la lumière⁹⁶ par les petites gouttelettes d'eau constituant le brouillard. Lorsque les gouttelettes d'eau ne sont pas de taille uniforme, seule la partie centrale de la couronne, appelée l'auréole, est visible. Il s'agit du disque brillant de couleur blanc-bleuté, avec un bord extérieur rouge-brun, qui encercle la lune. C'est la formation la plus couramment visible :

⁹⁶ La diffraction de la lumière est une modification de la propagation des ondes lumineuses, qui relève de l'optique ondulatoire. La diffraction se produit lorsque les ondes lumineuses rencontrent un obstacle, qui peut être un objet matériel (cheveu, poussière) ou une ouverture dans une surface (fente, trou), dont la dimension est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde. Contrairement à la réfraction, le bleu est *moins* dévié que le rouge avec la diffraction.



Figure 54 – Couronne lunaire très colorée.
Photo de Robert Morisan. (Source :
<http://www.astrosurf.com/luxorion/Illustrations/lune-couronne-morisan.jpg>)



Figure 55 – Couronne lunaire plus sommaire.
Photo de George Anderson. (Source :
<https://cloudatlas.wmo.int/fr/corona.html>)

Les **gloires** – aussi appelées **spectres de Brocken** – se matérialisent également par une ou plusieurs séries d’anneaux colorés circulaires, mais se situent autour de l’ombre portée d’un objet sur un nuage ou un brouillard. Le phénomène est fréquemment observé autour de l’ombre d’un avion projetée sur les nuages.⁹⁷ Lorsqu’un observateur situé en altitude tourne le dos au soleil, il peut alors voir son ombre projetée sur de la brume ou des nuages placés en contrebas, et cette ombre sera entourée de cercles colorés :



Figure 56 – Spectre de Brocken autour de l’ombre d’un avion.



Figure 57 - Spectre de Brocken autour de l’ombre d’un observateur situé en haut d’une montagne, regardant la vallée en contrebas.

La particularité est que la gloire n’est visible que par l’observateur : celui-ci peut se voir auréolé de sa propre gloire, sans voir celle de ses voisins, et vice-versa. Il s’agit « d’une rétrodiffusion de la lumière du soleil sur les gouttelettes de brouillard qui revient vers

⁹⁷ Mes camarades de promotion reconnaîtront ce phénomène : nous avons pu l’observer dans l’avion de retour du festival de Camerimage en Pologne, en novembre 2019.

*l'observateur. La lumière qui pénètre sur le bord d'une goutte est réfractée, réfléchie, puis réfractée à nouveau et revient en arrière.*⁹⁸ »

Enfin, les **halos** (à différencier du halo produit par la diffusion autour des objets lumineux) désignent des phénomènes optiques en forme d'anneaux, d'arcs, de colonnes ou de foyers lumineux, souvent observés proche du soleil ou de la lune dans le ciel. Ils peuvent comporter certaines colorations, mais ce n'est pas toujours le cas. Les halos sont engendrés par la réfraction ou la réflexion de la lumière par des cristaux de glace en suspension dans l'atmosphère, que ce soient par des nuages ou des brouillards glacés.



Figure 58 - Halo solaire complet au nord de l'Alaska, le 27 mars 2017. Photo de James Helmericks. (Source : <http://www.astrosurf.com/luxorion/Sciences/halo-alaska-2017-helmericks.jpg>)



Figure 59 - Schéma des différentes parties d'un halo complet. (Source : <http://www.astrosurf.com/luxorion/halos.htm>)



Figure 60 – Halo simple autour du soleil à Cape Town, Afrique du Sud (Source : photo personnelle).

⁹⁸ PAUTY, Michel, « Brouillards : de la diffusion de la lumière à l'étude des particules chargées », in *Brouillard, brumes et nuées*, op. cit., p. 91.

PARTIE 3 :

Le directeur de la photographie en situation : retours d'expériences de professionnels

CHAPITRE 1

Éclairer la brume et la fumée

A. Les sources lumineuses : une question d'angle, de qualité et de puissance

La fumée doit être éclairée d'une certaine manière si l'on souhaite matérialiser des rayons de lumière. Jean-Marie Dreujou résume très bien les principes fondamentaux : « *il est nécessaire de placer ses projecteurs à contre, 3/4 contre ou en latéral. Il faut également avoir de bonnes puissances, et surtout que les sources soient directionnelles.*⁹⁹ »

La position des projecteurs est le premier paramètre crucial. Placés en total contre-jour, la fumée sera très fortement marquée. Plus les projecteurs s'approcheront d'une position latérale et moins l'effet sera visible, même s'il reste tout de même présent. En revanche, une lumière frontale ne marquera pas du tout l'effet, annihilera totalement la fumée et occasionnera un rendu assez affreux. Rémy Chevrin propose un outil simple pour se rappeler des placements possibles : « *si tu te mets debout et que tu tends les bras devant toi à 90 degrés l'un de l'autre, c'est dans ces axes que tu peux mettre tes projecteurs pour que la fumée soit marquée*¹⁰⁰ ».

Cela est assez logique, puisque nous avons vu dans la Partie 1 que les particules de brouillard ou de fumée présentes dans l'air diffusent la lumière principalement vers l'avant¹⁰¹. Dès lors, un projecteur placé dans le même axe que la caméra et éclairant frontalement la fumée ne permettra pas de voir le rayon lumineux. C'est aussi pour cela que l'effet est d'autant plus marqué en contre-jour total, par rapport à du profil, car le flux lumineux transmis par les particules de brouillard est plus important.

⁹⁹ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.

¹⁰⁰ Cf Entretien avec Rémy Chevrin en Annexe 3.

¹⁰¹ Cf Partie 1, Chapitre 3.

En boîte de nuit, il est plus facile de réaliser le marquage de la fumée, car les éclairages tournants font qu'il y aura toujours un faisceau de lumière dans la bonne position. En revanche, dans une pièce comportant des fenêtres, il faut absolument prendre en compte la position de celles-ci, autant pour éclairer que pour cadrer. On évitera par exemple de tourner dos aux fenêtres, puisque cela reviendrait à éclairer la fumée de face.

La fumée est assez difficile à contrôler d'après Nicolas Bolduc et Benoît Chamaillard, qui la comparent volontiers à la pluie. La pluie nécessite elle aussi un contre-jour pour être visible, sinon on ne verrait même pas les gouttes d'eau alors qu'il pleut vraiment ! La pluie et la fumée marquent très vite avec un projecteur en contre-jour, ce qui présente un avantage (l'effet peut se voir facilement) et l'inconvénient de rapidement créer un effet beaucoup trop fort, voire artificiel. Il faut donc bien doser l'ensemble pour que cela ne soit ni trop, ni trop peu.

Le second paramètre important représente le type de projecteur utilisé, en termes de qualité de lumière. Pour marquer un effet de rayon, il est nécessaire d'avoir des sources directionnelles et non diffuses.

Des projecteurs classiques à lentille de Fresnel – qu'ils soient tungstènes ou HMI – peuvent suffire, mais « *il est préférable d'employer des projecteurs particuliers comme les Source Four, qui sont des poursuites très directionnelles¹⁰²* » précise Jean-Marie Dreujou. Sinon, l'emploi d'un miroir peut renforcer le côté directionnel d'une source.

Pour *De Gaulle*, réalisé par Gabriel Le Bomin, Jean-Marie Dreujou s'est justement servi de plusieurs Source Four :



Figure 61 – Photogramme de *De Gaulle*, Gabriel Le Bomin

¹⁰² Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.

« Toutes les fenêtres sont calquées dans leur partie basse, éclairées chacune par quatre projecteurs Alpha 4 kW, afin qu'il y ait suffisamment d'entrée de lumière dans la pièce. Les parties hautes des fenêtres, cachées derrière les rideaux, n'ont en revanche pas de calques. Elles sont éclairées à bout portant par des Source Four, ce qui permet de matérialiser les faisceaux dans la fumée ambiante.¹⁰³ »

Jean-Marie Dreujou

Il est tout de même possible de réaliser cet effet avec des projecteurs plus classiques, comme l'a fait Philip Lozano sur *Let's Dance*. Toutes les séquences du côté danse classique étaient éclairées avec des lumières douces, afin de créer un côté « poudré » à l'image, sauf dans la séquence finale du film. Le danseur hip hop et la danseuse classique se retrouvent à danser ensemble dans leur imaginaire, chacun d'eux étant dans un lieu différent : scène de concours pour le jeune homme, salle de danse classique boisée pour la jeune femme.

Pour cette dernière, Philip Lozano a fait apparaître des rayons lumineux comme si le soleil perçait pile au moment où les deux danseurs se rejoignent :



Figure 62 - Photogramme de *Let's Dance*, de Ladislav Chollat

Pour matérialiser ces rayons dans la fumée ambiante, il lui a fallu 6 projecteurs Molebeam, qui sont des sources assez puissantes et directionnelles :

¹⁰³ *Ibid.*



Figure 63 – Photographie de plateau de Let's Dance, de Ladislav Chollat.

A la place de projecteurs, il est également possible d'utiliser la source la plus directionnelle et puissante qui soit : le soleil. C'est une option très intéressante lorsqu'on n'a pas beaucoup de budget, puisqu'il n'y a pas besoin de louer plusieurs projecteurs. En revanche, il faut absolument prévoir le bon horaire de tournage et que le soleil soit présent, ce qui peut nécessiter une certaine souplesse au niveau du temps et de l'organisation de tournage. Un temps gris ne permet évidemment pas de matérialiser des faisceaux lumineux, puisqu'il s'agit d'une lumière diffusée par les nuages.

Jean-Marie Dreujou a eu l'occasion d'employer le soleil en remplacement de projecteurs, dans une scène d'église dans *Nos Patriotes*. Le fait qu'il y ait plusieurs rayons fragmentés au lieu d'un seul est dû aux vitraux, qui forment une sorte de découpe :



Figure 64 – Photogramme de *Nos Patriotes*, de Gabriel Le Bomin

De plus, en tournage extérieur, Éric Guichard rappelle également qu'il faut bien repérer les orientations du soleil par rapport à la scène. Le brouillard mal utilisé peut être un piège terrible, et si le soleil éclaire de face au lieu d'être à contre, le brouillard ne rendra pas bien et sera tout plat et gris.

Le troisième paramètre important est la puissance des sources, couplée à la question des niveaux de lumière. En effet, le faisceau matérialisé dans la fumée ne pourra se voir que si l'éclairage extérieur – qui entre par les fenêtres – est plus important que l'éclairage intérieur de la pièce. Dans *La Belle Époque*, lorsque Margot (interprétée par Doria Tillier) arrive au bistrot pour la première fois sous le costume de la jeune Marianne, un faisceau de projecteur la suit comme au théâtre. C'est d'ailleurs un projecteur de découpe Leko, très directionnel et plutôt destiné au théâtre, qui est employé. Toutes les autres lumières sont tamisées, justement pour que ce faisceau soit visible ; si ces autres lumières n'avaient pas été descendues en intensité, il aurait été impossible de le discerner.



Figure 65 - Photogramme de *La Belle Époque*, Nicolas Bedos

Ainsi, la gestion des niveaux de lumière est capitale pour réaliser cet effet. La fumée est « *organique, elle prend la lumière de telle sorte qu'elle devient presque une lumière en soi*¹⁰⁴ » explique Nicolas Bolduc. La fumée remonterait en effet le niveau global d'une pièce en rajoutant de la lumière, selon Jean-Marie Dreujou. Il faut forcément la prendre en compte, car il est impossible d'éclairer de la même manière avec et sans fumée. On peut d'abord éclairer

¹⁰⁴ Cf Entretien avec Nicolas Bolduc en Annexe 1.

une base sans fumée, puis ajuster les niveaux une fois la fumée ajoutée sur le plateau, *a priori* en descendant un peu les intensités de lumière intérieures. Le but est alors de pouvoir doser l'intensité lumineuse en fonction du niveau de fumée.

A ce titre, tous les projecteurs et praticables de *La Belle Époque* étaient sur jeux d'orgues. C'est une des raisons qui a poussé Nicolas Bolduc à employer des projecteurs tungstènes au travers des fenêtres, car les HMI envisagés au départ ne pouvaient pas être *dimnés*, en plus d'être trop puissants. Ce choix facilitait les raccords de température de couleur avec les lumières praticables en forme de globes, à l'intérieur du bistrot, qui étaient en tungstène. A noter qu'il n'a pas fait de plafond technique pour rajouter des projecteurs au plafond, à part une petite ouverture au centre (dans laquelle il a pu glisser la poursuite). S'il l'avait fait avec la fumée, les sources lumineuses venant du plafond auraient créé une espèce de halo blanc flottant près du plafond, ce qu'il souhaitait éviter.

Les essais au début du film lui ont donc permis de calibrer les intensités lumineuses par rapport à la fumée. Sans ces tests, ils auraient perdu beaucoup de temps sur le tournage pour régler les différents niveaux.

D'autre part, puisque la fumée a tendance à remonter l'ensemble du niveau intérieur, il peut être intéressant de « déséclairer » et « d'apporter du négatif ». Nicolas Bolduc a fait cela sur certains plans de *La Belle Époque*, en plaçant du borniol d'un côté de l'image pour l'assombrir un peu, ce qui permet de retrouver un certain contraste, parfois trop gommé par la fumée.

Enfin, quelques autres détails sont nécessaires pour matérialiser des rayons lumineux. Il vaut mieux avoir des murs de décor « *foncés, et non clairs, afin que la lumière qui révèle la matière de la fumée ressorte. Les fenêtres doivent aussi avoir une surface claire, et non martelée, sinon le rayon lumineux sera diffusé et l'effet ne marchera pas*¹⁰⁵ » précise Jean-Marie Dreujou. Le fait d'utiliser un faux plafond en studio permettra également de canaliser la fumée dans le décor, et de tenir une même densité de fumée plus facilement. Sans plafond, elle a tendance à très vite partir et se dissiper. Le faux plafond aura l'avantage supplémentaire de ramener de la lumière dans le décor de manière similaire à un véritable appartement, où la lumière rebondit sur des plafonds généralement blancs.

¹⁰⁵ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.

La fumée permet de matérialiser les faisceaux de lampes torches, effet souvent employé dans *Marianne*. Il s'agit généralement de lampes modifiées afin qu'elles soient suffisamment puissantes, bien que cela dépende de la sensibilité de la caméra.¹⁰⁶ La lampe torche de l'inspecteur arpentant un couloir vide a par exemple été remplacée par une ampoule HMI de 125W. Philip Lozano avait d'ailleurs fait un casting de lampes torches pour les scènes regroupant plusieurs comédiens, les répartissant ensuite pour que chacun en ait une différente :



Figure 66 - Photographie de plateau de la série *Marianne*, de Samuel Bodin

Jean-Marie Dreujou a également employé des lampes torches modifiées pour *Le Dernier loup* de Jean-Jacques Annaud. Dans la séquence de blizzard, où le troupeau de chevaux est chassé par une meute de loups, les gardiens à cheval ont chacun une lampe torche très visible dans la fumée. Elles ont été fabriquées exprès pour pouvoir délivrer 5,6 de diaphragme¹⁰⁷ sur les personnages et constituer le *key light* de la séquence. Il a tout de même fallu tourner de nuit, afin que l'ambiance générale soit plus basse que les lampes torches, car celles-ci ne se seraient jamais vues en plein jour.

¹⁰⁶ Le clip *Musica* de Soprano feat. Ninho a par exemple été tourné en Sony Venice : avec son Dual-Base ISO, cette caméra a une sensibilité nominale de 500 ou surtout 2500 ASA. Il n'avait donc pas forcément besoin que les lampes torches présentes dans le clip soient plus puissantes que la normale, contrairement à la série *Marianne* tournée en RED Monstro, dont la sensibilité nominale est inférieure.

¹⁰⁷ C'était nécessaire car il tournait en grande vitesse, avec des zooms et des Rig 3D, et se retrouvait vite à pleine ouverture à 2,2 ou 2,8.



Figure 67 – Photogramme de Le Dernier loup, Jean-Jacques Annaud

On ne souhaite cependant pas toujours matérialiser des rayons lumineux dans la fumée, et l'éclairage est un peu différent dans ces cas-là. Dans cette séquence du *Dernier loup*, Jean-Marie Dreujou n'a fait aucun contre-jour en lumière directe et n'a employé que des lumières diffusées ou réfléchies – hormis les lampes torches, évidemment. Le principe était d'être plongé dans le blizzard avec une perte totale de repères, donc il ne voulait pas marquer de direction de lune. Il a ainsi éclairé la nuit constituant sa *fill light* avec deux Soft Sun 100 kW et trois 50 kW HMI, placés très haut sur des grues de chantier et fortement diffusés, qui permettaient d'éclairer l'énorme espace de jeu.



Figure 68 - Photographie de plateau de Le Dernier loup, Jean-Jacques Annaud

Philip Lozano a quant à lui rétroéclairé des volutes de fumée dans *Marianne*, lorsque l'héroïne part de nuit à la poursuite de ses parents dans la forêt. En éclairant le fond, ou plus exactement la fumée blanche, cela créait du relief dans l'image, sans pour autant qu'on sente les projecteurs ou qu'un rayon se matérialise dedans. Les comédiens sont joués en silhouette sur cette fumée éclairée, qui crée quelque chose de mystérieux et permet de vraiment s'ancrer dans cette histoire fantastique.



Figure 69 - Photogramme de *Marianne* (saison 1, épisode 1), Samuel Bodin

Il convient d'ailleurs d'être vigilant quant au nombre de sources employées. Si une seule source éclaire de la fumée, on la sentira toujours, ainsi que sa provenance. Avec plusieurs projecteurs, l'effet est en revanche dilué. Pour *Blade Runner 2049*, Roger Deakins a par exemple placé des dizaines voire des centaines de Space Lights au plafond, qui éclairaient de manière uniforme la scène se déroulant à Las Vegas, quand K. (Ryan Gosling) marche au milieu d'immenses statues. La multiplicité des sources et leur distance a permis de ne pas marquer de rayon lumineux dans la fumée qui baignait le studio, ce qui lui donne un aspect de brouillard orangé épais et diffus à la fois :



Figure 70 - Photographie de plateau de Blade Runner 2049, Denis Villeneuve

[Source :

https://www.reddit.com/r/bladerunner/comments/763ehi/behind_the_scene_photo_of_ryan_gosling_walking/]

B. Faut-il « bien exposer » la brume ?

Le brouillard, comme la neige d'ailleurs, est un élément dangereux pour l'exposition. Le brouillard, au même titre que la brume et la fumée, ont tendance à amener une surexposition dans l'image qui peut aller jusqu'à facilement deux diaphs selon Éric Guichard. En effet, comme nous l'avons vu, la fumée ramène beaucoup de lumière, ou devient elle-même lumière, et il faut souvent « poser plus dense » en fermant un peu plus le diaphragme. Cela dépend de la densité du brouillard ou de la fumée ; du rapport de la masse de brouillard par rapport au reste du plan ; comment est éclairé le plan ; si un filtre polarisant est employé¹⁰⁸ ; etc. Il ne faut pas trop fermer non plus, au risque de perdre beaucoup de détails dans la texture ; même si cela

¹⁰⁸ Un polarisant coupe une certaine frange des hautes lumières, donc la surexposition ne sera peut-être plus que d'un diaph d'après Éric Guichard. Lui-même utilise rarement de polarisant, car il n'aime pas trop le rendu de l'image, trop contrasté et avec des brillances atténuées. Excepté pour des plans très spécifiques, pour diminuer une plage de lumière qui exploserait vraiment tout – sur l'eau, par exemple.

permettrait d'éliminer les fluctuations de volutes ou masses de brouillard, notamment en brouillard naturel.

En ajoutant de la fumée à une scène, elle pourrait ainsi passer d'un diaph de 4 à 5,6^{+1/2}, soit un écart d'1 diaph 1/2 d'après Rémy Chevrin. Il faut bien faire attention aux mesures faites pour déterminer le diaphragme du plan : si on effectue la mesure avant de mettre de la fumée, puis qu'on en ajoute sans modifier le diaphragme, l'image sera clairement surexposée. Il n'est pas pour autant nécessaire de prendre le diaph avec la fumée, il faudra juste penser à fermer.

Le problème est qu'il faut pouvoir effectuer une mesure qui soit significative. Or, la cellule (en mesure incidente) et le spotmètre (en mesure réfléchi) ne sont souvent plus très bien adaptés dans ces cas-là. Cela est confirmé par Jean-Marie Dreujou, car « *tourner dans le brouillard, ce serait à la limite comme tourner sous l'eau, c'est un effet à part entière. Les normes et les bases techniques habituelles sont totalement chamboulées*¹⁰⁹ ».

En réalité, la fumée agit comme une diffusion devant les projecteurs, donc le flux lumineux qui parvient à la cellule est tronqué ; elle mesurera alors moins de lumière qu'elle ne devrait, ce qui faussera le résultat et la poussera à afficher un diaph trop ouvert. Cela est d'autant plus trompeur que l'image, elle, sera globalement plus claire avec la fumée.

Ce problème de mesure avait surtout lieu lors de tournages en argentique, car la cellule et le spotmètre étaient les seuls appareils de mesure disponibles. Il fallait donc se fier à son expérience et à son œil, qu'on avait « étalonné » en faisant des essais au préalable.

Sur *Himalaya, l'enfance d'un chef*, Éric Guichard a principalement exposé à l'œil dans le viseur pour les plans avec du brouillard. Le spotmètre était totalement perdu, car le brouillard absorbait et diffusait la lumière, ou il affichait un diaphragme beaucoup trop fermé en cas de mesure sur le blanc des nuées¹¹⁰. La cellule s'en sortait un petit peu mieux, mais les masses de brouillard passant devant l'outil n'étaient pas les mêmes que celles qui passaient à l'arrière-plan, ce qui complexifiait le processus. Cela dit, la cellule lui permettait tout de même d'avoir

¹⁰⁹ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.

¹¹⁰ Le spotmètre est calibré par rapport à un gris neutre à 18%, c'est-à-dire que le diaphragme proposé par l'appareil correspondra à une bonne exposition seulement pour un gris neutre. Si l'on mesure du noir, le spotmètre affichera un diaph très ouvert pour ramener ce noir à du gris. Il faudra alors appliquer une certaine compensation, en fermant plus le diaph, pour garder le noir en noir. Il en va de même pour le blanc : l'appareil proposera un diaph trop fermé pour ramener ce blanc à un gris neutre, donc il conviendra d'ouvrir plus qu'indiqué pour garder le blanc en blanc.

un indicateur de base : si elle donnait 8 de diaph, il s'apercevait que c'était trop clair dans le viseur et fermait à 11 ou 11^{+ 1/2}.

Depuis l'arrivée du numérique, cette question d'exposition est plus facile à appréhender. De nouveaux outils ont fait leur apparition, comme les écrans de contrôle, l'oscilloscope ou le *false color* intégré aux caméras¹¹¹.

Plusieurs opérateurs se fient toujours à leur œil, qui représente le véritable outil, mais ils s'appuient également sur les écrans de contrôle. Les moniteurs permettent en effet d'avoir un rendu directement visible sur le tournage, ce qui représente un gros avantage, d'autant qu'ils sont de plus en plus précis. Cependant, pour pouvoir se fier un minimum à ces écrans, ceux-ci doivent être de bonne qualité et surtout être étalonnés¹¹². Les conditions de visionnage sur le plateau ne sont pas toujours bonnes, ce qui peut totalement fausser le rendu visuel. Il faut également garder à l'esprit qu'il ne s'agit que d'une image approximative et provisoire, et non de l'image finale. Il semblerait dès lors judicieux de considérer les écrans non pas comme un outil fiable à 100%, mais plutôt comme un indicateur complétant le jugement de l'opérateur concernant son choix d'exposition.

L'oscilloscope est un autre outil numérique, qui permet de réduire le risque théorique d'exposition à presque zéro. L'appareil permet de visionner le signal en sortie de caméra, affichant chaque point de l'image selon sa valeur sur l'axe des ordonnées. L'avantage de cet outil est qu'il ne dépend pas de l'affichage d'une image, contrairement aux moniteurs. En effet, « *si tu tournes dans le grand froid, il ne faut plus compter sur des outils classiques comme le viseur ou le moniteur d'assistant au point, car ils peuvent donner une image grise, c'est très piégeant et cela peut pousser à la surexposition*¹¹³ » précise Éric Guichard, qui se sert beaucoup de l'oscilloscope. En numérique, il n'utilise pas du tout le viseur, car il s'agit généralement d'un viseur vidéo qui biaise totalement l'image, contrairement aux viseurs argentiques. S'il devait

¹¹¹ Le *false color* n'a pas été cité par les opérateurs rencontrés, du moins dans le cadre de nos entretiens.

¹¹² Les écrans doivent être choisis et calibrés en fonction de l'espace colorimétrique voulu, qui dépend souvent lui-même de la diffusion envisagée (cinéma, télévision, web, etc.). L'espace colorimétrique d'un moniteur, aussi appelé gamut, représente toutes les couleurs qu'il est capable d'afficher ; un moniteur ne pourra ainsi pas afficher une couleur qui n'est pas comprise dans son gamut. La quantité de couleurs restituables varie énormément d'un écran à un autre, et certains seront plutôt dédiés aux normes cinéma comme le DCI-P3, ou aux normes télévisuelles HD comme le Rec. 709, plus rétréci que le DCI-P3. D'où l'intérêt de voir un film dédié au cinéma en salles, car les couleurs seront vraiment les bonnes, contrairement à un visionnage sur une télévision domestique classique qui ne pourra sans doute pas afficher les bonnes couleurs même en étant calibrée.

¹¹³ Cf Entretien avec Éric Guichard en Annexe 5.

retourner des scènes dans le grand froid comme celles d'*Himalaya, l'enfance d'un chef*, il partirait avec un oscilloscope.

En revanche, l'inconvénient de l'oscilloscope est qu'il se base quand même sur une image interprétée par la caméra en sortie, qui possède souvent moins de latitudes que l'image originale enregistrée. Du moins lors de tournages en RAW, car une image RAW ne peut pas être affichée de manière brute, et l'oscilloscope ne pourra donc pas se baser dessus et ne donnera pas forcément les mesures adéquates. Cela dit, si les niveaux maximaux et minimaux de la scène « passent » sur l'oscilloscope à partir d'une image possédant moins de dynamique, il ne devrait pas y avoir de problème sur le fichier RAW.

Finalement, aucun des outils à la disposition du directeur de la photographie n'est entièrement fiable, et la question de l'exposition serait en réalité un « *faux problème*¹¹⁴ ». Le choix de l'exposition se détermine surtout en fonction de la sensation de notre œil et de notre instinct, en composant aussi avec les données des appareils de mesure et de visionnage. C'est cet ensemble qui aidera à déterminer le « bon diaph », et non une seule indication d'appareil.

De plus, cela dépend vraiment du rendu d'image que l'on souhaite. La fumée influe forcément en donnant une impression de plus de lumière, mais cela ne veut pas pour autant dire qu'il faudrait systématiquement fermer le diaphragme pour autant. En effet, on pourrait choisir volontairement de surexposer la brume pour avoir une sensation très lumineuse voire vaporeuse. Au contraire, pour rendre un effet de brume oppressante, on pourra chercher à la sous-exposer encore plus. L'exposition dépend donc de la direction visuelle voulue, comme c'est toujours le cas en-dehors de l'utilisation de la fumée. Benoît Chamaillard précise ainsi qu'il n'y a pas vraiment de réponse simple du type « *"avec de la fumée, je surexpose ou je sous-expose"*, car cela n'a pas de sens ; cela dépend totalement de ce que tu veux rendre.¹¹⁵ »

¹¹⁴ *Ibid.*

¹¹⁵ Cf Entretien avec Benoît Chamaillard en Annexe 2.

C. Coloration de la fumée, étalonnage et VFX

L'étalonnage numérique offre des possibilités devenues bien plus importantes qu'avec l'étalonnage argentique, qui était très vite limité. Cela peut être un allié de taille lors de l'emploi de brouillard ou de fumée, mais il faut déjà comprendre plus en détails comment ces phénomènes influent sur l'image. Ils jouent sur trois valeurs principales : la densité avec cet apport de lumière globale déjà évoquée, la colorimétrie car cela désature les couleurs, et le contraste car cela déconstruit l'image. La fumée casse le contraste car elle va adoucir les noirs en les grisant un peu, autrement dit en augmentant leur niveau ; les hautes lumières, quant à elles, sont moins touchées. La fumée rendra également les couleurs plus pâles.

L'étalonnage numérique peut plus ou moins influencer sur ces trois valeurs en postproduction. Les effets de la fumée peuvent ainsi être estompés ou accentués, voire même corrigés seulement sur une zone grâce à des masques. S'il y a un peu trop de fumée, il suffit de contraster un peu l'image pour en enlever. S'il en manque, il est possible d'adoucir un peu les noirs pour déconstruire, ou faire plus éclater les hautes lumières pour avoir un peu l'effet de diffusion. Un masque permet d'ajouter une touche de lumière sur un visage ou un arrière-plan, de densifier une zone ou de flouter un endroit particulier. Adoucir seulement les fonds donnera l'impression qu'il y a de la brume dans le lointain, qui « *n'est pas aussi magique que la brume naturelle, c'est sûr, mais ça se contrôle mieux !*¹¹⁶ » selon Benoît Chamailard.

Il existe aussi des sortes de filtres d'effet de type *fog* ou *blur* (= brouiller, flou), qui permettent notamment de mieux raccorder deux images entre elles, si l'une est trop nette par rapport à l'autre. A ce titre, l'étalonnage argentique ne permettait pas du tout de retravailler le contraste, ce qui rendait parfois impossible le tournage à plusieurs caméras en présence de fumée, contrairement à l'étalonnage numérique qui rend cela totalement faisable.¹¹⁷

L'étalonnage peut évidemment jouer sur la colorimétrie, en saturant ou en désaturant et en modifiant les primaires et secondaires. Il est même possible de donner une coloration au brouillard lui-même, « *qui peut avoir une couleur un peu froide, ou un peu magenta ou cyan ; ou, si c'est une fumée nocive et chimique, elle peut être un peu jaune ou jaune-vert*¹¹⁸ » selon Rémy Chevrin.

¹¹⁶ *Ibid.*

¹¹⁷ Ce point est développé dans le chapitre 2 de cette partie 3.

¹¹⁸ Cf Entretien avec Rémy Chevrin en Annexe 3.

Cependant, l'étalonnage a ses limites. Un plan mal tourné ne pourra pas être amélioré et rattrapé comme par magie à l'étalonnage. Rien ne pourra être fait s'il y a vraiment trop de fumée car l'image sera grisée, et reconstruire ne suffira pas à arranger les choses. A l'inverse, s'il n'y a vraiment pas assez de fumée, on ne pourra pas en rajouter assez à l'étalonnage, et la couleur ne pourra pas être drastiquement modifiée non plus. Recréer des volutes de fumée ou dessiner un rayon de soleil dans l'image ne pourront être réalisés que par les effets spéciaux numériques VFX :

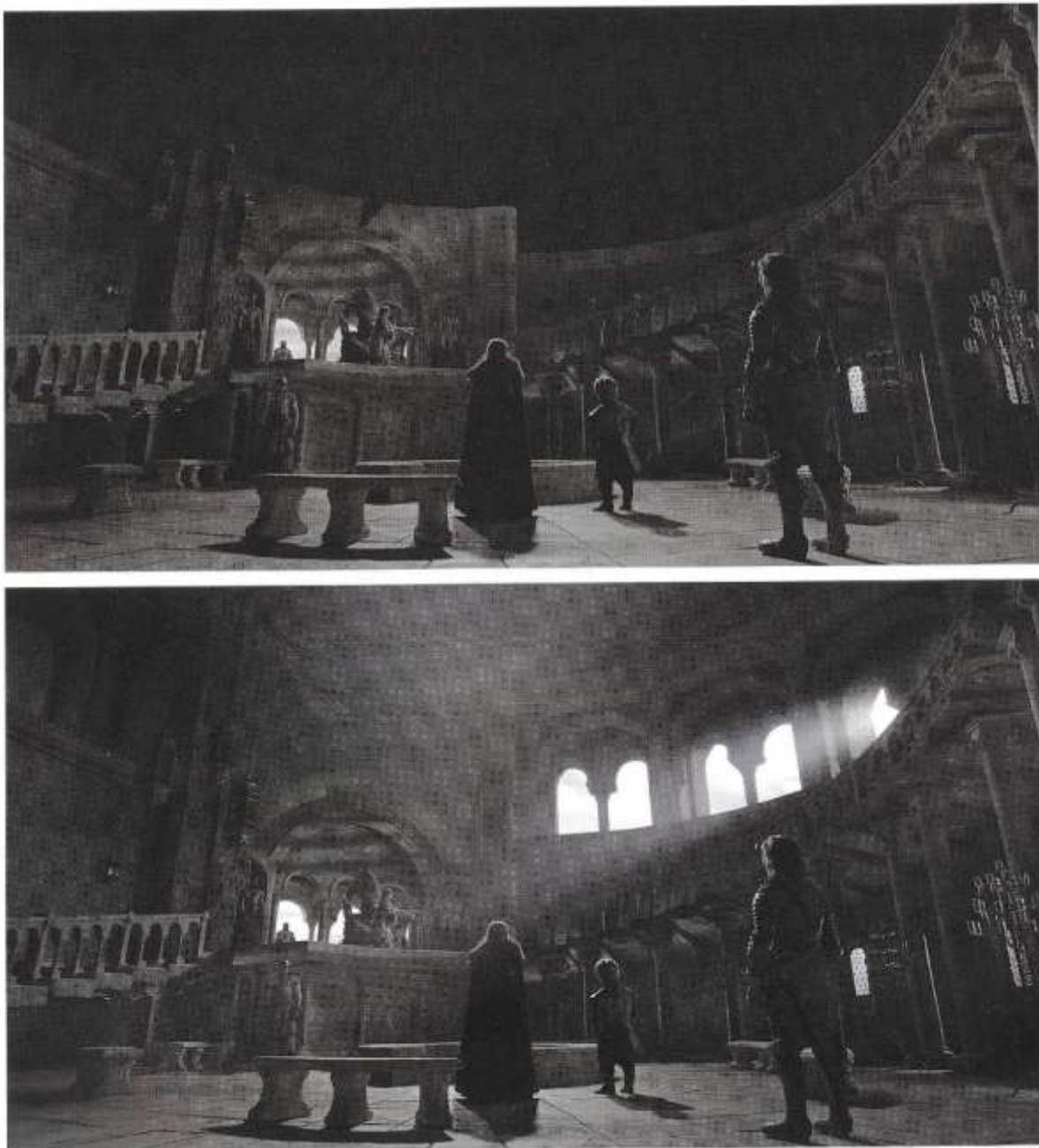


Figure 71 - Photographie de tournage (en haut) puis photogramme (en bas) de Game of Thrones (série).
(Source : Cinefex, n°137, avril 2014, p. 48)

L'étalonnage n'est donc pas la solution à tout, bien que ce soit un outil formidable. Il vaut mieux contrôler l'ensemble de ces paramètres directement sur le tournage, où il est possible de gérer la lumière, le contraste, le filtrage, la densité de la fumée, etc. Autrement dit, il vaut mieux chercher à avoir l'effet que l'on souhaite dans la caméra, et si la prise de vue a initié quelque chose de bien, l'étalonnage et les VFX seront la cerise sur le gâteau.

Les VFX permettent d'ailleurs beaucoup plus de modifications concernant la fumée que l'étalonnage. Des éléments de fumée ou de brume peuvent être ajoutés, qu'ils soient en 2D (tournés au préalable sur fond noir) ou modélisés informatiquement en 3D sur des logiciels tels qu'Houdini. Bruno Maillard explique comment ces différents éléments sont employés dans le film *Dans la brume*, qui mêle à la fois « fumée de tournage » et « fumée de synthèse ».¹¹⁹

La fumée est donc un outil à utiliser avec parcimonie, parce qu'elle est délicate à mettre en œuvre. La limite entre le « trop » et le « pas assez » n'est pas facile à trouver, surtout lorsqu'elle est employée en diffusion. « *Comme la fumée est directement enregistrée sur le plateau, le retour en arrière peut être très compliqué*¹²⁰ ». Les outils numériques, qu'ils s'agissent des écrans ou de l'étalonnage, rendent tout de même l'ensemble plus maîtrisable précise Jean-Marie Dreujou.

Concernant la coloration de la fumée, les deux cas de figure existent : éclairer la fumée en couleur sur le tournage, ou bien ajouter la couleur à l'étalonnage. Il faut savoir qu'il est extrêmement difficile, voire impossible, d'avoir une fumée elle-même colorée avec les machines classiques. Selon Philippe Hubin, il serait faisable d'ajouter des colorants avec certaines machines, mais cela est vraiment très limité en termes de coloration.

Les couleurs marchent beaucoup mieux avec les fumigènes pyrotechniques, mais ils sont plus utilisés dans les spectacles qu'au cinéma, car ils présentent un double inconvénient. D'une part leur utilisation n'est pas facilement quantifiable, car il s'agit d'une cartouche qui est allumée et ne peut pas s'éteindre ; donc si la prise ne dure que 30 secondes alors que le fumigène a une durée d'1 minute, il continuera de brûler et la moitié sera perdue. D'autre part, la plupart des fumigènes ne peuvent être utilisés qu'en extérieur car ils sont toxiques. Les couleurs peuvent être variées, même fluo, et semblent avoir été utilisés en jaune et rouge dans ce plan d'*Apocalypse Now* :

¹¹⁹ Cf Entretien avec Bruno Maillard en Annexe 10.

¹²⁰ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.



Figure 72 - Photogramme d'Apocalypse Now, de Francis Ford Coppola

Pour le prochain film de Jean-Jacques Annaud sur l'incendie de Notre-Dame, intitulé *Notre-Dame brûle*, Philippe Hubin s'est servi¹²¹ en extérieur d'un mélange de fumigène noir et de machines à fumée classiques, pour un rendu global un peu gris avec des panaches noirs. En revanche, il ne pourra pas proposer de couleurs en studio. Jean-Marie Dreujou, qui signe l'image du film, nous a confié qu'ils avaient porté des masques à gaz pendant le tournage, dû à la toxicité des fumigènes.

Jean-Jacques Annaud et Jean-Marie Dreujou avaient d'ailleurs déjà tenté de faire une fumée noire dans la séquence de blizzard sur *Le Dernier loup*, lorsque les chevaux en furie apparaissent à travers un grand mur de fumée. Jean-Jacques Annaud souhaitait que les chevaux semblent sortir à la fois du brouillard et du noir. Cela était compliqué, car avec une fumée classique sans fumigène, la seule manière de procéder pour la rendre « noire » est de ne pas l'éclairer. Or, cela est complexe car dès qu'il y a une matière, la lumière se reflète dessus.

Si l'on souhaite une fumée colorée directement sur le tournage, il faudra donc l'éclairer en couleurs. C'est ce qu'a fait Roger Deakins dans *Blade Runner 2049*, notamment pour les séquences de brouillard orangé de la cité désertée de Las Vegas.

¹²¹ Le tournage de certaines de ces séquences a eu lieu depuis la réalisation de l'entretien.



Figure 73 – Photogramme de Blade Runner 2049, de Denis Villeneuve

Cette couleur rouge orangé a directement été faite dans la caméra :

« On pouvait, bien sûr, tout faire en postproduction, lors de l'étalonnage numérique, mais notre choix a été d'éclairer directement le plateau et de tourner dans la couleur que l'on voit à l'image, ce qui a permis, je crois, une apparence naturelle. Ce monde rouge imaginé par Denis Villeneuve m'avait rappelé une tempête en Egypte, qui avait rendu le ciel rouge orangé. J'avais vécu la même chose en Australie, et l'image de l'opéra de Sydney couvert de poussière rouge m'avait beaucoup marqué.¹²² »

Roger Deakins

L'autre solution est de réaliser la coloration en postproduction, à l'étalonnage. C'est ce qui a été principalement fait pour *Dans la brume*, réalisé par Daniel Roby. La couleur un peu rouille de la brume, moins saturée et intense que dans *Blade Runner 2049*, a été choisie pour lui donner un côté toxique visuellement. D'après Bruno Maillard, le superviseur des effets spéciaux numériques (VFX) du film, la couleur grise qu'ils avaient au tournage ne donnait pas du tout cette sensation, ils avaient plutôt l'impression qu'il s'agissait d'une fumée d'incendie. Le fait de la colorer a ainsi permis de changer totalement la perception de cette brume.¹²³

¹²² Roger Deakins, cité par Caroline Besse dans Télérama, « "Blade Runner 2049" sur OCS : orange est sa couleur » [en ligne], publié le 05/09/18 et mis à jour le 08/12/2020, <https://www.telerama.fr/television/blade-runner-2049-sur-ocs-orange-est-sa-couleur,n5778651.php>

¹²³ Cf Entretien avec Bruno Maillard en Annexe 10.

Dans le clip *Musica* de Soprano feat. Ninho réalisé par Lionel Hirle, un plan embrumé a également été coloré en postproduction. Dans le clip officiel la fumée est en orange, alors que dans la version du réalisateur elle est colorée en violet, avec les lampes torches et la cabine gardées en bleu. Cela montre qu'il est tout de même possible de modifier un certain nombre d'éléments à l'étalonnage au niveau des couleurs.



Figure 74 - Photogramme du clip officiel *Musica*, interprété par Soprano feat. Ninho, réalisé par Lionel Hirle

D. Donner une sensation de brume ou de fumée

Il est possible de donner une certaine sensation de brume ou de fumée dans un plan, sans nécessairement tourner en brouillard naturel, employer de machines à fumée ou autre technique d'encens.

Les *flares* font un peu le même effet que la fumée en décontrastant l'image, par exemple. Dans *La Belle Époque*, il semble d'ailleurs y avoir une opposition entre les séquences "au passé" (dans la réalité inventée) qui comportent de la fumée, et les séquences "dans la vraie réalité" qui n'ont aucune fumée mais différents types de *flares*. D'après Nicolas Bolduc, l'idée n'était pas de créer deux ambiances différentes, car les séquences dans la réalité inventée ne sont pas des *flashbacks*. Il y a effectivement deux espaces, mais qui sont dans un même temps, donc il n'y a qu'une seule ligne temporelle et dramatique dans le film. Il a souhaité « garder la même

*esthétique visuelle, en utilisant les mêmes objectifs, les mêmes techniques de lumière, et ces effets de flares qui donnent un côté laiteux. Cela aidait à garder une certaine cohérence sur les deux heures de visionnage*¹²⁴ ».

Une autre technique assez surprenante est l'emploi de gélamines par Rémy Chevrin sur *Chambre 212*, réalisé par Christophe Honoré. Ce film se déroule principalement dans deux décors : un appartement et une chambre d'hôtel située juste en face, de l'autre côté de la rue. Ces décors ont été construits en studio, écartés de la largeur d'une rue, et surélevés par rapport au sol. Christophe Honoré et Rémy Chevrin souhaitaient avoir du brouillard, mais ils ne pouvaient pas employer de machine à fumée, car elle serait allée partout dans le studio alors que l'effet devait se limiter à l'espace entre les deux décors. L'emploi de filtres n'avait pas non plus de sens à l'intérieur de l'hôtel ou de l'appartement.

Rémy Chevrin s'est donc servi de gélamines "Hampshire Frost" sur des cadres de diffusion de la grandeur des fenêtres, placés derrière celles-ci. Ces gélamines permettaient de brouiller un peu le décor d'en face au travers des fenêtres, de manière similaire à ce qu'aurait fait un véritable brouillard. Il choisissait la gradation, allant du 1/16 au 1/2, en fonction de la focale, du diaph, de la distance avec le personnage principal et de la densité de brouillard qu'il souhaitait voir au-dehors. Ce choix était assez empirique, car il n'avait pas pu faire suffisamment d'essais pour savoir comment l'effet allait rendre exactement. Il devait notamment faire attention à ne pas mettre une gradation trop forte, au risque que l'arrière-plan soit trop flou. Cela dit, il y avait une espèce d'aléa avec la modification des gélamines, qui amenait une espèce de grâce et de rythme avec plus ou moins de « brouillard ». D'après Rémy Chevrin, « *c'était une grande liberté d'interprétation de l'espace extérieur*¹²⁵ », qui se retrouvait nimbé de mystère.

Cette technique contraignait nécessairement le découpage des séquences, car lorsque les acteurs ouvraient les fenêtres, les gélamines pouvaient se voir. Ils avaient donc prévu un découpage spécifique, de manière à être face aux fenêtres pendant l'approche de l'acteur, puis à tourner de profil quand ils ouvraient les fenêtres. Le point de montage se situait au moment où la gélamine commençait à se voir. L'esthétique de la fumée ou du brouillard, sans être prégnante, était tout de même suffisamment importante dans ce film pour accepter de contraindre le découpage.

¹²⁴ Cf Entretien avec Nicolas Bolduc en Annexe 1.

¹²⁵ Cf Entretien avec Rémy Chevrin en Annexe 3.

Une autre technique pour donner une sensation un peu brumeuse était celle du flashage de la pellicule, employée principalement du temps de l'argentique. Le principe était de voiler le négatif en mettant une certaine dose de lumière, afin de décoller les noirs sans toucher aux blancs. Cela donnait une certaine douceur dans les basses lumières, et représentait une manière de décontraster la pellicule, en décolorant les noirs si nécessaire au passage. Ce n'était pas forcément pour réaliser un effet de fumée ou de brouillard, mais surtout pour décoller les noirs. C'était une des seules manières de réaliser cet effet selon Rémy Chevrin, car les autres étaient beaucoup plus complexes au laboratoire. Aujourd'hui, plus personne ne le fait car l'étalonnage numérique est beaucoup plus pratique.

Il y avait en fait deux systèmes. Celui du Panaflasher de Panavision, qui flashait la négative à l'intérieur même de l'entraînement, mais qui était assez compliqué. Sinon, il fallait employer un filtre auto-éclairé par des toutes petites lampes sur tout son pourtour. Il s'agissait d'un filtre épais – qui prenait la place de deux filtres, d'ailleurs – et dont on pouvait gérer la puissance et la couleur de la lumière.

CHAPITRE 2

Cadrer et filmer la brume et la fumée

A. Choix de la caméra/pellicule et problèmes de compression

Quel que soit le projet, vient systématiquement le moment de choisir la caméra ou la pellicule qui sera employée, ainsi que les optiques. Ces choix-ci sont rarement faits en fonction de l'utilisation de fumée ou de brume, contrairement à des tournages en neige naturelle dans le froid, où le matériel doit pouvoir supporter de rudes conditions.

Les opérateurs rencontrés n'ont pas expressément choisi la pellicule/caméra ou les optiques par rapport à la fumée, même si leur choix allait parfois *in fine* dans le bon sens concernant la fumée.

Nicolas Bolduc a par exemple employé dans *La Belle Époque* de vieux anamorphiques de la série C de Panavision, datant des années 60. Ces objectifs ont des aberrations et des imperfections qui lui plaisaient, notamment le fait qu'ils ramassaient la lumière de telle sorte que cela créait un côté laiteux dans l'image. Il pouvait donc « *avoir ce même côté laiteux que la fumée, mais sans nécessairement ajouter de fumée*¹²⁶ ». Il lui suffisait d'approcher une lumière ou d'avoir des fenêtres en arrière-plan pour *flarer* un peu l'objectif. Ce choix n'était donc pas directement lié à l'utilisation de la fumée, mais allait dans le même sens esthétiquement parlant.

En revanche, Philip Lozano précise clairement que le choix des optiques et de la caméra pour ses différents projets n'a absolument rien eu à voir avec la fumée. Sur trois projets différents comportant de la fumée, il utilise différents couples caméra/optiques : sur la série *Marianne*, il tournait en RED Monstro avec une série G Prime de Panavision ; sur *Let's Dance*,

¹²⁶ Cf Entretien avec Nicolas Bolduc en Annexe 1.

c'était une Alexa Mini et une Alexa SXT, essentiellement avec la série AL scope en "Close-Focus" de Panavision ; et sur le clip *Musica* de Soprano feat. Ninho, il employait une Sony Venice avec une série T, de Panavision. Philip Lozano, comme la majorité des autres chefs opérateurs, s'adapte donc d'un projet à un autre concernant ces choix-là, même s'il a visiblement une préférence pour les objectifs Panavision.

Concernant le choix du support, Éric Guichard a tourné les extérieurs d'*Himalaya, l'enfance d'un chef* avec la pellicule 250 Daylight, dont il aimait bien le contraste. Cette pellicule avait également l'avantage de calmer les bleus du froid ; or lorsqu'on tourne à l'ombre avec du brouillard, l'image devient très rapidement bleue, un peu comme sous l'eau. Ce choix de pellicule n'était donc pas déterminé par le brouillard, mais allait dans le bon sens.

Le choix d'une pellicule semblait d'ailleurs plus important à l'époque de l'argentique que celui d'une caméra numérique aujourd'hui. En effet, il existait des « *pellicules très douces, et d'autres beaucoup plus contrastées, donc la fumée n'avait pas du tout le même rendu*¹²⁷ » d'après Benoît Chamaillard. Chaque pellicule avait une caractéristique qui lui était propre : l'Agfa était plus contrastée dans les rouges, la Fuji était plus verte et contrastée, la Kodak 250 Daylight était très douce, etc. Il y avait, d'une certaine manière, moins de choix possibles qu'avec une caméra numérique offrant de multiples pré-réglages, et de fait, il ne fallait pas se tromper. En plus du choix de la pellicule en tant que telle, il fallait également choisir un laboratoire, car ils n'avaient pas tous les mêmes rendus.

Concernant le choix d'une caméra numérique, Benoît Chamaillard pense qu'on peut quasiment arriver au même résultat, quelle que soit la caméra considérée. Avec les LUT, tous les pré-réglages internes et surtout l'étalonnage, il serait finalement possible d'adapter le rendu visuel de la caméra à son bon plaisir, qu'il s'agisse d'une RED ou d'une Alexa. En revanche, aller à l'encontre d'une caméra dont on n'apprécie pas le rendu initial représentera forcément plus de travail. Par exemple, Benoît Chamaillard aura tendance à plus filtrer avec une RED, ou faire des LUT qui vont désaturer les rouges, car il n'aime pas spécialement son rendu.

¹²⁷ Cf Entretien avec Benoît Chamaillard en Annexe 2.

L'emploi des LUT permet ainsi de modifier grandement la visualisation des images de n'importe quelle caméra, et c'est surtout cela qui changera le rendu de la fumée, plus qu'un choix de capteur spécifique.¹²⁸

Il y a en revanche un paramètre de caméra auquel il faut absolument être vigilant lorsqu'on emploie de la fumée : avoir suffisamment de résolution. Il est en effet « *très dangereux de travailler avec de la fumée sur des caméras qui n'ont pas beaucoup de résolution, justement, parce que tu te retrouves tout de suite avec des artefacts*¹²⁹ » précise Nicolas Bolduc. Les nuances de gris, les différences de température de couleur ou de contraste, et les subtilités au sein de la fumée peuvent devenir difficiles à capter pour une caméra de faible résolution, surtout en fumée d'ambiance. Cela créerait du *scaling*, un effet de crénelage ou de pixels apparents, où l'on verrait les différentes nuances de gris ou de couleurs se succéder en aplat au lieu de faire un dégradé fluide.

On peut observer le même phénomène dans les noirs, indépendamment de la fumée : des ombres très denses peuvent créer des artefacts, car une faible résolution conduira à des « découpages » dans certains noirs au lieu de rendre un dégradé vraiment doux.



Compression moyenne

Compression très forte

Figure 75 - Exemples d'artéfacts dû à une compression.
(Source : <https://meprises-du-ciel.fr/meprises-photographiques/artefacts-numeriques/>)

Ce problème d'artéfacts et de « bouillie de pixels » peut aussi advenir lors de compressions, si le débit d'encodage est trop faible pour rendre compte de ces subtilités. Cela

¹²⁸ Du moins à l'heure actuelle, en 2020-2021, où les caméras numériques sont bien développées. Il n'en était sans doute pas de même au début du numérique, où les caméras étaient peut-être plus différentes entre elles qu'aujourd'hui.

¹²⁹ Cf Entretien avec Nicolas Bolduc en Annexe 1.

signifie que même en tournant avec une caméra haute résolution, et en ayant des rushes sans aucun artefact, le format et le débit de sortie pourront dégrader le rendu de la fumée et du brouillard.

Le débit de diffusion, s'il est trop faible, peut également créer ce problème, et rien ne pourra le corriger. Par exemple, lors du premier confinement lié à l'épidémie du Covid-19, Netflix avait baissé ses débits de diffusion, et les scènes dans le brouillard ou la fumée en avaient bien pâties (surtout celles se déroulant, en plus, dans l'obscurité). Il était difficile d'avoir un rendu « propre » sur certaines scènes de la série *The Witcher*, contenant beaucoup de fumée, que ce soit sur mon ordinateur ou la télévision.



Figure 76 – Photogramme de The Witcher (saison 1, épisode 3). Les artefacts seront plus ou moins visibles en fonction des écrans.

Cependant, le rendu de ces images dépend beaucoup des écrans sur lesquels on les visionne ! D'autant que, contrairement aux moniteurs de contrôle utilisées sur les tournages cinéma, les écrans de nos ordinateurs et télévisions domestiques sont beaucoup moins fidèles et l'affichage varie grandement de l'un à l'autre. Par exemple, la même capture d'écran faite de *The Witcher* affiche beaucoup plus d'artefacts sur mon écran d'ordinateur PC portable que sur mon MacBook Pro. Et encore, cela dépend des réglages d'affichage choisies pour les deux machines, si les écrans sont étalonnés ou non... La question est complexe, et les images présentées dans ce mémoire ne rendront donc pas pareil d'un écran à l'autre, sans parler même d'une impression papier qui rendrait encore autrement.

De plus, cela dépend beaucoup de la taille de l'écran : les artéfacts seront beaucoup moins visibles sur un écran de téléphone portable, du fait de sa petite taille, par rapport à une grande télévision.

Selon Éric Guichard, c'est pour cela que certaines productions tendent même à limiter les effets de fumée, du moins dans leurs intensités, car le diffuseur pourrait refuser de projeter le film s'il y a trop d'aplats. La fumée numérique créée par les VFX est aussi parfois beaucoup employée, parce qu'elle serait plus facile à gérer en termes d'encodage.

J'avais déjà personnellement expérimenté ce problème d'artéfacts au cours du cursus, avant même de commencer à travailler sur ce sujet de mémoire. Je réalisais un exercice de 2^{ème} année à très grande vitesse avec la Phantom HD Gold, qui n'a pas une étendue utile (ou latitude) très grande – 5 diaphs au maximum – mais sa résolution était suffisante pour ne pas avoir ce problème dans les rushes.

Cependant, lors des exports, un plan contenant de la fumée d'encens sur fond noir m'a posé un problème. Sur l'export qualitatif en DNxHD 185x, il n'y avait aucun artéfact. En revanche, sur l'export léger en H264, la fumée était assez pixellisée et avait perdu ses nuances. J'ai extrait une partie de l'image originale des deux versions afin de mieux les comparer :



Figure 77 – A gauche, l'export qualitatif en DNxHD 185x ; à droite, l'export léger en H264.

La différence n'est pas très visible ici, mais on discerne tout de même que l'image de droite provenant de l'export H264 est moins « veloutée » que celle de gauche provenant de l'export

DNxHD 185x, surtout dans la partie gauche de l'image.¹³⁰ A l'époque la différence me paraissait énorme, mais en regardant de nouveau les images, la différence me paraît plus minime... Je pense qu'il s'agit là encore d'une différence d'écran : j'avais étalonné et exporté sur un grand iMac Pro 5K, et vérifié mes exports sur ce dernier. Or les fichiers sont en HD à 1920 x 1080, donc l'iMac ne devait pas l'afficher correctement et rendre d'autant plus visible des problèmes d'artéfacts. Mon écran actuel étant plus petit et seulement en HD, les détails apparaissent moins.¹³¹

La fumée et la brume demandent ainsi beaucoup de dégradés subtils, qu'il faut pouvoir tenir tout au long du processus : au tournage avec une caméra d'assez bonne résolution, mais également au niveau des exports et de la diffusion.¹³²

B. Cadrer, composer et créer de la profondeur avec la fumée

Dans le tout premier plan de *Pirates des Caraïbes : La Malédiction du Black Pearl*, le champ est totalement obstrué par un brouillard épais où l'on ne distingue quasiment rien. Un bateau apparaît ensuite progressivement : la proue d'abord, puis la coque et les bastingages, ainsi que la voile.

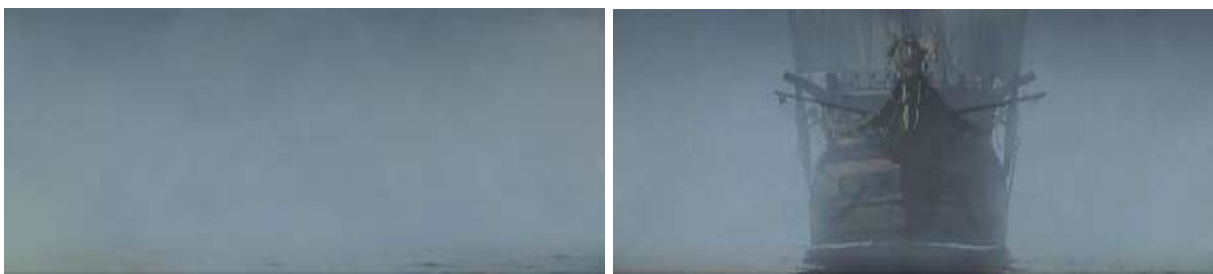


Figure 78 - Photogrammes de *Pirates des Caraïbes : La Malédiction du Black Pearl*, de Gore Verbinski

Le film débute ainsi par un plan mystérieux, où l'on ne comprend pas tout de suite de quoi il s'agit – même si le suspense est de courte durée. Le brouillard cache littéralement ce bateau à

¹³⁰ Ne pas hésiter à zoomer sur les images si vous êtes sur un écran.

¹³¹ Court métrage visible sur : <https://www.ens-louis-lumiere.fr/tp-image-2019-lens-louis-lumiere-realise-par-camille-aubriot-cinema-2020> Les artéfacts seront sans doute beaucoup plus visibles en ligne, du fait du débit de diffusion moindre que les fichiers originaux.

¹³² Cela posera *a priori* plus de problèmes sur des projets destinés à la diffusion en ligne, plutôt que ceux destinés aux salles de cinéma.

notre vue, alors même qu'il serait visible sans ce rideau de diffusion. Le brouillard agit ainsi comme un écran, mettant des éléments hors-champs bien qu'ils soient présents dans le cadre en soi.

A ce titre, il peut devenir compliqué de cadrer convenablement ce type de plan, car si l'on ne voit rien, comment savoir où sortira le bateau pour qu'il soit bien au centre de l'image ? Il est fort probable que le début de ce plan ait été tourné avec une maquette de bateau dans un bassin. Plusieurs solutions peuvent être employées pour le cadrer convenablement : le cadre est placé avant de mettre la fumée ; le bateau est télécommandé ou guidé par des rails ; une lumière sur le bateau permet de le repérer pour bien le centrer dans la fumée, puis elle est éteinte au moment de l'action, etc.

Cependant, lorsqu'il s'agit de plans avec des êtres vivants, cela est plus complexe à mettre en place. Par exemple dans *Le Dernier loup*, un plan fonctionne sur le même principe du brouillard comme écran, où un troupeau de chevaux chassé par une meute de loups surgit soudain du blizzard.



Figure 79 – Photogrammes de *Le Dernier loup* de Jean-Jacques Annaud.

Sur le photogramme de gauche, on commence à discerner les chevaux dans le brouillard, qui étaient invisibles juste auparavant. Il doit être difficile de faire en sorte que les chevaux passent exactement au même endroit, donc quasiment impossible pour le cadreur de savoir à l'avance ce qu'il y aura précisément dans son cadre. On sent d'ailleurs un léger zoom qui lui a permis de recadrer. Ce n'est sans doute pas dramatique dans ce plan, puisque quoi qu'il arrive, il y aura plusieurs chevaux devant l'objectif dont l'emplacement individuel n'est pas capital. Mais avec un seul cheval – comme dans un autre plan de la séquence – cela aurait certainement été plus compliqué.

D'autre part, le brouillard ou la fumée jouent beaucoup sur la composition d'une image, et donc sur la manière de cadrer. Nicolas Bolduc précise que la fumée devenant elle-même lumière, elle influe inévitablement. D'après lui, la composition passe souvent par avoir une

zone un peu plus sombre et une autre plus claire dans l'image, pour créer du contraste ou apporter un certain équilibre. « *Soit le visage est clair et le fond est sombre, ce qui crée un contraste ; soit ton visage est normal et tu as une tache de lumière à l'arrière qui vient juste balancer l'image*¹³³ », par exemple.

Or, la fumée remonte globalement l'ambiance d'une scène et ajoute de la lumière partout ; les fonds sombres ne le sont plus tant que cela, ce qui modifie forcément les rapports de contraste, notamment entre avant-plan et arrière-plan. Un personnage sombre se découpera d'autant plus en silhouette sur un fond éclairci par la fumée, là où sans fumée il ressortirait moins d'un fond sombre. Un même cadrage avec et sans fumée ne rendront donc pas du tout pareil. Non pas que cela soit un problème, mais il faut en prendre conscience et vraiment intégrer la fumée ou le brouillard dans son choix de composition.

Comme la fumée obstrue plus ou moins la vision, il convient d'être vigilant concernant les arrière-plans. Si elle est parfois employée pour cacher des fonds disgracieux et des imperfections (ce qui peut faciliter certains cadrages), elle peut tout autant trop cacher ceux qu'on désire voir. L'équipe de *La Belle Époque* a fait particulièrement attention à cela, car ils souhaitaient voir l'extérieur du décor du bistrot avec les voitures d'époque, les figurants... S'ils mettaient trop de fumée, l'extérieur ne devenait plus visible. Ils ont donc toujours cherché la limite, très fine, entre avoir assez de fumée pour créer une ambiance enfumée – comme dans les années 70 avec les cigarettes – mais pas trop non plus afin de toujours voir l'extérieur du bistrot.

La fumée permet en réalité de créer de la profondeur dans l'image. Nicolas Bolduc l'a justement utilisée à cet effet dans *La Belle Époque*, en plus de vouloir créer un effet de théâtralité. La fumée éteint les choses dans la distance, de la même manière que le brouillard brouille la perception des objets éloignés. En mettant de la fumée dans un décor, on créera ainsi cette sensation d'extinction, qui elle-même créera une sensation de profondeur et de grandeur. Le décor de la rue à l'extérieur du bistrot courait sur 35 mètres de longueur, mais ils souhaitaient qu'elle paraisse encore plus longue : ils ont ajouté de la fumée, et même encore plus tout au fond du décor, ce qui donnait plusieurs couches et renforçait l'effet. *A priori*, le niveau de fumée à mettre dépend du niveau de profondeur qui existe déjà. Pour obtenir le même effet, il faudrait

¹³³ Cf Entretien avec Nicolas Bolduc en Annexe 1.

mettre plus de fumée quand il n’y a aucune profondeur – sur des aplats ou dans de petits espaces – et moins de fumée dans des espaces déjà assez profonds.

Un autre exemple est cité par Éric Guichard : « *si tu prends un personnage avec une fenêtre au fond, et des murs un peu denses ; si tu ne mets pas de fumée, ce sera certes très beau graphiquement, avec le personnage silhouetté dans la lumière et la fenêtre un peu surex ; mais si tu rajoutes un rayon de soleil marqué dans la fenêtre avec de la fumée, tu crées de la profondeur.*¹³⁴ » La fumée crée donc cette profondeur en elle-même, mais également en matérialisant de la lumière qui ajoute un élément de relief. Les anglo-saxons sont très friands de cet emploi de la fumée, celle-ci étant toujours très fine et discrète.

En revanche, Éric Guichard précise qu’il y a là une difficulté à ne pas négliger : puisque la fumée crée de la profondeur et du relief, il faut faire attention lors des raccords qu’un plan très en relief ne soit pas suivi d’un plan tout « plat », sous peine d’annihiler totalement l’effet de profondeur.

Une autre manière de créer de la profondeur serait de tourner à pleine ouverture, ce qui placerait « *la fenêtre dans une espèce de diffusion du flou*¹³⁵ » dans l’exemple d’Éric Guichard. Cependant, cela ne fait pas exactement le même effet que la fumée, parce que « *tout ce qui est en arrière est quand même sharp au niveau de l’œil, même si ça ne l’est pas au niveau du focus*¹³⁶ ». La fumée ajoute un côté laiteux, une espèce de voile et de distance que ne permet pas la pleine ouverture.

Cela dit, la fumée est assez traîtresse car il faut toujours en mettre plus qu’on ne le pense. La quantité de fumée sur le plateau peut paraître énorme à l’œil, alors que dans la caméra l’effet est moindre. Cela est certainement dû au fait que la caméra ne lit pas la fumée de la même manière que l’œil, et que l’image est toujours un peu plus contrastée. Benoît Chamillard a eu également cette sensation en brouillard naturel, où tout était tellement brumeux que l’œil ne discernait plus rien, là où les objets et personnes étaient encore visibles à la caméra.

¹³⁴ Cf Entretien avec Éric Guichard en Annexe 5.

¹³⁵ *Ibid.*

¹³⁶ Cf Entretien avec Nicolas Bolduc en Annexe 1.

C. Utilisation des filtres

Certains opérateurs emploient des filtres en complément – voire en remplacement – de la fumée, que ce soit pour créer un effet ou pour mieux homogénéiser les plans entre eux. Différentes séries ont été citées, notamment les Fog et les Low Fog : comme leur nom l’indique en anglais (*fog* = brouillard), ces filtres sembleraient privilégiés pour faire un effet de brouillard, les Low Fog ayant un effet plus léger que les Fog.

Éric Guichard a beaucoup utilisé des filtres Low Fog sur *Himalaya, l’enfance d’un chef* afin d’uniformiser les plans entre eux. Le brouillard venant parfois par à-coup, cela lui permettait de maintenir une base d’effet brouillard au sein de la séquence, sans pour autant ajouter un effet supplémentaire. Cette série de filtres était plus adaptée, d’après lui, à l’argentique ; elle fonctionnerait moins bien avec les caméras numériques, même si la série reste agréable à l’œil. Elle permet d’ajouter une légère diffusion dans l’image, notamment sur les visages, sans qu’on sente le filtrage, ce qu’il apprécie beaucoup. En revanche, il n’a jamais utilisé les filtres Fog car ils lui « *ont toujours paru trop forts et trop à effet*¹³⁷ », rendant l’artifice visible. De la même manière, il n’a pas vraiment employé de Low Contrast, n’aimant pas leur rendu.

Rémy Chevrin, quant à lui, s’est servi à la fois des Low Fog et des Fog dans *Chambre 212* afin de créer un effet de brouillard sans se servir de machines à fumée. Il n’a utilisé cette technique qu’à certains moments bien précis, lorsqu’il ne pouvait pas employer de machines à fumée. Les seuls plans « extérieurs » tournés en studio étaient des prises de vue au travers des fenêtres de l’hôtel et de l’appartement, depuis la "rue"¹³⁸. S’il avait mis de la fumée, elle aurait envahi tout le studio, y compris l’intérieur des décors, ce qu’il ne souhaitait pas. Il a donc employé les Fog et Low Fog pour pallier ce problème, solution envisageable seulement en l’absence d’avant-plan.

En effet, Rémy Chevrin précise que les filtres « *n’adaptent pas le brouillard ou la fumée de la même manière que la vraie fumée physique. Evidemment, il n’y a pas l’épaisseur de l’atmosphère qui joue, puisque c’est juste un voile ou un calque que l’on met sur l’image.*¹³⁹ » Or cela ne correspond pas du tout à une logique réaliste du brouillard, où plus un personnage

¹³⁷ Cf Entretien avec Éric Guichard en Annexe 5.

¹³⁸ Le décor de la rue n’a pas été construit en studio : Rémy Chevrin filmait depuis le sol, entre les deux décors de l’hôtel et de l’appartement qui étaient surélevés. Toutes les scènes avec les comédiens dans la rue sont filmées dans une véritable rue parisienne.

¹³⁹ Cf Entretien avec Rémy Chevrin en Annexe 3.

s'éloigne, plus il disparaît. En mettant un filtre, « *on met sur les personnages le même effet, qu'ils soient proches ou éloignés, parce qu'on le met sur toute l'image et non sur la profondeur physique du décor.*¹⁴⁰ », ce qui peut poser un problème. Dans le cas de *Chambre 212*, Rémy Chevrin a donc pu employer les filtres seuls car les personnages étaient systématiquement en arrière-plan, derrière la fenêtre. S'il y avait eu des avant-plans en plus, il n'aurait pas pu employer cette technique.

D'autres séries de filtres ont également été citées par les chefs opérateurs. Benoît Chamailard emploie souvent des filtres White Promist par exemple, surtout sur les gros plans de visages pour raccorder avec des plans plus larges.

Jean-Marie Dreujou, de son côté, utilise rarement des filtres quand il y a de la fumée. Une des exceptions était l'emploi de filtres Low Fog et Low Contrast pour la série *La Vérité sur l'affaire Harry Quebert*, tournée au Canada avec Jean-Jacques Annaud, qui souhaitait « *vraiment différencier les séquences se déroulant en 2000 de celles se passant en 1975*¹⁴¹ ». Afin de reconnaître tout de suite les années 1970, Jean-Marie s'est alors servi, en plus de la fumée, de ces vieilles séries de filtres utilisées dans ces années-là.

En revanche, il n'en avait mis aucun dans *Le Dernier loup*, sur la séquence de la meute de loups chassant les chevaux. Dans *Sa Majesté Minor*, réalisé également par Jean-Jacques Annaud, je m'interrogeais sur la présence de filtres de diffusion – comme des White Promist – dans les séquences avec les nymphes, car elles semblent nimbées d'une lumière divine, très vaporeuse. Jean-Marie n'avait utilisé aucun filtre, cette sensation était donc uniquement provoquée par la diffusion de la brume.

D'autres opérateurs n'utilisent pas de filtres en complément ou remplacement de la fumée. Philip Lozano trouve notamment que les filtres sont souvent trop à effet et se remarquent, et il préfère la fumée qui est, selon lui, beaucoup plus fine d'utilisation. S'il utilise des filtres, « *ce sont plutôt des diffusions sur les visages de femmes en gros plan, comme des Soft FX ou des Classic Soft, qui permettent d'adoucir les peaux. Mais ce n'est pas en complément de la fumée*¹⁴² ». ¹⁴³ Philip Lozano précise cependant que le fait d'utiliser ou non des filtres dépend des préférences des opérateurs, ainsi que des projets.

¹⁴⁰ *Ibid.*

¹⁴¹ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.

¹⁴² Cf Entretien avec Philip Lozano en Annexe 6.

¹⁴³ A l'inverse, employer de la fumée à la place de mettre des filtres marque tout de suite un effet de brume, et n'est pas toujours souhaitable.

Sur *La Belle Époque*, Nicolas Bolduc n'a pas non plus utilisé de filtres en complément de la fumée, ni de filtres de couleur ; il a généralement tendance à utiliser des filtres Chocolat ou Straw, car il aime bien avoir un rendu « chaleureux ». Il s'est parfois servi de filtres de diffusion pour casser le côté vidéo ou trop net du numérique, ainsi que des filtres Black Diffusion pour adoucir un peu la peau de Fanny Ardant sur les plans serrés. On retrouve donc les mêmes utilisations que Philip Lozano pour casser la dureté de l'image ou adoucir les peaux, indépendamment de la fumée.

D. Raccorder et tourner à plusieurs caméras

Si les filtres permettent d'ajouter un effet, ils sont surtout utilisés en combinaison de la fumée ou du brouillard pour mieux raccorder les plans entre eux. La grande question, dans l'un ou l'autre cas, concerne le choix de la gradation du filtre en fonction du plan tourné.

Rémy Chevrin précise que pour *Chambre 212*, il choisissait la gradation en fonction de la valeur du plan, de la distance avec l'acteur et de la focale utilisée. Il ajoute que « *la gradation des filtres est une vraie question, il y a deux écoles parmi les opérateurs. Certains considèrent que sur une focale courte, il faut mettre une gradation légère, et que sur une focale longue, il faut mettre une gradation forte. D'autres font l'inverse [...]. C'est une question de goût.*¹⁴⁴ » Lui-même fait plutôt partie de ceux qui mettent une gradation légère sur les focales longues, et une gradation plus forte sur les focales courtes. C'est-à-dire qu'il pourrait mettre un filtre 1/2 sur un 25mm, et un filtre 1/8 sur une focale plus longue, par exemple.

Éric Guichard, pour sa part, aurait plutôt tendance à faire l'inverse et « *à filtrer d'autant plus fort que l'image est serrée, alors que plus le plan est large, plus le filtre est bas.*¹⁴⁵ ». Selon lui, il vaut mieux filtrer légèrement sur un plan large, sinon la perte de définition serait trop importante. Il mettrait ainsi des numéros bas comme le 1/8 ou le 1/4 sur des plans larges, et resserrerait dans les gros plans en 1/2 voire 1, si c'est vraiment intéressant.

¹⁴⁴ Cf Entretien avec Rémy Chevrin en Annexe 3.

¹⁴⁵ Cf Entretien avec Éric Guichard en Annexe 5.

Tourner avec de la fumée ou du brouillard change sensiblement la donne concernant les questions de raccords. Dans ce cas, la grosse difficulté, soulignée par plusieurs opérateurs, est alors de raccorder les plans larges avec les plans serrés. Benoît Chamaillard explique par exemple que « *sur les gros plans de visages, j'ai très souvent recours aux filtres, que ce soient des White Promist ou autres, pour raccorder avec des plans plus larges*¹⁴⁶ ».

En fait, le niveau de fumée ressenti avec la caméra ne sera pas le même en fonction de la focale employée. C'est-à-dire qu'avec un même niveau de fumée sur le plateau, tourner avec une courte ou une longue focale ne rendra pas la même chose du point de vue de la densité de la fumée. Avec une longue focale « *il y aura peut-être une sensation d'un peu trop de fumée par rapport à une focale plus courte*¹⁴⁷ », précise ainsi Jean-Marie Dreujou.

Or, le niveau de fumée ressenti dépendra également des axes caméra par rapport à la lumière : en contre-jour, la fumée se sentira énormément, alors que de face, elle sera très peu visible. Avec, bien évidemment, tous les intermédiaires d'axes en latéral et en 3/4 – car bien souvent avec la fumée, on évite de tourner dos aux fenêtres. Nicolas Bolduc et l'accessoiriste Benoît Herlin ont donc dû adapter un peu le niveau de fumée en fonction des axes lorsqu'ils ont tourné dans le bistrot de *La Belle Époque*. C'était un travail constant, fait surtout à l'œil ; au bout d'un moment dans le même décor, ils savaient quel niveau était nécessaire dans tel ou tel axe. Pour les plans qui étaient moins pointés vers les fenêtres, ils pouvaient mettre un peu plus de fumée puisqu'elle se sentait moins.

Ces deux aspects sont donc très trompeurs, et cela devient vite compliqué d'assurer une continuité ! Il faut bien s'assurer que la texture de la fumée ou du brouillard soit identique d'un plan à l'autre, notamment dans le cas de champs-contrechamps. C'est pourquoi il est préférable d'avoir « *une personne entièrement dévouée à la fumée sur un tournage*¹⁴⁸ », et non un accessoiriste qui doit s'occuper d'autres choses tout aussi importantes. Pour le tournage de la série *La Vérité sur l'affaire Harry Quebert*, au Canada, Jean-Marie Dreujou avait une personne dédiée à la gestion de la fumée. Cette personne lui demandait ce qu'il souhaitait comme niveau dans chaque décor, et elle raccordait exactement la même chose toute la journée, qu'ils soient dans un axe ou dans un autre. Cela dit, les filtres peuvent justement aider à raccorder les plans entre eux, sans nécessairement modifier le niveau de fumée sur le plateau.

¹⁴⁶ Cf Entretien avec Benoît Chamaillard en Annexe 2.

¹⁴⁷ Cf Entretien avec Jean-Marie Dreujou en Annexe 4.

¹⁴⁸ *Ibid.*

Le problème de raccords se pose d'autant plus lors d'un tournage à deux ou plusieurs caméras. Il est toujours possible de modifier le niveau de fumée sur le plateau lorsqu'on tourne à une seule caméra, en fonction des axes et des focales. En revanche, avec plusieurs caméras, cela est impossible puisqu'elles tournent simultanément. Le niveau de fumée objective sera nécessairement le même pour toutes ces caméras, ce qui conduira souvent à des défauts de raccords, puisqu'elles tournent *a priori* avec des focales différentes dans différents axes.

Il s'agissait là d'un problème de taille lorsque les films ne se tournaient qu'en argentique. Les opérateurs étaient « *extrêmement vigilant[s] sur les raccords de fumée entre les plans et les focales, car [ils] ne pouva[en]t pas retravailler le contraste en post-production¹⁴⁹* » selon Jean-Marie Dreujou. Le contraste était en effet imprimé, et n'était pas modifiable au laboratoire, contrairement à la densité ou à la couleur. Cette limitation rendait parfois impossible le tournage à plusieurs caméras en simultanée lorsqu'il y avait de la fumée. L'étalonnage numérique, plus versatile, permet au contraire de retravailler les contrastes en post-production, ce qui permet de raccorder là où l'argentique ne le permettait pas. Il est ainsi possible de tourner à plusieurs caméras beaucoup plus facilement qu'auparavant.

Le dernier type de raccord qui peut être effectué, cette fois-ci facilité par la fumée, constitue celui de tourner une même séquence en partie en décor naturel et en studio, avec un basculement le plus invisible possible entre les deux. Dans ces cas-là, la fumée peut aider à « noyer le poisson » : on ne voit pas bien l'environnement enfumé, ce qui permet de moins se rendre compte des détails qui changent entre l'extérieur et le studio.

Jean-Marie Dreujou s'est servi de la fumée à cet effet dans une des dernières séquences *Sa Majesté Minor* de Jean-Jacques Annaud. Minor s'enfuit dans un marais, et jusqu'à la mort de son ami Karkos, la scène était tournée dans un véritable cours d'eau. La bascule en studio se fait lorsque Minor continue sa route et s'accroche à l'arbre. L'ensemble était noyé dans la fumée, ce qui a permis de faciliter le raccord. En extérieur, 5 ou 6 personnes s'occupaient de générer la fumée depuis les berges, avec des machines portatives et des bombonnes de rechange dans leur sac à dos. Cela leur permettait d'être extrêmement mobiles et de se placer au mieux en fonction du vent changeant. Il y avait également de la fumée en permanence dans le studio.

La fumée peut donc faciliter ce genre de raccord, tout en restant complexe à raccorder dans sa texture. Éric Guichard souligne que pour *Himalaya, l'enfance d'un chef* d'Éric Valli, une des séquences avait dû être tournée en partie en studio, alors que la majorité se déroulait en

¹⁴⁹ *Ibid.*

extérieur sous une véritable tempête. Dans le studio, ils avaient recréé de la neige au sol, du brouillard et du vent. Cela avait été « *très compliqué à gérer, parce que la qualité de la brume et de la lumière étaient difficiles à recréer*¹⁵⁰ ». Le film date de 1997-1998 et a été tourné en argentique ; l'étalonnage et autres outils numériques n'existaient pas à l'époque.

¹⁵⁰ Cf Entretien avec Éric Guichard en Annexe 5. Concernant la difficulté de raccorder la lumière, précisons que certains projecteurs actuels comme les SkyPanel d'ARRI n'existaient pas à l'époque. Éric Guichard a dû éclairer en artificiel en studio, en mettant 1/8 ou 1/4 de bleu sur les projecteurs pour les refroidir un peu, tout en tournant avec une pellicule en artificiel. L'équilibre n'était pas aussi simple à faire qu'en extérieur, et le fait de mélanger des plans studios avec des plans extérieurs était évidemment plus complexe que de tout tourner en extérieur ou en studio. Aujourd'hui, il serait extrêmement facile de faire un plafonnier en studio avec des SkyPanel réglés directement en lumière du jour.

PARTIE 4 :

Applications : retours sur la Partie Pratique de Mémoire (PPM)

CHAPITRE 1

Des essais avec la fumée : préparation de tournage

Dans le cadre de ma Partie Pratique de Mémoire, abrégée en PPM, je me suis lancée dans un double projet.

D'une part, réaliser des essais comparatifs pour mieux comprendre comment agissait la fumée, ainsi que pour mettre en pratique ce qui ressortait de mes recherches et des entretiens. Je souhaitais notamment tester les choses « à ne pas faire », pour bien se rendre compte du rendu et du pourquoi cela ne rendait pas bien, comme éclairer la fumée de face par exemple. L'idée était d'avoir une petite histoire très simple, avec un enchaînement d'actions qui permettait de bien délimiter chaque essai avec un plan spécifique.

D'autre part, je souhaitais tourner un court film expérimental comportant des effets de fumée particuliers, tels qu'un effet de carboglace ou de perte de repères dans un brouillard très dense. Cette double approche nous a permis, avec mon équipe, d'expérimenter de multiples aspects concernant la fumée, ce qui fut très enrichissant. Nous avons tourné les essais sur 2 jours et demi, et le court métrage sur 2 jours, principalement en Alexa Studio¹⁵¹.

Cette volonté de faire des essais a été encouragée à la fois par Sylvie Carcedo, ma directrice de mémoire interne à l'École, et par les différents chefs opérateurs rencontrés. La majorité d'entre eux n'ont pas vraiment eu l'occasion de faire des essais spécifiques concernant la fumée, principalement à cause d'un manque de temps et/ou d'argent des productions françaises. Cela dit, les opérateurs connaissent globalement les effets des différents types de fumée et comment les maîtriser. Ils savent s'adapter aux machines employées, même s'ils ne connaissent pas forcément les modèles, qui sont plutôt du ressort de l'accessoiriste ou des effets spéciaux physiques SFX.

¹⁵¹ Nous avons également utilisé une Sony F3 et une Phantom HD Gold.

Personnellement, je n'ai pas l'expérience que peuvent avoir ces chefs opérateurs avec la fumée. L'une des seules fois où je m'en suis servie, c'était sur un exercice que j'ai réalisé en première année à Louis-Lumière, intitulé *A Serious Game*.¹⁵² Ce court métrage de 4 minutes se déroule lors d'un entretien d'embauche dans un *escape game*. Nous avons utilisé la machine à fumée appartenant à l'École et ventilé avec des drapeaux pour homogénéiser au mieux la fumée, car nous n'avions pas de ventilateur à notre disposition.



Figure 80 – Photographies de tournage de *A Serious Game*, court métrage réalisé en 1^{ère} année. On peut voir la différence entre sans fumée (à gauche) et avec fumée (à droite). Photos de Charlotte Hayet.

C'est pour cela qu'il était important pour moi de « pratiquer » la fumée. Dans ce but, j'ai préparé un décor qui m'a permis de rendre compte de différents effets, tout en servant à la fois pour les essais et pour le court métrage que je comptais réaliser. Je suis partie sur une idée de bar enfumé, alors que tous les bars étaient fermés à cause du Covid-19, ce qui était assez cocasse.

Je souhaitais avoir des fenêtres pour matérialiser des rayons lumineux, mais également un motif de papier peint sur un des murs, afin de bien se rendre compte de la diffusion occasionnée par la fumée. Avec ma cheffe décoratrice, nous avons trouvé le papier peint parfait pour cela, qui comporte des lignes fines dorées sur un fond bleu foncé. Ces lignes placées en forme de triangle formaient comme une mire, et cette matière permettait d'observer le rendu de la diffusion d'une manière beaucoup plus fine qu'un mur sans motif.

Suivant les conseils de Jean-Marie Dreujou, mon directeur de mémoire externe, nous avons peint les feuilles de décor – à l'origine de couleur blanc cassé – dans une couleur foncée, en l'occurrence un bleu nuit tirant légèrement sur le violet qui raccordait avec le papier peint. Cela permettait aux rayons de bien se voir. J'ai cependant laissé la porte en blanc pour comparer. Les fenêtres ont été choisies avec une surface parfaitement claire, et non martelée.

¹⁵² Court métrage visible sur : <https://www.ens-louis-lumiere.fr/serious-game-realise-par-camille-aubriot>

L'idée des stores vient également de Jean-Marie, et ils ont permis de tester différentes variations de fenêtres, tout en matérialisant plusieurs faisceaux. Le vitrail coloré était aussi une suggestion afin de travailler sur la coloration de la fumée ; il a été fabriqué à partir de baguettes de bois, sur lesquelles des morceaux de gélatines ont été agrafées.

Un des autres conseils était de créer un faux plafond au-dessus du décor, afin de contenir la fumée et de rattraper de la lumière à l'intérieur du décor. Je me suis servi de toiles de spy à cet effet, qu'il aurait été encore mieux de bien coller contre le haut du décor :



Figure 81 - PPM Photographie de plateau personnelle

Pour mes recherches et la préparation de cette Partie Pratique de Mémoire, j'ai rapidement cherché plus d'informations sur les machines à fumée. Je suis allée voir les loueurs afin d'en connaître davantage et de faire des premiers essais très brefs. Suite à une rencontre au Micro-Salon de l'AFC, j'ai pu découvrir certaines machines chez TSF Lumière, et constater pour la première fois la différence entre les « machines à fumée » et les « machines à

brouillard »¹⁵³. Les premières sortent un véritable panache de fumée – qui a d’ailleurs totalement enfumé le local où je me trouvais –, tandis que les secondes ont un débit beaucoup plus faible et créent une espèce de brume moins dense mais plus homogène.

Pour les différencier physiquement, il suffit de voir si la machine possède un bec de sortie, auquel cas il s’agira d’une machine à fumée ; si elle ne possède qu’une ouverture assez large en sortie, il s’agira d’une machine à brouillard. J’ai ainsi pu tester 4 modèles, présentées dans l’ordre de gauche à droite sur la photo ci-dessous : Compact Hazer Pro et Crack-Oil DF-50 (machines à brouillard) ; Rosco Fog Machine 1700 et Smoke Factory Data II (machines à fumée).



Figure 82 - Machines testées chez TSF

Cependant, TSF Lumière n’est pas spécialisé en location de machines à fumée et ils m’ont redirigé vers Flam and Co, société plus axée sur les effets spéciaux SFX¹⁵⁴. Jean-Marc Meunier a eu la gentillesse de me présenter différents types de machines, et notamment les Artem que je n’avais pas encore eu l’occasion de voir :

¹⁵³ Un grand merci à Damien Saintier (Directeur TSF Lumière) pour son accord ; à Abdel Meziane (Directeur technique lumière) pour son accueil et sa bienveillance ; et à Sylvain Caret pour m’avoir aiguillée lors du Micro-Salon.

¹⁵⁴ Ils proposent à la fois des locations et des prestations sur les tournages, mais également du matériel de régie et divers consommables. Voir leur site : <http://www.flam-and-co.fr/>



Figure 83 - Démonstration de l'Artem par Jean-Marc Meunier (Flam and Co)

Il m'a raconté diverses anecdotes de tournage, en plus de m'expliquer les utilisations des machines. Malgré la situation avec le Covid-19, il a pu me prêter trois machines de la marque LOOK et un ventilateur, afin que je puisse réaliser ma PPM : la Viper NT (1 buse) et l'Unique pendant toute la durée de mon tournage, et la Viper 2.6 (2 buses, plus puissante) pour une partie tournée en extérieur. Le ventilateur de 50 cm sur roulettes nous a été extrêmement utile.



Figure 84 - Matériel prêté par Flam and Co.

J'ai également rencontré Jean-François Lemaire chez Pyrofolies, une autre société spécialisée dans les effets spéciaux SFX¹⁵⁵. Il m'a été d'une grande aide, grâce à ses explications et ses démonstrations de plusieurs machines, notamment des machines à fumée lourde à base de liquides :



Figure 85 - Démonstration de machine à fumée lourde à base de liquide par Jean-François Lemaire (Pyrofolies)

Malgré la situation complexe, il m'a généreusement prêté une Crack-Oil DF-50, ainsi qu'une machine à fumée lourde à utiliser avec de la carboglace (Dry Icer Peasouper) :



Figure 86 - Matériel prêté par Pyrofolies.

¹⁵⁵ Ils proposent à la fois des locations de machines, des achats de consommables d'effets spéciaux et des prestations sur tournages. Jean-François Lemaire est notamment un des grands spécialistes de la neige SFX. Voir leur site : <https://www.pyrofolies.com/>

Je suis très reconnaissante envers Jean-Marc Meunier et Jean-François Lemaire, car sans ces machines, il m'aurait été vraiment difficile de tourner la PPM. La machine de l'École n'aurait clairement pas suffi pour la majorité des effets, et sans ventilateur dans le grand studio, cela aurait été très compliqué. Il s'agit d'ailleurs d'un point abordé dans le premier essai.

CHAPITRE 2

Essais réalisés et résultats

Dans la plupart de ces essais, le plus difficile aura été de maintenir un niveau de fumée stable et homogène quand cela était nécessaire. L'idée était souvent de comparer d'autres paramètres, que ce soit l'éclairage, les filtres, l'exposition, etc. Il était donc nécessaire que la fumée soit la même d'une prise sur l'autre afin de pouvoir faire une comparaison fiable. Une différence dans le niveau de fumée a parfois grandement perturbé, voire faussé, cette analyse.

Les essais se déroulent suivant une petite histoire simple, où chaque essai correspond à un plan en particulier. Un inspecteur entre dans un bar et s'attable afin d'interroger la serveuse. Celle-ci s'approche mais ne semble pas très coopérative, alors l'inspecteur commande une boisson. La serveuse part la préparer et revient pour la servir, puis s'assoie dans un canapé au fond de la salle. L'inspecteur commence à boire tandis que la serveuse sourit malicieusement (j'ai imaginé qu'elle l'avait empoisonné). L'inspecteur se retourne vers elle puis s'effondre au sol. Dans le dernier plan, il a disparu et la serveuse est surprise : elle fait le tour du décor avant de s'enfuir par la porte.

A. Essai 1 : Différentes machines et emploi d'un ventilateur

Dans ce premier essai, je souhaitais comparer l'utilisation de deux types de machines électriques (« à fumée » et « à brouillard ») de manière plus poussée que ce que j'avais pu faire chez TSF, dans un décor plus adéquat. Le plan commence en plan d'ensemble où l'on voit tout l'envers du décor, sans aucune fumée. Lorsque ma cheffe décoratrice lance une des machines et que la fumée s'approche du vitrail, les faisceaux colorés se matérialisent de manière presque magique.

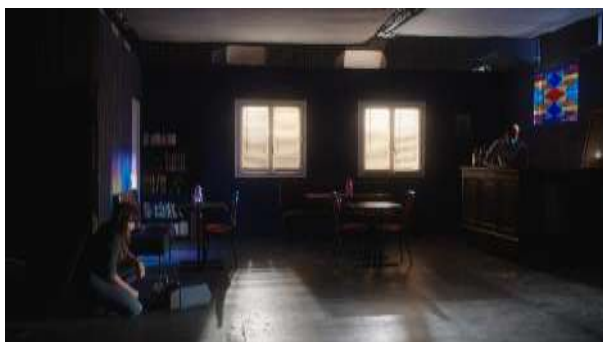


Figure 87 – Sans fumée.



Figure 88 – Avec fumée qui matérialise les rayons.

Il faut dire qu'il est très difficile, voire impossible, de juger de cet effet sans fumée, et nous avons d'ailleurs fait quelques ajustements à cette occasion. Un travelling avant et latéral nous emmène ensuite à l'intérieur du plan, comme pour entrer dans la fiction, jusqu'à ce que l'inspecteur entre par la porte.

La différence entre les deux types de machines est flagrante :



Figure 89 - Viper NT à 100% de puissance.



Figure 90 - Unique à 100% de puissance.

La Viper NT (machine à fumée) envoie un énorme jet de fumée, très épais, opaque et plutôt blanc, en faisant des volutes très visibles. La sortie se fait à l'horizontal en frôlant le sol, puis la fumée remonte dès qu'elle rencontre les obstacles du décor. De l'Unique (machine à brouillard) sort un flot léger de fumée, plutôt apparentée à de la « brume », avec des volutes beaucoup moins visibles et une densité moindre. La sortie se fait plutôt en diagonal vers le haut, ce qui remplit l'espace en hauteur plus proche de la machine qu'avec la Viper. La Viper est d'ailleurs beaucoup plus bruyante que l'Unique, mais elle s'arrête plus vite quand on appuie sur le bouton OFF.

Il est plus aisé et rapide d'atteindre un niveau de fumée homogène avec l'Unique qu'avec la Viper, cependant la Viper peut remplir un même espace plus rapidement avec son

débit plus important. Les deux machines peuvent être réglées en puissance : l'essai à 20% de l'Unique n'était cependant pas très concluant pour remplir l'espace, car elle n'envoie plus grand-chose. Cela pourrait être utile en ajout dans un espace déjà emplit de fumée, afin de limiter les volutes et de ne pas attendre que l'ensemble soit de nouveau homogène.

Pour homogénéiser la fumée, nous avons testé deux méthodes : ventiler avec des drapeaux à la main ou en utilisant un ventilateur de 50 cm de diamètre, qui pouvait être réglé en puissance. Le ventilateur est beaucoup plus efficace, car en le plaçant directement en sortie de la machine, il permet de casser tout de suite les volutes de fumée.



Figure 91 - Viper NT à 100% de puissance, sans ventilateur.



Figure 92 – Viper NT à 100% de puissance, avec ventilateur à 40/50 de puissance.

Celui que nous avions avait l'avantage d'être sur roulettes et de posséder un axe tournant, donc il suffisait de l'orienter vers la gauche ou la droite pour envoyer de la fumée, sans avoir à déplacer la machine elle-même, ce qui était extrêmement pratique.

Cet essai confirme bel et bien qu'un ventilateur est quasiment indispensable lors de l'utilisation d'une machine à fumée, et est extrêmement pratique même avec une machine à brouillard : dans les deux cas, il permet d'obtenir une fumée homogène bien plus rapidement que sans ventilateur ou avec des drapeaux. Nous l'avons systématiquement utilisé par la suite en intérieur, que ce soit avec la Viper ou l'Unique¹⁵⁶. En revanche selon la puissance choisie, le ventilateur fait vraiment beaucoup de bruit.

¹⁵⁶ Dans la suite des essais, nous avons surtout employé l'Unique, car elle tout de même plus indiquée pour des effets de matérialisation de rayons en intérieur que la Viper. Nous obtenions un niveau homogène plus rapidement.

B. Essai 2 : Types d'éclairage et fenêtres

Dans ce deuxième essai, différents types d'éclairages sont testés selon le positionnement, la qualité et le type de projecteurs utilisés. Deux dispositions de fenêtres sont également comparées. Le plan commence sur la serveuse Amélie, placée derrière le bar, et la suit en travelling arrière jusqu'à ce que les deux personnages soient cadrés, face aux fenêtres.

Il est tout d'abord intéressant de constater la différence de rendu entre avec et sans fumée dans ce plan, car la différence est plus flagrante que dans l'essai précédent :



Figure 93 – Plan début et fin sans fumée.

Figure 94 – Plan début et fin avec fumée.

Le premier test était de comparer des sources tungstènes et HMI pour voir si une différence était visible, en adaptant la température de couleur en conséquence. Les sources ont été alignées entre elles avec des Minus Green et Plus Green. En tungstène, nous avons employé des Fresnel 5 kW sur chaque fenêtre et pour le vitrail, un Fresnel 5 kW tapant dans un miroir. En HMI, deux projecteurs de 2,5 kW étaient braqués sur les fenêtres, l'un avec une lentille de Fresnel et l'autre avec une lentille un peu martelée¹⁵⁷, tandis qu'un 4kW équipé d'une lentille de Fresnel éclairait le vitrail dans un miroir.

¹⁵⁷ Malheureusement, il manquait la lentille Fresnel de ce projecteur ; nous avons pris celle qui s'en rapprochait le plus.



Figure 95 – Plan début et fin avec configuration projecteurs tungstènes.

Figure 96 - Plan début et fin avec configuration projecteurs HMI.

Il n'y avait pas vraiment de différence de rendu concernant les rayons matérialisés des fenêtres : le fait d'utiliser des projecteurs tungstène ou HMI change peu la donne de ce point de vue, ce que m'a confirmé Jean-Marie Dreujou après-coup. Ce qui change véritablement, ce sont les lentilles placées devant. Il est d'ailleurs étonnant qu'il n'y ait aucune différence alors qu'un des HMI n'était justement pas pourvu d'une lentille de Fresnel. Du côté du vitrail, le HMI rendait mieux seulement à cause de sa puissance : avec ses 4 kW, il avait un rendement lumineux plus important que le 5 kW tungstène.

J'ai donc décidé de faire le reste du tournage avec des 5 kW tungstène derrière les fenêtres, car ils étaient tous deux équipés de la même lentille, ils pouvaient être dimmés et je disposais de projecteurs en remplacement en cas de panne. Je n'avais que deux projecteurs HMI 2,5 kW, aucun moyen de les remplacer et qu'il était déjà arrivé qu'ils s'éteignent sans que l'on sache trop pourquoi. En revanche, je préférerais vraiment le rendu du vitrail avec le HMI 4 kW, que je n'ai pas filtré car le faisceau lumineux passait déjà par les couleurs du vitrail et le rendu me convenait très bien.

J'ai tourné la majorité des essais suivants à une température de couleur caméra de 3000 K, suivant les indications du thermocolorimètre pour m'aligner sur les tungstènes (sachant que le HMI était plutôt à 5200 K qu'à 5600 K).

J'ai ensuite testé avec et sans Source Four, ces projecteurs très directionnels recommandés par Jean-Marie Dreujou. J'avais pu obtenir deux projecteurs tungstène de 750 W, ce qui n'était pas très puissant en regard des autres sources, et c'est pourquoi j'étais partie sur les 5 kW tungstène au lieu des 2,5 kW HMI, car cela m'évitait de filtrer et d'abaisser encore leur rendement. Pour que leur effet soit marqué, il ne fallait pas qu'ils chevauchent les grosses sources : le point chaud des 5 kW était ainsi placé vers le bas des fenêtres, tandis que les Source Four étaient presque à bout portant du haut de chacune des deux fenêtres. La différence entre avec et sans Source Four n'était pas aussi importante que ce que j'avais imaginé, mais je pense que ce serait plus probant avec des Source Four plus puissants.

Une fois les projecteurs validés, nous avons changé leur positionnement. De 3/4 contre, nous les avons placés en total contre-jour, ce qui renforce d'autant plus l'effet, comme nous nous y attendions :



Figure 97 – Eclairage à 3/4 contre.



Figure 98 – Eclairage à contre.

Les faisceaux sont moins marqués à gauche des fenêtres, mais de nouveaux sont matérialisés à droite, ce qui est logique vu le changement de placement. On a presque l'impression d'être en plein phares. De plus, quand Amélie passe devant la fenêtre et qu'elle entre dans les faisceaux matérialisés, elle crée des ombres dedans, absentes jusque-là car les faisceaux passaient derrière elle dans les autres plans. Cela donne un effet particulièrement intéressant en mouvement, qui dépend vraiment du positionnement des sources vis-à-vis de l'action.

Tous les opérateurs m'ont dit qu'il fallait éclairer la fumée en contre-jour total, en 3/4 contre ou en latéral. J'ai souhaité voir de mes propres yeux ce que cela donnait quand on ne suit pas ces recommandations, c'est-à-dire en éclairant de face. Pour cela, j'ai placé un tungstène Fresnel 5 kW de face sur gradateur, et nous augmentions sa puissance progressivement. On ne

commence à le sentir que vers 30 ou 40% de la puissance totale, avec des ombres apparaissant derrière Amélie et la chaise de droite :



Figure 99 – Sans projecteur de face.



Figure 100 – Projecteur de face à 40% de puissance.

A partir de 50%, on commence à perdre la sensation de la fumée ainsi que les faisceaux matérialisés, qui disparaissent en grande partie. A partir de 80%, tout est plat et écrasé, et plus aucun faisceau n'est visible, y compris ceux du vitrail :



Figure 101 – Projecteur de face à 60% de puissance.



Figure 102 - Projecteur de face à 80% de puissance.

Je trouve personnellement que le rendu est très moche, comme dirait Rémy Chevrin, et nous avons vite compris pourquoi il ne fallait pas éclairer la fumée de face, du moins de cette manière-là. De plus, cet essai montre bien qu'avec un niveau de lumière intérieur plus fort que le niveau extérieur, les faisceaux ne se matérialisent plus.

Nous avons également employé des sources diffuses avec des SkyPanel pour comparer avec les sources directionnelles. En plaçant des SkyPanel au-dessus des fenêtres, nous rajoutions un effet de contre-jour total diffus. Il en résultait que le visage d'Amélie était un peu plus éclairé au début du plan, mais les couleurs du vitrail étaient plus diluées. On voit les SkyPanel qui « bavent » en haut du cadre, et on sent que les sources viennent du plafond, ce qui n'est pas très probant. En revanche, ces plans ont été tournés avec une gélatine sur toute la hauteur des fenêtres, donc c'est normal si les rayons ne sont pas matérialisés :



Figure 103 – Plan début avec SkyPanel à contre en hauteur.



Figure 104 - Plan fin avec SkyPanel à contre en hauteur.

En plaçant un SkyPanel de face, soit en combinant les deux choses « à ne pas faire », l'effet est similaire au tungstène de face bien que plus diffus : tout est mis à plat, on voit le sol et le rendu est très clair. Globalement, ce n'est pas très probant non plus, du moins ici.



Figure 105 - Plan début avec SkyPanel de face.



Figure 106 - Plan fin avec SkyPanel de face..

Les sources diffuses ne permettent pas de marquer un effet de rayon. En revanche, ils pourraient être utiles quand on ne souhaite justement pas matérialiser des faisceaux, comme dans le cas de *Blade Runner 2049* par exemple, ou pour ramener un peu de lumière diffuse à la face. D'autant plus qu'ils sont très utiles pour colorer la fumée avec leurs gélatines intégrées (cf Essai 6).

Nous avons également comparé deux dispositions de fenêtres. D'une part, avec les stores baissés sur la totalité de la fenêtre ; et d'autre part, avec les stores en partie remontés, le reste étant calqué avec de la diffusion 250 collée aux vitres.



Figure 107 – Stores sur toute la fenêtre, sans gélatines. Figure 108 – Stores remontés, avec gélatines 250 sur le reste des fenêtres.

Les parties calquées des fenêtres « claquent » beaucoup, ce qui n'est pas toujours bienvenu. Cela rendait mieux dans *De Gaulle*, où Je/an-Marie Dreujou avait calqué les fenêtres (sauf tout en haut) : le fait d'avoir des volets à moitié fermés cachait en quelque sorte les calques. Les calques permettaient de mettre en avant un rayon matérialisé seulement en haut, et non sur toute la hauteur des fenêtres. Mais avoir des faisceaux sur toute la fenêtre, surtout avec les stores, est assez sympathique. Au final, le résultat est surtout une question de goût.

C. Essai 3 : Densités de la fumée

Nous avons testé différents niveaux de densité de fumée, à la fois avec la Viper NT et l'Unique, toutes deux en association avec le ventilateur. Globalement, l'effet est quasiment le même entre les deux types de fumée, à densité égale et une fois qu'elles sont bien homogénéisées. Les rayons matérialisés sont peut-être un peu plus définis avec la machine à brouillard, mais cela reste très subtil, et difficile de comparer en détails quand le niveau de fumée n'est pas parfaitement identique. En revanche, la Viper avait tendance à diffuser plus le fond dans la densité la plus forte, visible grâce au papier peint. Les résultats présentés sont ceux obtenus avec la machine à brouillard Unique. La densité de fumée faible a été calée de manière à ce que les rayons lumineux se matérialisent tout juste dans la fumée :



Figure 109 – Sans fumée.



Figure 110 – Avec fumée, densité faible.

En passant à une densité moyenne, la fumée se ressent logiquement un peu plus et donne un aspect blanc à l'image, en décollant plus les noirs. Une densité forte donne une impression encore plus brumeuse : l'ensemble de l'image est encore plus clair, la fumée commence à vraiment diffuser sur Amélie et les rayons sont beaucoup plus longs. Avec une densité très forte, l'arrière-plan est très diffusé et devient quasiment indiscernable, à part la porte qu'on devine. La diffusion est forte sur Amélie, il y a vraiment une sensation de brouillard tandis que les rayons sont moins visibles.



Figure 111 – Avec fumée, densité moyenne.



Figure 112 – Avec fumée, densité forte.



Figure 113 – Avec fumée, densité très forte.

Il s'agit du niveau de densité maximale que nous avons pu obtenir avec l'Unique, du moins sans attendre des heures que le studio soit saturé de fumée. Avec la Viper, il serait possible d'avoir un niveau encore plus dense en relativement peu de temps. Ce qui est assez logique, car la Viper donne des panaches de fumée beaucoup plus épais et opaques que l'Unique : quand nous lançons la Viper, nous ne voyions absolument rien au travers du jet de fumée, alors que la vue était simplement limitée avec celui de l'Unique.

D. Essai 4 : Les filtres et tournage à deux caméras

J'ai accordé une place importante aux filtres dans mes essais, car plusieurs opérateurs trouvaient intéressant de vérifier la pertinence d'en employer en regard de la fumée. J'ai pu tester 5 séries de filtres : les Fog, les Low Contrast et les Haze que nous avons à l'École, ainsi que les White Promist et les Black Promist prêtés par TranspaCam. J'ai choisi de rajouter les Haze et les Black Promist, même s'ils n'avaient pas été cités par les opérateurs. Les Haze me semblaient potentiellement indiqués vu leur nom (*haze* = brume), et les Black Promist m'intriguaient par rapport à leurs homologues White.

Malheureusement, je n'ai pas pu obtenir de Low Fog : cela est fort dommage car c'étaient ceux qui revenaient le plus, et sans doute les plus importants à tester. Lors de mes recherches, j'ai également trouvé qu'il existait des filtres Double Fog¹⁵⁸ et des Smoque, que je n'ai pas non plus pu tester.

Nous avons d'abord tourné un plan de référence sans fumée ni filtre, puis testé les 5 séries de filtres sans fumée, afin de se rendre compte de l'effet du filtre seul. Nous avons ensuite tourné un deuxième plan de référence, avec fumée cette fois-ci, mais toujours sans filtre. Enfin, nous avons de nouveau testé les 5 séries de filtres en plus de la fumée, afin de voir leur effet combiné à celui des machines à fumée. Cela m'a permis de comparer en détails les différents effets. Selon la série considérée, nous n'avons tourné qu'une partie des gradations disponibles afin d'alléger le processus, sachant que l'effet du 1/8 était généralement si léger qu'il se voyait à peine.

¹⁵⁸ Les Double Fog seraient une combinaison des Low Contrast et des Fog.

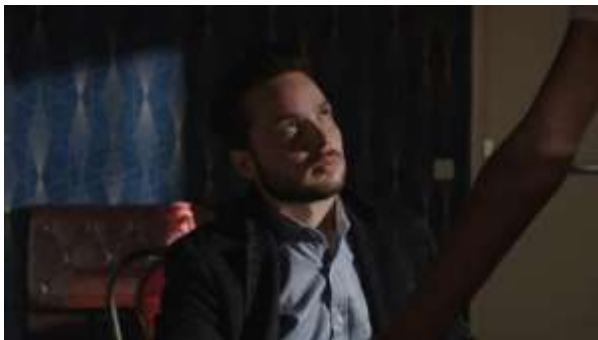
Le plan comporte deux personnages, l'un en avant-plan (Benjamin) et l'autre en arrière-plan (Amélie) : une bascule de point est opérée entre les deux. Cette configuration permet de voir comment agit le filtre et/ou la fumée sur les flous « avant » et « arrière ». De plus, le papier peint à motifs permet de mieux rendre compte de la diffusion. Avec la fumée, des rayons sont matérialisés dans le coin supérieur droit, et les filtres en modifient généralement le rendu.

La véritable difficulté était de garder un niveau de fumée stable et homogène d'une prise sur l'autre, afin de ne prendre en compte que le changement de filtre opéré. Cela n'a pas été aisé, et la différence de fumée a faussé une partie des résultats, selon les prises considérées. Une différence visible sur le personnage en avant-plan résulte de l'effet du filtre considéré. En revanche, si le changement principal s'opère sur le mur du fond, et que peu de changement est visible sur le personnage en avant-plan, il s'agirait plutôt d'un écart de niveau de fumée. Malgré tout, j'ai pu dégager certaines caractéristiques, présentées ci-après par série.

Série Fog (gradations testées : 1/8 – 1/4 – 1/2 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5)

Point sur Benjamin, le personnage d'avant-plan :

Avec filtre Fog 1 ↓



Sans rien



Filtre seul



Avec fumée ↓

Fumée seule



Fumée + filtre

Point sur Amélie, le personnage d'arrière-plan :

Avec filtre Fog 1 ↓



Toutes les gradations de cette série ont été testées, car la différence d'effet est assez sensible d'une intensité à l'autre¹⁵⁹. Ce filtre Fog 1 est assez marqué ; il y a un écart très important avec le 1/2. Les filtres 2 et 3 sont assez similaires au 1, et le 5 est extrêmement fort, à mon avis quasiment inutilisable en conditions normales. Je suppose que la majorité des opérateurs les utiliseraient en-dessous du 1, ce qu'a d'ailleurs fait Rémy Chevrin : il les employait entre le 1/8 et le 1/2, car cela devenait un peu artificiel au-delà.

Globalement, le filtre seul a tendance à « flouter » l'ensemble : les détails sont moins visibles, notamment les lignes et détails du papier peint, ou les traits de visage et les poils de barbe. Les peaux paraissent beaucoup plus lisses. On a même l'impression d'une perte de point avec les fortes gradations, surtout sur le personnage en avant-plan. On peut noter un effet de *glow*, avec les hautes lumières qui ont tendance à baver autour, ce qui est surtout visible sur le haut clair d'Amélie, le visage et la chemise de Benjamin, et la lanterne du fond. Cela donne un côté fantomatique ou féérique. Le filtre applique un voile tangible sur l'image et tend à décontraster l'ensemble, en décollant un peu les noirs et en coupant un peu des hautes lumières ; la courbe sur l'oscilloscope de DaVinci Resolve est moins étendue.

¹⁵⁹ Attention, les images présentées ici ne permettent pas de se rendre compte en détails, car elles sont forcément de moins bonne définition que les rushes originaux. C'est pour cela que j'ai pris en exemple un filtre de gradation moyenne, voire forte, afin que l'effet soit tout de même visible.

En comparaison avec la fumée seule, le filtre ne fait pas vraiment le même effet : le côté *glow* n'est pas présent sur les personnages avec la fumée seule¹⁶⁰, et celle-ci « floute » moins les détails et lisse moins les peaux que le filtre. En revanche, la fumée réhausse plus les noirs, surtout le mur qui est bien plus clair, et ajoute ainsi un léger voile gris qui désature les couleurs. Le contraste est donc plus diminué avec la fumée qu'avec le filtre. On a aussi l'impression que le filtre agit surtout sur les deux personnages de manière ponctuelle, malgré l'effet de voile global, alors que la fumée modifie vraiment le rendu de toute l'image. En voyant ces différences marquées, entre le filtre seul et la fumée seule, je me pose vraiment la question de la pertinence d'employer ces filtres en remplacement de la fumée. Je suppose que les Low Fog ont un effet plus subtil, qui doit plus se rapprocher de la fumée, ce qui expliquerait leur prépondérance.

Enfin, le filtre combiné à la fumée présente un effet cumulé des deux indépendamment : l'ensemble est clairement flouté ; la sensation de voile sur toute l'image est encore plus présente, et revêt en plus une légère teinte jaune-vert ; l'image semble beaucoup plus terne, avec un contraste réduit, car les deux diffusions se cumulent. En revanche, l'effet de *glow* est moins présent. On peut noter également la disparition des faisceaux de lumière matérialisés dans la fumée : le filtre vient donc contrecarrer cet effet souvent employé en intérieur (ils sont encore un peu visibles avec le 1/2), ce qui n'est pas forcément souhaitable. Cela dit, les autres filtres ont un rendu similaire à ce niveau-là. En définitive, ce filtre me semble plus utilisable en complément de la fumée qu'en remplacement, en privilégiant les faibles gradations. Sauf si l'on souhaite avoir cet effet un peu fantomatique, auquel cas ils sont tout indiqués.

¹⁶⁰ Avec la fumée, il y aurait cet effet de *glow* autour d'une source lumineuse présente dans le champ, mais l'on constate ici qu'il n'en est rien autour des personnages.

Série White Promist (gradations testées : 1/8 – 1/2 – 1 – 2)

Point sur Benjamin, le personnage d'avant-plan :

Avec filtre White Promist 1 ↓

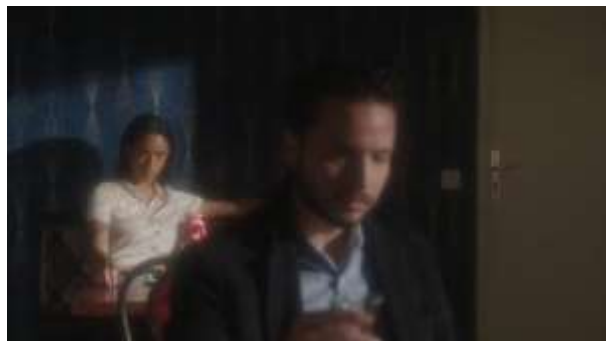


↓
Avec fumée ↓



Point sur Amélie, le personnage d'arrière-plan :

Avec filtre White Promist 1 ↓



↓
Avec fumée ↓



La gradation du 1/4 n'a pas été testée, car l'effet était assez subtil avec peu d'écart entre le 1/8 et le 1/2. L'écart entre le 1/2 et le 1 est en revanche beaucoup plus marqué, tandis que la gradation 2 est assez proche de la 1.

L'effet des White Promist se rapproche assez de celui des Fog, en cela qu'ils floutent les détails et lissent les peaux, donnant une sensation un peu « brumeuse » (même si ce n'est pas forcément le bon terme, car l'on voit bien que la fumée seule ne donne pas ce rendu-là). De manière un peu plus prononcée que les Fog, les White Promist créent un effet de *glow* autour des hautes lumières, visible surtout sur le haut d'Amélie, le visage et la chemise de Benjamin, et la lanterne au fond. C'est assez logique, car les White Promist sont justement censés toucher principalement les hautes lumières. La matière semble s'étendre en dégradé sur les surfaces plus sombres autour, ce qui participe de cette sensation que les détails sont moins nets. Cependant, les White Promist désaturent un peu moins les couleurs, et semblent moins rehausser les noirs, et donc moins décontraster l'image que les Fog. Les White Promist désaturent beaucoup moins les couleurs que la fumée.

En combinant avec la fumée, on remarque que les rayons de lumière matérialisés sont très atténués, tout juste visibles en haut à droite. De la même manière qu'avec les Fog, le *glow* des hautes lumières est moins prononcé qu'avec le filtre seul. On sent vraiment un voile sur toute l'image, qui modifie beaucoup le rendu. Finalement, à part le fait que les White Promist désaturent et décontrastent un tout petit peu moins l'image, la différence est plutôt minime par rapport aux Fog.

Il me paraît difficile d'employer cette série à la place de la fumée, car le rendu n'est pas vraiment similaire. En revanche, on pourrait l'utiliser en complément de la fumée, en considérant plutôt les gradations du 1/8 au 1/2. Sauf si, comme pour les Fog, on souhaite ajouter cet effet brumeux, auquel cas cette série peut tout à fait convenir.

Un exemple du White Promist 1/2 avec la fumée, logiquement plus subtil que le 1 :



Série Haze (gradations testées : 1 – 2A)

Point sur Benjamin, le personnage d'avant-plan :



Avec fumée ↓



Point sur Amélie, le personnage d'arrière-plan :

Avec filtre Haze 2A ↓



Avec fumée ↓



Les deux gradations de cette série ont été testées. L'effet de ces deux filtres est beaucoup plus léger que celui des Fog ou des White Promist, et la différence entre avec et sans est bien plus subtile – voire difficile à cerner. On devine une très légère diffusion sur les peaux, et le filtre réduit un peu le contraste, surtout en atténuant la luminosité du mur et des visages. En comparant à la fumée seule, l'effet n'est pas vraiment concluant.

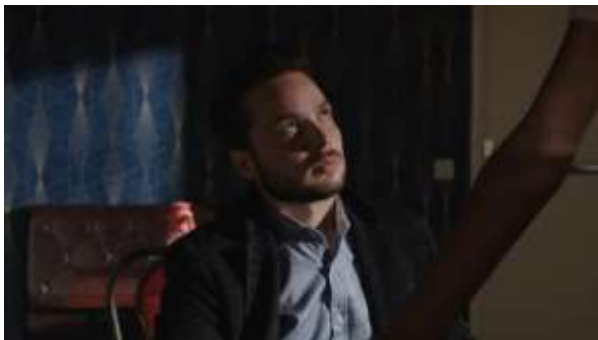
En présence de fumée, on peut remarquer que le filtre a tendance à atténuer les faisceaux de lumière matérialisés, que l'on voit encore, contrairement aux Fog. On sent un léger voile plus présent avec le filtre que sans. D'ailleurs, le filtre tire sur le jaune-vert d'une manière peu flatteuse, mais cela est peut-être dû à une dérive colorimétrique de ce filtre là en particulier, qui n'est peut-être pas présente sur un autre Haze 2A.

Globalement, cette série Haze ne semble pas très intéressante en regard de la fumée. Son effet est à la fois trop subtil pour être vraiment utile, et les désavantages (surtout cette teinte jaune-vert) ne m'amènerais pas à les utiliser. Je comprends pourquoi aucun des opérateurs rencontrés ne m'en ont parlé.

Série Low Contrast (gradations testées : 1/8 – 1/2 – 1 – 3 – 5)

Point sur Benjamin, le personnage d'avant-plan :

Avec filtre Low Contrast 5 ↓



Point sur Amélie, le personnage d'arrière-plan :

Avec filtre Low Contrast 5 ↓



Dans cette série, les gradations 1/4, 2 et 4 n'ont pas été testées, car les différences étaient relativement minimales. D'ailleurs, l'effet est globalement très léger sur cette série, et est très peu discernable avant la gradation 3, ce qui m'a surpris¹⁶¹. C'est pourquoi la gradation 5 (la plus forte) est présentée ici. Le filtre seul, comme les trois précédentes séries, a tendance à atténuer un peu les hautes lumières¹⁶² et à « ternir » l'ensemble de l'image. On remarque également une légère diffusion sur les peaux et détails de costumes, ainsi qu'une dérive colorimétrique semblable aux Haze, tirant vers le jaune-vert.

En combinaison avec la fumée, l'effet du filtre est plus visible, et se sent plus rapidement sur les gradations faibles. Le filtre fait un effet relativement similaire à la fumée sur Benjamin, en lui lissant la peau. En revanche, l'arrière-plan est beaucoup plus touché avec la fumée qu'avec le filtre : la fumée éclaircit tout l'arrière-plan, contrairement au filtre. Le filtre atténue aussi les faisceaux de lumière matérialisés. Comme pour les autres séries, on sent un léger voile sur l'image, qui tend à homogénéiser l'ensemble. D'ailleurs, sur les gradations 1/8 et 1/2 avec fumée, on remarque que le filtre avait tendance à densifier la partie droite du décor avec la porte, et au contraire à éclaircir la partie d'ombre à gauche du décor : cela irait dans le sens

¹⁶¹ N'ayant pas testé la gradation 2, peut-être que le changement est perceptible à partir de cette dernière.

¹⁶² Ce qui est logique : je n'ai fait aucune compensation d'exposition, or les filtres ont tendance à couper un peu de lumière.

d'une certaine homogénéisation¹⁶³. Mais on retrouve cette teinte jaune-vert encore plus prononcée avec la fumée, ce qui est un peu gênant si cela ne va pas dans le sens des choix artistiques du film.

En résumé, cette série n'est pas vraiment adaptée à un usage en remplacement de la fumée. Elle pourrait éventuellement venir en complément de la fumée, pour une homogénéisation très discrète.

Série Black Promist (gradations testées : 1/8 – 1/2 – 1 – 2)

Point sur Benjamin, le personnage d'avant-plan :

Avec filtre Black Promist 1 ↓



↓
Avec fumée



¹⁶³ A moins qu'une différence de niveau de fumée ne fausse cette interprétation-ci.

Point sur Amélie, le personnage d'arrière-plan :

Avec filtre Black Promist 1 ↓



De la même manière que pour les White Promist, le 1/4 n'a pas été testé, et l'écart le plus sensible se situe entre le 1/2 et le 1. Les Black Promist ont un effet plus marqué que les Haze et les Low Contrast, mais plus subtil que les White Promist et les Fog. Les Black Promist ont tendance à « enterrer » l'image, car les hautes lumières sont franchement diminuées, tandis que les noirs sont adoucis, sans pour autant être trop décollés et grisés. Les détails sont moins définis et l'ensemble paraît flouté, à l'avant-plan comme à l'arrière-plan. Contrairement à leurs homologues White, les Black font chuter l'intensité lumineuse mais ne font justement pas l'effet de *glow* autour des hautes lumières. Leur rendu est plus homogène sur l'ensemble de l'image, là où les White Promist et les Fog ont un effet plus accentué sur les personnages. De ce point de vue, les Black Promist s'approcheraient peut-être le plus de l'effet fumée seule, même si on est loin d'un rendu vraiment similaire.

En combinant ces filtres avec la fumée, on remarque, comme pour les autres séries, que les rayons de lumière matérialisés ne sont plus très visibles. En revanche, les effets du filtre et de la fumée se combinent dans une subtilité intéressante : le filtre a tendance à densifier l'image là où la fumée aurait tendance à l'éclaircir, et la fumée est donc moins visible en tant que telle. Ce rendu peut être intéressant, car j'ai l'impression qu'il permet de créer de la profondeur grâce à la fumée sans pour autant qu'elle éclaircisse trop l'image. L'inconvénient est que le contraste est tout de même bien diminué par le filtre, en coupant autant les hautes lumières. Cela dit, cette série me semblerait pertinente en complément de la fumée, même à une gradation de 1 ou 2.

En résumé, aucune des séries de filtres testées ne parvient à vraiment reproduire les effets de la fumée. Cela paraît logique, car comme le disait Rémy Chevrin, la fumée agit dans la profondeur du décor – sachant que plus un objet ou un personnage est éloigné de la caméra, plus l’effet est important – alors que le filtre ajoute le même effet sur toute l’image, quelle que soit la profondeur.

Peut-être qu’avec une source ou des fenêtres dans le champ, l’effet des filtres seuls se rapprocheraient plus de l’effet fumée seule, qui revêtent alors ce petit côté *glow* que produisent les White Promist et les Fog.

Les filtres semblent plus intéressants à combiner avec la fumée, selon l’effet que l’on souhaite. On pourrait définir 3 groupes :

Les Low Contrast et les Haze d’abord, dont l’effet est le plus léger. Les Low Contrast pourraient aider à créer une homogénéisation discrète entre les plans, sans rajouter pour autant un effet particulier. Je mettrais de côté les Haze, qui selon moi ne sont pas adaptés.

Le deuxième groupe serait constitué des White Promist et des Fog, dont l’effet est le plus fort. En plus d’aider à homogénéiser les plans entre eux, ils ajoutent un effet très particulier qui peut être intéressant pour certains projets.

Enfin, les Black Promist sont à part des 4 autres séries, avec un effet plus visible que les Low Contrast et les Haze, mais plus subtile que les White Promist et les Fog. Ils pourraient servir à limiter l’éclaircissement de l’image provoquée par la fumée, mais sans ajouter d’effet particulier comme le *glow* des White Promist et des Fog.

Tournage à deux caméras

Je me suis également penchée sur la question des raccords en tournage à deux caméras en présence de fumée, entre une focale courte et une focale longue. J’ai tenté de déterminer si l’emploi des filtres permettait de les raccorder directement au moment du tournage, sans passer par l’étalonnage. J’ai ainsi filmé une même scène plusieurs fois : une prise de référence sans fumée ni filtres ; une prise de référence avec fumée sans aucun filtre ; et plusieurs prises avec

fumée où j’alternais les gradations de filtres entre les deux caméras. Je n’ai fait ce test qu’avec la série Fog.

J’aurais aimé tourner cet essai avec les deux Alexa de l’École (une Standard et une Studio) car elles ont quasiment le même capteur, ce qui aurait permis une comparaison objective sans que la caméra n’y change quoique ce soit. Malheureusement je n’ai pas pu avoir la deuxième Alexa, et j’ai dû tourner avec la Sony F3 qui n’a pas du tout le même rendu. J’ai dû étalonner les plans serrés de la F3 pour les aligner au mieux avec les plans larges de l’Alexa, ce qui peut légèrement fausser les résultats.

Déjà sans filtres, nous pouvons constater ce que disait Jean-Marie Dreujou : avec un même niveau objectif de fumée sur le plateau, il y a une impression de plus de fumée sur le plan serré¹⁶⁴. Je pense que cet effet est renforcé du fait de la différence d’axe caméra, car le plan serré est éclairé plutôt de 3/4 contre, alors que le plan large est éclairé latéralement. Ce test combine ainsi les deux effets¹⁶⁵.



Figure 114 – Focale courte à gauche et focale longue à droite, sans filtre, avec fumée.

J’ai testé les filtres Fog 1/2 et 1/8 alternativement sur les deux caméras. D’abord avec la gradation de 1/2 sur le plan large de l’Alexa, et 1/8 sur le plan serré de la Sony F3 :

¹⁶⁴ Encore une fois, il s’agit de captures d’écran et non des rushes originaux en pleine définition, les résultats sont beaucoup moins visibles (d’autant que le rendu dépend vraiment des écrans, sans parler d’une impression papier).

¹⁶⁵ Après-coup, j’ai d’abord pensé que ce choix était une erreur, en me disant que cette différence d’axe faussait les résultats puisque cela augmentait la sensation de fumée sur le plan serré. N’aurait-il pas mieux valu que je mette les deux caméras rigoureusement dans le même axe, afin de tester uniquement la différence de focale ? Puis j’ai pensé que, globalement, si l’on tournait à deux caméras, l’idée était justement de se placer à un autre point de vue et donc dans un autre axe. *In fine*, ce test permettrait ainsi de mieux rendre compte d’un tournage réel, plutôt que d’un postulat théorique.



Figure 115 – Fog 1/2 à gauche et Fog 1/8 à droite.

Le raccord ne marche pas si mal que cela entre les deux, et permet une certaine homogénéité, même si elle n'est pas parfaite. A noter tout de même que cela dépend de la densité de fumée sur le plateau. Sur une deuxième prise qui comporte plus de fumée que celle-ci, le raccord se passe moins bien et la différence entre les deux plans est plus visible.

En inversant les deux filtres, donc en mettant le 1/8 sur le plan large et le 1/2 sur le plan serré, on peut constater que cela marche beaucoup moins bien :



Figure 116 – Fog 1/8 à gauche et Fog 1/2 à droite.

Dans le cas présent et avec de la fumée, il faudrait donc filtrer d'autant plus fort que le plan est large pour pouvoir raccorder. Peut-être que dans un autre cas de figure, il faudrait faire l'inverse, mais avec ces axes dans ce décor, c'est ce qui fonctionne le mieux. L'homogénéisation n'est certes pas parfaite, mais cela permet d'assurer une certaine base de raccord. A manier avec précaution évidemment, car contrairement à l'étalonnage, on ne pourra pas revenir en arrière en tournant directement avec des filtres.

Il aurait sans doute été intéressant de réaliser un essai avec un seul filtre sur une des deux caméras, l'autre étant à nu, pour voir comment cela raccorderait.

E. Essai 5 : Exposition et étalonnage

Concernant les choix d'exposition, j'ai tourné un essai très simple : un plan de référence avec fumée ; trois plans surexposés d'1 diaphragme à chaque fois ; trois plans sous-exposés d'1 diaphragme à chaque fois. Le but était de voir comment réagissait la fumée lors d'une surexposition ou sous-exposition, et s'il était possible de rattraper l'une ou l'autre à l'étalonnage pour revenir au plan de référence. Ces essais ont été tournés à ISO 800, avec un diaphragme de référence à 5,6.

Plus on surexpose, et plus l'ensemble de l'image devient clair avec des valeurs d'autant plus hautes sur la courbe de l'oscilloscope. Les volutes de fumée se voient plus que sur le plan de référence, et se mélangent – voire annulent en partie – les effets de rayons matérialisés :

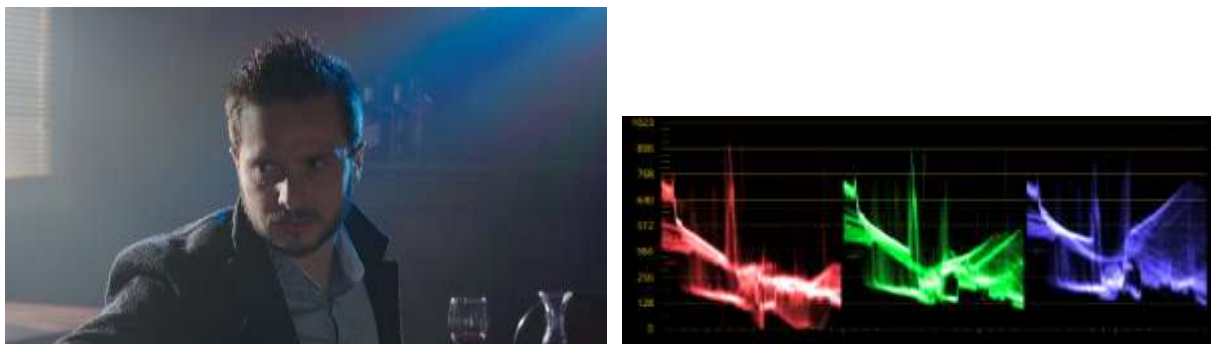


Figure 117 - Plan de référence (diaph 5,6), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

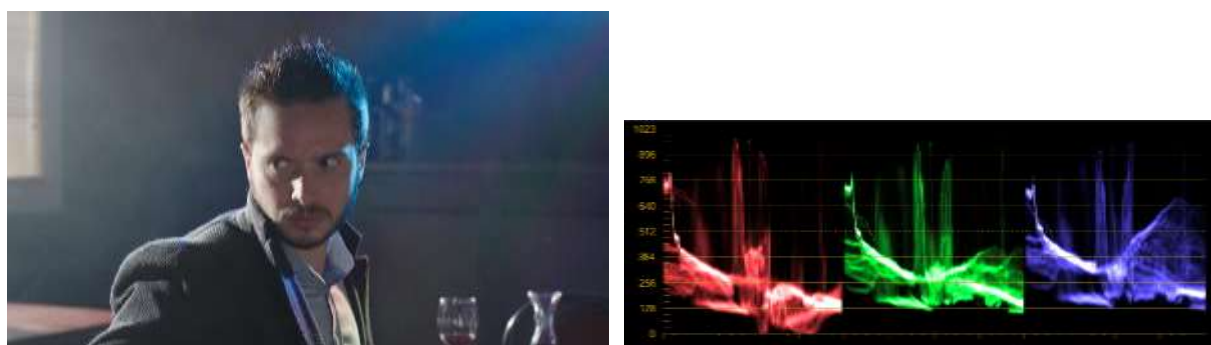


Figure 118 - Plan surexposé + 1 (diaph 4), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

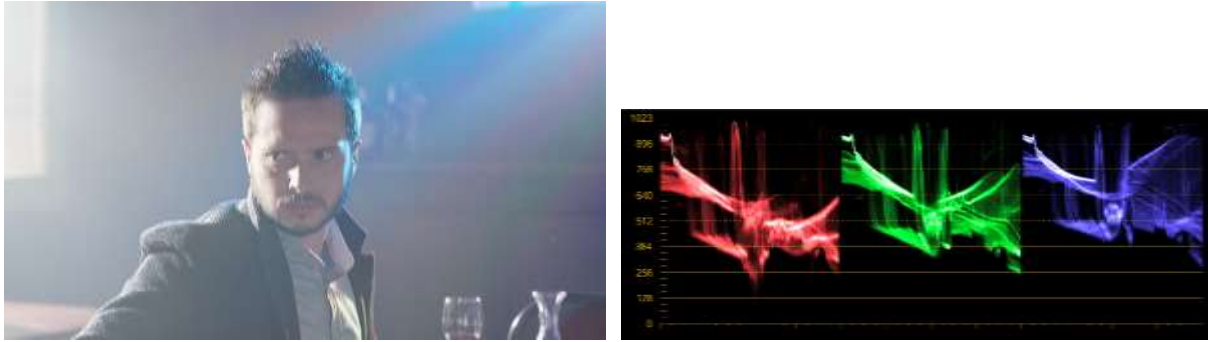


Figure 119 - Plan surexposé +2 (diaph 2,8), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

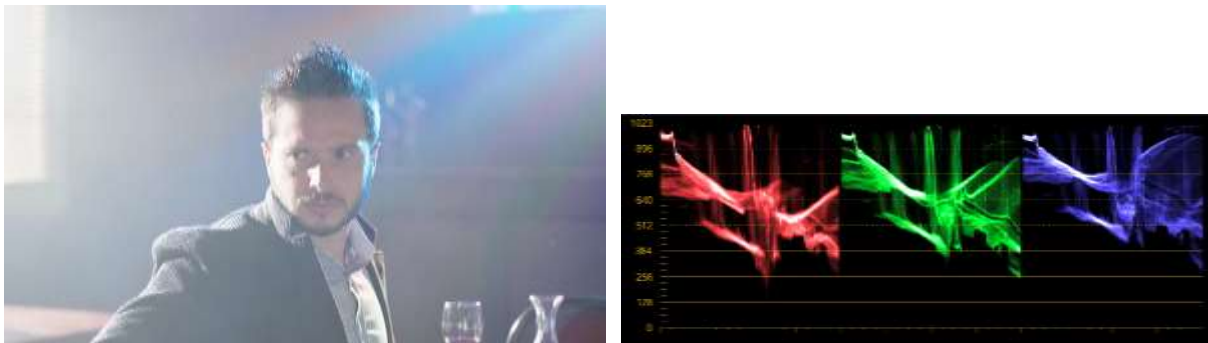


Figure 120 - Plan surexposé +3 (diaph 2,1), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

Lors d'une sous-exposition, c'est globalement l'inverse qui se passe : plus on sous-expose, et moins on sent les volutes de fumée car la fumée elle-même ne se voit presque plus. L'ensemble de l'image est forcément plus sombre. Les effets de rayons matérialisés sont encore plus rapidement atténués – voire supprimés – qu'en surexposition :

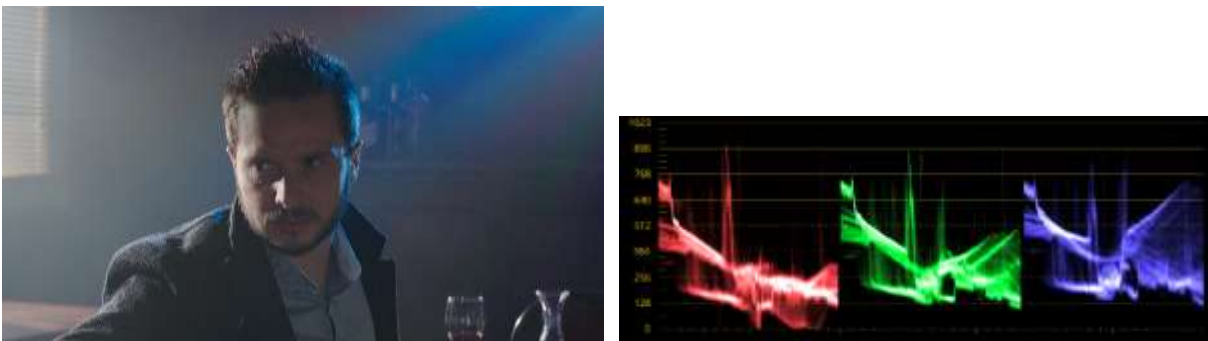


Figure 121 - Plan de référence (diaph 5,6), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

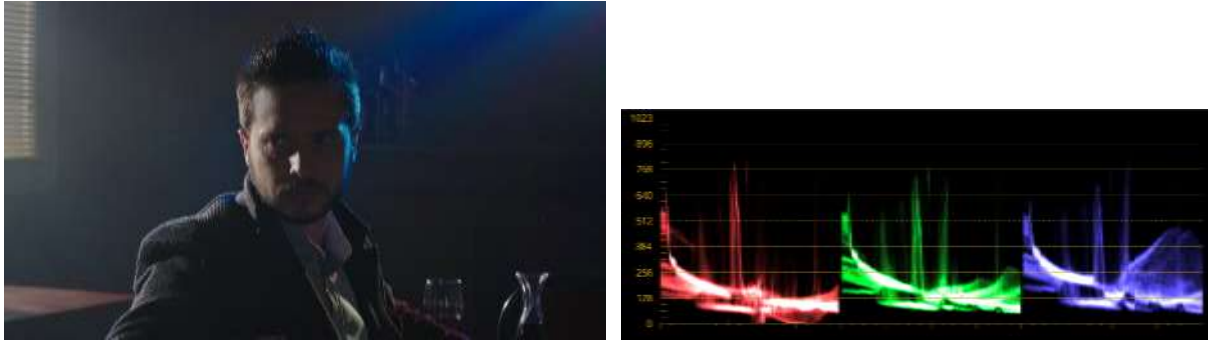


Figure 122 - Plan sous-exposé -1 (diaph 8), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

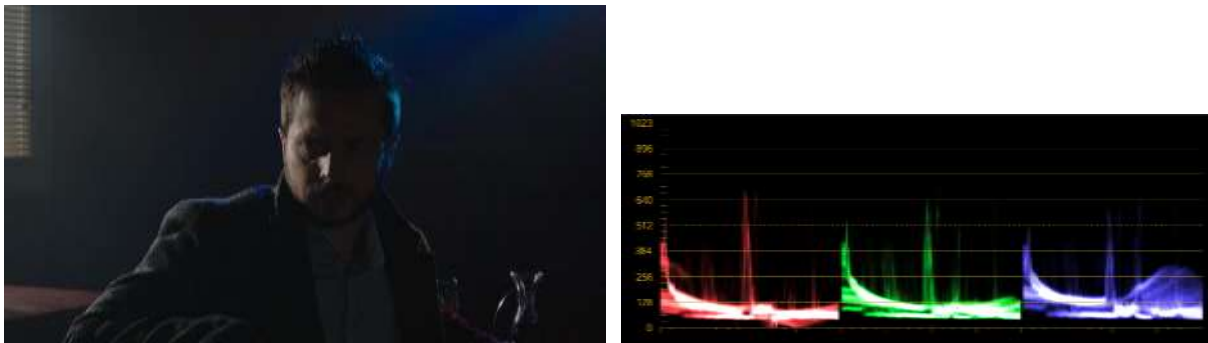


Figure 123 - Plan sous-exposé (diaph 11), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

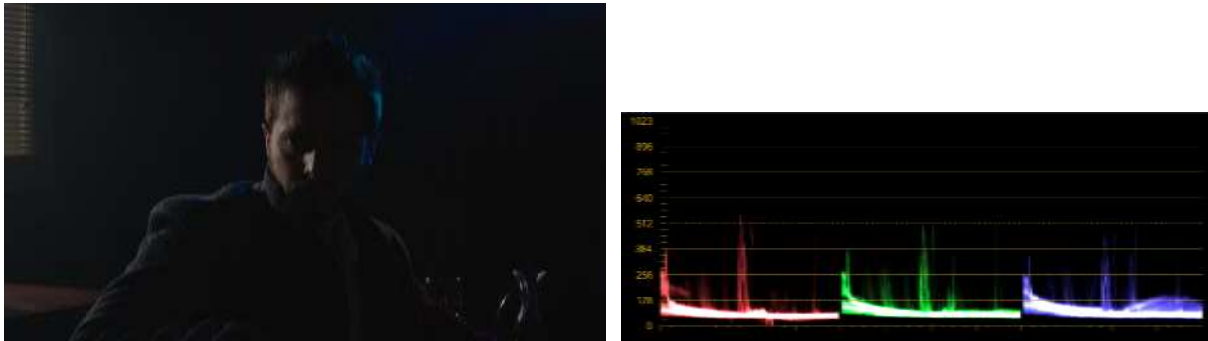


Figure 124 - Plan sous-exposé (diaph 16), avec oscilloscope de DaVinci Resolve

Du point de vue de l'étalonnage, aucun des deux « rattrapages » n'étaient vraiment très probant, surtout avec les valeurs extrêmes de +3 et -3. En partant de la surexposition de 3 diaphragmes et en contrastant à l'étalonnage, il était possible de revenir à un niveau similaire au plan de référence, mais on perdait trop les effets de la fumée (rayons matérialisés et sensation de présence de fumée). En éclaircissant la sous-exposition, on ramenait nécessairement beaucoup de bruit dans l'image, et la fumée qui était presque invisible ne se sentait pas autant que sur le plan de référence, de même que les rayons matérialisés.

Finalement, il semblerait qu'il faille être très vigilant au rendu souhaité et ne pas avoir la main trop lourde sur la surexposition ou la sous-exposition, car il n'est pas si simple de revenir en arrière. Au demeurant, la surexposition à +1 donne un effet que je trouve intéressant. Mais ici je n'ai testé cela qu'avec une fumée de type diffusion, ce n'était pas vraiment un brouillard épais : peut-être que les observations seraient différentes avec un autre effet de fumée ou de brouillard, surtout en extérieur.

Par ailleurs, ma cheffe électricienne a pris en vidéo l'oscilloscope lors du tournage d'un plan du court film expérimental, qui permet de bien se rendre compte du décollage des noirs opérés par la fumée :



Figure 125 – Oscilloscope sur le tournage, sans fumée.

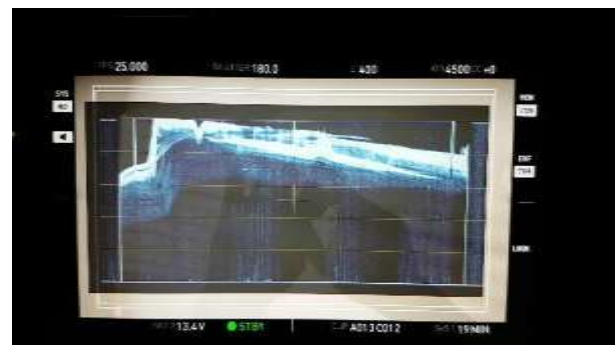
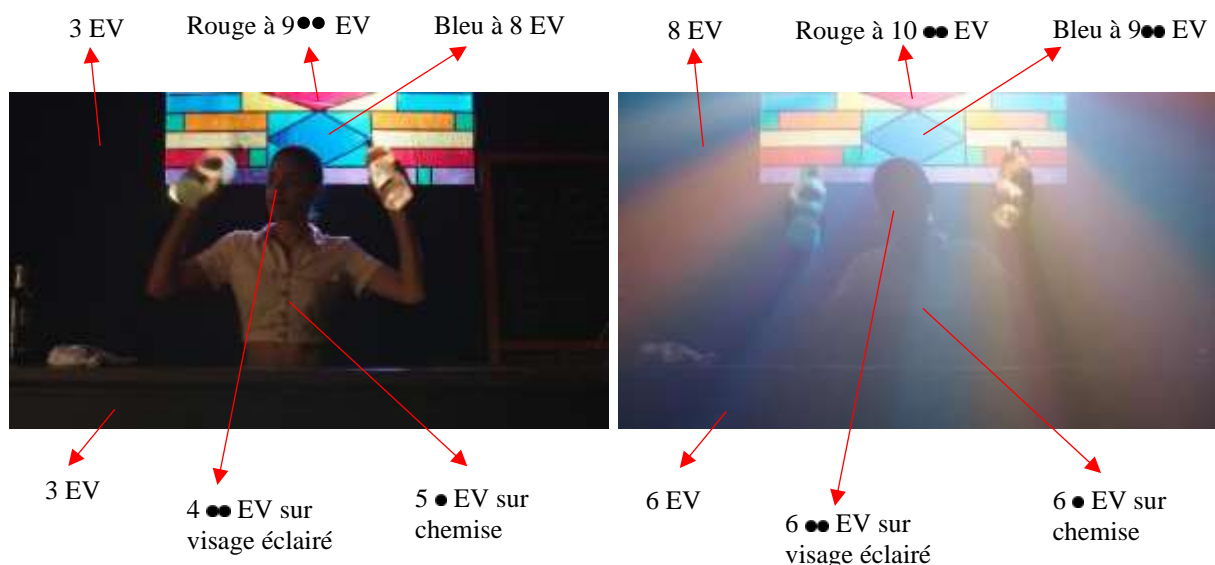


Figure 126 – Oscilloscope sur le tournage, avec fumée.

J'ai également effectué une série de mesures avec et sans fumée, sur un autre plan, afin de voir comment la cellule et le spotmètre réagissaient :



On voit bien avec les mesures du spotmètre que les zones de basses lumières sont beaucoup remontées par la fumée, passant parfois à un EV doublé. Mais la fumée agit aussi un peu sur les zones de hautes lumières, qui peuvent facilement prendre 1 EV de plus.

En mesure incidente, la cellule me donnait un diaphragme de $1,4^{+1/3}$ dans le plan sans fumée, devant Amélie. Avec la fumée, la cellule proposait d'ouvrir encore plus, à un diaphragme de 0,7. Cela m'avait surprise, car je pensais qu'avec la fumée amenant plus de lumière, la cellule proposerait au contraire de plus fermer le diaphragme ; puisque plus il y a de lumière, plus elle donne une mesure fermée, en général. Cependant, la fumée agissant comme une diffusion selon l'explication de Jean-Marie Dreujou, la cellule reçoit en réalité moins de lumière qu'elle ne devrait, et c'est pourquoi elle affiche un diaphragme plus ouvert qu'il ne faudrait. On comprend dès lors à quel point la cellule peut être perdue en tournage avec de la fumée ou du brouillard...

F. Essai 6 : Colorer la fumée au tournage

Enfin, nous avons tenté de colorer la fumée directement sur le tournage, à l'aide de gélatines et des couleurs intégrées aux SkyPanel, placés au-dessus des fenêtres à contre. Nous avons d'abord tourné un plan « neutre » sans aucune couleur ; puis un plan principalement vert/turquoise, où nous avons mis des gélatines Peacock sur les projecteurs des fenêtres, les SkyPanel affichait une couleur verte¹⁶⁶ et la température de couleur de la caméra était à 3000K.

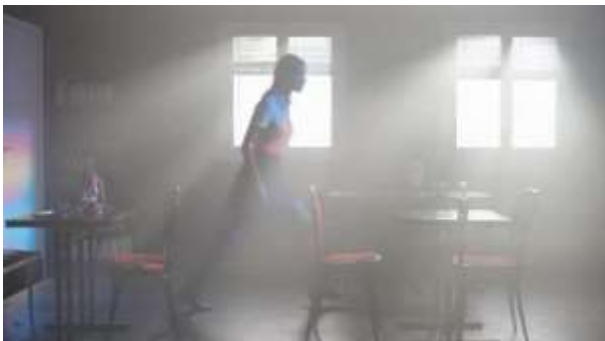


Figure 127 - Plan neutre.



Figure 128 - Plan en variation verte/turquoise.

¹⁶⁶ Les SkyPanel étaient branchés sur une console d'où l'on pouvait varier les couleurs et l'intensité, mais impossible d'avoir le nom de la gélatine ou les données exactes concernant la couleur affichée dessus.

Pour le coup, les SkyPanel rendent très bien en coloration d'ambiance, sans pour autant cacher les rayons provenant des fenêtres. Ils permettent vraiment d'obtenir un dégradé de couleur fluide, si ce n'est qu'on les sent parfois « baver » un peu en haut du cadre. Les fenêtres ressortent d'ailleurs très colorées, de même que les rayons matérialisés dans la fumée du fait des gélamines placées sur les projecteurs extérieurs. L'effet est peut-être trop marqué en coloration... en tout cas, cela change beaucoup quand seule l'ambiance est colorée via les SkyPanels, et non les rayons eux-mêmes, comme nous l'avons fait ensuite en bleu :



Figure 129 - Plan en variation bleue.

Ici, nous n'avons mis aucune gélamine, tout se jouait entre les SkyPanels en bleu (à 50% de puissance) et la température de couleur de la caméra à 2000K.

J'ai évidemment voulu tester un plan à la *Blade Runner 2049*, dans une version orangée :



Figure 130 - Plan en variation orange avec faisceaux non colorés.



Figure 131 - Plan en variation orange avec faisceaux colorés.

Sur ces deux plans, les SkyPanels affichaient du rouge-orangé à environ 50% de leur puissance, et la température de couleur de la caméra était à 7000K. Sur le plan de gauche, aucune gélamine n'a été ajoutée et les faisceaux sont donc d'une couleur neutre ou relativement blanche ; tandis

que sur le plan de droite, des Golden Amber équipaient les 5 kW et des Deep Amber étaient placés sur les Source Four. Les volutes de fumée se voient beaucoup moins dans les faisceaux colorés que dans les faisceaux neutres.

Personnellement, j'ai du mal à avoir une véritable préférence entre les deux ; peut-être la version avec les faisceaux plus blancs, mais la version avec les faisceaux colorés peut être très intéressante pour certains projets. Sans doute que le résultat, encore une fois, est une question de goût.

CHAPITRE 3

Tourner un film avec de la fumée et de la brume

« La lumière diffuse libère l'homme de l'espace-temps. Il flotte dans un univers non situé en durée. »

Henri Alekan

Je souhaitais expérimenter certains effets de fumée dans un court film expérimental, où le personnage principal se retrouve coincé dans une boucle temporelle et spatiale au sein du brouillard. Il alterne entre un décor de brouillard épais, occasionnant une véritable perte de repères visuels, et un bar très enfumé quasiment vide de clients. Les transitions comportent souvent de la carboglace, notamment la fin où la serveuse lui sert un cocktail de carboglace, qui le (re)lance dans cette boucle infernale dont il ne parvient pas à s'extraire.

Il y a différents effets réalisés dans le film : un effet de diffusion et de matérialisation de rayons lumineux dans le bar ; un effet de mur de fumée opaque, au travers duquel le personnage entre dans le bar ; un brouillard épais tourné en extérieur, avec des petits bouts de scènes d'époque (combat à la rapière, adoubement, pirate soûlé) ; de la carboglace dans un cocktail ; de la carboglace rampant au sol et happant les pieds du personnage, ainsi qu'un lit de carboglace au sol dont il se relève.

Le premier effet de diffusion et de matérialisation des rayons a été bien rôdé pendant les essais, et il fut très facile de le mettre en place, si ce n'est la gestion du bruit des machines. Nous n'y avons pas trop prêté attention lors du tournage des essais car ils étaient muets, mais dès que nous avons commencé à prendre du son, cela est devenu un problème. La Viper NT et l'Unique faisaient une sorte de buzz aigu pendant un certain temps après les avoir éteintes. La Crack-Oil DF-50 en revanche redevenait silencieuse dès qu'on l'éteignait, et restait la machine la plus silencieuse en fonctionnement. La carboglace faisait un gros bruit de « glouglou », qui a empêché de prendre le son pendant certaines prises.

Jean-Marie Dreujou m'a précisé après-coup que le son avec la fumée est effectivement souvent un problème. En général les machines sont déplacées derrière une feuille de décor ou dans une autre pièce avant de tourner, afin de limiter le bruit et d'éventuels crachotements de fumée en cours de plan. Dans notre cas, la déplacer derrière la feuille de décor ne suffisait pas toujours... Ce paramètre peut donc être important lorsqu'il s'agit de choisir une machine plutôt qu'une autre.¹⁶⁷

L'effet de mur de fumée opaque, au travers duquel l'acteur devait passer pour entrer dans le bar, fut plus compliqué à mettre en œuvre. La fumée ayant tendance à se disperser en tous sens, il est très difficile de la contenir et de faire en sorte qu'elle s'arrête à un endroit spécifique. J'avais prévu un sas formé par des bâches derrière la porte, afin de contenir au maximum la fumée dedans.

La difficulté tenait surtout à la sortie. Nous avons d'abord fermé la porte physique pour ne l'ouvrir qu'au dernier moment, mais cela créait un appel d'air qui faisait que toute la fumée sortait en grosses volutes du sas et emplissait tellement la pièce qu'on ne voyait plus du tout le personnage. Nous avons finalement ajouté un floppy collé à l'encadrement de la porte, qui était retiré latéralement juste avant de lancer l'action. Cette technique limitait l'appel d'air et la fumée s'échappait moins vite et moins loin, ce qui permettait à l'acteur d'en sortir et d'être visible. De plus, nous pouvions remplir le sas de fumée avec la Viper NT avant que l'acteur ne se faufile sous le floppy, ce qui était bien mieux pour lui.

Le problème était qu'au début du plan, je ne voyais absolument rien au cadre à part de la fumée. Je calais évidemment mon cadre avant de lancer la fumée et de placer le floppy, mais Benjamin ne devenait jamais visible au même moment ni au même endroit dans la fumée.



Figure 132 – Photogrammes de la PPM.

¹⁶⁷ A noter que dans le cas d'utilisation de VFX, le son est souvent doublé, donc les SFX peuvent utiliser des machines bruyantes voire des ventilateurs sans problème.

Il y avait une certaine part aléatoire difficile à contrôler, et j'ai eu quelques ratés où Benjamin est limite hors cadre quand il se découvre. Le timing était d'autant plus difficile à saisir pour la machiniste qui opérait un travelling arrière, car elle voyait encore moins l'action. L'effet est tout de même globalement réussi, bien que cela ne ressemble pas exactement à ce que j'avais imaginé.

L'autre moment un peu complexe au niveau du cadre était la séquence tournée en extérieure, où le personnage est plongé dans un brouillard épais sans arrière-plan distinguable. L'idée était vraiment de recréer un brouillard très dense, où l'on ne voit quasiment rien et où les notions de temps et d'espace disparaissent. Le protagoniste observait de courtes scènes avec d'autres personnages, tel qu'un duel d'escrime.¹⁶⁸ Les volutes de fumée m'empêchaient souvent de discerner l'action et la place des personnages, de sorte que les formes des corps se révélaient et s'estompaient alternativement.



Figure 133 - Photographie de tournage de la PPM. Photo de Cécile Sortambosc.

J'avais prévu une caméra épaule pour être mobile et me déplacer au gré de la fumée ; c'était plus un cadre d'improvisation, où j'essayais d'être réactive en fonction de ce qu'il se passait. A certains moments, nous avons dû faire une pause dans le plan car les escrimeurs ne se voyaient

¹⁶⁸ J'ai souhaité ajouter des passages avec de l'escrime artistique car j'en pratique moi-même. J'ai d'ailleurs écrit mon précédent mémoire sur ce sujet, intitulé « De fines lames à l'écran : le duel d'escrime au cinéma », sous la direction de José Moure à l'Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

plus, ce qui est dangereux.¹⁶⁹ Le problème ne se pose ainsi pas que pour le cadreur, mais également pour les comédiens !

A l'origine, je pensais enfumer le patio de l'École avec des machines, puis les éteindre et tourner dans le brouillard créé. Nous avons réduit la zone avec des bâches et des borniols, mais l'objectif restait un peu naïf, car même sans vent, nous avons dû tourner avec les machines en continu car la fumée ne restait pas longtemps. La prise son en direct a dû être annulée, et mon ingénieure du son a dû tout passer en sons seuls. Et dès qu'il y avait une petite brise, littéralement toute la fumée s'en allait, et nous devions couper la prise.



Figure 134 - Mise en place de la séparation en borniols et bâches. Photo personnelle.



Figure 135 - Photographie de tournage de la PPM. Photo extraite d'une vidéo d'Ariane Vallin. Les trois machines fonctionnent en continu.

¹⁶⁹ En escrime artistique, les gants sont les seules protections. Malgré des armes émoussées, il est donc primordial de pouvoir voir son partenaire ainsi que les armes, afin d'éviter tout incident.

Nous utilisons la machine à fumée de l'École, la Viper NT et la Viper 2.6 (plus puissante) en renfort. Mais pour faire cet effet convenablement, il aurait fallu faire intervenir des personnes des SFX avec des machines plus conséquentes et adaptées.

Enfin, les derniers effets réalisés comportaient de la carboglace, commandée la veille pour une quantité de 10 kg. Pour l'effet de cocktail fumant, il suffisait de placer un petit glaçon de carboglace directement dans le verre et le tour était joué.



Figure 136 – Glaçons de carboglace dans leur contenant (à gauche) et utilisation en cocktail fumant (à droite)..

Pour les effets de carboglace rampant au sol et pour le lit de carboglace dont s'extrait l'acteur, nous avons heureusement pu compter sur la machine Dry Icer Peasouper :



Figure 137 - Photographie de tournage de la PPM. Photo de Cécile Sortambosc.

Il s'agit en réalité d'une sorte de grosse bouilloire qui chauffe l'eau avec des résistances. La carboglace est placée dans un panier, ensuite descendu dans l'eau chaude pour créer la fumée qui se déverse à l'extérieur par le bec de sortie. L'effet est assez magique. Il faut cependant être vigilant lors de la manipulation des sticks de carboglace, et seule ma cheffe décoratrice avait le droit d'y toucher, équipée de gants de ski et d'une petite pelle.

L'effet marchait extrêmement bien pour le travelling latéral au ras du sol, qui suivait l'avancée de la carboglace au sol :



Figure 138 - Photogramme de la PPM, carboglace rampante au ras-du-sol.

En revanche, lorsque l'acteur est censé se relever de dessous la carboglace, cela n'a qu'à moitié fonctionné. Le lit de carboglace n'était en effet pas assez épais pour recouvrir totalement l'acteur, peut-être parce que nous ne mettions pas assez de carboglace dans la machine à la fois. Nous avons essayé de délimiter un espace plus petit avec ce que nous avons sous la main (des cubes, des caisses, de la déco, etc.), ce qui a un petit peu amélioré les choses. L'acteur ne plongeait dessous qu'au dernier moment en apnée, car il n'y a pas d'oxygène dans la carboglace, c'est du pur CO₂.

Globalement, cela a quand même été assez compliqué de tourner avec la fumée, surtout après plusieurs jours dans un studio qui en était rempli. Cela fatigue beaucoup les yeux, voire pour certains la gorge, et peut donner une sensation assez étouffante. En extérieur, nous avons aussi compris à quel point le plus petit coup de vent peut très vite devenir galère. Il nous a fallu plusieurs fois attendre, soit que la fumée soit assez dense et homogène, soit qu'elle soit totalement ventilée du studio pour reprendre un plan sans fumée (surtout lors des essais). Ainsi, tourner avec de la fumée n'est vraiment pas anodin, surtout lorsqu'on n'est pas habitué.

De plus, le niveau de fumée objectif sur le plateau avait beau être le même à l'œil – en prenant un point de repère dans le décor, par exemple – je me rendais bien compte en cadrant que j'avais souvent une sensation de « trop » ou de « pas assez » quand je changeais d'axe. Cela était vraiment très flagrant, et nous ne nous attendions pas à ce que ce soit à ce point.

Cela a été très compliqué de bien raccorder, surtout au début, car notre œil n'était pas entraîné et il était difficile de se souvenir précisément du niveau souhaité. Alain Sarlat, notre professeur de sensitométrie, nous le répétait souvent : l'œil est un très bon comparateur, mais un mauvais analyseur. Il nous est d'ailleurs arrivé plusieurs fois de revoir un plan déjà tourné afin de le comparer avec celui en préparation, pour vérifier que le niveau de fumée était semblable. Même en analysant les rushes, j'ai dû plusieurs fois alterner entre deux images pour vraiment me rendre compte des différences subtiles, qui sont alors tout de suite visibles.

Enfin, j'ai pu expérimenter un dernier effet sur le tournage d'une camarade de promotion sur lequel j'étais cheffe opératrice : *Mimi dans la nuit*, réalisé par Louise Giboulot. Un cadavre carbonisé devait encore dégager de la fumée. Les premiers essais avec du papier d'Arménie montrèrent que le papier se consumait très vite, en moins d'1 minute 30s (maximum 2 minutes), et qu'il serait compliqué de tenir sur toute la prise. Je suis donc partie sur des tablettes à fumée, achetées chez Pyrofolies, qui tiennent beaucoup plus longtemps, jusqu'à 30 minutes ! Nous avons carrément pu tourner toutes les prises de ce plan avec les mêmes bouts de tablette, que nous complétions parfois avec du papier d'Arménie. Le tout était placé dans des petites coupelles, afin de ne pas risquer un incendie car nous tournions en forêt, et il ne restait plus qu'à les allumer au briquet. Le vent a moins été un problème, puisque nous étions sous le couvert des arbres, même si nous voyions bien le sens avec la fumée qui partait plus d'un côté ou de l'autre. J'ai essayé d'éclairer cette fumée à contre avec des tous petits projecteurs de type minettes, mais nous avons préféré le rendu sans, qui était plus naturel.

CONCLUSION

La brume et le brouillard sont des phénomènes naturels différents de la fumée, de nature et de composition autre, mais ils sont très proches dans leurs emplois cinématographiques. Différentes machines à fumée et techniques de type encens sont utilisées, afin de créer une multitude d'effets plus ou moins visibles à l'image. Cela peut aller de la diffusion à peine perceptible, à la matérialisation de rayons lumineux, en passant par la spectaculaire fumée lourde rampant au sol ou créant un effet de chaudron de sorcière.

Si ces effets sont majoritairement réalisés sur le plateau de tournage par les accessoiristes ou par une équipe d'effets spéciaux physiques SFX, l'étalonnage numérique et les effets spéciaux numériques VFX peuvent les compléter. Les directeurs de la photographie disposent ainsi de plusieurs outils pour maîtriser leurs images comportant du brouillard ou de la fumée, de manière simplifiée et plus fluide qu'en argentique. Avec le numérique, les questions d'exposition et de raccords sont grandement facilités, notamment grâce aux écrans de contrôle.

Cependant, nous nous sommes bien rendu compte de la complexité et des différentes problématiques liées à la fumée lors du tournage de notre Partie Pratique de Mémoire. En extérieur, la moindre petite brise emporte toute la fumée, et il faut adapter le niveau de fumée en fonction des axes caméras et des focales utilisées. Les machines font systématiquement du bruit. La fumée est difficile à contenir, même en studio, et elle peut nécessiter parfois beaucoup de temps, y compris pour désenfumer un espace. Sans compter qu'il faut pouvoir désactiver les alarmes incendie dans les lieux qui en sont pourvus. Philippe Hubin nous a ainsi dit : « *Tu as au moins compris un truc, c'est que la fumée qui paraît simple et basique, ce n'est pas si simple et pas si basique que ça*¹⁷⁰ ». La fumée n'est effectivement pas si simple que cela à mettre en œuvre, ce qui rend une quelconque improvisation très difficile.

¹⁷⁰ Cf Entretien avec Philippe Hubin en Annexe 8.

D'autre part, de nouvelles interrogations sont apparues concernant le futur de ces effets atmosphériques, notamment en raison de la propagation de l'épidémie de Covid-19, le virus pouvant potentiellement se fixer sur les particules en suspension dans les fumées. L'American Society of Cinematographers a d'ailleurs créé le groupe de travail intitulé "ASC Future Practice Committee", composé de membres actifs et associés de l'ASC, afin de discuter régulièrement du coronavirus ainsi que des conditions de travail actuelles et futures. Leur but est que nous puissions continuer de travailler et de créer artistiquement, tout en étant en totale sécurité vis-à-vis du virus. Ils ont récemment publié l'article « The Future of Atmospheric Effects in Filmmaking »¹⁷¹ qui détaille tous ces questionnements et leurs aboutissements actuels, que nous vous invitons à consulter.

Avec ce mémoire, nous avons pu développer une première approche de la fumée cinématographique, sans pour autant avoir tout exploré. Il serait très intéressant de réaliser des tests comparatifs sur les différents rendus de la fumée elle-même, selon les machines et les liquides employés. En effet, rajouter de la vaseline ou du triéthylène dans le liquide de certaines machines à fumée permet de densifier la fumée, tandis que le couper avec de l'eau distillée rend la fumée plus légère. Il est donc possible de réaliser de multiples combinaisons, que nous n'avons pas pu tester lors de nos essais, car cela relève de l'expertise des effets spéciaux physiques SFX.

Cela dit, en tant que chef opérateur, ce serait vraiment bien de pouvoir se rendre compte des différences de rendus visuels entre telle ou telle machine, ou tel ou tel liquide, afin de peut-être mieux échanger avec les accessoiristes et les superviseurs d'effets spéciaux physiques SFX. Cela n'enlèverait en rien leurs apports professionnels ; il s'agirait simplement pour les directeurs de la photographie de pouvoir mieux connaître les différentes fumées, ce qui permettrait éventuellement de mieux anticiper leur éclairage ou autre. Cela pourrait en quelque sorte ressembler aux essais comparatifs d'optiques réalisés par l'AFC, tournés fin 2018 à l'École, comme un catalogue des différents effets possibles. Cela nécessiterait des essais et des moyens autrement plus importants que ceux disponibles dans le cadre d'une Partie Pratique de Mémoire.

Il serait même intéressant d'élargir ce panel aux fumées employées dans d'autres domaines artistiques, susceptibles d'apparaître dans une séquence que le chef opérateur devra

¹⁷¹ Téléchargeable en ligne sur leur site : <https://theasc.com/asc/committees/asc-future-practices>

filmer. Pièces de théâtre, opéras, spectacles et concerts comportent souvent des effets de fumée spécifiques, tels que les canons propulsant du CO₂, peu utilisés au cinéma.

De la même manière, les artistes usent de fumée ou brouillard lors de performances ou dans des installations d'art moderne, tels que la japonaise Fujiko Nakaya qui en a même fait une spécialité avec ses nombreuses « sculptures de brouillard ». Depuis 1970, elle a créé 80 de ces œuvres dans des endroits éclectiques du monde entier, dans des paysages naturels, des parcs publics, des musées, des scènes de théâtre, etc. Son système de rangées de buses très fines à jet modulable crée de véritables brouillards composés de milliers de gouttelettes d'eau. Corinne Atlan explique ainsi que Fujiko Nakaya « *invente des œuvres qui dialoguent avec l'environnement, qui ne sont pas des « objets » d'art, mais une matière mobile et interactive à expérimenter, palper, dans laquelle on peut s'immerger, avec laquelle on peut jouer*¹⁷² ». Elle avait d'ailleurs collaboré avec Bill Viola pour une performance multimédia.

De nombreux photographes utilisent également brumes, brouillards et fumée dans leurs œuvres. Certaines photographies de Gregory Crewdson, notamment celles avec un gros faisceau de projecteur, sont souvent citées en références visuelles lors de la préparation de films ou de clips musicaux. Todd Hido crée des ambiances dans la brume tour à tour étranges ou magiques, tandis que Sally Mann fait « *de très belles images avec beaucoup de diffusion, notamment dans la brume du matin*¹⁷³ ». Et « *tout chez [Josef] Sudek est brume, évanescence, suggestion*¹⁷⁴ » d'après Corinne Atlan.

Brumes, brouillards et fumées sont loin d'avoir révélé toutes leurs potentialités. Ce sont des effets atmosphériques liés au cinéma depuis plus de 100 ans qui ont un très bel avenir devant eux, comme le prouve leur usage extensif dans des films récents tels que *Blade Runner 2049*, *Dans la brume*, ou encore *Eiffel* qui sortira bientôt. Difficile d'imaginer ces films sans brume ou fumée, pour ne citer qu'eux.

¹⁷² ATLAN, Corinne, *Petit éloge des brumes*, op. cit., p. 93. Ce petit livre est une pure merveille pour qui s'intéresse aux représentations des brumes et brouillards dans la peinture, la littérature, le cinéma, la photographie, l'art moderne et l'architecture, sans oublier réflexions de l'auteur sur les paysages japonais qui l'ont inspirée.

¹⁷³ Cf Entretien avec Nicolas Bolduc en Annexe 1.

¹⁷⁴ ATLAN, Corinne, *Petit éloge des brumes*, op. cit., p. 29.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et magazines

- **ALEKAN, Henri**, *Des lumières et des ombres*, Paris, coll. La librairie du collectionneur, 1991.
- **ATLAN, Corinne**, *Petit éloge des brumes*, Paris, Gallimard, coll. Folio, n°6693, 2019.
- **BECKER, Karin, LEPLATRE, Olivier** (dir.), *La brume et le brouillard dans la science, la littérature et les arts*, Paris, Hermann, coll. MétéoS, 2014.
- **BOUILLOT, René, LAMOUR, Marianne**, *Guide pratique de l'éclairage : cinéma, télévision, théâtre*, 5^{ème} édition, Malakoff, Dunod, 2016 (1^{ère} édition : Paris, Dujarric, 1991).
- **CINEFEX**, n°9, juillet 1982 (dossier sur *Blade Runner*)
- **CINEFEX**, n°137, avril 2014 (dossier sur *Game of Thrones*).
- **CHABOUD, René**, *La météo : questions de temps*, Paris, Nathan, 1996.
- **CHEVALIER, Jean, GHEERBRANT, Alain**, *Dictionnaire des symboles : mythes, rêves, coutumes, gestes, formes, figures, couleurs, nombres*, Edition revue et augmentée, Paris, Robert Laffont / Jupiter, coll. Bouquins, 1982 (édition originale : 1969).
- **FORTIN, Jacques** (ed.), *Comprendre le climat et l'environnement*, Montréal, Québec Amérique, coll. Guides de la connaissance, 2007 (1^{ère} édition : 2001).
- **HAMUS-VALLÉE, Réjane** (dir.), *La météo au cinéma : faire la pluie et le beau temps*, Athis-de-l'Orne, Charles Corlet, coll. CinémAction, n°169, 2019.
- **MINNAERT, Marcel**, *Light & Colour in the open air*, traduit par H. M. Kremer-Priest, London, G. Bell and Sons, 1959 (1^{ère} édition : 1940).
- **PINTEAU, Pascal**, *Effets spéciaux : deux siècles d'histoires*, Paris, Bragelonne, 2015.

- **ROBERT, Paul**, « Fumigène », *Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Paris, Société du Nouveau Littré, 1979.
- **TROTTMANN, Christian** (préface de), *Brouillard, brumes et nuées*, Dijon, Editions universitaires de Dijon, coll. Figures, n°26/28, 2002.
- **ZUPPIROLI, Libero, BUSSAC, Marie-Noëlle**, *Traité de la lumière*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009.

Mémoires et thèses

- **DUMONT, Éric**, *Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route*, Thèse sous la direction de Georges Stamon, Université René Descartes – Paris V, Discipline des Sciences de la Vie et de la Matière, Spécialité Mathématiques et Informatique, 2002.
- **LUCON, Ariane**, *Le Rendu de la neige naturelle au cinéma*, Mémoire sous la direction de Sylvie Carcedo, ENS Louis-Lumière, Spécialité Cinéma, 2017.

Articles sur la météorologie

- **BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline, LEFORT, Catherine**, « États-Unis – Géographie », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 8, Paris, 1989.
- **BELORIZKY, Elie**, « Les couleurs du ciel » [en ligne], *Encyclopédie de l'environnement*, consulté le 18/11/2020. <https://www.encyclopedie-environnement.org/air/couleurs-ciel/>
- **BRETEAU, Pierre**, « Météo et pollution : qu'est-ce que l'inversion thermique ? » [en ligne], in *Le Monde*, 28 février 2019. https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2019/02/28/meteo-et-pollution-qu-est-ce-que-l-inversion-thermique-qui-plaque-la-pollution-au-sol_5429330_4355770.html
- **CARTAULT, Jean-Luc, CLAIR, Benoit, KAPP, David**, « INCENDIES » [en ligne], *Encyclopædia Universalis*, consulté le 27 octobre 2020. <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/incendies/>
- **Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL)**, « Brouillard » [en ligne]. <https://www.cnrtl.fr/definition/brouillard>
- **Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL)**, « Brume » [en ligne]. <https://www.cnrtl.fr/definition/brume>

- **Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL)**, « Lexicographie : Fumée » [en ligne], <https://www.cnrtl.fr/definition/fum%C3%A9e>
- **CHALON, Jean-Pierre**, « Brouillards » [en ligne], *Encyclopaedia Universalis*, <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/brouillards/>
- **DELVERT, Jean, PEZEU-MASSABUAU, Jacques**, « Tôkyô : la ville et la vie urbaine », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 22, Paris, 1989.
- **FACY, Léopold**, « Condensation », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 6, Paris, 1989.
- **FONTAN, Jacques**, « Les pollutions de l'air » [en ligne], *Encyclopédie de l'Environnement*, 28 avril 2020. <https://www.encyclopedie-environnement.org/air/les-pollutions-de-lair/>
- **Futura-Sciences**, « Hydrométéore » [en ligne]. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/meteorologie-hydrometeore-7389/>
- **LUCQUIN, Michel**, « COMBUSTION » [en ligne], *Encyclopædia Universalis*, consulté le 27 octobre 2020. <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/combustion/>
- **MARTRECHARD-BARRA, Séverine**, « LUMIÈRE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 19 novembre 2020, <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lumiere/>
- **MAYER, Nathalie**, « Gaz, fumée, brouillard : quelles différences ? » [en ligne], *Futura Sciences*, 19 décembre 2015. <https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/physique-gaz-fumee-brouillard-differences-6357/>
- **Météo-France**, « Phénomène météo : Le brouillard » [en ligne]. <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard>
- **Météo-France**, « Glossaire : Condensation » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/149971-condensation>.
- **Météo-France**, « Glossaire : Humidité relative » [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/152253-humidite-relative>.
- **Météo-France**, « Glossaire : Rapport de mélange », [en ligne], <http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/153562-rapport-de-melange>
- **Midi Libre**, « Météo : pourquoi les ciels roses se multiplient en ce moment au lever et au coucher du soleil » [en ligne], 10/01/2020, <https://www.midilibre.fr/2020/01/08/meteo-pourquoi-les-ciels-roses-se-multiplient-en-ce-moment-au-lever-et-au-coucher-du-soleil,8648349.php>

- **MOREAU, René, SOMMERIA, Joël**, « Diffusion, réflexion, réfraction et diffraction de la lumière » [en ligne], *Encyclopédie de l'environnement*, consulté le 18/11/2020. <https://www.encyclopedie-environnement.org/zoom/diffusion-reflexion-refraction-diffraction-lumiere/>
- **NOUACEUR, Zeineddine**, « Brume sèche, brume de poussière, chasses-sable et tempête de sable » [en ligne], *Noroi : environnement, aménagement, société*, Presses universitaires de Rennes, n°191, février 2004, pp. 121-128. <https://journals.openedition.org/noroi/1188#tocto1n1>
- **Organisation Météorologique Mondiale (OMM)**, « Brume sèche » [en ligne], *Atlas international des nuages*, édition 2017, <https://cloudatlas.wmo.int/fr/haze.html>
- **PEDROLA, Théophile**, « L'impressionnant tourbillon de sable dans le parc du Château de Versailles » [en ligne], *Le Parisien*, 18 juillet 2017, <https://www.leparisien.fr/yvelines-78/versailles-78000/versailles-un-tourbillon-de-sable-dans-le-parc-du-chateau-18-07-2017-7142112.php>
- **STEWART, Jessica**, « Incredible Photos of Massive Dust Storm Taken From Fleeing News Helicopter » [en ligne], *My Modern MET*, 20 août 2018, <https://mymodernmet.com/arizona-dust-storm-news-helicopter/>
- **VIAUT, André**, « Météores », in *Encyclopaedia Universalis*, Tome 15, Paris, 1989.

Articles sur le cinéma

- **ASC Future Practices Committee**, « The Future of Atmospheric Effects in Filmmaking », ASC, 15 février 2021. Disponible sur : <https://theasc.com/asc/committees/asc-future-practices>
- **BENJAMIN B.**, « Folk Implosion », *American Cinematographer*, vol. 95, n°01, Janvier 2014. Aussi disponible sur : https://theasc.com/ac_magazine/January2014/InsideLlewynDavis/page1.html
- **BESSE, Caroline**, « "Blade Runner 2049" sur OCS : orange est sa couleur » [en ligne], *Télérama*, publié le 05/09/18 et mis à jour le 08/12/2020, <https://www.telerama.fr/television/blade-runner-2049-sur-ocs-orange-est-sa-couleur,n5778651.php>
- **HOLBEN, Jay**, « Smoke and Fog » [en ligne], *The American Cinematographer Blog*, 28 octobre 2018. <https://ascmag.com/blog/shot-craft/smoke-and-fog>

- **LACUVE, Jean-Luc**, « Le Quai des brumes » [en ligne], *Ciné-Club de Caen*.
<https://www.cineclubdecaen.com/realisat/carne/quaidesbrumes.htm>
- **PENSO, Gilles** (supervisé par), « Les effets spéciaux de plateau, les incontournables », *Le Technicien du film*, n°563, Février 2006, pp. 44-57.
- **RACINEUX, Clément**, « Comment photographier le brouillard ? Mes 6 conseils » [en ligne], *TontonPhoto*. <http://tontonphoto.fr/comment-photographier-brouillard-6-conseils/>
- **RENOUARD, Caroline**, « Entretien avec Bruno Maillard, superviseur des effets visuels de *Dans la brume* (2018), réalisé par Daniel Roby » [en ligne], *Création Collective au Cinéma*, n°2, 2019, pp. 171-204.
https://creationcollectiveaucinema.files.wordpress.com/2019/05/cccn.2_5mai.pdf
- **REUMONT, François**, « Entretien avec Éric Guichard, chef opérateur AFC », *Le Technicien du film*, n°563, Février 2006, pp. 36-37.

Documentation technique et manuels d'utilisation

- Mode d'emploi, Viper 2,6, Viper Deluxe, a Look Solution product.
- Reel EFX, User Operating Manual, DF-50 Diffusion Hazer.
- Reel EFX, DF-50 Diffusion Hazer.
- Rosco Model 1700, Operations Manual.
- Smoke Factory, Fog and Haze Generators.

Conférences

- « Rencontres confinées : Caroline Champetier et son étalonneur Frédéric Savoir – 24.04.20 », disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=805KeKIuErw>
- « Rencontres confinées : Myriam Vinocour et Philip Lozano – 24 avril 2020 », disponible sur : https://www.youtube.com/watch?v=_QVMILvGsJk
- « Rencontres confinées : Roger Deakins, directeur de la photo, à propos de *Blade Runner 2049* », disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=w03G7l7XqE4>

Vidéos en ligne

- **CPNEF de l'audiovisuel**, *Le métier de directeur de postproduction : Gérer un film après son tournage* [en ligne], (consultée le 1^{er} août 2020), 11min 51s. <http://www.cpnef-av.fr/films/directeur-de-postproduction>
- **CPNEF de l'audiovisuel**, *Le métier de directeur de postproduction : Paroles de directeurs de postproduction* [en ligne], (consultée le 1^{er} août 2020), 17min 05s. <http://www.cpnef-av.fr/films/directeur-de-postproduction>
- **CPNEF de l'audiovisuel**, *Le métier de superviseur des effets visuels : Paroles de superviseurs d'effets visuels* [en ligne], (consultée le 1^{er} août 2020), 16min. <http://www.cpnef-av.fr/films/superviseur-d-effets-visuels>
- **CPNEF de l'audiovisuel**, *Le métier de superviseur des effets visuels : Rendre possible l'impossible* [en ligne], (consultée le 1^{er} août 2020), 13min 24s. <http://www.cpnef-av.fr/films/superviseur-d-effets-visuels>
- **La chaîne Action**, *Interview Bruno Maillard / Dans la brume* [en ligne], Émission Ciné Choc du 10/04/2018, (consultée le 1^{er} août 2020), 12min 46s. <https://www.actiontv.fr/cine-choc/x9P4Ebq7>
- **MARIE, Loïc** [Capitaine Cinemaxx], *Reportage – Les VFX de Dans la brume* [en ligne], 02/05/2018, (consultée le 1^{er} août 2020), 4min 38s. <https://www.youtube.com/watch?v=ktt54M1G-4E>
- *Making Of – Dans la brume* [en ligne], 26/09/2018, [consultée le 6 août 2020], 16min. <https://vimeo.com/291885285>

FILMOGRAPHIE

Filmographie principale liée aux entretiens

- **ANNAUD, Jean-Jacques**, *La Vérité sur l'affaire Harry Quebert (mini-série)*, 10 épisodes de 55 minutes, 2018, Etats-Unis/France, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou.
- **ANNAUD, Jean-Jacques**, *Le Dernier loup*, 2015, Chine/France, 115 minutes, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou.
- **ANNAUD, Jean-Jacques**, *Notre-Dame brûle*, pas encore sorti, France, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou. Superviseur SFX : Philippe Hubin.
- **ANNAUD, Jean-Jacques**, *Sa Majesté Minor*, 2007, Espagne/France, 101 minutes, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou.
- **BECKER, Jean**, *Les Enfants du marais*, 1999, France, 115 minutes, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou. Superviseur SFX : Philippe Hubin.
- **BEDOS, Nicolas**, *La Belle Époque*, 2019, France, 110 minutes, couleur. Image : Nicolas Bolduc. Accessoiriste : Benoît Herlin.
- **BODIN, Samuel** (créée et réalisée par), *Marianne* (série Netflix), 1 saison, 8 épisodes de 50 minutes, 2019, France, couleur. Image : Philip Lozano.
- **CHOLLAT, Ladislav**, *Let's Dance*, 2019, France, 109 minutes, couleur. Image : Philip Lozano. Accessoiriste : Benoît Herlin.
- **HIRLE, Lionel**, *Musica* (clip), interprété par Soprano feat. Ninho, 2020, France, 3 minutes 30 secondes, couleur. Image : Philip Lozano.
- **HONORE, Christophe**, *Chambre 212*, 2019, France, 86 minutes, couleur. Image : Rémy Chevrin.
- **JODOROWSKY, Alejandro**, *La danse de la réalité (La danza de la realidad)*, 2013, Chili/France, 130 minutes, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou.
- **LE BOMIN, Gabriel**, *De Gaulle*, 2020, France, 109 minutes, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou.

- **LE BOMIN, Gabriel**, *Nos Patriotes*, 2017, France, 107 minutes, couleur. Image : Jean-Marie Dreujou.
- **ROBY, Daniel**, *Dans la brume*, 2018, Canada(Québec)/France, 89 minutes, couleur. Image : Pierre-Yves Bastard. Superviseur VFX : Bruno Maillard.
- **SCOTT, Ridley**, *The Last Duel*, pas encore sorti, Etats-Unis/Royaume-Uni, couleur. Image : Dariusz Wolski. Superviseur SFX en France : Philippe Hubin et Jean-Christophe Magnaud.
- **VALLI, Eric**, *Himalaya, l'enfance d'un chef*, 1999, France/Népal/Royaume-Uni/Suisse, 108 minutes, couleur. Image : Éric Guichard.

Filmographie générale

- **BEAUVOIS, Xavier**, *Des hommes et des dieux*, 2010, France, 120 minutes, couleur. Image : Caroline Champetier.
- **BENIOFF, David, WEISS, D.B.** (créée par), *Game of Thrones* (série), 8 saisons, 73 épisodes de 47 à 82 minutes, 2011-2019, Etats-Unis, couleur.
- **BOURBOULON, Martin**, *Eiffel*, 2021, Allemagne/France, 115 minutes, couleur. Image : Matias Boucard.
- **CAMERON, James**, *Avatar*, 2009, Etats-Unis, 162 minutes, couleur. Image : Mauro Fiore.
- **CARNÉ, Marcel**, *Le Quai des brumes*, 1938, France, 91 minutes, noir et blanc. Image : Eugen Schüfftan.
- **COPPOLA, Francis Ford**, *Apocalypse Now*, 1979, Etats-Unis, 140 minutes, couleur. Image : Vittorio Storaro.
- **KAR-WAI, Wong**, *In the Mood for Love (Fa yeung nin wa)*, 2000, Chine/France/Hong Kong, 98 minutes, couleur. Image : Christopher Doyle et Mark Lee Ping-bin.
- **LEVINE, Robert et STEINBERG, Jonathan E.** (créée par), *Black Sails* (série), 4 saisons, 38 épisodes de 49-65 minutes, 2014-2017, Etats-Unis, couleur.
- **MALICK, Terrence**, *The Tree of Live*, 2011, Etats-Unis, 139 minutes, couleur. Image : Emmanuel Lubezki.
- **NOLAN, Christopher**, *Interstellar*, 2014, Etats-Unis/Royaume-Uni, 169 minutes, couleur. Image : Hoyte Van Hoytema.

- **SCHMIDT HIRSSRICH, Lauren** (créée par), *The Witcher* (série Netflix), 1 saison, 8 épisodes de 47 à 67 minutes, 2019, Etats-Unis, couleur.

- **SCOTT, Ridley**, *Blade Runner*, 1982, Etats-Unis, env. 115 minutes, couleur. Image : Jordan Cronenweth et Steven Poster.

- **VERBINSKI, Gore**, *Pirates des Caraïbes : La Malédiction du Black Pearl*, 2003, Etats-Unis, 142 minutes, couleur. Image : Dariusz Wolski.

- **VILLENEUVE, Denis**, *Blade Runner 2049*, 2017, Canada/Etats-Unis/Hongrie/Royaume-Uni, 163 minutes, couleur. Image : Roger Deakins.

- **WELLES, Orson**, *Citizen Kane*, 1941, Etats-Unis, 119 minutes, noir et blanc. Image : Gregg Toland et Harry J. Wild (scènes additionnelles, non créditée).

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 – Printemps naissant, Guo Xi, daté 1072, rouleau vertical, encre et couleurs légères sur soie, 158,3 x 108,1 cm, Musée national du palais, Taipei.	9
Figure 2 - Le transmissiomètre (Source : Météo-France, http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard#)	17
Figure 3 - Le Diffusiomètre (Source : Météo-France, http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/phenomenes-meteo/le-brouillard#)	17
Figure 4 - Les trois états de l'eau, au niveau moléculaire (Source : Jacques Fortin, Comprendre le climat et l'environnement, p. 26)	19
Figure 5 - Les changements d'état de l'eau (Source : Météo-France, https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/nuages/comment-se-forme-un-nuage).	20
Figure 6 – Les noyaux de condensation (Source : Jacques Fortin, Comprendre le climat et l'environnement, p. 28).....	21
Figure 7 - Tableau présentant les relations entre température et humidité (Source : Météo-France, https://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/parametres-observees/humidite).....	23
Figure 8 - Dans la brume de Bagan. Photo de Cyril Guillaume (Source : https://www.artenza.fr/photos/guillaume-dans-la-brume-de-bagan/).....	25
Figure 9 – Mer de brouillard le soir, dans le canton de Fribourg en Suisse. Photo de Noberson. (Source : https://www.instagram.com/p/CLpEjFIB6cx/)	27
Figure 10 – Mer de brouillard depuis le sommet du Mont d'Or (Doubs) le 29 novembre 2020. Photo de Jérôme Saillard.	27
Figure 11 – Le refroidissement par la base, à l'origine du brouillard d'advection (Source : Météo-France, https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/nuages/comment-se-forme-un-nuage)	28
Figure 12 – Brouillard d'advection au-dessus de la mer à Yantai, dans la province du Shandong (Est de la Chine), le 29 juin 2018. Photo de Tang Ke. (Source : http://french.xinhuanet.com/photo/2018-07/01/c_137292043.htm).....	29
Figure 13 – Brouillard dans la forêt tropicale humide de Guyane, vue depuis la Canopée. Photo de Jean-Marie Dreujou.....	31
Figure 14 – Brouillard dans les montagnes de Tianzi, parc national de Zhangjiajie en Chine. Photos de Michael Yamashita. (Source : https://www.instagram.com/p/COviljPD-Pw/)	32
Figure 15 - Photogramme d'Avatar, James Cameron.....	32
Figure 16 - Photogramme d'Himalaya, l'enfance d'un chef, Éric Valli	34
Figure 17 - Photographie de plateau de La Danse de la réalité, Alejandro Jodorowsky.....	36
Figure 18 - Photographies de plateau personnelles de Là-bas près de l'eau, Adeline Maturana	36
Figure 19 - Photogramme de In the Mood for Love, Wong Kar-Wai	38
Figure 20 - Photogramme de Blade Runner, Ridley Scott	38
Figure 21 – Photogramme de Interstellar, Christopher Nolan	39

Figure 22 – Photogramme de The Tree of Life, Terrence Malick	39
Figure 23 – Le rôle du filtre. (Source : Alain Retière, https://www.pedagogie.ac-nantes.fr/physique-chimie/numerique/animations-simulations/differencier-gaz-et-fumee-834974.kjsp?RH=1309459107744).....	39
Figure 24 - Photographies de plateau de Les Enfants du marais, Jean Becker Les machines à fumée de type Motan se devinent en arrière-plan (en haut). Le résultat obtenu après enfumage du marais (en bas).....	44
Figure 25 - Photographies de plateau de The Last Duel, de Ridley Scott Les machines et ventilateurs sont utilisées (en haut) pour créer le résultat (en bas).....	45
Figure 26 – Photo satellite d’un nuage de sable au-dessus de la Mer Rouge, l’Egypte et l’Arabie Saoudite en janvier 2005.....	51
Figure 27 – Photo satellite d’un nuage de sable provenant du Sahara, photographié au-dessus de l’océan Atlantique en novembre 1998.	51
Figure 28 – Brume sèche à Kurintar (Darechok, Népal), le 10 janvier 2015 à 14h (heure locale). (Source : Frank Le Blancq pour l’Organisation Météorologique Mondiale, https://cloudatlas.wmo.int/fr/haze.html)	52
Figure 29 - Brume de sable à l’aéroport de Doha (Qatar), le 23 mai 2012 à 9h (heure locale). Visibilité réduite à environ 1200m. (Source : Imre Dér, pour l’Organisation Météorologique Mondiale, https://cloudatlas.wmo.int/fr/dust-haze.html)	53
Figure 30 - Tourbillon de sable à Versailles, le 17 juillet 2017. (Source : capture d’écran de BFMTV, https://www.leparisien.fr/yvelines-78/versailles-78000/versailles-un-tourbillon-de-sable-dans-le-parc-du-chateau-18-07-2017-7142112.php)	54
Figure 31 - Un haboob en Arizona, août 2018. Sur la deuxième photo, l’hélicoptère paraît minuscule à côté. (Source : Jason Ferguson, https://mymodernmet.com/arizona-dust-storm-news-helicopter/)	55
Figure 32 - Photogramme de Dans la brume, Daniel Roby	56
Figure 33 – Un haboob en Australie, le 9 janvier 2013. (Source : AFP / Brett Martin, https://www.lemonde.fr/sciences/article/2013/01/17/un-haboob-en-australie_1818680_1650684.html).....	56
Figure 34 – Représentation d’une onde périodique, avec la longueur d’onde et la fréquence. (Source : schéma modifié par nos soins, d’après l’original : http://www.botanic06.com/site/onde.htm)	58
Figure 35 – Spectre des ondes électromagnétiques. (Source : Encyclopaedia Universalis, http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lumiere/).....	59
Figure 36 – Détail du spectre visible. (Source : Encyclopédie de l’environnement, https://www.encyclopedie-environnement.org/air/couleurs-ciel/)	59
Figure 37 - Flux incident divisé en trois : flux réfléchi, flux absorbé et flux transmis. (Source : reproduction par nos soins d’un schéma du cours de Paul Bydlowski, ENS Louis-Lumière).....	60
Figure 38 - Les trois types de réflexions. (Source : schéma modifié par nos soins, d’après l’original : https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/ued/envcal/html/rayonnement/2-rayonnement-matiere/2-3-reflexion.html)	61
Figure 39 – Lois de la réflexion et de la réfraction. (Source : http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lumiere/).....	62
Figure 40 – Décomposition par réfraction de la lumière blanche par un prisme. (Source : http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Décomposition_par_réfraction_de_la_lumière_blanche_dans_un_prisme/1003173)	62
Figure 41 - San Francisco baignant dans une lumière orange, le 9 septembre 2020, États-Unis. (Source : Le Monde, images AFP/Reuters.	

https://www.lemonde.fr/planete/video/2020/09/10/video-san-francisco-plonge-dans-un-ciel-rouge-feu-a-cause-des-incendies-de-californie_6051670_3244.html).....	65
Figure 42 - Photogramme de Blade Runner 2049, Denis Villeneuve.....	66
Figure 43 – Baie d’Ha Long au Vietnam, le matin. (Source : photo personnelle).....	67
Figure 44 – Montagnes du parc national de Daisetsuzan au Japon. Photo de Michael Yamashita. (Source : https://www.instagram.com/p/CPOM9ilBdTS/?utm_source=ig_web_copy_link).....	67
Figure 45 – La Mer de Glace, Caspar David Friedrich, 1824, huile sur toile, 96,7 x 126,9 cm, Kunsthalle de Hambourg.	68
Figure 46 – Le Voyageur contemplant une mer de nuages, Caspar David Friedrich, 1818, huile sur toile, 74,8 x 94,8 cm, Kunsthalle de Hambourg.	68
Figure 47 – Rayons lumineux dans une forêt des Pays-Bas. Photo de fwvg.photography. (Source : https://www.instagram.com/p/CGZUmL1MICh/?utm_source=ig_web_copy_link).....	70
Figure 48 - Photogramme de Black Sails (série).....	71
Figure 49 - Photogramme de Citizen Kane, Orson Welles.....	71
Figure 50 – Diagrammes de diffusion ; le rayon lumineux incident arrive par la gauche. (Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_de_Mie).....	71
Figure 51 – Plus le brouillard est dense, plus la lumière perd ses rayons et les images disparaissent. (Source : ZUPPIROLI, Libero, BUSSAC, Marie-Noëlle, Traité de la lumière, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009, p. 170)..	73
Figure 52 - Photogramme de Blade Runner 2049, Denis Villeneuve.....	74
Figure 53 - Arc-en-ciel blanc à Rannoch Moor en Écosse, en novembre 2016. Photo de Melvin Nicholson. (Source : https://www.20minutes.fr/sciences/1966783-20161122-arc-ciel-blanc-magique-photographie-ecosse).....	76
Figure 54 – Couronne lunaire très colorée. Photo de Robert Morisan. (Source : http://www.astrosurf.com/luxorion/Illustrations/lune-couronne-morisan.jpg).....	77
Figure 55 – Couronne lunaire plus sommaire. Photo de George Anderson. (Source : https://cloudatlas.wmo.int/fr/corona.html).....	77
Figure 56 – Spectre de Brocken autour de l’ombre d’un avion.	77
Figure 57 - Spectre de Brocken autour de l’ombre d’un observateur situé en haut d’une montagne, regardant la vallée en contrebas.	77
Figure 58 - Halo solaire complet au nord de l’Alaska, le 27 mars 2017. Photo de James Helmericks. (Source : http://www.astrosurf.com/luxorion/Sciences/halo-alaska-2017-helmericks.jpg).....	78
Figure 59 - Schéma des différentes parties d’un halo complet. (Source : http://www.astrosurf.com/luxorion/halos.htm).....	78
Figure 60 – Halo simple autour du soleil à Cape Town, Afrique du Sud (Source : photo personnelle).....	78
Figure 61 – Photogramme de De Gaulle, Gabriel Le Bomin.....	81
Figure 62 - Photogramme de Let's Dance, de Ladislav Chollat.....	82
Figure 63 – Photographie de plateau de Let’s Dance, de Ladislav Chollat.....	83
Figure 64 – Photogramme de Nos Patriotes, de Gabriel Le Bomin.....	83
Figure 65 - Photogramme de La Belle Epoque, Nicolas Bedos.....	84
Figure 66 - Photographie de plateau de la série Marianne, de Samuel Bodin.....	86
Figure 67 – Photogramme de Le Dernier loup, Jean-Jacques Annaud.....	87
Figure 68 - Photographie de plateau de Le Dernier loup, Jean-Jacques Annaud.....	87
Figure 69 - Photogramme de Marianne (saison 1, épisode 1), Samuel Bodin.....	88

Figure 70 - Photographie de plateau de Blade Runner 2049, Denis Villeneuve [Source : https://www.reddit.com/r/bladerunner/comments/763ehi/behind_the_scene_photo_of_ryan_gosling_walking/].....	89
Figure 71 - Photographie de tournage (en haut) puis photogramme (en bas) de Game of Thrones (série). (Source : Cinefex, n°137, avril 2014, p. 48).....	94
Figure 72 - Photogramme d'Apocalypse Now, de Francis Ford Coppola.....	96
Figure 73 – Photogramme de Blade Runner 2049, de Denis Villeneuve.....	97
Figure 74 - Photogramme du clip officiel Musica, interprété par Soprano feat. Ninho, réalisé par Lionel Hirle.....	98
Figure 75 - Exemples d'artéfacts dû à une compression. (Source : https://meprises-duciel.fr/meprises-photographiques/artefacts-numeriques/).....	103
Figure 76 – Photogramme de The Witcher (saison 1, épisode 3). Les artéfacts seront plus ou moins visibles en fonction des écrans.....	104
Figure 77 – A gauche, l'export qualitatif en DNxHD 185x ; à droite, l'export léger en H264.....	105
Figure 78 - Photogrammes de Pirates des Caraïbes : La Malédiction du Black Pearl, de Gore Verbinski.....	106
Figure 79 – Photogrammes de Le Dernier loup de Jean-Jacques Annaud.....	107
Figure 80 – Photographies de tournage de A Serious Game, court métrage réalisé en 1 ^{ère} année. On peut voir la différence entre sans fumée (à gauche) et avec fumée (à droite). Photos de Charlotte Hayet.....	118
Figure 81 - PPM Photographie de plateau personnelle.....	119
Figure 82 - Machines testées chez TSF.....	120
Figure 83 - Démonstration de l'Artem par Jean-Marc Meunier (Flam and Co).....	121
Figure 84 - Matériel prêté par Flam and Co.....	121
Figure 85 - Démonstration de machine à fumée lourde à base de liquide par Jean-François Lemaire (Pyrofolies).....	122
Figure 86 - Matériel prêté par Pyrofolies.....	122
Figure 87 – Sans fumée.....	125
Figure 88 – Avec fumée qui matérialise les rayons.....	125
Figure 89 - Viper NT à 100% de puissance.....	125
Figure 90 - Unique à 100% de puissance.....	125
Figure 91 - Viper NT à 100% de puissance, sans ventilateur.....	126
Figure 92 – Viper NT à 100% de puissance, avec ventilateur à 40/50 de puissance.....	126
Figure 93 – Plan début et fin sans fumée.....	127
Figure 94 – Plan début et fin avec fumée.....	127
Figure 95 – Plan début et fin avec configuration projecteurs tungstènes.....	128
Figure 96 - Plan début et fin avec configuration projecteurs HMI.....	128
Figure 97 – Eclairage à 3/4 contre.....	129
Figure 98 – Eclairage à contre.....	129
Figure 99 – Sans projecteur de face.....	130
Figure 100 – Projecteur de face à 40% de puissance.....	130
Figure 101 – Projecteur de face à 60% de puissance.....	130
Figure 102 - Projecteur de face à 80% de puissance.....	130
Figure 103 – Plan début avec SkyPanel à contre en hauteur.....	131
Figure 104 - Plan fin avec SkyPanel à contre en hauteur.....	131
Figure 105 - Plan début avec SkyPanel de face.....	131
Figure 106 - Plan fin avec SkyPanel de face.....	131
Figure 107 – Stores sur toute la fenêtre, sans gélatines.....	132
Figure 108 – Stores remontés, avec gélatines 250 sur le reste des fenêtres.....	132

Figure 109 – Sans fumée.....	133
Figure 110 – Avec fumée, densité faible.....	133
Figure 111 – Avec fumée, densité moyenne.....	133
Figure 112 – Avec fumée, densité forte.....	133
Figure 113 – Avec fumée, densité très forte.....	133
Figure 114 – Focale courte à gauche et focale longue à droite, sans filtre, avec fumée.....	146
Figure 115 – Fog 1/2 à gauche et Fog 1/8 à droite.....	147
Figure 116 – Fog 1/8 à gauche et Fog 1/2 à droite.....	147
Figure 117 - Plan de référence (diaph 5,6), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	148
Figure 118 - Plan surexposé + 1 (diaph 4), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	148
Figure 119 - Plan surexposé +2 (diaph 2,8), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	149
Figure 120 - Plan surexposé +3 (diaph 2,1), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	149
Figure 121 - Plan de référence (diaph 5,6), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	149
Figure 122 - Plan sous-exposé -1 (diaph 8), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	150
Figure 123 - Plan sous-exposé (diaph 11), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	150
Figure 124 - Plan sous-exposé (diaph 16), avec oscilloscope de DaVinci Resolve.....	150
Figure 125 – Oscilloscope sur le tournage, sans fumée.....	151
Figure 126 – Oscilloscope sur le tournage, avec fumée.....	151
Figure 127 - Plan neutre.....	152
Figure 128 - Plan en variation verte/turquoise.....	152
Figure 129 - Plan en variation bleue.....	153
Figure 130 - Plan en variation orange avec faisceaux non colorés.....	153
Figure 131 - Plan en variation orange avec faisceaux colorés.....	153
Figure 132 – Photogrammes de la PPM.....	156
Figure 133 - Photographie de tournage de la PPM. Photo de Cécile Sortambosc.....	157
Figure 134 - Mise en place de la séparation en borniol et bâches. Photo personnelle.....	158
Figure 135 - Photographie de tournage de la PPM. Photo extraite d'une vidéo d'Ariane Vallin. Les trois machines fonctionnent en continu.....	158
Figure 136 – Glaçons de carboglace dans leur contenant (à gauche) et utilisation en cocktail fumant (à droite)..	159
Figure 137 - Photographie de tournage de la PPM. Photo de Cécile Sortambosc.....	159
Figure 138 - Photogramme de la PPM, carboglace rampante au ras-du-sol.....	160

ANNEXES

ANNEXE – A

Répartition géographique du brouillard en France

Dans le chapitre 1 de la partie 1, nous évoquons le processus de formation des brouillards ainsi que les différents types que l'on peut différencier. Les cartes ci-après présentent la répartition géographique du brouillard en France, sur les périodes de 1951-1960 et 1981-2010, en fonction du nombre de jours de brouillard décomptés par mois ou par année. Un tableau listant les villes les moins brumeuses aux plus brouillardeuses, sur la période 1981-2010, les accompagne.

Éric Dumont a présenté une partie de ces cartes dans sa thèse, et il précise : « est considéré comme "jour avec brouillard" toute journée au cours de laquelle la visibilité horizontale a été à un moment quelconque réduite à moins d'un kilomètre par du brouillard ou par un météore d'apparence analogue¹⁷⁵ ».

¹⁷⁵ DUMONT, Éric, *Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route*, op.cit., p.155.

Nombre moyen annuel de jours de brouillard (Normales 1981-2010)

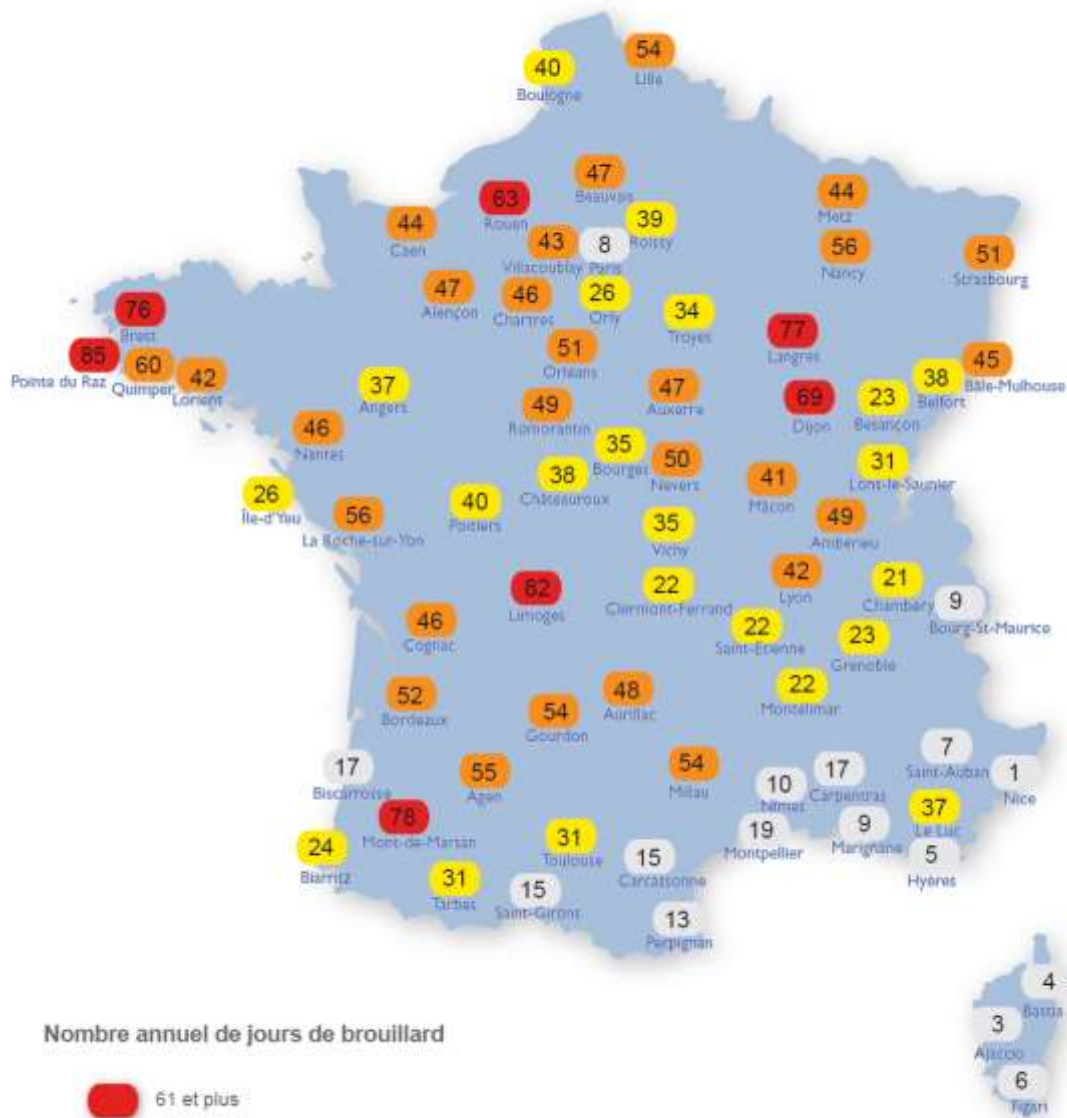


Figure 139 - Répartition géographique du brouillard sur l'année (1981-2010)

(Source : Météo-France, <https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/nuages/le-brouillard>)

Ville	Département	Nombre de jours de Brouillard
NICE	6	1
AJACCIO	20	3
BASTIA	20	4
HYERES	83	5
FIGARI	20	6
ST-AUBAN	04	7
PARIS-MONTSOURIS	75	8
BOURG ST MAURICE	73	9
MARIGNANE	13	9
NIMES-COURBESSAC	30	10
PERPIGNAN	66	13
ST GIRONS	09	15
CARCASSONNE	11	15
BISCARROSSE	40	17
CARPENTRAS	84	17
CAP PERTUSATO	20	18
LE BOURGET	95	19
MONTPELLIER	34	19
SETE	34	20
CHAMBERY-AIX	73	21
ST ETIENNE-BOUTHEON	42	22
CLERMONT-FD	63	22
MONTLIMAR	26	22
BESANCON	25	23
GRENOBLE-ST GEOIRS	38	23
BIARRITZ-ANGLET	64	24
L ILE D YEU	85	26
ORLY	91	26
ORANGE	84	27
TARBES-OSSUN	65	31
PAU-UZEIN	64	31
TOULOUSE-BLAGNAC	31	31
LONS LE SAUNIER	39	31
TROYES-BARBEREY	10	34
MELUN	77	35
VICHY-CHARMEIL	03	35
BOURGES	18	35
BEAUCOUZE	49	37
LE LUC	83	37
PTE DE PENMARCH	29	38
CHATEAUX DEOLS	36	38
BELFORT	90	38
ROISSY	95	39
BOULOGNE-SEM	62	40
POITIERS-BIARD	86	40
MACON	71	41
LYON-ST EXUPERY	69	42
LORIENT-LANN BIHOUE	56	42
AVORD	18	43
VILLACOUBLAY	78	43
METZ-FRESCATY	57	44
TRAPPES	78	45
BALE-MULHOUSE	68	45
TOUSSUS LE NOBLE	78	45
LANVEOC	29	46
CHARTRES	28	46
NANTES-BOUGUENAI	44	46
COGNAC	16	46
ALENCON	61	47
BEAUVAIS-TILLE	60	47
AUXERRE	89	47
AURILLAC	15	48
AMBERIEU	01	49
ROMORANTIN	41	49
NEVERS-MARZY	58	50
ORLEANS	45	51
STRASBOURG-ENTZHEIM	67	51
BORDEAUX-MERIGNAC	33	52
GOURDON	46	54
MILLAU	12	54
LILLE-LESQUIN	59	54
AGEN	47	55
NANCY-OCHEY	54	56
QUIMPER	29	60
ROUEN-BOOS	76	63
DJON-LONGVIC	21	69
BREST-GUIPAVAS	29	76
LANGRES	52	77
MONT-DE-MARSAN	40	78
LIMOGES-BELLEGARDE	87	82
PTE DU RAZ	29	85
MONT AIGUAL	30	241

Figure 140 – Nombre annuel de jours de brouillards par ville en France (calculé sur la période 1981-2010)
(Source : Météo-France, Ibid.)

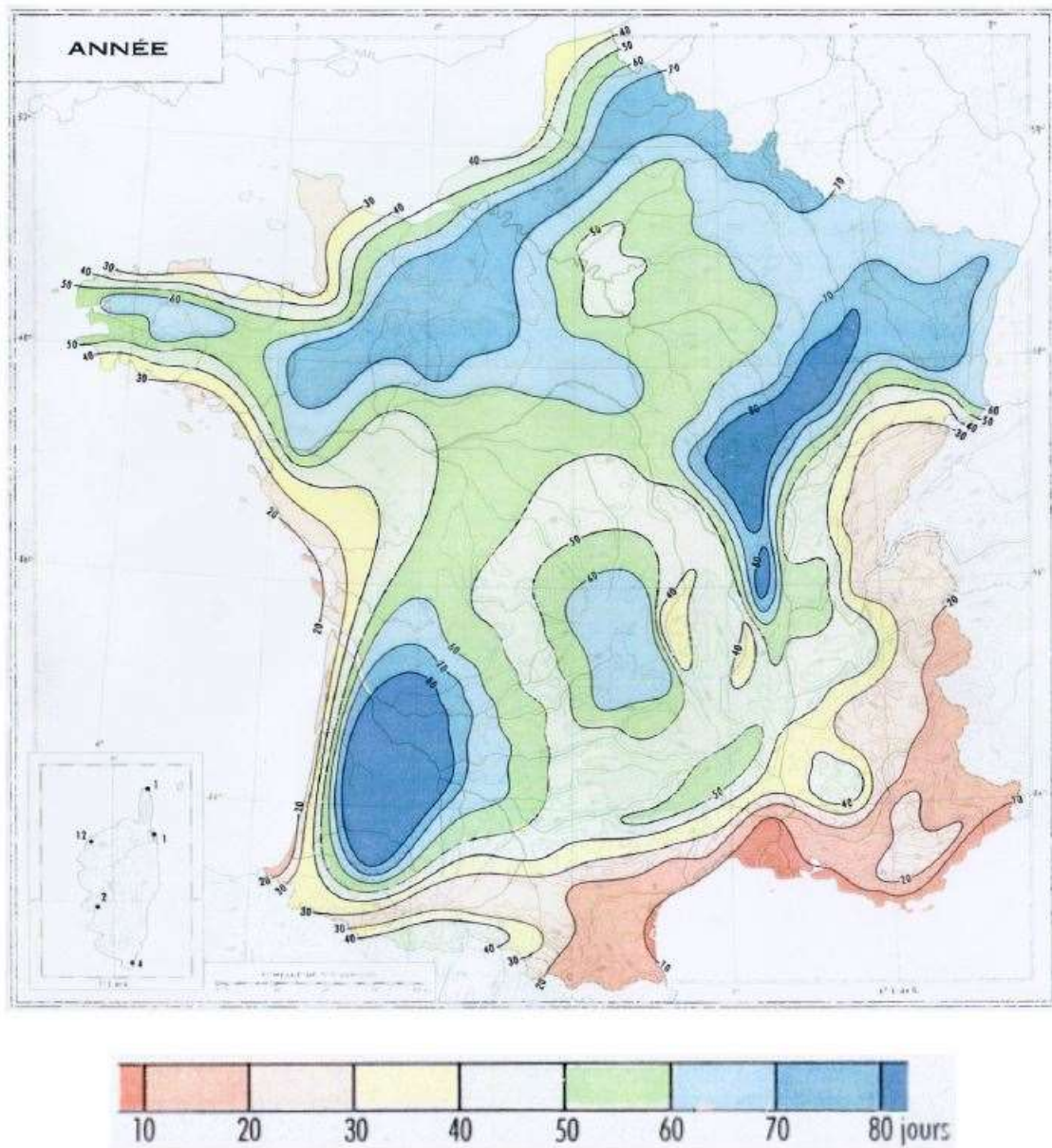


Figure 141 - Répartition du nombre moyen **annuel** de jours de brouillard (1951-1960)

(Source originale : Météo-France. Source employée : *Éric Dumont*, Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'usager de la route, Thèse sous la direction de *Georges Stamon*, Université René Descartes – Paris V, Discipline des Sciences de la Vie et de la Matière, Spécialité Mathématiques et Informatique, 2002, p. 156)

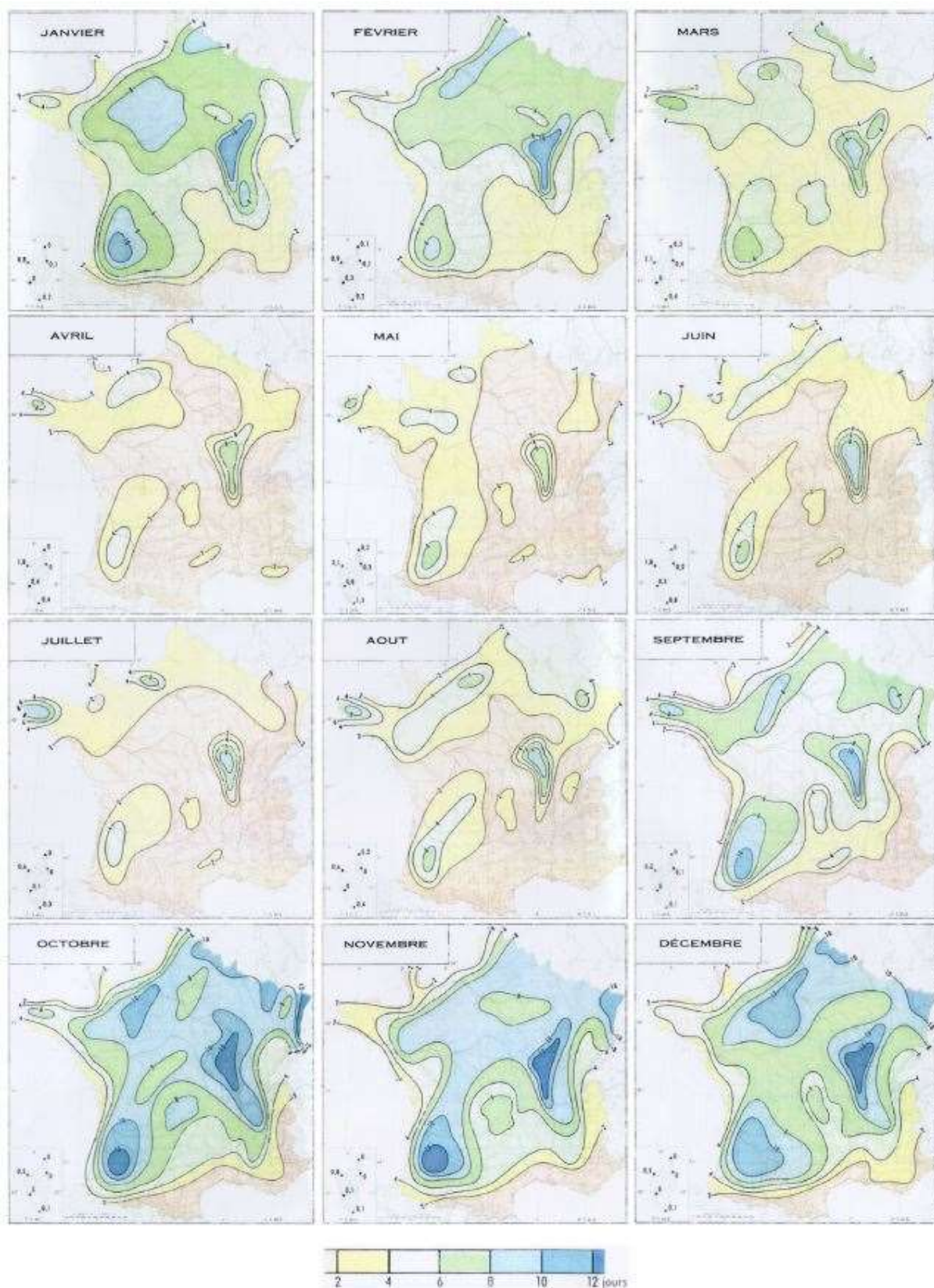


Figure 142 – Répartition du nombre moyen *mensuel* de jours de brouillard (1951-1960)

(Source originale : Météo-France. Source employée : *Éric Dumont, Caractérisation, modélisation et simulation des effets visuels du brouillard pour l'utilisateur de la route, Thèse sous la direction de Georges Stamon, Université René Descartes – Paris V, Discipline des Sciences de la Vie et de la Matière, Spécialité Mathématiques et Informatique, 2002, p. 157*)

ANNEXE – 1

Entretien avec Nicolas Bolduc, directeur de la photographie, CSC

Réalisé le 19 mai 2020

Nicolas Bolduc est un directeur de la photographie canadien, membre de la CSC (Canadian Society of Cinematographers). Il a travaillé sur plusieurs publicités et une quinzaine de longs métrages, avec les réalisateurs Nicolas Bedos, Kim Nguyen, Denis Villeneuve, Jeff Labbe, etc. Il a notamment signé l'image de La Belle époque, réalisé par Nicolas Bedos.

Comment s'est déroulée la préparation de La Belle Époque ? As-tu apporté ou discuté de références visuelles avec le réalisateur ?

Nicolas Bedos, le réalisateur, n'a pas beaucoup apporté de références visuelles. Ce n'est pas quelqu'un de très visuel, au sens où il sait ce qu'il veut voir, mais il ne sait pas forcément comment le fabriquer. C'est plutôt joyeux pour quelqu'un comme moi, qui aime bien m'impliquer dans la mise en scène et le *storytelling*, et qui aime bien raconter une histoire de manière visuelle. C'est sûr que j'avais beaucoup de libertés. Nicolas avait quelques petites images, mais nos échanges étaient surtout des discussions, et des intentions qu'on a abordées.

La Belle Époque est un scénario assez dense avec énormément de séquences. C'était un enchaînement de présentations de personnages, puis une espèce de feu roulant. On a essayé de trouver une manière de rendre ces choses-là digestes, qu'on puisse passer d'un personnage à l'autre sans perdre le fil, tout en comprenant l'environnement et l'espace où on se trouve. On souhaitait embarquer le spectateur dans une histoire, mais que cela reste agréable. Il fallait qu'on soit tout de même fidèles au scénario : comme cela se découpe vite et qu'on passe rapidement d'un personnage à un autre, il fallait vraiment que l'environnement soit clair, qu'on sache si on est dans un "flashback" ou non. Surtout quand on est dans un film comme cela, un peu comme dans *Magnolia*, où il y a beaucoup de choses qui se passent, et beaucoup de musiques.

Nos discussions ont beaucoup porté sur cette manière de créer des tableaux dans le temps. On devait aussi trouver une manière esthétique de marquer la différence entre la réalité et tout l'environnement de "La Belle Époque", qui n'est qu'une invention, un simple décor. Une des premières idées de Nicolas était de faire de "La Belle Époque" un endroit réaliste, en tournant dans un vrai local et en bloquant la rue. Mais il y avait quelque chose de très fort dans l'écriture du scénario, et cela aurait été dommage d'utiliser un vrai endroit, surtout qu'on aurait eu de la peine à recréer les miroirs sans tain, par exemple. Cette idée des miroirs est géniale, car il y a

vraiment un point de vue de metteur en scène. C'est aussi très compliqué de tourner dans une rue à Paris la nuit, cela ajoutait des contraintes horaires et de plan de travail.

Donc j'ai suggéré qu'on fasse tout en studio, ce qui nous permettait d'inventer quelque chose de complètement fabriqué. On pouvait vraiment fabriquer "La Belle Époque" au complet, en mettant des miroirs sans tain, en faisant un environnement de rue devant, en trichant certains espaces, d'autant que cela correspondait à ce qu'il voulait faire. Dans le scénario, on retrouve un certain hommage au cinéma et à la mise en scène, et cela cadrerait bien avec le fait de tourner en studio. Une référence que j'aimais beaucoup était *La La Land*, parce que ça me fait sourire et que c'est un truc un peu fou, qui rend bien hommage au cinéma et à notre métier. C'est très méta, en fait. Je pense qu'aborder ce tournage d'une manière complètement fabriquée nous a amené encore plus de possibilités. C'était devenu très amusant car, soudainement, un espace de studio existait avec des coulisses. C'était très intéressant aussi, parce qu'on était capable, rapidement et visuellement, de créer cette différence entre la réalité – les appartements parisiens, les espaces de bureaux qui sont restés assez clean, modernes et carrés – et cet espace-là qui est totalement inventé, daté de 66 et enfumé, qu'on pouvait contrôler à notre guise.

L'idée était presque de créer un espace où on pouvait travailler exactement comme les personnages auraient travaillé dans l'histoire : comment ils auraient fait, eux, avec le budget qu'ils ont ? Comment ils auraient éclairé ? Ma manière d'aborder la lumière dans ce film venait aussi de cela. Les personnages n'ont pas énormément de moyens, mais ils en ont assez pour inventer cet espace et l'éclairer comme si c'était en plein jour, alors qu'on sait très bien qu'on est en studio. Il fallait quand même qu'on sente le faux, ce qui nous permettait d'accepter pleins de défauts. Et c'est ça qui était joli aussi : d'accepter les défauts, d'accepter les imperfections. J'aime beaucoup travailler avec les imperfections, c'est ce qui me fait le plus plaisir. Les choses trop parfaites me donnent des boutons. Donc j'aime bien quand on peut créer un espace de jeu dans lequel on peut aller partout, avec cette imperfection technique qui existe, mais qui sied à l'histoire.

J'ai eu l'impression en voyant le film qu'il y avait une opposition entre l'utilisation de la fumée dans les séquences "au passé" et l'utilisation de flares dans les séquences ancrées dans la réalité. Or, les flares font un peu le même effet que la fumée, ils décontrastent l'image. A quel point c'était volontaire ?

C'est intéressant comment tu le dis, parce qu'il y a effectivement deux espaces qui sont dans un même temps. Tout se passe en temps réel, si on veut, et cela signifie qu'il n'y a qu'une seule ligne dramatique dans le film. Il n'y a pas de *flashbacks*, donc il n'y a pas de raison de créer des ambiances complètement différentes entre la réalité et la réalité inventée. Si le film avait eu des *flashbacks*, cela aurait été possible de faire un look un peu différent pour eux, mais ici, ce n'était pas le cas. Donc la manière de tourner, pour moi, était la même sur toutes les séquences, parce que c'était le même film. Je ne voulais pas créer deux espaces de film, et que le spectateur soit confondu et pense qu'on rentre dans un autre film en fonction des séquences. Je voulais vraiment garder la même esthétique visuelle, en utilisant les mêmes objectifs, les mêmes techniques de lumière, et ces effets de *flares* qui donnent un côté laiteux. Cela aidait à garder une certaine cohérence sur les deux heures de visionnage.

J'aimais beaucoup les objectifs que j'ai utilisé tout au long du film. C'étaient des vieux anamorphiques de Panavision de la série C, qui datent des années 60. Ils ont des aberrations et des imperfections qui me plaisaient beaucoup car, justement, ils ramassaient la lumière un peu différemment et cela créait ce côté laiteux dans l'image. Je pouvais donc avoir ce même côté laiteux que la fumée, mais sans nécessairement ajouter de fumée. Je n'ai d'ailleurs pas utilisé de fumée dans la réalité parisienne ; je n'en avais pas besoin, parce que j'avais juste à rapprocher une lumière ou avoir des fenêtres derrière, qui *flaraient* un peu l'objectif. Cet effet se rapprochait doucement du côté fantaisiste de "La Belle Époque", où il y avait plus de fabrication et de fumée de cigarette, avec de la vraie fumée.

Il y a un passage où Daniel Auteuil découvre sa femme avec son amant, dans son lit, puis ils se retrouvent dans la cuisine. Il y a une grande fenêtre derrière lui qui bave un peu : est-ce seulement l'optique qui faisait cet effet-là, ou tu avais utilisé des filtres ou de la fumée ?

Personnellement, je voulais créer un effet de ne pas trop le reconnaître, donc j'ai fait un peu baver la lumière. Mais je ne voulais pas trop éclairer le personnage.

Dans la cuisine, j'ai fait un faux soleil car j'avais envie de créer un espace plus joyeux, notamment avec le *flare*. Je ne souhaitais pas qu'il y ait un "effet comédie" : en comédie, pour créer un moment joyeux, c'est souvent sur-éclairé, où tout est un peu égal avec des contrastes très hauts. Je ne voulais pas de cela, mais on voulait quand même quelque chose de joyeux ; qu'il rentre à la maison, en ayant un peu changé, avec un peu de soleil qui arrive. J'ai balancé une grosse lumière de l'extérieur, pour pouvoir justement créer les aberrations dans l'objectif.

As-tu utilisé des filtres à un moment donné ?

Non, à mon souvenir, je n'ai pas utilisé de filtres sur ce film. En tout cas, pas de filtres de couleur. D'habitude, j'ai tendance à utiliser des filtres Chocolat ou des Straw, car j'aime bien les films qui sont appuyés au niveau de la chaleur. Je n'aime pas beaucoup tourner froid, en général. Mais sur ce film, j'ai plus joué avec une lumière chaude qu'avec des filtres.

Quelques fois j'ai utilisé des filtres de diffusion pour casser un peu l'effet vidéo, ou le côté *sharp* du numérique, ce qui te rapproches doucement d'un effet plus film. J'ai parfois utilisé des filtres Black Diffusion sur Fanny Ardant, juste pour adoucir un peu sa peau. Ce sont des filtres avec de tous petits points noirs qui créent une douceur dans les noirs, le rendu n'est pas trop laiteux mais cela vient juste casser un peu certaines lignes du visage. Surtout pour les gros plans, pas pour les plans plus larges.

Avec quelle caméra as-tu tourné ?

C'était une Alexa Mini, en 2K, formidable. Mais pour moi, ce sont les objectifs qui font vraiment la différence, pas la caméra.

En fait, je me demandais si, en complément de la fumée dans certaines scènes, tu avais utilisé des filtres du style Fog, Low Fog ou Low Contrast, mais a priori non. Comment abordes-tu les séquences avec de la fumée justement, comme celles à "La Belle Epoque" ? Comment éclaires-tu ? Comment choisissez-vous avec l'accessoiriste le niveau de densité de fumée souhaité ?

Je me souviens de longues discussions avec Nicolas et le directeur artistique. En France, il y a beaucoup de personnes qui ont tendance à faire des plafonds techniques, pour accrocher la lumière partout. Mais les miroirs sans tain étaient très hauts, et comme on avait la possibilité de les tourner légèrement en angle afin d'éviter des réflexions, on aurait souvent vu le plafond technique. Donc j'ai fait ouvrir seulement une partie du plafond, au centre, si jamais je voulais tricher un peu en profondeur. Mais j'ai intentionnellement décidé d'éclairer à 95% cet espace avec des praticables, c'est-à-dire des lampes dans le décor. Au début, cela a été toute une discussion parce que tout le monde s'attendait à ce que j'éclaire tout du plafond technique, mais je n'aime pas du tout ce genre d'éclairage, je ne trouve pas ça joli sur les visages. Si on est dans du dramatique, pourquoi pas, mais pour une comédie, il faut garder un peu de légèreté.

J'ai surtout utilisé les globes qui étaient dans le décor, avec lesquels j'ai fait beaucoup de tests. On les faisait descendre à la bonne hauteur pour avoir une lumière assez diffuse partout. Mais j'éclairais quand même de l'extérieur du bistrot : j'avais des lampes à l'extérieur toujours prêtes, qui étaient accrochées sur des stands que je pouvais déplacer. Je piquais pour éclairer l'intérieur, et la lumière se réfléchissait sur les surfaces ou sur le plancher. C'est ce qui illuminait un peu les personnages, en fait. C'était ma manière d'éclairer, comme si j'avais été en vrai lieu de tournage.

Comme la lumière venait beaucoup de l'extérieur des fenêtres, le niveau de fumée devenait vraiment important car si tu en mets juste un peu trop, à un moment donné tu ne vois plus l'extérieur. Or on voulait quand même voir l'extérieur, car on avait fabriqué un beau décor avec des voitures d'époques, des figurants qui se baladent, etc. Cela aurait été dommage de ne pas pouvoir voir cela. Donc il fallait vraiment doser, dépendant des angles, surtout si on pointait vers les fenêtres. La ligne était toujours fine : avoir juste assez de fumée pour créer une ambiance enfumée, comme dans les années 70 avec l'effet des cigarettes, mais aussi avoir le niveau parfait pour voir l'extérieur.

Quand on faisait des plans qui étaient moins vers les fenêtres, je pouvais me permettre de remonter légèrement le niveau de fumée en ayant le même effet. En fait, quand tu mets de la fumée, plus tu as de la profondeur et moins il faut mettre de fumée. A l'inverse plus tu es proche, sur des aplats ou dans des espaces plus petits, plus il faut que tu en mettes pour créer un peu le même effet. Donc on essayait de garder un niveau stable de fumée, mais qui changeait toujours un peu selon l'axe caméra.

Tu le voyais à l'œil, ou c'était l'accessoiriste qui proposait un certain niveau de fumée ? En parliez-vous avant de tourner ?

C'était un *work in progress* où on faisait beaucoup à l'œil, toujours dépendant des angles. Puis à un moment donné, on savait à peu près quel niveau il fallait dans tel ou tel axe. Mais j'étais toujours en communication avec Benoît Herlin, l'accessoiriste. On parlait toujours du

niveau : moins, plus, s'il fallait en envoyer un peu et attendre 2 ou 3 minutes. Il y a toujours une attente quand tu joues avec un truc comme ça, cela prend un peu de temps quand même. Mais à force de travailler trois semaines dans un espace, il comprenait ce dont j'avais besoin, et moi je connaissais aussi ses problématiques, notamment s'il fallait qu'il bouge la machine pour la mettre à l'extérieur ou à l'intérieur. Parce que tu ne peux pas avoir un niveau de fumée intérieur stable alors que la porte s'ouvrait et se fermait tout le temps, et que le plafond était ouvert. Il fallait remplir complètement le studio d'un filet de fumée. Donc il fallait qu'il y ait toujours quelque chose d'assez stable, et c'était assez particulier à conserver car cela dépendait des axes. Quand on changeait d'axe, parfois il y en avait trop alors il fallait en enlever un peu.

Dans "La Belle Époque", c'était tout un travail parce qu'en plus, mine de rien, on voyait souvent les lumières et l'extérieur dans les miroirs. On me disait toujours : « Tu es sûr que tu veux autant de miroirs, et des miroirs aussi gros ? Ça va être le bordel, on va voir la perche. » Finalement, on n'a vu la perche qu'une fois, pour te dire à quel point on a bien calibré nos choses. Si j'étais sur Daniel par exemple, et qu'il y avait le miroir derrière, on faisait tourner légèrement le miroir en angle, comme cela je ne me voyais pas et la perche pouvait rentrer au-dessus de Daniel sans qu'on la voie. Donc c'était facile de réajuster, c'était deux personnes derrière le miroir qui le poussaient juste un peu en angle. Et quand tu vois le résultat, tu ne remarques pas que les miroirs sont désangulés.

En fait, à cause de la profondeur des miroirs, on voyait toujours les figurants de l'autre côté. Il fallait donc que l'environnement soit toujours éclairé au même niveau, dans presque tous les axes, tout le temps. Cela créait une espèce de plan d'éclairage qui nous permettait de cadrer un peu comme on voulait. Mais c'était du travail et surtout beaucoup de préparation, à faire des tests de lumière notamment. L'extérieur était parfois en jour, et parfois on faisait une nuit un petit peu bleutée, pour laquelle on avait testé différentes couleurs de bleu. On faisait alors un changement rapide sur la console, donc il fallait aussi jouer sur les niveaux, entre les niveaux extérieurs et les niveaux intérieurs. C'était tout un travail, parce que la fumée aussi devait changer complètement à chaque fois qu'on changeait de niveau de lumière. Mais au moins, cela se faisait assez rapidement, quand même.

Quelles étaient les sources placées à l'extérieur ? Et celles que tu rajoutais éventuellement à l'intérieur ?

J'ai opté pour beaucoup de LED. Mais les sources plus fortes qui rentraient par les fenêtres étaient des 5 kW, ou 10 kW tungstènes. C'étaient vraiment des lumières de base. On avait quelques HMI pour une certaine scène de jour, car on souhaitait avoir quelque chose d'un peu plus pêchu. Mais la plupart de temps, c'était vraiment des lumières tungstènes parce que tout l'environnement était tungstène, et en particulier les globes. Il fallait que je me cale sur ces globes-là pour pouvoir éclairer tout le reste des scènes. Donc on a tout *designé* en fonction de cette couleur de température, qui était à 3400 K environ. Dans le plafond, j'avais aussi quelques petites sourcettes qui pouvaient venir tacher ici et là ; c'étaient des petites sources tungstènes Leko, un projecteur un peu plus de théâtre, qu'on peut *focuser* (resserrer) pour faire des tâches. C'est ce que j'ai utilisé pour balayer Doria quand elle entre dans le bistrot. Toutes les lumières

se tamisent, puis il y a une espèce de faisceau qui la suit. Toutes ces lumières étaient sur des consoles.

A l'extérieur – dans le décor de rue de "La Belle Époque" – on a installé des toiles de 6 par 6 sur des énormes ponts, avec au-dessus des SkyPanels. Ce sont des projecteurs LED dont tu peux changer la couleur. Il me semble qu'on a installé 8 SkyPanels par toile 6x6, pour créer une ambiance très douce et un peu ciel. Entre les ponts, j'avais placé des sources qui pouvaient piquer d'un côté et de l'autre, qu'on pouvait allumer ou éteindre selon où était la caméra. L'idée était d'essayer d'avoir toujours un peu de lumière qui venait vers la caméra. C'est ma manière d'aborder la lumière. Avec ces lumières-là, je pouvais doser un peu l'intensité lumineuse dehors, et, parfois, quand il y avait trop de fumée, on la descendait un peu. Parce que la fumée est organique, elle prend la lumière de telle sorte qu'elle devient presque une lumière en soi. Donc il faut la prendre en compte, car tu ne peux pas éclairer de la même manière avec fumée et sans fumée. C'est impossible. Il faut donc y réfléchir avant d'installer ses lumières : il faut avoir la possibilité de doser l'intensité lumineuse en fonction du niveau de fumée. Sinon, si on attend après la fumée tout le temps, on va se tirer dans le pied et perdre notre temps.

C'est intéressant cette question des niveaux avec la fumée. On m'a également dit plusieurs fois que pour voir la fumée, il fallait l'éclairer en contre ou 3/4 contre, car en profil on ne voit plus grand-chose et de face plus rien du tout.

Oui, exactement. C'est pour ça que, lorsqu'il y avait des scènes de jour dans "La Belle Époque", les grosses sources rentraient vraiment par les fenêtres avec un angle, pour les voir. Je pouvais mettre beaucoup plus de fumée dans les scènes de nuit, parce que c'était plus une question d'ambiance et moins d'effets. La fumée est très difficile à contrôler, comme la pluie ; tu ne la vois pas si tu n'es pas en *backlight* (contre-jour). Mais si tu en mets assez, et même sans *backlight* (contre-jour), tu la sens quand même, cela crée une douceur.

C'est très étrange comment la fumée réagit quand tu l'utilises pour un effet de texture ou pour adoucir l'image : elle est traîtresse, car la quantité de fumée sur le plateau paraît énorme, parfois tu ne vois presque rien et tu as l'impression d'être dans la brume ; alors que quand tu regardes dans la caméra, l'effet est moindre. En fait cela demande plus de fumée qu'on ne pense, parce que la caméra ne la lit pas de la même manière que l'œil. Donc souvent, il faut plus de fumée qu'on n'imagine pour voir un effet de fumée.

Quand tu utilises de la fumée, est-ce que cela change quelque chose par rapport à ton exposition ? J'imagine que oui, mais à quel point ?

Oui, cela change. Après pour être honnête, je ne suis pas quelqu'un de très technique, je me fie beaucoup aux techniciens avec qui je travaille, que ce soient les éclairagistes ou les machinistes. Je dirais qu'une scène avec de la fumée peut affecter l'exposition entre 1/2 stop et 2/3 de stop, environ. Comme je te disais, la fumée n'est alors même plus juste une texture, elle devient vraiment une lumière dans l'espace. C'est sûr qu'elle adoucit l'image, donc tu es obligé d'ajuster ton diaph.

Donc le changement peut être relativement léger, finalement. J'imagine que cela dépend aussi du niveau de fumée, car plus il y en a, plus cela déconstruit, et plus il y aura peut-être des changements à opérer.

Oui, clairement. La fumée joue également beaucoup sur comment tu composes ton image. Composer une image, c'est toujours un peu la même chose : tu veux avoir une zone un peu plus sombre et une zone un peu plus claire ; soit le visage est clair et le fond est sombre, ce qui crée un contraste ; soit ton visage est normal et tu as une tache de lumière à l'arrière qui vient juste balancer l'image. Et puisque la fumée devient lumière quand tu en utilises, elle joue inévitablement sur la composition.

J'aime beaucoup éclairer des espaces dans lesquels les acteurs vont pouvoir se balader et avoir un petit peu plus de liberté pour leur jeu. Ces taches de lumière avec la fumée sont intéressantes, mais il faut quand même balancer du négatif. Par exemple, si je tournais un personnage dans "La Belle Époque", en sachant qu'il y avait une lumière qui allait rentrer d'un côté en 3/4, de l'autre côté je faisais éteindre les lumières ou j'amenais du négatif, avec des panneaux de borniol, pour assombrir l'image. Si tu veux assombrir davantage une partie d'un visage, il suffit de ramener un borniol noir sur le côté, ce qui permet de recréer du contraste. Surtout avec de la fumée ; parfois, il faut vraiment déséclairer.

Cela représente quand même du travail de rajouter de la fumée sur le plateau, mais est-ce que c'est vraiment une grosse perte de temps à chaque fois ? Est-ce que cela peut parfois poser des problèmes en termes de choix de production ?

Cela cause toujours des problèmes ! A un moment donné, la production te dira qu'ils prennent juste un accessoiriste pour faire tout ça, et tu pourras rétorquer : « Mais un accessoiriste, avec l'espace qu'on a, de la fumée à l'extérieur et à l'intérieur... avec une seule machine, ce ne sera jamais assez ». Et s'ils ont seulement de l'argent pour une machine, cela signifie qu'on perdra beaucoup de temps à attendre l'accessoiriste et la fumée, qui doivent aller partout. Donc il y a plein de considérations techniques et logistiques qui entrent en ligne de compte. Plus tu ajoutes des couches visuelles, plus cela réquisitionne de personnes et de temps, et plus il faut que tu sois organisé. Mais cela arrive souvent où, en tournage, tu trouves le bon rendu à la fin de la journée. Tu as essayé des choses, tu as agi par instinct parfois, en te basant aussi sur la préparation que tu as pu faire.

Avais-tu fait des essais en préparation ?

Oui, un peu. Disons que lorsque tu restes pendant, mettons, quinze jours dans le décor de "La Belle Époque", tu as le temps sur les deux premiers jours de tester des choses et voir le temps que ça prend, ainsi que d'appréhender un peu l'espace. Après, tu peux accélérer un petit peu le processus. Je me souviens très bien qu'on était en retard, au début, sur les 3 ou 4 premiers jours. On les a récupérés ensuite, et on avait même parfois trop de temps car on allait beaucoup plus vite que prévu. C'était toujours le même espace : on savait comment l'éclairer et comment se placer, et tout le monde anticipait. Les abeilles savaient exactement où aller. Mais quand tu

es dans une nouvelle ruche, c'est un peu plus compliqué, et les gens doivent apprendre à travailler dans l'espace pour ensuite aller beaucoup plus vite.

Avoir beaucoup de fumée sur un tournage peut créer des problèmes parce qu'on sait que cela prend plus de temps et qu'on va l'attendre. Cela enlève du temps de tournage, et donc du temps de mise en scène, parce que c'est un ajout technique. C'est un élément de plus à considérer, même si c'est un choix esthétique.

Est-ce que tu avais fait des essais par rapport à la fumée spécifiquement ? Ou bien tu as vu sur le moment ?

Avec l'expérience, à un moment donné, tu sais à peu près l'effet que cela peut donner. Mais j'ai quand même fait des essais, d'autant que les essais de caméra ont été réalisés sur le lieu, parce que les décors étaient déjà construits. En fait on a eu presque deux semaines d'installation, c'était assez long car il fallait accrocher des choses avant que le décor n'arrive. Une fois le décor installé, on a fait 2 ou 3 jours de prélight pour calibrer les lumières et les intensités. On avait fait cela avec la caméra, parce que c'était un trop gros espace pour le faire sur un jour de tournage, on aurait perdu des heures et des heures. Quand tu peux te permettre de faire un vrai prélight de quelques jours pour balancer les lumières, trouver les bonnes couleurs et faire les tests avec la caméra, cela fait énormément avancer le tournage.

C'est aussi le moment pour faire des erreurs. Je me suis vite rendu compte que les lumières qui rentraient par les fenêtres étaient très puissantes au début, c'était vraiment *too much*, et on ne pouvait pas les *dimmer* puisque c'étaient des lumières HMI. Finalement, on a décidé d'utiliser du tungstène. Alors on a changé toutes les lumières à l'extérieur en tungstène. C'était en test, et parfois il faut se donner du temps pour pouvoir réajuster. En faisant cela, tu gagnes du temps en discussion et en tournage.

Donc c'est aussi une discussion avec la production. Il fallait vraiment qu'on calibre les intensités lumineuses, car on allait mettre de la fumée à fond, et il fallait qu'on puisse tester cela. Mine de rien, comme je l'expliquais plus tôt, si tu éclaires de la fumée juste avec une source, tu sentiras toujours cette source. Or si tu as plusieurs sources, tu dilues un petit peu ton effet, ce qui est souvent bien. A moins que tu ne veuilles vraiment un effet de poursuite, comme lorsque Doria entre dans "La Belle Époque", que toutes les lumières se tamisent, et qu'un faisceau de lumière la suit. Pour créer cet effet-là, il y a juste une lumière qui vient du plafond, ce qui permet de vraiment sentir la poursuite. Or, si j'avais gardé tous les niveaux montés, on ne l'aurait jamais sentie. Donc cela devient une question de balance : plus tu as de lumière, plus tu peux diluer l'effet de la fumée ; moins tu as de lumière, plus tu sens la source de fumée et de lumière, ce qui n'est pas toujours ce qu'on veut.

Si j'avais fait un plafond technique dans "La Belle Époque" par exemple, on aurait senti les sources lumineuses venant du plafond car cela aurait fait comme une espèce de halo blanc qui aurait toujours flotté près du plafond. Cela aurait été dommage, et on aurait senti le côté artificiel, alors qu'on ne souhaitait pas cela. Donc il faut balancer un petit peu la quantité de sources utilisées, c'est très important.

Tu mentionnais le film de Tim Burton, *Sleepy Hollow, la légende du cavalier sans tête* : ils ont rempli un studio complet, je pense qu'il devait y avoir 250 Spacelights dans le plafond.

Il y en avait tellement que cela créait un ciel, tout était assez égal, on ne sentait pas la source. S'ils n'avaient mis que 5 sources au plafond, on aurait senti la provenance de la lumière et cela n'aurait pas été très heureux.

Cela me rappelle Blade Runner 2049 : j'ai trouvé une photo de tournage de la séquence dans le désert avec les grandes statues, qui est plongée dans un brouillard orangé. Il y avait énormément de Spacelights accrochés au plafond, et cela créait une lumière très diffuse.

Deakins a fait un film des frères Coen sorti en 2000, *O brother, where art thou?* avec George Clooney. Je me souviens d'avoir lu un article dessus qui m'avait beaucoup inspiré à l'époque, concernant une séquence qui se déroulait dans une église. Ils ne l'ont pas tourné en studio, mais dans une église existante ; il y avait de la fumée dedans, d'ailleurs. Ils souhaitaient quand même éclairer assez uniformément et avoir une lumière assez douce. Mais Deakins s'est rendu compte qu'il ne pouvait pas mettre de trop grosses sources, parce que le plafond était trop bas. Donc au lieu de mettre des grosses sources qui auraient probablement fait des ombres un peu partout, ils ont fait un plafond technique avec seulement des petits 300 Watts, ouverts et pointés vers le bas. A une certaine distance, ces 200 ou 300 projecteurs ne créaient pas d'ombre, du fait de leur quantité.

Finalement la question est de savoir combien tu veux utiliser de sources, en fonction de si tu veux une ombre, plusieurs ombres, ou pas d'ombre du tout. Sachant qu'à l'époque, les LED n'existaient pas. Aujourd'hui c'est assez facile avec les LED, tu les colles au plafond et cela est tout de suite très doux. Et dans ce cas, la fumée peut se diffuser doucement, tu ne la vois jamais car cela crée un effet dans l'espace, plutôt qu'un effet de fumée.

Quel est ton rapport à l'étalonnage ? Est-ce un outil que tu utilises beaucoup, ou au contraire avec parcimonie ? Qu'est-ce que cela peut apporter par rapport à la fumée, par exemple pour faciliter un raccord où il y en aurait trop ou pas assez ?

Je viens d'une école où on utilisait la pellicule, et je m'y suis habitué dans le sens où ce que je tournais dans la caméra était le résultat que je voulais avoir. J'ai eu tendance à éclairer de cette manière-là. Avec l'arrivée du numérique, depuis au moins une dizaine d'années maintenant – j'ai commencé à tourner en numérique en 2011 – je n'ai pas changé ma manière d'aborder le tournage. J'essaie d'avoir le plus possible ce que je veux directement à la caméra, et je me fie à mon œil pour me guider. C'est pour cela que j'utilise souvent des filtrations de couleurs par exemple, ce genre de choses-là, même si je ne l'ai pas fait dans *La Belle Époque*. Après, l'étalonnage va d'habitude assez vite puisque tout est déjà dans la caméra. Parfois on rajoute un peu de lumière sur un visage ou sur un fond, on balance l'image un peu différemment, on adoucit un peu les noirs, ou on contraste un peu. Mais je ne vais jamais beaucoup plus loin que cela. La manière dont j'aborde l'étalonnage est assez basique, en fait.

Je n'aime pas du tout les films qui sont sur-étalonnés, ou qui ont un super look qui sent l'artificiel ou qui n'a pas été travaillé sur le tournage. A mon avis, une image se crée avec les costumes, les coiffures, le maquillage, le décor, la qualité de la lumière, les profondeurs, etc. Si

tu ne l'as pas au tournage, tu devras le faire après, et je trouve ça dommage de traficoter. Ça me plaît souvent moins.

Je pense à la série The Witcher, car il y a beaucoup de fumée dedans. Peut-être même trop parfois, d'ailleurs. Dans le 1^{er} épisode, il y a notamment une scène dans la forêt, qui est très éclairée avec beaucoup de fumée ; ce n'est pas forcément logique qu'elle soit autant éclairée, et que l'effet soit autant marqué... C'est une série de fantasy, alors ils se sont peut-être permis certaines libertés.

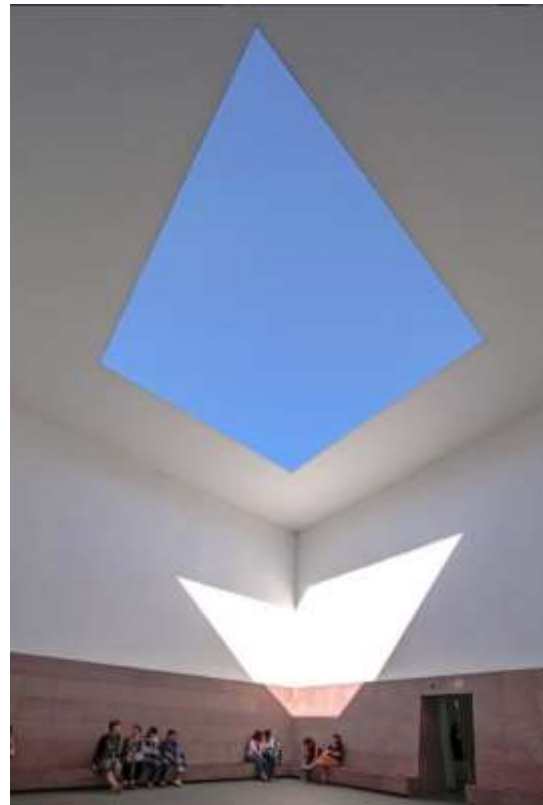
Je n'ai pas vu cette série-là. Mais ça semble être le genre de projet qui n'invente rien, dans le sens où ce ne sont que des choses déjà vues ailleurs, que ce soit au niveau du *storytelling*, de la mise en scène ou de l'esthétique visuelle. Si pour faire une forêt la nuit, ils mettent beaucoup de fumée éclairée avec de gros *backlights* pour qu'on voit le fond de la forêt, qu'on ne verrait pas autrement, et qu'ils rajoutent des lunes énormes pour faire la nuit... c'est d'un classique assez paresseux. C'est dommage, car cela ne crée pas un monde nouveau, ce n'est pas différent. Alors que si tu prends *1917*, que Deakins a aussi fait, il y a des nuits sublimes, avec des idées de mises en scène qui sont aussi incorporées dans l'histoire.

Sans l'avoir vu, j'imagine déjà la scène de forêt avec des gros *backlights* à travers les arbres, très hauts et avec des faisceaux un peu partout. Ce n'est pas très subtil, mais cela raconte suffisamment ce que ça a "à raconter" pour un public déjà habitué à ce genre de choses-là. Utiliser de la fumée pour juste créer de la profondeur, de manière un peu paresseuse, c'est facile et c'est un peu dommage, mais c'est ce qui arrive souvent, en fait. Ce n'est peut-être pas très original, mais on comprend vite les références, on l'a déjà vu et on ne se pose pas de questions. Ce n'est pas impossible que les distributeurs ou producteurs aient spécifiquement demandé qu'on voit plus le fond de la forêt, par exemple. C'est horrible, mais ils ont ce pouvoir-là, là-bas.

Quand tu as lu le scénario de La Belle Époque, qu'est-ce qui t'as décidé pour mettre de la fumée à tel ou tel endroit ?

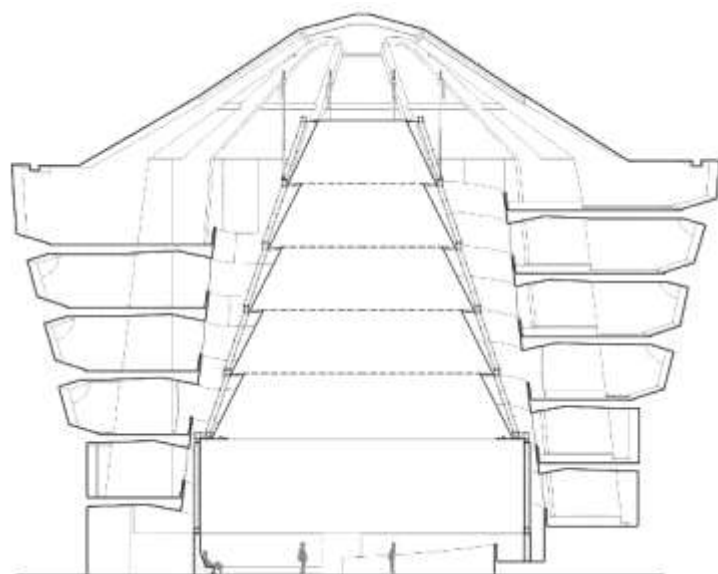
J'ai utilisé la fumée dans le décor de "La Belle Époque" pour créer un effet de théâtralité, parce que cela ajoute beaucoup. Ce n'est pas un look, car dès que les extérieurs étaient *crisp*, il n'y avait pas de raison de mettre de la fumée. Dans les appartements, à mon avis, il n'y avait pas de raison de mettre de la fumée non plus. Donc je l'ai vraiment utilisée pour créer un peu de théâtralité, et créer un peu de profondeur également.

J'aimerais raconter une anecdote à propos de James Turrell. C'est un artiste américain, qui doit avoir 70 ans maintenant. Il fait des œuvres et des installations avec de la lumière, des espaces lumineux, des formes géométriques.



Blue Planet Sky (Skyspace) au Musée d'art contemporain du XXI^e siècle, Kanazawa, Japon - James Turrell

Dans cette œuvre par exemple, il y a un espace qui existe et le carré de bleu, c'est en fait le ciel. Mais tout ce que tu vois, c'est un carré de couleur dans l'espace, et on pourrait se dire que c'est un carré peint. En réalité, les contours de la fenêtre sont tellement fins qu'on ne voit pas la structure ni l'épaisseur, on ne voit pas la matière qui fait la fenêtre. C'est vraiment un espace ouvert sur l'extérieur, où les volumes sont très importants.



Aten Reign au Musée Solomon R. Guggenheim, New York, Etats-Unis (2013) - James Turrell

Cette autre œuvre était exposée au musée Guggenheim de New York, je l'ai vue il y a quelques années. James Turrell avait utilisé tout l'espace central pour faire son œuvre. Tu entrais dans un espace au rez-de-chaussée, où il avait créé un plafond tout plat avec un trou énorme en forme d'œuf, à peut-être 5 mètres du sol. Quand tu regardais dedans, tu voyais une autre ouverture en forme d'œuf un peu plus haut, puis une autre, et encore une autre. Tout en haut, à la fin, il y avait juste un cercle lumineux.

Quand tu entrais, c'était assez sombre. La lumière changeait de couleur grâce aux LED, mais les changements ne se voyaient pas vraiment ; c'est plutôt qu'à un moment donné, tu te disais « Tiens, maintenant, je suis dans du bleu ». Il y avait des tatamis partout au sol, donc tu pouvais t'allonger pour regarder. C'était tellement beau et incroyable, parce que ça créait une espèce d'effet de tour, et j'étais obsédé par le point lumineux qu'il y avait en haut. J'y suis resté une bonne heure, à juste regarder la lumière changer et à me demander pourquoi le dernier cercle lumineux, tout en haut, me paraissait si loin. Je ne comprenais pas, parce que j'avais l'impression que le cercle était à 200 mètres de haut, alors que le Guggenheim n'est pas si haut que cela. L'effet était très étrange, cela créait une perspective.

Puis j'ai compris ce que James Turrell avait fait. Il avait tendu du tulle blanc entre chaque étage, et c'était ce tulle blanc qui créait cet effet de perspective. En fait, cela rendait de plus en plus laiteux, ce qu'il y avait plus haut. Ce qui correspond à la même chose qu'en photographie ou en peinture, quand tu regardes des montagnes au loin par exemple, et que les choses s'éteignent un peu dans l'atmosphère avec la distance. La fumée peut faire le même effet, pour créer plus de profondeur. Cela aurait été très facile pour lui de créer cet effet-là avec de la fumée, mais on aurait vite compris le gag. Avec la fumée, tu peux créer des perspectives beaucoup plus franchement qu'avec un objectif à courte focale, ou une très grande ouverture.

Donc ma première réflexion, dans le décor de "La Belle Époque", était qu'on était souvent à l'intérieur, mais que le décor de la rue n'était pas très grand. Il y avait 35 mètres de long, mais on voulait que la rue soit encore plus longue. En mettant de la fumée dans l'espace, elle éteignait les choses dans la distance, donc cela créait de la profondeur et te donnait une impression de grandeur. Les phares et les lumières de rue, qui étaient allumés dans la profondeur, aidaient également à sentir cet effet. En mettant même plus de fumée en fond, cela éteignait un peu plus le fond, ce qui créait des couches, si on veut. Quand tu travailles avec des volumes et de la lumière, la fumée peut justement aider à donner cette impression de grandeur.

La fumée peut aussi casser les imperfections, pour qu'on ait l'impression que ce soit un peu plus réaliste. Car quand on rentre dans une scène dialoguée entre deux acteurs, on ne peut pas tout le temps croire que l'arrière-plan est faux, sinon on sort du film. Donc en utilisant de la fumée pour créer cette espèce de distance, cela aide énormément à juste rester concentré sur les acteurs et sur la mise en scène.

Tu disais qu'on peut aussi faire cela avec une grande ouverture : as-tu employé cette technique ?

Non. Tu peux le faire avec l'ouverture, mais ce n'est pas le même effet, parce que tout ce qui est en arrière est quand même *sharp* au niveau de l'œil, même si ça ne l'est pas au niveau du *focus*. La fumée permet vraiment que les choses se diffusent, que les couleurs se mélangent... il y a quelque chose de plus laiteux, ce qui crée une espèce de voile et de distance. En fait, tu veux pouvoir concentrer l'attention sur une chose au cadre, et c'est souvent sur l'acteur. En créant cette profondeur, ce côté plus laiteux et le mélange des couleurs, tu oublies un peu l'arrière-plan et la mécanique technique. Tu restes concentré sur le *storytelling*.

Est-ce que cela arrive que certains réalisateurs demandent expressément de la fumée ? Ou c'est plutôt le chef opérateur qui apporte l'idée ?

Pour ce film, c'est plutôt moi qui aie apporté la fumée, et surtout la dimension « fumée dans l'espace inventé versus fumée absente dans la vraie vie ». Mais Nicolas Bedos a fait beaucoup de théâtre, il savait très bien ce que la fumée pouvait apporter.

As-tu déjà eu des problèmes d'artefacts ou de compression visible à l'image, lorsqu'il y a de la fumée ? J'avais tourné un plan de fumée d'encens sur fond noir au ralenti, avec la Phantom : sur les rushes ou sur un export qualitatif, je n'avais aucun problème ; mais sur un export plus compressé, il y avait beaucoup d'artefacts dans la fumée, on sentait vraiment comme des plaques de compression. J'ai l'impression que cela ne pardonne pas avec la fumée. Et justement, en faisant des captures d'écran de passages de The Witcher comportant de la fumée, sur Netflix, cela faisait souvent une bouillie de pixels au lieu d'une image bien "définie". Cela semblerait être un problème d'encodage et de compression ?

Que ce soit une fumée d'ambiance, pour remplir un espace et créer de la profondeur, ou que ce soit juste une fumée d'encens ou de cigarettes, la fumée capte la lumière. Donc dès que tu es compressé, cela peut créer des artefacts. Les subtilités de différences de température de couleur et de contraste, dans la fumée ou sur les objets, risquent de créer ce qu'on appelle du *scaling*¹⁷⁶, surtout avec une caméra vidéo *cheap*. La caméra pourrait avoir beaucoup de difficultés dans la captation de ces subtilités, ou, si on veut, à *blender* les couleurs entre elles. C'est la même chose dans les noirs : des ombres très sombres peuvent créer des artefacts, et on sentira des "découpages" dans certains noirs lorsqu'il n'y a pas assez de résolution pour rendre le dégradé vraiment doux.

Donc c'est vraiment une question de résolution. C'est très dangereux de travailler avec de la fumée sur des caméras qui n'ont pas beaucoup de résolution, justement, parce que tu te retrouves tout de suite avec des artefacts. Les nuances de gris et les subtilités deviennent trop difficiles à capter pour la caméra, surtout en fumée d'ambiance. Il faut vraiment être attentif à avoir une haute résolution, sinon ça ne marche pas.

¹⁷⁶ Effet de crénelage : les dégradés de couleur et de tons ne sont pas fluides, mais sont des successions d'aplats avec généralement les pixels de visibles.

Après, cela dépend aussi de ce sur quoi tu regardes les images, car cela peut venir d'un problème d'écran. Si tu regardes sur ton téléphone par exemple, tu verras beaucoup moins cet effet car les grains sont beaucoup plus petits.

As-tu d'autres références visuelles en tête, ou des artistes qui t'auraient particulièrement inspiré ?

Il y a trois photographes que j'aime beaucoup pour leur texture de photographie, et qui travaillent pas mal avec la brume naturelle. Gregory Crewdson est très intéressant. Todd Hido fait aussi de très belles choses, avec des ambiances dans la brume très étranges. Il y a vraiment quelque chose de magique dans sa photographie. Je pense également à Sally Mann, une américaine qui a fait beaucoup de choses sur ses enfants, mais aussi de très belles images avec beaucoup de diffusion, notamment dans la brume du matin. Ce qu'elle fait est sublime.

Concernant le cinéma, j'étais plus fan des réalisateurs que des directeurs photo. Cela me rappelle le film *Shadows and Fog* de Woody Allen, qui se passe dans une espèce de monde utopique à la Kafka, où tout est en noir et blanc, dans un décor de Prague, avec de la fumée partout... C'est très beau.

ANNEXE – 2

Entretien avec Benoît Chamaillard, directeur de la photographie, AFC

Réalisé le 18 juillet 2020

Benoît Chamaillard est un directeur de la photographie français, membre de l'AFC. Il a travaillé sur une trentaine de longs métrages et fictions télévisées, ainsi que sur plusieurs documentaires et courts métrages. Il a récemment travaillé avec les réalisateurs Raphaël Jacoulot, Pascal Rabaté, Myriam Aziza, Agnès Obadia, Christophe Lamotte, etc. Au moment de cet entretien, il était en tournage pour une série télévisée vers Strasbourg, dont il m'avait brièvement parlé au Micro Salon.

Tu m'as dit que vous alliez utiliser un peu de brume et de fumée sur la série que tu fais en ce moment : comment cela se passe-t-il ?

Figure-toi qu'on en a finalement très peu utilisé, comme quoi les choses évoluent. D'une part, quand on a tourné en février et en mars, il pleuvait tout le temps donc on n'avait pas besoin d'en rajouter. Ensuite, on a affiné notre recherche sur l'image, qui est plus contrastée et plus saturée que je ne le pensais au départ. Ce qui fait que la brume n'était pas vraiment appropriée ; parfois tu utilises la fumée comme un diffuseur, et cela adoucit d'une certaine manière l'image. En approfondissant notre envie avec le réalisateur, on s'est rendu compte que ce n'était pas ce qu'on recherchait.

C'est vrai que dans les années 84 les gens fumaient beaucoup, donc cela aurait été facile, voire évident, de mettre de la fumée dans tous les décors. Parce qu'à la limite, cela correspond même à une réalité. Mais pas du tout. Même si les acteurs fument de temps en temps, on a limité le nombre de cigarettes sur le tournage. Sur ce projet, on voulait faire une image relativement moderne et contrastée, saturée dans certaines couleurs. On a d'ailleurs une LUT très spéciale qui sature certaines couleurs. On a donc globalement un look spécial, qui ne marche pas bien avec la fumée.

Cela paraît logique, parce que "contrasté" et "saturé", c'est un peu l'inverse de la fumée !

Exactement. On a tout de même une LUT plus douce pour certains décors, car quand il y a des décors récurrents, et que les mois voire les années passent dans le scénario, tu as envie de changer un peu de look au bout d'un moment. Parce que si tu te retrouves dans un même décor,

toujours avec la même lumière, ce n'est pas très intéressant. Donc on a parlé de cela, mais sur la LUT et pas tellement sur la diffusion, en fait. J'ai un peu joué avec les filtres aussi. Au final, l'accessoiriste n'a sorti sa machine à fumée qu'une fois ou deux, et les prises retenues seront celles où il n'y a pratiquement pas de fumée. Je me rappelle t'avoir dit qu'on en utiliserait, mais finalement on est parti dans une autre direction !

C'est intéressant de voir que tu peux penser à un effet au début, et qu'au final il y ait un changement de direction et que cela ne corresponde plus.

Ce qui est très étonnant, c'est que tu as beau parler avec le réalisateur, te faire tes propres idées, avoir des références de films et de photos qu'on a regardés ensemble... Finalement, c'est au moment de la préparation et du début de tournage que naît le look de l'image, où elle se cristallise. On a fait tout ce travail en amont, et ce qui en ressort n'était pas forcément évident au départ. Mais maintenant c'est notre évidence.

Il faut dire que, malheureusement, les temps de préparation sont trop courts pour être surs à 100% du look de l'image avant de démarrer le tournage. C'est en voyant les premiers rushes, par rapport à ce que j'avais envie de faire naturellement et comment réagissait l'ensemble, qu'on a affiné l'image avec le réalisateur. Pas tellement avec la prod, car en général ils trouvent ça bien ; même si parfois ils réagissent et donnent plus leur avis. Ici en l'occurrence, c'est avec le réalisateur qu'on a trouvé notre image. Elle n'est pas unique, parce que c'est un peu prétentieux de dire cela, mais elle a son propre look.

Mais pas de fumée ni de brume [sur ce projet]. Parfois on a de la pluie, mais ça, on n'y peut rien ! Si ce n'est des effets de pluie qui vont bientôt arriver, et qui seront faits par une boîte qui s'appelle BigbangSFX. Je connais Philippe Hubin depuis longtemps, il va venir faire la pluie pendant une journée d'ici peu. La séquence devait être en nuit, mais malheureusement elle est passée en jour car la scène ne marchait pas très bien au niveau du scénario. Ils voulaient que deux personnages se retrouvent à parler près d'une voiture, et ils ont imaginé qu'il pleuve pour que l'un d'eux se rapproche avec un parapluie. S'il pleut des cordes, cela permet aussi que les personnages plus éloignés n'entendent pas la conversation. Mais la pluie de jour... j'espère que cela va marcher, quand même.

Est-ce que tu dis cela parce que de nuit, tu aurais pu facilement éclairer la pluie à contre pour bien la voir, alors qu'en jour c'est plus difficile pour la faire sentir ?

Oui, c'est ça. Là on a tourné à Strasbourg, et la pluie ne marquait pas du tout, alors qu'on était trempé ! Souvent, quand il pleut, c'est assez nuageux et il n'y a pas forcément de lumière directionnelle qui pourrait marquer la pluie. Dans ces cas-là, il n'y a aucun contraste, pas de contre, et la lumière est tellement plate que tu ne vois même pas les gouttes alors qu'il pleut vraiment.

Est-ce que tu peux rééclairer dans ces moments-là, ou il faudrait des puissances tellement énormes que tu ne peux pas ?

Je pense que je vais rééclairer, du moins sur certaines zones, et très certainement sur les gros plans. Il faut être assez subtil. J'ai deux 9 kW que je mettrai en indirect, d'assez loin pour qu'il y ait une vague direction de lumière, et assez bas puisque les acteurs auront des parapluies. C'est complexe, mais ça devrait aller. Sur les plans un peu plus larges, pour que la pluie marque, j'espère qu'on pourra régler la taille des gouttes avec Philippe Hubin.

Finalement, la pluie est relativement similaire à la fumée, car pour marquer la fumée avec des rayons il faut éclairer à contre, ou à minima de profil.

Oui, mais après on tombe vite dans des effets qui sont durs à maîtriser. Dès que tu as un projecteur, la fumée ou la pluie marquent terriblement... Surtout qu'avec une LUT très contrastée, comme celle que j'utilise, dès qu'il y a une zone un peu plus claire à cause de la fumée et du contre-jour, on ne voit que ça. Si tu as une image un peu douce, c'est plus facile à gérer qu'une image contrastée et saturée.

Sur cette série on a quand même du temps pour travailler, je ne me plains pas, car je trouve qu'on a plutôt un rythme de long métrage. Mais si on fait de la fumée, de la pluie ou de la brume, c'est évident qu'il faut prévoir du temps en plus. Parce que tu envahis le décor de fumée, afin qu'il y ait du volume et que cela ne se disperse pas en deux minutes, mais il faut ensuite attendre que ça s'estompe un peu... puis il y a un moment où on peut tourner, mais après il faut recharger, etc. Sachant que parfois il y en a trop, et parfois pas assez. C'est un peu lourd, en fait, et il faut des films assez confortables en termes de temps.

As-tu déjà modifié des choses à l'étalonnage par rapport à la brume ou la fumée ?

Bien sûr. Quand tu es chef opérateur, tu mélanges un peu toutes les techniques pour arriver à quelque chose. Par exemple, si tu veux faire un effet de brume, il faut savoir l'éclairer et filtrer, car tu rajouteras peut-être des filtres ou tu descendras en niveau de diffusion. Après à l'étalonnage, si l'effet voulu est trop fort, tu peux l'estomper, ou au contraire l'accentuer, voire le corriger seulement sur une zone. S'il y a trop de fumée, tu peux même avoir des *flares*... C'est mieux de contrôler cela au moment du tournage, où tu peux gérer à la fois la lumière, le contraste, le filtrage et la densité de la fumée, mais tu peux aussi reconstruire à l'étalonnage. C'est un ensemble, il n'y a pas de recette simple.

C'est comme l'exposition : quand tu affiches le diaph, c'est un mélange entre ton impression, la mesure de la cellule, la mesure du spot, l'incidence de la lumière, la brillance... Ce n'est pas une formule magique, mais un ensemble de réflexions qui t'amènent à quelque chose. Pour la fumée, c'est un peu pareil.

A l'étalonnage, très souvent, soit on joue sur le contraste, soit on joue sur la définition. On peut aussi jouer sur la douceur de l'image, sur la saturation des couleurs, pour renforcer ou atténuer l'effet qu'on avait au moment du tournage. Parfois, il y a des scènes sans aucune fumée ; ce serait difficile de recréer des volutes de fumée à l'étalonnage, mais c'est possible de donner un côté un peu brumeux et une certaine douceur. Tu peux aussi travailler par zones, donc tu

peux adoucir complètement les fonds, ce qui donnera l'impression qu'il y a de la brume dans le lointain. Ce n'est pas aussi magique que la brume naturelle, c'est sûr, mais ça se contrôle mieux ! Parce que dans la nature, il y en a, après il n'y en a plus, tu ne gères pas trop.

Est-ce que cela t'est déjà arrivé de tourner avec de la brume naturelle, ou pas du tout ?

Oui, cela m'est déjà arrivé, et même parfois on ne voyait pas à un mètre de la caméra. Je me rappelle, on tournait sur une plage et d'un seul coup, un banc de brume venant du large l'a littéralement envahie. Cela m'est déjà arrivé plusieurs fois, et on ne voyait rien au-delà d'un mètre devant soi... C'était très surprenant, parce qu'à l'œil on ne voyait vraiment plus rien tellement c'était brumeux, alors que dans la caméra ou les rushes, la vision était meilleure et tu avais moins cette impression qu'en direct. Sans doute parce que l'image est toujours un peu plus contrastée que l'œil. A l'image, le moindre objet marquait, alors qu'à l'œil c'était trop pâle et voilé pour discerner quoi que ce soit.

C'est vrai qu'avec la brume et la fumée, c'est très difficile, parce qu'il faut toujours en mettre un peu plus que tu ne crois. C'est quand même étrange ! Surtout en fonction de la LUT de la caméra, ou du look, ou de la pellicule que tu utilises. Je me rappelle qu'il y avait des pellicules très douces, et d'autres beaucoup plus contrastées, donc la fumée n'avait pas du tout le même rendu. Il y avait notamment une pellicule Kodak qui était très belle et avec beaucoup de contraste, en densité de fumée tu pouvais y aller... mais tu découvrais au labo que c'était toujours moins fort que ce que tu ne pensais.

J'ai fait un film qui s'appelle *Barrage* : il devait normalement comporter beaucoup d'effets spéciaux, mais finalement c'était devenu un film à tout petit budget, je n'avais même pas d'électro. Ça se déroule près d'un barrage, où une maison est inondée, et l'humidité est très présente dans le film. Les seuls effets spéciaux qu'on ait faits, c'est d'inonder une partie du décor avec des seaux d'eau. On avait aussi de la brume naturelle dans certains plans, qui sortait des lacs. La qualité de la pellicule – parce qu'on tournait en 35 mm – de l'éclairage et de l'étalonnage font que le film est très doux et donne une impression de moiteur. Donc le choix de la pellicule, la façon d'éclairer et d'étalonner, peuvent déjà donner une notion de douceur due à l'humidité ambiante.

En parlant de différences entre les pellicules, est-ce que tu as l'impression de retrouver autant de différences dans le choix d'une caméra numérique ?

Disons qu'entre une RED, une Alexa ou une autre, je pense qu'on peut quasiment arriver au même résultat. Avec les looks, les LUT et tous les préréglages que tu peux faire sur une caméra, sans oublier la force incroyable de l'étalonnage numérique maintenant, avec une puissance au niveau des couleurs, la définition du contraste... Finalement, tu peux quasiment arriver au même résultat avec des caméras différentes. Je m'avance un peu, mais je crois que beaucoup d'opérateurs pensent la même chose.

En revanche, je vais peut-être filtrer plus avec une RED, parce que j'aime moins le rendu initial de la caméra. Je vais la casser directement, utiliser plus de diffusion, ou alors je vais faire

des LUT qui vont désaturer les rouges. C'est plus de travail et le chemin est un peu plus long, mais, au final, je pense qu'on peut arriver à la même image.

Par rapport aux pellicules, je pense qu'avant on avait assez peu de choix : tu avais des pellicules douces, d'autres qui étaient plus contrastées ; tu avais l'Agfa qui était plus saturée dans les rouges, la Fuji qui était plus verte et plus contrastée, la Kodak 250 Daylight qui était très douce. Il y avait moins de choix, mais chaque pellicule avait quand même une caractéristique. Alors que maintenant, tu as une infinité de réglages possibles : sur une caméra, tu peux dérégler un tout petit peu les verts, un peu le magenta, un peu le contraste, etc. Après, en pellicule, tu avais non seulement le choix de la pellicule, mais également le choix du labo, car tu n'avais pas forcément le même rendu dans les différents labos. On avait aussi l'étalonnage, même si on avait beaucoup moins de latitude.

Je reviens sur le tournage en brume naturelle sur la plage, où tu ne voyais pas à un mètre : c'était pour quel projet ?

C'était un documentaire que je tournais au Maroc sur les migrants, qui s'appelle *Tanger, le rêve des brûleurs* de Leïla Kilani. Je ne sais pas s'il y a l'image de la brume dans le film. J'avais aussi tourné *Nos lieux interdits* avec Leïla Kilani, toujours au Maroc.

Ces effets de brume me sont aussi arrivés sur une plage à Narbonne. Tu es à la plage, il fait super beau avec un grand soleil, et tout d'un coup, tu vois que ça arrive du large et tu ne vois plus rien ensuite. Bizarrement ça arrive souvent sur les plages ; je suppose que c'est de la brume très dense qui arrive de la mer. Il doit y avoir une histoire d'évaporation, de différence de température ou d'humidité... En tout cas, les brumes les plus fortes que j'ai vues étaient vraiment dans des endroits chauds comme cela, le Maroc, voire à la limite de la Mauritanie, et le sud de la France en plein mois d'août.

J'ai aussi eu l'expérience de vents de sable, même si ce n'était pas en tournage. On était en plein désert, et à un moment donné un vent de sable est arrivé et soufflait de plus en plus fort, on ne voyait plus la piste. On essayait de trouver des points de repère, mais on ne voyait même plus les voitures qui étaient à 15 mètres ! Les vents de sable ne sont pas vraiment constitués de sable comme celui d'une plage, qui va te faire mal, c'est plutôt de la poussière ultra fine poussée par le vent. Cela crée une espèce d'atmosphère poussiéreuse, tellement fine que cela ressemble un peu à de la brume. Sauf que, souvent, elle a une couleur un peu rouge ou jaune, et en plus cela change ta perception des couleurs. Cela dépend du soleil, du sable, de la poussière, etc. ; ce n'est pas blanc comme de la brume. Ce serait pas mal de parler de cela, même si je ne sais pas s'il y en a dans beaucoup de films.

C'est la grande question, est-ce qu'il y a des exemples de films incluant des vents de sable ?

Je crois que dans *La Captive du désert* de Raymond Depardon, avec Sandrine Bonnaire, il y a des moments où il y en a. Je trouve d'ailleurs dommage qu'on n'en utilise pas plus. Il faut dire que j'ai vécu en Afrique, j'y ai fait beaucoup de voyages et de tournages, alors les histoires de vents de sable ou d'ambiances sablonneuses, je connais bien.

Dans le film *Atlantique* qu'a fait récemment Claire Mathon (réalisé par Mati Diop), il y a aussi des ambiances très sablonneuses, qui sont toujours un peu voilées. J'ai trouvé que c'était intéressant de ce point de vue-là. Cela renforce cette notion de chaleur, de luminosité, avec la poussière qu'il peut y avoir dans l'air. Bon, c'est un peu hors sujet par rapport à toi, je suis d'accord...

Non, pas forcément. Je trouve que ce serait intéressant de citer ces phénomènes qui se rapprochent pas mal de la brume. Mais cela ne doit pas être très agréable en conditions de tournage !

Oui c'est vrai, mais quand des phénomènes naturels comme ceux-là arrivent, c'est tellement intéressant car ils enrichissent beaucoup l'image. Dans ces cas-là, le chef op n'en peut plus ! Je trouve d'ailleurs que ce serait pas mal d'avoir recours plus facilement à des effets spéciaux bien maîtrisés. Mais c'est une question de temps et d'argent.

J'ai revu récemment un bout de *La Fille de D'Artagnan* de Bertrand Tavernier, que j'avais fait comme cadreur avec Patrick Blossier en chef opérateur. Au début du film, il y a des courses de chevaux dans la forêt, et on avait fait de la brume. Je me rappelle qu'on avait galéré pour le faire, parce que dans la forêt, la fumée, en fonction du vent... Ça ne fait pas "effets spéciaux époustouflants", mais juste un effet un peu naturel, ce qui est pas mal. C'était tourné en pellicule évidemment. Je ne sais plus qui faisait les effets spéciaux, mais c'était sans doute quelqu'un d'assez bon, qui arrivait à faire marcher ces effets sur une plage assez large.

Tu saurais dire quel type de machine était utilisée ?

Je t'avoue que je ne sais pas. Maintenant, je sais qu'il y a des trucs thermiques, d'autres chimiques, mais je n'y connais rien ! Les effets spéciaux comme ceux-là, c'est entre la mise en scène, la déco, les électro et l'image, en fait. C'est aussi une histoire de production. Par exemple, pour le cas que j'ai présentement avec la pluie, c'est le réalisateur qui demande à faire de la pluie. Ensuite la prod fait faire des devis. Je peux donner mon avis sur les personnes qui vont intervenir, voire suggérer des noms. Et après c'est moi qui gère, en indiquant où il faudrait mettre la pluie, s'il en faut plus ou moins, s'il faut éclairer ou non. Parfois, le chef déco a l'habitude de travailler avec certaines personnes, notamment des accessoiristes. Ces effets spéciaux concernent en réalité plusieurs départements.

As-tu déjà fait des essais spécifiques pour voir comment réagissait la fumée ? Si oui, de quel type ? En fonction du type de machine, de l'éclairage ?

Malheureusement, je n'ai jamais fait d'essais comme ceux-là. Je sais qu'il y a différents types de fumée ; ou même de poussière, car il existe aussi des machines à poussière. Je t'avoue que je n'ai jamais été jusque-là. Quand on parlait de fumée, je demandais quelle machine était utilisée et je faisais avec.

J'ai tourné un téléfilm près de la frontière suisse, on avait de la fumée à faire et on se demandait justement quelle technique employer : mettre quelque chose dans l'eau, le faire avec

une machine qui nécessite de l'électricité, ou avec un appareil sans électricité. On était en pleine forêt, donc l'électricité peut être un problème. On n'avait pas fait d'essai, donc le jour du tournage, j'ai fait avec ce qu'il y avait et j'ai essayé de faire en sorte que cela me plaise.

Sans doute aussi que les projets que j'ai faits ne comportaient pas tellement ce genre de séquences. En revanche, je sais que suivant les conditions, on n'a pas toujours l'effet qu'on souhaite. On est toujours surpris par comment ça marche, en fonction de s'il fait chaud, s'il fait froid, s'il y a du vent, s'il fait humide, si tu es dans une pièce fermée, s'il y a des courants d'airs, etc. Si tu es en studio et que le plafond est à 20 mètres de haut, cela fait une pièce immense qu'il faut enfumer pendant 1 heure pour qu'il y ait une base.

Dans le téléfilm *Danbé, la tête haute*, il y a beaucoup de combats de boxe qu'on a tournés en studio. On a mis de la fumée dans la salle de boxe ; cela faisait référence à d'autres films où il y avait de la fumée au moment des combats, parce que cela rappelle la sueur, la fumée de cigarette, etc. J'avais fait confiance au chef déco, qui avait amené toutes les machines à fumée qu'il fallait, et on gérait la fumée comme cela. Je n'avais pas fait d'essais, on s'était juste dit qu'il fallait de la fumée, c'est tout. Mais peut-être que j'en ferai la prochaine fois !

Si tu as l'occasion d'en faire, comment conduirais-tu tes essais et que voudrais-tu tester spécifiquement ?

La difficulté va être de pouvoir être dans un décor qui ressemble au décor du tournage, avec la même base de lumière, ce qui est souvent impossible. Quand tu fais des essais de costumes, tu es dans un bureau ou sur un fond noir, tu passes chez le loueur ou dans un petit studio, mais tu n'as généralement pas le décor. J'essaie de venir avec mon chef électro et de la lumière, mais c'est quand même très artificiel et c'est difficile de juger. Pour la fumée, c'est pareil, si tu n'es pas en conditions réelles, c'est difficile.

Moi, ce que j'aimerais bien tester, c'est l'épaisseur et la lourdeur de la fumée, car souvent elles sont trop volatiles. On sent que les fumées ou la brume sont très légères, il n'y a pas cette opacité comme on voit dans le brouillard. J'imagine qu'il y a différentes textures de brumes et de fumées, et je pense que sur un plan moyen, avec une lumière un peu latérale, on peut peut-être déjà se rendre compte de l'épaisseur et de la lourdeur. Mais il faudrait être dans le décor, avec l'effet de lumière voulue, si c'est en jour, aube, soir... Sur les gros projets, certainement qu'il y aura les moyens de faire des essais comme ceux-là, mais sinon, c'est compliqué.

Pour ma PPM, je pensais faire un petit film mais ce serait sans doute intéressant que je fasse des essais sur une journée, par exemple. C'est encore un peu flou pour moi, car je pourrais en effet tester l'épaisseur et la texture de la fumée, mais également comment l'éclairer, comment elle réagit avec le décor, la couleur, etc. Qu'est-ce que tu aimerais voir dans des essais faits par une étudiante, toi ?

Si tu fais les essais, cela peut être très intéressant de voir le rendu en fonction de l'éclairage : si c'est éclairé en latéral, en contre, de très haut, par en bas, avec des lumières plus ou moins directionnelles, ou des lumières très diffusées... Tu pourrais aussi tester comment la

fumée réagit avec la couleur, notamment dans les volutes, si c'est plus marqué à un endroit ou non. Comme c'est ton sujet, cela vaudrait le coup de prendre un peu de temps pour faire cela.

Si tu fais des essais en extérieur, tu pourrais voir comment il faut se placer par rapport au soleil, par exemple. Est-ce mieux d'être à contre, ou pas du tout ? Quelle est la meilleure météo : quand c'est un jour gris, ou quand il y a un peu de soleil ?

Ce qui est le plus difficile à gérer, ce sont les raccords entre les plans larges et les plans serrés. Sur les gros plans de visages, j'ai très souvent recours aux filtres, que ce soit des White Promist ou autres, pour raccorder avec des plans plus larges. Donc tu pourrais essayer des filtres aussi, de préférence sur un visage. Ce serait intéressant de tester avec de la fumée seule, puis avec des filtres seuls, puis les deux combinés, pour voir ce qui te plaît, selon tes goûts. Finalement, est-ce que c'est bien d'avoir recours aux filtres ? Est-ce que les filtres rendent mieux que la fumée, ou l'inverse ? Tu peux faire des comparatifs. Et également tester comment raccorder avec un plan moyen ou large, parce que c'est ça la difficulté : on ne fait pas des photos, on fait des séquences en mouvement avec différentes valeurs.

Dans tous les cas, ce serait bien que tu essayes au maximum de faire l'effet voulu directement sur le tournage, que ce soit avec les filtres ou la fumée, sans te dire « je ferais tout à l'étalonnage ». C'est mieux quand il y a déjà un parti pris fort dans ton image.

Comment gères-tu ton exposition quand il y a de la brume ou de la fumée, qu'elles soient naturelles ou artificielles ? J'ai l'impression qu'elles ont plutôt tendance à surexposer, donc est-ce que cela te change quelque chose au niveau de l'exposition ?

Forcément cela change, car comme tu le dis, il y a une impression de plus de lumière et la cellule sera vite perdue, un peu comme quand tu filmes sur la neige. Après, tout dépend du rendu d'image que tu souhaites. Parce que tu peux vouloir une impression très lumineuse et très vaporeuse, donc là tu surexposerais encore plus. Ou bien, on peut imaginer une image où il y a beaucoup de brume, mais tu veux la sous-exposer pour rendre un effet encore plus oppressant.

L'exposition, ce n'est pas seulement « il y a de la fumée, donc je surexpose ou je sous-expose », en fait tout dépend de ce que tu veux comme image, c'est toujours pareil. Tu vas plutôt composer entre la mesure de ta cellule, l'impression que tu as à l'œil, et quand tu regardes dans la caméra – comme on le fait tout le temps, d'ailleurs. En plus, en numérique, tu peux aussi avoir les écrans, qui complètent ton jugement pour le choix de l'exposition, du moins quand ils sont bien étalonnés. Donc je ne peux pas te répondre d'une façon simple « avec de la fumée, je surexpose ou je sous-expose », car cela n'a pas de sens ; cela dépend totalement de ce que tu veux rendre.

D'autre part, il est absolument nécessaire de voir l'image finale sur grand écran pour juger objectivement de la qualité de la brume, de la fumée, de la pluie, etc. Avant cette étape finale, les images ne sont que des visualisations provisoires et approximatives.

ANNEXE – 3

Entretien avec Rémy Chevrin, directeur de la photographie, AFC

Réalisé le 18 mai 2020

Rémy Chevrin est un directeur de la photographie français, membre de l'AFC. Il a travaillé sur une trentaine de longs métrages, principalement avec les réalisateurs Yvan Attal et Christophe Honoré, mais également avec Eric Toledano et Olivier Nakache, Christopher Thompson, Serge Hazanavicius, etc. Il a également signé l'image de plusieurs publicités, et éclairé les deux pièces de théâtre de Christophe Honoré.

Il y a beaucoup de films comportant de la fumée ou de la brume. Je commencerai par mentionner dans le mémoire ce qu'est le brouillard en termes physiques (comment il se forme, etc.), et je me focaliserai ensuite sur le cinéma.

Un des premiers films qui a beaucoup compté pour moi, en termes de photographie, est *L'Aurore* de Murnau. Dans certaines scènes, les espaces se révèlent avec l'apparition ou la disparition de la brume et du brouillard. Le temps de l'argentique servait à révéler, à partir du noir, ce que l'on voulait montrer et faire ressentir aux spectateurs. La brume et le brouillard permettent, non pas de révéler, mais au contraire de cacher ; ou bien de ne révéler qu'à certains moments. C'est un joli sujet, très large et hautement cinématographique, puisqu'il est question d'images.

Ce sujet revient d'ailleurs assez souvent, tout particulièrement en studio, lorsqu'on a besoin de ramener de la profondeur, ou une sensation de perspective et de perte de contraste. C'est un sujet d'autant plus présent qu'aujourd'hui, nous avons des outils tellement précis que même ce qui est lointain peut apparaître très net et très défini, et absolument pas comme à travers une certaine épaisseur de l'air ou de l'atmosphère. Le préambule dont tu parles me semble nécessaire, pour expliquer ce que cela représente et ce que c'est. Car cette fameuse épaisseur d'atmosphère est formée par des particules, qui s'additionnent dans l'air pour donner une sensation de profondeur due à une perte de contraste.

Dans les films qui me gênent en photographie, parfois il y a quelque chose de trop net, de trop précis ; cette espèce de profondeur, où les contrastes se perdent, existe de moins en moins. Il y a une sorte de course aux pixels, à la définition et aux contrastes dans les lointains... cela devient presque une image assez proche de l'image vidéo, VFX¹⁷⁷ ou 3D. Dans les jeux vidéo ou les images 3D justement, la grosse difficulté est de recréer cette épaisseur

¹⁷⁷ VFX = Visual Effects en anglais, soit les "effets visuels" en français (aussi appelés effets spéciaux numériques).

d'atmosphère qui fait que les avant-plans sont contrastés, et les arrière-plans sont désaturés en couleur et décontrastés.

Le brouillard, c'est tout cela. Jusqu'au moment où l'épaisseur est telle qu'on ne voit même pas ce qui est devant, ce qui est intéressant. Parfois on a envie de mettre de la brume ou du brouillard dans un film, pour le déclarer, comme si on disait "Regardez, on est dans un univers brouillardé et brumeux, où les choses sont peu lisibles". Il y a aussi l'utilisation de la fumée de manière artificielle, non pas pour faire du brouillard déclaré, mais pour mettre une atmosphère non visible, qui texture l'image. C'est vraiment une grosse différence entre les deux utilisations.

Beaucoup d'opérateurs peuvent utiliser la fumée pour texturer un décor ou un extérieur, même si c'est plus compliqué en extérieur. En tout cas, en studio ou même en décor naturel d'intérieur, je fais partie des opérateurs qui mettent beaucoup de diffusion ; pas en termes de volume, mais très souvent, dans beaucoup de plans, pour texturer les fonds. L'idée est de faire en sorte que ce côté un peu lisse, parfait ou chirurgical de l'image, disparaisse au profit d'une texture de profondeur, qui fait qu'on casse les outils numériques et optiques trop performants.

J'utilise de la fumée dans beaucoup de films. Dans *Chambre 212*, réalisé par Christophe Honoré, j'en utilise de différentes façons : de façon artificielle, qu'on ne voit pas ; de façon un peu déclarée, qu'on voit ; et de façon très marquée, qu'on voit, parce qu'elle fait partie de la dramaturgie.

Par exemple, la scène de fin dans le bar est très clairement une scène où je raconte qu'il y a du monde, de la fumée, peut-être de la cigarette, en tout cas des choses qui racontent un univers enfumé. Donc je le fabrique, car ce n'est pas avec de la vraie fumée de cigarette qu'on le fait, évidemment. La fumée de cigarette est affreusement bleue et nocive, et elle n'est pas belle. Il y en a un peu moins dans la rue, par exemple, où je mets un peu de diffusion dans l'espace pour marquer, je dirais, presque un trouble.

J'ai employé énormément de techniques dans *Chambre 212*. J'ai utilisé la fumée de manière physique, avec des machines à fumée, des machines à brouillard et des machines à diffusion, qui sont 3 machines très différentes pour 3 effets très différents.

Mais j'ai surtout utilisé des filtres, qui n'adaptent pas le brouillard ou la fumée de la même manière que de la vraie fumée physique. Evidemment, il n'y a pas l'épaisseur de l'atmosphère qui joue, puisque c'est juste un voile ou un calque que l'on met sur l'image. Donc quand tu mets un filtre "Fog", "Low Fog" ou "Low Contrast" devant l'objectif, le personnage qui est devant en gros plan et celui qui est en pied à 30 mètres ont la même diffusion, et donc la même épaisseur. Et c'est un gros problème, car cela ne correspond pas à une logique réaliste du brouillard, où l'on voit bien un personnage qui est devant, alors que plus il s'éloigne, plus il disparaît. Quand on met un Low Fog, on met sur les personnages le même effet, qu'ils soient proches ou éloignés, parce qu'on le met sur toute l'image et non sur la profondeur physique du décor.

J'ai même utilisé une dernière technique : mettre une gélatine sur les fenêtres de l'hôtel, plus ou moins forte selon la focale qu'on avait et la gradation de brouillard qu'on voulait voir au-dehors.

Donc j'ai utilisé beaucoup d'outils pour aborder le problème de la disparition, ou en tout cas de l'effacement du décor dans le lointain. Avec Christophe Honoré (le réalisateur), on savait qu'on tournerait en studio et on se demandait comment faire pour passer dans le côté cérébral du récit. A un moment donné, il était question que ce soit seulement de la neige qui tombe pendant tout le film, mais cela aurait été quelque chose de trop poétique et gracieux.

Finalement on est partis sur du brouillard, qui était plus intéressant, car il amenait quelque chose de plus nébuleux, de plus cotonneux, de plus mental. Il y avait quelque chose de l'ordre du cerveau qui perd ses repères, c'était beaucoup plus intéressant du point de vue du sens. D'un point de vue du visuel, c'était un peu moins poétique, mais plus fondamental. Et plus le personnage féminin s'enfonçait dans un univers mental, plus on imaginait que le brouillard tombait.

Mais comme le brouillard tombait beaucoup, tout ce qu'elle voyait à travers la fenêtre serait devenu invisible. Et là, c'était compliqué de tenir 1h30. Cela a posé un énorme problème scénographique, et scénaristique sur le récit. On ne le ressent pas beaucoup, parce qu'on fait tomber de la neige un tout petit peu, et après il y a une très légère brume qui traîne quand on est à l'intérieur de chacun des décors. C'est-à-dire, qu'on soit dans la chambre d'hôtel ou dans l'appartement, la sensation qu'on a de l'espace d'en face est légèrement en forme de halo sur les lumières. La lumière de l'enseigne de l'hôtel, ainsi que les lumières de la ville, qui sont accrochées aux deux façades, sont légèrement en forme de halo. C'est la sensation réelle du brouillard ; quand tu as un brouillard qui tombe, les lumières qui sont dans le champ deviennent très larges, très grandes. Il y a un rapport à l'espace, aux lumières allumées dans le champ, qui est très particulier.

Je sentais qu'il y avait pas mal d'effets dans ce film, mais j'avais du mal à savoir si c'était de la fumée, des filtres ou autre chose. Finalement, tu en as mis partout. J'ai surtout repéré les "effets déclarés" dans le bar, et un peu à la fin, quand elle se réveille, se sèche les cheveux et va vers la fenêtre, où on voit un léger rayon de soleil qui entre.

Si on prend l'histoire de la photographie américaine dans le cinéma, on s'aperçoit que c'est quelque chose qu'ils utilisent beaucoup, pour deux raisons : pour « matiérer » de grands décors qu'ils ont en intérieur, et pour marquer la direction de la lumière. Parce que même avec un tout petit peu de fumée, tu sens la direction de lumière. Évidemment, c'est pour marquer le rayon du soleil, ce n'est pas pour marquer un ciel gris. Les américains ont très rapidement instauré cette esthétique-là.

Tu le vois notamment dans *JFK* d'Oliver Stone : vers la fin du film, dans la partie du procès, il y a beaucoup de fumée pour « matiérer » les rayons de soleil qui entrent dans la pièce. C'est quelque chose de culturel. Les américains se sont beaucoup servis de la fumée en tant qu'élément pour marquer les directions de lumière, et non pas en tant que fumée, brume ou brouillard déclarés en soi. Le cinéma d'Oliver Stone en est truffé. Ce qui est moins marqué dans le cinéma européen, et un peu plus marqué dans le cinéma asiatique.

Pour les effets de brouillards et de brume en soi, il y a un film exceptionnel : *Blade Runner 2049*. Quand j'étais assistant, j'avais fait *Delicatessen*, dans lequel il y a aussi beaucoup de

fumée en extérieur. Tous les extérieurs, du début du générique et devant la boucherie, sont assez souvent enfumés, et ce pour deux raisons. D'abord, il s'agissait de mettre une ambiance un petit peu brumeuse du matin et du soir, et de la ville qui ne se révèle pas. C'est une ville un peu clandestine, qui fait un peu ville fantôme à moitié abandonnée ; c'est très stylisé, mais très intéressant. Deuxièmement, on tournait en studio et comme on n'avait pas de décor dans les lointains, on mettait de la fumée pour ne pas montrer qu'il n'y avait rien.

Dans Chambre 212, comment faisais-tu la balance entre les trois techniques que tu as employées : les filtres, les machines et les gélâtines sur les fenêtres ? Est-ce que tu utilisais souvent des filtres en complément des machines ?

Comme c'est du brouillard qui est censé être entre l'appartement et l'hôtel, le brouillard en studio ne devait être que dans l'espace qui séparait ces deux décors. Or je travaillais parfois avec des plafonds, et parfois sans. Et le problème avec la fumée, comme tu peux l'imaginer, c'est qu'elle va partout dans le studio. Elle ne choisit pas d'aller dans certaines pièces et pas dans d'autres. Donc si je mettais de la vraie fumée, du vrai brouillard ou de la vraie brume en studio, elle aurait, d'une façon indéniable, pris tout l'espace possible puisque c'est physique. Donc ce n'était pas possible d'utiliser de la fumée en studio. J'avais prévu d'en avoir un petit peu pour jouer dessus, mais je ne l'ai quasiment jamais utilisée.

Je pensais l'avoir pour les jours où on tournait entre les deux décors d'immeuble (donc l'équivalent de la rue), en studio, ce qui n'a pas été le cas. En fait, ce décor de rue n'a jamais existé en studio, c'est tourné réellement à Paris. En revanche, la distance qu'il y avait entre l'appartement et l'hôtel reconstruits était la même que celle qu'il y avait entre les deux bâtiments dans la vraie rue. Les deux décors se faisaient donc face dans le studio, avec une distance raisonnable de l'ordre de 5 ou 6 mètres. Toutes les scènes avec les personnages dans la rue ont été tournées dans la vraie rue ; on n'a jamais filmé les personnages entre les deux décors en studio. Donc les seuls extérieurs qu'on devait tourner en studio étaient des plans assez serrés, vus à travers les fenêtres de l'appartement ou de l'hôtel. Je posais la caméra entre les deux décors et je pouvais filmer les fenêtres de l'un ou de l'autre, depuis l'extérieur.

Là, j'ai fait du brouillard en mettant des filtres Fog ou Low Fog de gradation 1/8^{ème} à 1, voire 2. Je choisissais la gradation en fonction de la valeur du plan, de la distance à laquelle j'étais de l'acteur, et de la focale utilisée. Je pouvais faire cela car je n'avais pas de personnages en avant-plan ; si j'avais eu des avant-plans, j'aurais été dans l'incapacité de le faire.

Comment tu choisissais la gradation du filtre ? Plus tu étais proche de l'acteur, plus tu mettais une gradation forte ou au contraire faible ?

Cela dépend. Quand j'étais proche, je mettais une gradation pas trop forte. En gros, j'étais entre le 1/8^{ème}, le 1/4 et le 1/2. Je ne suis pas allé plus loin, car après, cela devenait un peu artificiel.

La gradation des filtres est une vraie question, il y a deux écoles parmi les opérateurs. Certains considèrent que sur une focale courte, il faut mettre une gradation légère, et que sur

une focale longue, il faut mettre une gradation forte. D'autres font l'inverse, et estiment que sur une longue focale, il faut mettre une gradation légère alors que sur une focale courte, il faut mettre une gradation forte. C'est une question de goût.

Je fais plutôt partie de l'école où on met une gradation légère sur les focales longues, et une gradation un peu plus forte sur les focales courtes. C'est-à-dire que sur un 25 mm, je pourrais mettre un 1/2. Et sur une focale longue, je mettrais 1/8^{ème}.

Cela dépend aussi de comment tu veux raccorder. Je pense qu'il faudrait faire des essais un jour, où sur une scène d'extérieur, tu mets un Low Fog léger et tu fais un raccord très serré avec une longue focale où tu mets une gradation lourde. Ensuite, tu fais l'inverse. Et tu regardes ce qui raccorde le mieux. Je ne te cache pas que je n'ai jamais eu le temps de le faire. Mais peut-être que cela mettrait à bas mes convictions.

Concernant les séquences tournées dans la vraie rue, j'ai utilisé de la vraie fumée avec une machine. Selon le vent, cela donnait une espèce de texture particulière, très difficile à gérer parce qu'on était dans un vrai courant d'air, et j'avais du mal à avoir des choses intéressantes. On a eu aussi des jours avec de la neige, où il n'y avait pas besoin de rajouter de la brume.

Pour ces séquences, j'ai systématiquement mis une petite gradation de brouillard avec un Low Fog 1/8^{ème}. Comme, en fonction du vent, il y avait plus ou moins de fumée, cela permettait d'avoir une base. S'il y avait un personnage en avant-plan, je mettais ce Low Fog 1/8^{ème}, et je mettais un tout petit peu plus de fumée, qui tenait à peu près le temps de la prise. En revanche, s'il n'y avait pas de personnage en avant-plan et que ce n'était que pour voir des lointains, je mettais un Low Fog 1/2 ou 1/4.

Tout cela servait à donner une petite sensation que le décor pouvait « partir » un peu, mais c'était beaucoup moins marqué que ce qu'on avait imaginé au départ. Dans tous les cas, nous ne souhaitons pas faire un vrai brouillard un peu lourd ; cela aurait pu avoir du sens en termes scénaristique et scénographique, mais pas tant que cela d'un point de vue photographique, car cela aurait été insupportable d'avoir 40 minutes du film avec beaucoup de brouillard tout le temps. L'idée n'était donc pas de partir sur "je ne vois pas bien ce qui se passe en face", c'était au contraire de vraiment voir, mais à travers un très léger filtre de brouillard, qui rappelle l'hiver et la nuit qui est tombée.

Vers le deuxième tiers du film, il y a une scène où Chiara est assise sur son lit, dans la chambre dorée à l'hôtel, avec Vincent Lacoste dans le lit ; ils sont à moitié nus. Elle se lève et se dirige vers la fenêtre. C'est là où se pose le vrai problème du brouillard au-dehors, car je ne pouvais pas mettre de fumée dans le studio, et je ne pouvais pas mettre de filtre non plus, car cela n'avait aucun sens à l'intérieur de la chambre d'hôtel.

J'ai donc trouvé une autre solution assez intéressante, avec une gradation de gélatines qui s'appellent Hampshire Frost. C'est une gélatine grand format, en 1m20 et 1m60, que j'ai collée juste derrière les fenêtres ; elle était préparée sur cadres avec du 1/16, du 1/8, du 1/4, ou du 1/2. Cela permettait de brouiller un tout petit peu ce qui se déroulait dans le décor d'en face. La gradation dépendait du diaph et de la focale utilisée, de la distance avec le personnage principal, et de la gradation de brouillard que je souhaitais ressentir.

Si j'étais proche du personnage, les fonds étaient flous et je n'avais plus besoin d'en mettre. En revanche, si j'étais en focale large, en pied, et qu'elle était proche de la fenêtre, il

fallait tout de même sentir une texture et une façade d'appartement derrière. En fait, dès qu'on avait une découverte d'un décor sur l'autre, que ce soit hôtel-appartement ou appartement-hôtel, en fonction de la valeur de plan qu'on faisait, je mettais une certaine valeur de diffusion contre les fenêtres. Ce n'était pas gaffé aux fenêtres ou vraiment collé contre la vitre, c'était décalé de 5 à 6 cm, grâce à des cadres de la taille des fenêtres. Du côté de l'hôtel, il n'y avait que deux fenêtres, mais du côté de l'appartement c'était de grandes baies vitrées. C'était complexe car les baies vitrées donnaient sur tout le décor d'en face, et sur 15 mètres de long. Il y avait donc 4 baies vitrées de 3 mètres par 2 à cadrer.

C'était d'autant plus complexe qu'à certains moments, les acteurs ouvraient les fenêtres, surtout dans l'appartement. Or s'ils ouvrent les fenêtres et qu'on voit une gélatine derrière, cela pose un problème. On avait donc prévu un découpage spécifique, de manière à être face aux fenêtres, en voyant la découverte, quand les personnages s'approchaient ou allaient ouvrir les fenêtres ; et on se mettait de profil quand ils les ouvraient. Le geste est abordé au moment où on est face aux fenêtres, et le point de montage se situe quand la fenêtre commence à découvrir la gélatine derrière. Dans le profil, on ne voit pas la découverte, et j'avais enlevé le cadre de gélatine. Enfin, quand on voit leur point de vue depuis la fenêtre, vers l'hôtel ou vers l'appartement, ce n'était que du filtre Low Fog sur la caméra.

C'est intéressant de voir que la fumée peut être tellement importante qu'on prévoie un découpage spécifique en fonction de cet effet.

C'est très drôle, parce qu'elle est très importante, et en même temps, elle n'est pas prégnante. Ce n'est pas cela qui fait le film, ce n'est pas l'enjeu de la scène. L'enjeu dans tout le film, en studio, c'était de faire en sorte que je ne pousse pas le curseur trop loin. Il ne fallait pas mettre une gélatine trop forte sur les fenêtres, quand on est à l'intérieur, au risque que ce soit beaucoup trop flou dehors. Il y a un ou deux plans, justement quand Chiara est à la fenêtre, enrobée dans son drap, alors que Vincent est allongé, où j'ai mis une gélatine un peu trop forte et c'est vite très flou derrière, comme si le brouillard était tombé.

En même temps, cela participe au fait que le brouillard va et vient. Christophe me demandait si j'étais sûr de mon coup, il pensait que c'était un peu fort. Mais je lui disais que j'étais sûr. A l'arrivée, il m'a dit que c'était formidable, parce que cela amène une espèce de grâce et de rythme avec un brouillard présent, puis un peu moins. Ensuite il se met à neiger, puis il y a moins de neige, etc. Tout cela brouille un peu les choses, ce qui n'en fait pas un effet mathématique ou dogmatique. Il y a une espèce d'aléa, cela varie en permanence. C'était une grande liberté d'interprétation de l'espace extérieur.

Mais c'était complexe. Je ne te cache pas que pendant les 28 jours de studio où j'ai jonglé avec cet effet-là, j'ai pris des risques. En plus, on était en 35, donc cela faisait un risque supplémentaire. Il y a certains jours où je m'étais senti tout seul à faire un choix artistique et technique un peu osé, qui aurait pu ne pas du tout marcher.

C'est vrai que quand tu utilises une machine à fumée, tu as l'accessoiriste ou éventuellement les SFX qui s'en occupent. Alors qu'avec les gélamines, tu devais gérer tout cela toi-même.

Oui, je ne le partageais avec personne d'autre. Le choix de la gélamine que je mettais – entre du 1/16, 1/8, 1/4 ou 1/2 – celui de la focale à utiliser, et tout le reste, c'était une cuisine perso. C'était assez empirique, car je n'avais pas eu le temps de faire suffisamment d'essais pour savoir parfaitement comment ça allait rendre. C'est le problème des films pas très argentés. C'était donc une très grosse prise de risque, dont je n'ai pas beaucoup parlé dans les différents articles. Parfois, je me suis laissé aller à une envie de faire un petit peu plus de brouillard sur une journée de tournage, alors que tout se passe en une seule nuit. Mais cela amène une espèce de mystère de l'extérieur, que j'ai trouvé très intéressant. C'était assez excitant ; c'est quelque chose qui m'a beaucoup amusé, et un peu angossé aussi.

Tu dis que tu n'as pas pu faire suffisamment d'essais. Qu'as-tu fait exactement ?

J'ai fait des essais assez simples. Quand j'ai compris que je ne pourrais pas utiliser de la fumée en studio, et que je pourrais en avoir en extérieur seulement en priant pour qu'il n'y ait pas trop de vent, je me suis dit qu'il fallait que je trouve une solution. Et ce principe des gélamines sur les fenêtres, je l'utilise de temps en temps quand le décor d'en face – à travers la fenêtre – est trop net et trop présent. Surtout en décor naturel, mais aussi en studio. La gélamine permet de flouter un peu ce décor et les lointains ; cela donne une sensation de point qui s'arrête sur le personnage, mais pas sur les fonds.

J'ai encore des petits bouts d'essai de ces gélamines, qui font 40 cm par 70 cm, que j'étais allé chercher chez le distributeur de gélamines "La boutique du spectacle", dans le 13ème à Paris. J'avais pris une quinzaine de gélamines différentes. J'avais été dans les bureaux de la production un soir, je les avais mis à la fenêtre et j'avais fait une photo avec mon appareil photo. Puis j'ai regardé ce qui marchait le mieux. J'ai vu que, finalement, entre le 1/16 et le 1/8, j'avais 3 valeurs qui me permettaient de flouter suffisamment.

D'autre part, au lieu de mettre de vrais lampadaires de ville en studio, je mettais mes propres projecteurs dans le champ, qui étaient des bacs au sodium ou des Fresnel, et ils se floutaient naturellement. Ils devenaient comme des lampadaires de ville, et en les mettant assez haut, ils étaient comme accrochés dans la rue. Les façades de décor qu'on avait n'étaient pas construites sur toute la longueur du studio, mais seulement sur une partie. Le reste, c'était du borniol noir qui descendait le long des décors. Et devant ce borniol noir, je mettais un pied de projecteur, avec une Fresnel, qui était flouté grâce à cette gélamine.

J'ai eu également l'occasion d'utiliser de la brume et du brouillard en 3D sur d'autres projets. Le film *Tout là-haut*, réalisé par Serge Hazanavicius – le frère de Michel Hazanavicius – raconte l'histoire d'un snowboarder qui va descendre dans le brouillard et le soleil de grandes pistes. Parfois, on avait de la vraie brume en montagne. On a aussi rajouté de la brume et du brouillard 3D de temps en temps, notamment sur la première scène de descente en pleine montagne.

Quand tu dis que parfois il y avait de la vraie brume, c'était donc de la brume naturelle ?

Quand on voyait que tel jour, il faisait gris ou qu'il y avait du brouillard, on tournait cette scène-là. On n'a jamais tourné une scène de brouillard en plein soleil ; on la tournait toujours grise, mais sans nécessairement avoir du brouillard. Les deux premières scènes sont comme cela, elles arrivent au bout de 20 minutes de film.

Dans ces cas-là, d'autant plus si la brume est rajoutée en VFX, est ce que tu utilises des filtres pour aider le processus, ou pas du tout ?

Pas du tout, parce qu'à la post-prod, ils préfèrent avoir une image claire, nette et définie, et la tricher ensuite. Sur les sites de post-prod qui font des VFX, ils ont des démonstrations et très souvent, ils font des rajouts de neige, de brouillard ou de brume. Il y a quelques boites qui gèrent cela en France : la Compagnie Générale des Effets Visuels (CGEV), Digital District, Mikros VFX, Mac Guff et BUF.

J'ai l'impression que beaucoup de films de science-fiction, d'horreur et surtout d'époque emploient de la brume. Quasiment tous les films d'époque présentent de la fumée, en tout cas dans les intérieurs.

Toujours. Si tu prends les séries américaines en ce moment, elles sont blindées de fumée. Mais si on met beaucoup de fumée dans les films d'époque, c'est pour matiérer un peu et cela casse le côté trop neuf ou trop parfait du costume, du décor, ou même du maquillage.

Dans Chambre 212, comment as-tu éclairé les séquences dans la vraie rue parisienne ?

J'ai éclairé à peu près de la même manière qu'en studio. En studio, j'avais mis une grosse source Fresnel colorée en sodium, qui faisait du contre-jour en frisant les façades ; cette source sodium ne rentrait quasiment pas dans les décors, elle ne faisait que matiérer le rebord des façades et leur donner du volume. Sur les façades, j'avais aussi 3 projecteurs Fresnel en sodium qui étaient en douche pour marquer la lumière de la ville, afin de raccorder avec cette rue dans laquelle on allait tourner. Ensuite, j'avais mis de l'ambiance avec du soft, en l'occurrence des SkyPanel réglés en sodium également, qui rentraient légèrement à l'intérieur de l'appartement et de l'hôtel. Cela permettait de sentir cette lumière de la ville à l'intérieur, notamment quand les personnages éteignaient la lumière.

Pour l'extérieur dans la rue, j'ai éclairé avec le même genre de projecteurs, en frisant. J'avais aussi quelques touches supplémentaires assez douces au sol. Donc en gros, c'était 3 douches de lumières, un fort contre-jour, et une ambiance douce un peu sodium avec les SkyPanel à la face. Il y avait d'autres façades qui étaient éclairées, comme celle du cinéma, avec un gros bandeau néon prééquipé d'une couleur un peu plus froide. Le tout suffisamment puissant pour avoir un peu de diaph à l'extérieur, que ce ne soit pas trop galère. C'était du 12 kW sur nacelle, et au sol j'avais du SkyPanel et du Lightman Luxed, qui sont plus ou moins flood ou spot.

Quel apport peut avoir l'étalonnage numérique en relation avec cette question de la brume et de la fumée ?

On peut jouer sur un ou deux leviers, mais qui ne sont pas énormes. L'idée est de se demander ce que font le brouillard ou la brume, qui jouent en fait sur trois valeurs : la colorimétrie car cela désature, le contraste car cela décontraste, et la densité car il faut en général poser un peu plus dense, puisque le brouillard surexpose très vite.

Donc à l'étalonnage, je gère évidemment la colorimétrie avec les primaires et les secondaires, et je peux aussi désaturer au besoin. Ou je peux jouer sur la couleur même du brouillard, qui peut avoir une couleur un peu froide, ou un peu magenta ou cyan ; ou, si c'est une fumée nocive et chimique, elle peut être un peu jaune ou jaune-vert. On peut également jouer sur des masques, c'est-à-dire qu'à un endroit particulier d'une image, on va mettre un masque pour densifier, éclaircir ou flouter un peu.

Cela fait partie des leviers qu'on a pour vraiment maîtriser les choses, mais tu ne pourras pas fondamentalement changer la couleur non plus. Disons que si ta prise de vue a amorcé quelque chose de bien, et si les VFX t'aident un peu, l'étalonnage est la cerise sur le gâteau.

Je rebondis sur la question de la densité : qu'est-ce que cela change au niveau de ton choix d'exposition quand il y a de la brume ou de la fumée ?

Oui, alors très important ! Comme je disais, cela joue sur la densité. Mais avant cela, un autre point ultra important est la position de tes projecteurs. Si tu veux marquer la fumée, il faut qu'ils soient placés idéalement en contre-jour, car en trois-quarts contre ou en profil, l'effet commence à se perdre. En gros, si tu te mets debout et que tu tends les bras devant toi à 90 degrés l'un de l'autre, c'est dans cet axe que tu peux mettre tes projecteurs pour que la fumée soit marquée.

Si tu mets le projecteur complètement face à toi, il sera en total contre-jour et cela va marquer très fortement la fumée. Si tu le mets à 45 degrés, à gauche ou à droite, cela marquera un peu moins la fumée. Et si tu le mets en profil, c'est-à-dire qu'il éclaire latéralement la scène, cela marquera encore moins. Enfin, si tu décides de le mettre en lumière frontale, tu ne verras rien de la fumée et en plus cela va être affreux.

Par exemple, dans ce photogramme de *L'Assassinat de Jesse James par le lâche Robert Ford* :



Photogramme de *L'Assassinat de Jesse James par le lâche Robert Ford*, Andrew Dominik

Un homme est assis par terre, un autre est au sol ; ils sont dans une chambre avec une fenêtre cramée qui ne permet pas de voir dehors. Il y a ostensiblement de la fumée, mais c'est une fumée qui raconte une matière, et non pas qu'ils ont fumé des cigarettes ou qu'il y a le feu dans la maison. Cette scène a été tournée en studio, et pour donner la sensation que le studio se transforme en un vrai décor, ils font cramer la fenêtre et ils mettent un peu de fumée pour donner cette sensation de réalisme, de patine du décor. C'est un exemple typique de l'utilisation de la fumée pour « matiérer » un décor.

La fumée est aussi très souvent employée dans les scènes d'aube ou de crépuscule. Je dirais que c'est une utilisation assez raffinée et assez souvent faite par les opérateurs. C'est le cas dans *Silence* :



Photogramme de *Silence*, Martin Scorsese

C'est encore une utilisation de la brume comme élément dramatique ; en fait, il faut toujours la relier à quelque chose de fortement signifiant et cinégénique. Je ne saurais pas te dire si c'est une vraie brume ou une fausse. S'ils avaient beaucoup d'argent, un bateau avec de la fumée, que le vent était dans le bon sens, et que tout allait bien... pourquoi pas. Ce qui est possible, les américains ont beaucoup d'argent pour faire ce genre de choses.

Si tu prends les grosses scènes de batailles dans *Game Of Thrones*, ou celles dans *Alexandre*, ils utilisent beaucoup de fumée pour noyer le poisson également, parce qu'il y a une vingtaine de caméras qui tournent et qui sont dans le champ en même temps. Les cadreur·s sont en costumes avec une caméra à l'épaule, ils sont vraiment dans la bataille. Ils se disent que, de toute façon, la probabilité de ramener 25 plans formidables est beaucoup plus forte qu'en utilisant une seule caméra, même sans avoir à effacer les cadreur·s.

Je n'avais pas du tout pensé qu'on pouvait utiliser de la fumée pour cacher un cadreur ! Et si je reviens sur la question d'exposition, au-delà du placement des projecteurs : qu'est-ce que la fumée change, et quels outils de mesure utilises-tu habituellement ?

Cela change sur deux points. En termes d'exposition, si tu es à 4 de diaph et que tu mets pas mal de fumée, la scène va passer à 5,6^{+1/2}. Quand tu mets de la fumée, elle éclaircit toute l'image car elle prend du contre-jour de tes lumières, donc il faut souvent sous-exposer. Il faut faire très attention, car si tu prends ton diaph avant de mettre la fumée, qu'ensuite tu en rajoutes et que tu tournes à ce diaph-là, tout sera cramé. Il ne faut pas nécessairement prendre le diaph quand la fumée est là, mais il ne faut pas oublier de fermer d'un diaph et demi. C'est vraiment important.

Pour le deuxième point, tout dépend de la qualité de la fumée que tu utilises. Je vais aborder un point technique important : tu as quatre sortes de fumée.

Tu as la carboglace, qui reste au sol et qui est parfois utilisée au cinéma. Les scènes où l'on souhaite que la brume reste au sol, c'est souvent de la carboglace. Il y a deux effets : un effet très lourd, où elle ne bouge pas du sol, et un effet plus léger où elle commence à monter tout doucement, selon le mouvement qu'il y a dedans.

Ensuite tu as la "fumée concert", faite avec plusieurs machines à fumée, qui peut être épaisse ou légère, voire avoir une légère coloration chaude ou froide. Cette fumée est en général déclarée à l'image, c'est-à-dire que tu ne peux pas ne pas la voir : tu racontes clairement qu'il y a de la fumée dans le champ, que cela fasse un effet de brouillard ou un effet de fumée.

Si tu veux un vrai effet brouillard, ce n'est pas tout à fait pareil. Physiquement parlant, le brouillard est constitué de gouttelettes d'eau qui sont en suspension dans l'air, alors que la fumée, ce sont des particules solides. Donc ce n'est pas la même chose. Si tu veux un effet brouillard, il te faut une machine à brouillard, qui te fera des gouttes d'eau en suspension. Si tu veux de la fumée, c'est une machine à fumée, de différentes gradations et différentes couleurs. Ce ne sont pas les mêmes machines. La brume, c'est du brouillard, donc si tu essaies de mettre de la fumée, tu vas avoir des galères. C'est vraiment une machine très spécifique pour faire du brouillard, et ce ne sont pas nécessairement les mêmes produits ou mélanges. En plus, à l'époque, il y avait des produits qui étaient dangereux et nocifs ; maintenant, on y fait très attention.

Il y a aussi ce qu'on appelle la diffusion. L'image de *L'Assassinat de Jesse James par le lâche Robert Ford* est justement un exemple de diffusion, c'est-à-dire que la fumée n'est pas déclarée dans le champ, mais permet de matière·r un petit peu et de mettre de l'atmosphère. Mais ce n'est pas du brouillard pour autant. Il y a la même utilisation dans *Le Conformiste* de Bertolucci :



Photogramme de *Le Conformiste*, Bernardo Bertolucci

Ici, on ne se dit pas qu'il y a du brouillard ou de la fumée, c'est juste une texture pour donner un peu plus de caractère à l'image. C'est Vittorio Storaro qui a signé l'image de ce film, tourné en 1974 en argentique. La pellicule donne cette sensation très douce, et la photo est très belle. Il a probablement réalisé un sous-développement de la pellicule, et également fait ce qu'on appelle un flashage de la pellicule. C'est une solution pour ne pas mettre de filtre et avoir cette sensation un peu cotonneuse.

En fait le brouillard ne touche pas nécessairement au blanc, c'est-à-dire que si tu as un ciel blanc et que tu mets du brouillard, le ciel reste à la même valeur de blanc. En revanche, les zones noires deviennent grises. Il y avait donc un système qui consistait à flasher la pellicule, où tu mettais une dose de lumière qui voilait le négatif, donc les noirs se décollaient mais les blancs ne bougeaient pas. Vittorio Storaro, dans ce film-là, a flashé les noirs, d'où cette douceur dans les basses lumières et cette sensation un peu brouillardeuse, du fait que les noirs soient décollés. C'est une manière de décontraster la pellicule en ne touchant qu'aux noirs, et en les décolorant si nécessaire.

Comment se faisait un flashage ?

Ce flashage pellicule se faisait soit avec le système du Panaflasher, qui flashait la négative à l'intérieur même de l'entraînement, soit en flashant à partir du parasoleil qui avait un filtre qui s'auto-éclairait. Le Panaflasher était assez compliqué ; tu pourrais poser la question à Panavision. L'autre technique, c'était un filtre un peu épais – qui prenait la place de deux filtres, d'ailleurs – et qui avait, tout le long de ses bords, des toutes petites lampes qui éclairaient le filtre. Cela le grisait, et on pouvait plus ou moins gérer la puissance et la couleur de la lumière, ce qui donnait un flashage. C'était un peu comme un Low Contrast.

Ce n'était pas vraiment pour faire de la fumée ou du brouillard, mais c'était pour décoller les noirs ; ce qui rejoint un petit peu ce qu'on cherche quand on fait du brouillard, finalement. Mais aujourd'hui, plus personne ne le fait car c'est très galère. Seulement, quand il n'y avait que

l'argentique, c'était une des seules manières de décoller les noirs. Il y en avait d'autres, mais qui étaient beaucoup plus complexes au labo.

Je reviens rapidement sur les différentes sortes de fumée dont tu parlais, car j'ai eu du mal à comprendre la différence entre les machines à brouillard et les machines à fumée, sur le plan physique. Comme tu disais, la fumée est constituée de particules solides, alors que ce sont des gouttelettes d'eau pour le brouillard. Est-ce que ce qu'on appelle les "machines à brouillard" font vraiment des gouttelettes en suspension, et les "machines à fumée" de la vraie fumée ? Quelles sont les différentes machines dans les deux cas ?

A une certaine époque, il y avait une machine qui s'appelait la couscoussière, parce qu'elle avait une forme de grosse casserole à couscous. On mettait de l'eau et de la glycérine, et ce mélange-là faisait une qualité de diffusion superbe. Ce n'était pas de la fumée, c'était vraiment de la diffusion, et la meilleure qui soit pour faire l'effet que tu vois dans *L'assassinat de Jesse James par le lâche Robert Ford*.

Après, tu as des machines qui s'appellent les Martins : ce sont des machines pour faire de la fumée classique, plus ou moins épaisse, plus ou moins lourde ou légère, qui se ventile dans une pièce et qui fait l'effet de "fumée de concert" pour marquer les projecteurs, ou faire un effet de fumée de cigarettes.

La machine à brouillard est différente, c'est vraiment une machine tout à fait particulière, puisque ce sont des gouttelettes.

Je ne pourrais pas t'en dire plus, il faudrait que tu demandes aux personnes spécialisées là-dedans, qui font les effets spéciaux de plateau, aussi dits SFX (explosion, pluie, fumée, brouillard, feu, etc.). Ils pourront vraiment t'en parler. Tu as aussi les effets spéciaux numériques (VFX) qui font du faux en 3D, informatiquement ; mais ceux qui font la fumée en vrai sur le plateau, ce sont les accessoiristes ou les équipes SFX plateau. Tu peux voir avec Les Versaillais, dont Jean-Baptiste Bonetto et Yves Domenjoud, qui font tous les films de Jean-Pierre Jeunet.

On m'avait déjà parlé des Versaillais en effet, et également de Georges Demétrau. J'en ai aussi un peu discuté avec Jean-Christophe Magnaud, qui travaille avec Philippe Hubin.

Oui, il y a effectivement George Demétrau et Philippe Hubin. Il y a aussi une boîte à Gennevilliers, à côté de Transpacam et Transpalux, qui s'appelle Flam and Co. Ils sont assez spécialistes de location, en plus de faire des effets spéciaux sur le plateau, donc tu peux aller voir le matériel à louer sur leur site ou appeler le responsable. Car je ne pourrai pas te donner le nom des machines...

J'ai également discuté avec Benoît Herlin, un accessoiriste. C'est vrai qu'il n'utilise pas tout à fait les mêmes machines que les effets spéciaux SFX. Il fait un effet léger, mais dès que c'est un effet plus important, les SFX prennent le relai.

Oui, les accessoiristes ont toujours une petite machine à fumée, ou du papier d'Arménie. Cela marche bien pour faire un petit peu de fumée dans un petit décor, par exemple de 5 par 6

mètres. Ils peuvent aussi avoir une machine à poussière, qui est assez drôle. Mais dès qu'il s'agit de mettre de la fumée dans un grand décor, comme une grande scène de musique, une salle de balle ou un grand amphithéâtre, il faut de vraies machines qui remplissent l'espace en dix secondes. Les SFX viennent vraiment pour des grosses scènes, où il y a besoin de beaucoup de machines. Il y a aussi les fameuses machines avec une bombonne de gaz de deux mètres de haut, qui est sur roulotte ou sur voiture. Tu pourrais aussi regarder sur le site de Big Bang SFX.

C'est justement le site de Jean-Christophe Magnaud et Philippe Hubin. Jean-Christophe Magnaud faisait plutôt la différence entre machines électriques et machines thermiques, au lieu d'entre machines à fumée et machines à brouillard.

Les machines électriques sont plutôt bien dans des décors intérieurs. Dès que tu es en décor extérieur, une machine électrique ne servira à rien. C'est impossible. Si tu veux faire une scène dans la forêt, cela représente 2 ou 3 machines à gaz qui doivent être bien réparties par rapport au vent, pour que chacun puisse prendre le relai. Sinon, tu n'y arriveras jamais. Eux, ils te libèrent un nuage de trente mètres par vingt en dix secondes. C'est ultra puissant, plus quelques ventilos. Et là, tu peux faire une très belle scène de brume et de brouillard dans une forêt. Mais ce sont nécessairement des machines thermiques et à gaz.

ANNEXE – 4

Entretien avec Jean-Marie Dreujou, directeur de la photographie, AFC

Réalisés de février à décembre 2020

Jean-Marie Dreujou est un directeur de la photographie français, membre de l'AFC. Il a travaillé sur une quarantaine de longs métrages, réalisés par Patrice Leconte, Jean Becker, Jean-Jacques Annaud, Éric Besnard, Gabriel Le Bomin, etc. Il a également travaillé sur des séries télévisées, publicités et clips musicaux. Jean-Marie Dreujou est mon directeur de mémoire externe ; cet entretien reflète une partie de nos échanges.

Comment éclairer une scène si l'on souhaite matérialiser des rayons lumineux dans la fumée ?

Pour que l'effet soit marqué, il est nécessaire de placer ses projecteurs à contre, 3/4 contre ou en latéral. Il faut également avoir de bonnes puissances, et surtout que les sources soient directionnelles. Des projecteurs classiques à lentille de Fresnel – qu'ils soient tungstène ou HMI – peuvent suffire, mais il est préférable d'employer des projecteurs particuliers comme les Source Four, qui sont des poursuites très directionnelles. Les miroirs peuvent aussi servir à renforcer le côté directionnel d'une source.

J'ai réalisé cet effet dans *De Gaulle*, réalisé par Gabriel Le Bomin :



Photogramme de *De Gaulle*, Gabriel Le Bomin

Dans cette séquence, nous voulions rendre compte de la chaleur de l'été de juin 1940. Les volets sont un peu fermés dans ce but, comme si les personnages se protégeaient de cette chaleur. Toutes les fenêtres sont calquées dans leur partie basse, éclairées chacune par quatre projecteurs Alpha 4 kW, afin qu'il y ait suffisamment d'entrée de lumière dans la pièce. Les parties hautes des fenêtres, cachées derrière les rideaux, n'ont en revanche pas de calques. Elles sont éclairées à bout portant par des Source Four, ce qui permet de matérialiser les faisceaux dans la fumée ambiante.



Photogramme de *De Gaulle*, Gabriel Le Bomin

Afin de bien marquer ce rayon lumineux, il est également important d'avoir une différence de niveaux de lumière significative entre l'intérieur et l'extérieur. Le faisceau ne pourra se voir que si l'éclairage extérieur qui entre par les fenêtres est plus important que l'éclairage intérieur de la pièce. En mettant de la fumée, celle-ci va rajouter de la lumière et griser l'image, dans le sens où elle va noyer la pièce et remonter son ambiance. L'idée est donc d'éclairer une base sans la fumée, puis on ajoute de la fumée et on descend un petit peu ce qu'on a compensé à l'intérieur.

D'autre part, il faut absolument que les murs du décor soient foncés, et non clairs, afin que la lumière qui révèle la matière de la fumée ressorte. Les fenêtres doivent aussi avoir une surface claire, et non martelée, sinon le rayon lumineux sera diffusé et l'effet ne marchera pas.

Lorsqu'on tourne en studio, l'éclairage n'est pas évident à faire car la lumière ne rebondit pas du tout de la même manière qu'en décor naturel. Dans un véritable appartement, la lumière va forcément rebondir sur les plafonds qui sont généralement blancs, ce qui fait revenir la lumière. Pour un éclairage naturaliste en studio, j'aurais ainsi tendance à revenir par le haut comme dans la réalité. Or, on n'a généralement pas de plafond en studio, et la lumière ne peut pas rebondir dessus comme elle devrait le faire. Si on la rattrape trop au sol, cela créera des ombres qui ne sont pas très logiques. Il faut y faire attention.

En l'absence de plafond, la lumière partira donc plus vite et les images auront tendance à être plus contrastées. Si l'on souhaite faire des images assez claires et joyeuses en studio, il faut vraiment rééclairer à l'intérieur, mais pas trop non plus, au risque de former des ombres non désirées sur les murs. C'est un bon équilibre à trouver !

Un faux plafond en studio permet donc de ramener de la lumière dans la pièce, même avec une toile de spy. C'est également très utile pour canaliser la fumée, car sans plafond, la fumée a tendance à partir très vite. Plafonner la pièce permet alors de tenir un même niveau de fumée plus facilement.

Il est tout à fait possible de marquer la fumée directement avec le soleil, notamment lorsqu'on n'a pas beaucoup de budget. C'est ce que j'ai fait dans *Nos Patriotes*, également réalisé par Gabriel Le Bomin :



Photogramme de *Nos Patriotes*, Gabriel Le Bomin

Ces faisceaux lumineux dans l'église sont uniquement matérialisés par le soleil. Pour profiter du soleil comme cela, il faut absolument prévoir le bon horaire de tournage. Le fait qu'il y ait plusieurs rayons – au lieu d'un seul – est dû aux vitraux, qui font comme une découpe.

Dans Le Dernier Loup, réalisé par Jean-Jacques Annaud, le passage de la meute de loups chassant le troupeau de chevaux est plongé dans le blizzard. Comment la fumée a-t-elle été employée ?

La fumée nous permettait de mieux se plonger dans cet univers de blizzard. Jean-Jacques souhaitait qu'on se retrouve tout à coup perdu, exactement comme lorsqu'un orage arrive en Mongolie. Nous avons d'ailleurs vécu ce phénomène en repérages, où la nuit semble tomber d'un seul coup et où les repères disparaissent.

Notre décor était encerclé par ce que j'appelle des boas, des gros tuyaux en plastique souple gonflés avec de l'air et percés sur toute leur longueur. Ils peuvent faire 100 mètres de long. La fumée qui sort par les trous se disperse sur un grand espace en permanence. Cette technique permet d'enfumer tout un fond de décor, mais exige beaucoup de personnel pour être mise en place. Nous n'avions pas vraiment besoin de la fumée pour les avant-plans, car nous avions déjà de la neige qui se suffisait à elle-même la plupart du temps.

Excepté pour un plan en particulier : quand les chevaux en furie semblent sortir de nulle part à travers un grand mur de fumée. Ce plan a aussi été réalisé avec les boas : il y en avait de chaque côté du cadre, afin d'avoir toujours de la fumée quel que soit le sens du vent tournant. Jean-Jacques souhaitait également que les chevaux sortent du noir, ce qui a été compliqué à la lumière car il ne fallait alors pas éclairer cette fumée. Or c'est complexe d'avoir une fumée noire, car dès qu'on met une matière, la lumière se reflète dessus.

De plus il fut très difficile de faire galoper un troupeau de chevaux de nuit, les dresseurs ont fait un travail formidable. Vu la complexité de cette séquence – qui nous a pris 5 semaines – nous tournions à plusieurs caméras à chaque fois, jusqu'à 6 ou 7 caméras simultanément.

D'autre part, la fumée permettait de matérialiser les faisceaux lumineux des lampes torches des cavaliers. Nous tournions généralement de nuit, car elles ne se seraient jamais vues en plein jour. Ces lampes torches ont été fabriquées exprès pour être assez puissantes et délivrer 5,6 de diaphragme sur les personnages. C'était nécessaire car je tournais en grande vitesse, avec des zooms et des Rig 3D, ce qui fait que je me retrouvais vite à pleine ouverture, à 2,2 ou à 2,8. Donc les lampes torches devaient être assez puissantes pour constituer mon *key light*.

Une fois cela trouvé, j'ai su de combien je devais sous-exposer ma *fill light*, c'est-à-dire la nuit. Je ne pouvais pas me permettre de ne rien éclairer, car on n'aurait rien vu de l'action, ce qui n'était pas le but. La lumière devait servir la dramaturgie de la séquence.

J'avais mis deux Soft Sun 100 kW HMI et trois 50 kW HMI sur des grues de chantier, donc les sources étaient très hautes en plus d'être très diffusées. Elles éclairaient toute la surface où évoluaient les chevaux, les loups et les comédiens. Ce projecteur a l'avantage de pouvoir varier en intensité sans changer de température de couleur ; je pouvais alors les dimmer de 100% à 0%. Cela nous a permis de garder la même intensité lumineuse tout au long de ce large espace de jeu, notamment lors des grandes courses de chevaux. C'était une grosse installation, car chacun de ces projecteurs nécessite un groupe électrogène. Mais c'était très efficace, et cela nous a permis de tourner de longs plans en même temps.



Photographie de plateau de *Le Dernier loup*, Jean-Jacques Annaud
Deux projecteurs sont visibles au bout des grues de chantier.

Pour quelques plans très spécifiques, j'ai utilisé des Fresnel pour reproduire la couleur de la lampe torche sur les chevaux ou les loups. Sur certains plans serrés, j'ai également employé des projecteurs en réflexion sur des toiles. Je n'ai fait aucun contre-jour en lumière directe ; ce n'était que de la lumière diffusée ou réfléchi. Le principe était d'être dans le blizzard, donc je ne voulais pas marquer de direction de lune, par exemple.

Parmi les autres films dont tu as signé l'image, quels autres effets as-tu réalisés grâce à la fumée ?

Dans *Les Enfants du marais*, réalisé par Jean Becker, je me suis servi de la fumée pour reproduire l'hiver en plein été. Nous devions tourner les séquences d'hiver pendant l'hiver, mais le tournage avait été décalé et nous nous retrouvions alors en été... La production avait préféré ne pas faire de coupure pour attendre l'hiver. Donc nous devions trouver une solution satisfaisante. Nous avons finalement opté pour tourner avant le lever et après le coucher du soleil, de rajouter de la neige et d'enfumer tout le marais. De grosses machines à fumée sur des bateaux étaient placées en arrière-plan, et permettaient de couvrir le marais de brouillard artificiel.



Photographie de plateau de *Les Enfants du marais*, Jean Becker.
Les machines à fumée se devinent en arrière-plan.



Photographie de plateau de *Les Enfants du marais*, Jean Becker.
Le résultat obtenu après enfumage du marais.

Sur *Sa Majesté Minor* de Jean-Jacques Annaud, la fumée m'a facilité un raccord entre extérieur et studio au sein d'une même séquence. A la fin du film, Minor s'enfuit dans un marais : jusqu'à la mort de son ami Karkos, nous tournions dans un véritable cours d'eau que nous avons enfumé. Lorsque Minor continue sa route et s'accroche à l'arbre, nous basculions en studio jusqu'à la fin de la séquence. L'ensemble était noyé dans la fumée, ce qui m'a permis de raccorder plus facilement les deux. Je suis assez fier de cette séquence, d'ailleurs.

Le cours d'eau extérieur n'était pas très large, donc il n'y avait pas besoin de mettre les machines à fumée sur des bateaux comme pour *Les Enfants du marais*. Cinq ou six personnes étaient chargées de produire la fumée depuis les berges, chacune avec une machine portative et des bombonnes de rechange dans leur sac à dos. Cela leur permettait d'être très mobiles, et de se déplacer rapidement en fonction du sens du vent. Le vent est toujours un problème lorsqu'on tourne en extérieur.

En studio, il y avait de la fumée en permanence. La forêt avec les nymphes était constamment baignée de brume, formée par ce qu'on appelait des couscoussières.

Que t'évoquent la brume, le brouillard ou la fumée en tant que chef opérateur ?

A première réflexion, un rajout dans l'image, qui peut être naturel ou artificiel. Si dans une image toute nette, il y a d'un seul coup de la brume ou de la fumée, cela rajoute un élément de relief. En revanche, j'essaye de maîtriser cet élément au mieux, car dans un film il faut pouvoir raccorder tout au long de nos plans. Il y a une grosse réflexion à avoir en fonction des plans à faire et des focales utilisées. Picturalement, ce sont des phénomènes – surtout s'ils sont naturels – qui me plaisent bien.

Dans *La Danse de la réalité*, film assez poétique réalisé par Alejandro Jodorowsky, la dernière séquence est assez significative de ces accidents naturels, qui peuvent être incroyables. A la fin, le Jodorowsky "grand-père" et le Jodorowsky "enfant" partent sur une barque vers on ne sait trop où, peut-être vers l'au-delà. Alejandro souhaitait qu'on ne puisse pas distinguer le fond du décor. L'idéal aurait été de mettre de la fumée partout avec des bateaux, comme sur *Les Enfants du marais*. Mais c'était assez compliqué, car nous tournions au Chili au bord du Pacifique et les lieux étaient très vastes.

Et puis le matin du tournage, il y a eu de la brume naturelle. Tout le monde s'est pressé pour se préparer : l'équipe technique, le bateau, le maquillage pour avoir un homme déguisé en squelette... C'était le gros stress car je savais que si la marée bougeait, la brume pouvait s'en aller très vite. Nous avons vite commencé à tourner. Le plan était un plan-séquence qui dure assez longtemps, donc il ne fallait pas le louper, notamment au point. Après plusieurs prises, nous avons finalement eu le plan : on voyait vraiment le bateau qui partait dans l'au-delà, avec cette brume naturelle qui devenait surnaturelle. C'était vraiment incroyable. Puis la brume s'est levée ! Elle est restée environ 3 heures, juste le temps du tournage. C'était assez exceptionnel, et cela fait partie des moments incroyables qui peuvent arriver.



Photographie de plateau de *La Danse de la réalité*, Alejandro Jodorowsky.

Je pense que nous avons pu vivre cette expérience-là du fait que c'était un film à petit budget, peut-être 800 000 € ou 1 million d'euros. Si le film avait eu un gros budget, cela aurait certainement impliqué une équipe plus lourde et plus lente à mettre en place, et je ne suis pas certain que nous aurions réussi à tourner avec cette brume naturelle.

Dans *Nos Patriotes*, j'ai également eu de la brume naturelle. C'était aussi de la chance mais en montagne, c'est un phénomène climatique plus courant. La brume était bien tombée pour évoquer la fuite des tirailleurs sénégalais vers la Suisse face aux Allemands.



Photogrammes de *Nos Patriotes*, Gabriel Le Bomin.

Il arrive parfois qu'on interroge des météorologues pour savoir s'il y aura de la brume naturelle, car elle est souvent difficile à prédire. Les personnes habitant sur les lieux sont également des aides précieuses, car elles sont habituées et connaissent bien leur environnement et leur climat.

La brume naturelle est constituée de gouttelettes d'eau en suspension dans l'air, alors que la fumée comporte des particules solides. Du point de vue du chef opérateur, cela change-t-il vraiment quelque chose au niveau de la lumière ?

Oui, cela change. Le rendu est différent entre l'encens, la vapeur, la vraie poussière, les différentes machines à fumée, les différents liquides, les fumées ou brumes naturelles, etc. A une époque on utilisait de la farine pour faire de la fumée, la consistance « rendait très bien », même si ce n'était pas bon pour les poumons.

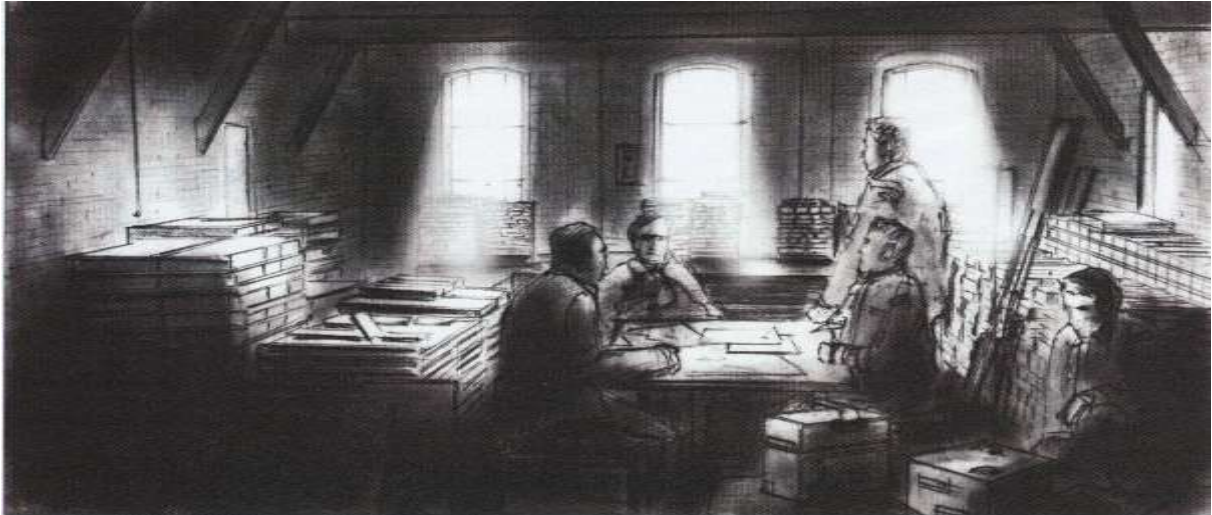
Le choix va dépendre de l'effet qu'on veut. Si on souhaite faire des effets marqués par les rayons, on partira plutôt sur une machine à fumée ou de l'encens. Par exemple, la machine à fumée Crack-Oil DF-50 fournit un niveau de fumée assez stable. Une machine à vapeur de type couscoussière ne fera pas la même chose. L'encens est parfois utilisé avec un *beesmoker*, un appareil qui sert à enfumer les ruches. Il y a des charbons ardents à l'intérieur, au-dessus desquels on place l'encens. Cela produit une fumée assez dense et agréable, mais délicate à utiliser : si les charbons ne sont pas assez chauds, la fumée dégagée peut vite racler la gorge. Sur le tournage de *Pondichéry, dernier comptoir des Indes*, l'accessoiriste utilisait seulement une grande coupelle dans laquelle il jetait l'encens pour faire de la fumée. Il avait une belle maîtrise de cette technique, c'était assez épatant.

Dans *600 kilos d'or pur*, il y avait une séquence où je ne voulais pas que le soleil entre dans la jungle de Guyane. Le seul moyen d'éviter cela était de recouvrir l'ensemble de fumée. Le superviseur des effets spéciaux George Demétrau avait caché plusieurs tuyaux qui montaient derrière les arbres, pour ne pas les avoir dans le champ. C'était un gros travail.

Dans les films que tu as faits, qui demandait spécifiquement de mettre de la fumée ? Le réalisateur ou toi, en tant que chef opérateur ?

Cela se passe toujours de la même manière. En préparation, nous définissons la direction artistique du film avec le metteur en scène, puis nous mettons les choses en œuvre à l'image. Si la direction artistique choisie inclut des rayons de fumée qui marquent, alors nous savons qu'il faudra des projecteurs spécifiques, mettre de la fumée, etc. Ce ne sera pas vraiment à la demande du metteur en scène, mais ce sera en adéquation avec ce qu'il aura demandé en préparation, selon l'univers visuel qui a été défini pour le film.

Quand nous choisissons le look du film pour *De Gaulle* pendant la préparation, divers visuels et dessins ont été mis en place. Comparés aux photogrammes du film, c'est assez proche. Par exemple ici, on voit bien que le réalisateur voulait de la fumée qui soit marquée :



Dessin de préparation de *De Gaulle*, Gabriel Le Bomin



Photogramme de *De Gaulle*, Gabriel Le Bomin

D'autre part, il m'est arrivé de tourner avec de la fumée toute la journée – voire sur plusieurs jours – et cela peut fatiguer les acteurs ou leur changer un peu la voix. A ce titre, il faut vraiment avoir de bons arguments pour employer de la fumée. Cela fait partie des choses sur lesquelles il faut absolument être en accord : un acteur ne peut pas découvrir au dernier moment qu'une scène sera entièrement jouée dans la fumée, il faut qu'il soit prévenu avant.

Quelle est ton approche de l'exposition et ton utilisation des outils de mesure, surtout avec du brouillard et de la neige ? Un autre opérateur me disait qu'au temps de l'argentique, quand il tournait dans la neige ou le brouillard, il se fiait beaucoup à son œil car sa cellule et son spotmètre donnaient des mesures erronées.

C'était toujours délicat en argentique, car les appareils de mesure n'étaient plus vraiment adaptés. On se fiait plutôt à notre expérience et à notre œil, qu'on avait « étalonné » en faisant

des essais au préalable. La fumée ramène beaucoup de lumière et a tendance à surexposer, donc il ne fallait pas hésiter à fermer un peu plus que d'habitude – idem pour la brume.

Depuis qu'on travaille en numérique, je me fie beaucoup aux écrans de contrôle pour avoir le rendu. C'est beaucoup plus facile pour poser la fumée et la raccorder.

Tourner dans le brouillard, ce serait à la limite comme tourner sous l'eau, c'est un effet à part entière. Les normes et les bases techniques habituelles sont totalement chamboulées. La cellule en mesure incidente ne marche plus dans ces cas-là, car la fumée agit comme une diffusion devant les projecteurs. Le flux lumineux qui parvient à la cellule est alors tronqué, et elle mesure moins de lumière, ce qui fausse le résultat. Pour autant, l'image globale sera plus claire qu'à la normale, parce qu'elle est remplie de fumée.

Mais cela dépend beaucoup d'autres paramètres : comment on éclaire, si le décor est clair ou non, etc. La fumée éclairée en total contre-jour sera beaucoup plus blanche, par exemple.

C'est pour cela que l'œil est notre véritable outil. Quand on tourne avec de la fumée, on ne lance l'action que lorsque la fumée est correcte pour toutes les caméras. C'est vraiment quelque chose qu'on fait à l'œil. Parfois on peut même attendre 3 ou 4 minutes, en fonction du vent, de la densité, du décor, etc.

Comment raccorder des plans lorsqu'on emploie de la fumée ?

La plus grande difficulté quand on tourne avec de la fumée, c'est effectivement de raccorder les focales. Pour moi, c'est une vraie problématique, car le niveau de fumée ne rendra pas pareil selon qu'on est en courte ou en longue focale. Avec une focale longue, il y aura peut-être une sensation d'un peu trop de fumée par rapport à une focale plus courte.

Le niveau de fumée ressenti à travers la caméra sera également différent en fonction des axes, donc il devient vite compliqué d'assurer une continuité. C'est pourquoi il vaut mieux avoir une personne entièrement dévouée à la fumée sur un tournage, et non un accessoiriste qui a également autre chose à faire. Ce fut le cas sur le tournage de la série *La Vérité sur l'affaire Harry Quebert*, que j'ai tournée au Canada : la personne qui s'occupait de la fumée me demandait chaque matin le niveau que je souhaitais avoir dans le décor, et il me raccordait exactement la même chose toute la journée, qu'on soit dans un axe ou dans un autre.

Lorsqu'on travaillait en argentique, il fallait être extrêmement vigilant sur les raccords de fumée entre les plans et les focales, car on ne pouvait pas retravailler le contraste en post-production. Il était imprimé, contrairement à la densité ou la couleur qu'on pouvait modifier. Il était parfois impossible de tourner à 2 ou 3 caméras simultanément, car les niveaux de fumée auraient été différents d'un plan sur l'autre, selon la focale et l'axe.

Depuis l'arrivée de l'étalonnage numérique, il est possible de retravailler le contraste et de raccorder là où l'argentique ne le permettait pas. Un plan qui contiendrait trop de fumée pourra être rattrapé en le recontrastant, par exemple. En revanche, s'il y a vraiment trop de fumée, on ne pourra rien faire car l'image sera grisée. À l'inverse, quand il n'y en a vraiment pas assez, on ne pourra pas en rajouter à l'étalonnage.

La fumée est donc un outil qu'on utilise avec parcimonie, parce qu'elle est délicate à mettre en œuvre. La limite entre le « trop » et le « pas assez » n'est pas facile à trouver, surtout lorsqu'on l'emploie pour de la diffusion sans la voir pour autant. Comme la fumée est directement enregistrée sur le plateau, le retour en arrière peut être très compliqué. Néanmoins l'étalonnage numérique, ainsi que les écrans de contrôle sur le plateau, rendent l'ensemble plus maîtrisable. Dans la dernière image du film *Deux Frères* par exemple, le rayon lumineux qui traverse la canopée a été rajouté en postproduction.

Utilises-tu des filtres particuliers en complément de la fumée ? Par exemple sur la séquence du Dernier loup dans le blizzard ?

Je n'avais pas du tout mis de filtres sur cette séquence. En général, c'est assez rare que je mette un filtre avec de la fumée. Sauf pour la série *La Vérité sur l'affaire Harry Quebert*, où Jean-Jacques Annaud voulait vraiment différencier les séquences qui se passent en 2000 de celles qui se passent en 1975. Pour ces dernières, en plus de la fumée, j'ai mis de vieux filtres dont on se servait dans ces années-là, des Low Fog et des Low Contrast.

Dans Sa Majesté Minor, as-tu employé des filtres de type White Promist dans les séquences avec les nymphes ? Elles semblent nimbées d'une lumière divine.

Non, car la diffusion de la brume suffisait pour évoquer ces scènes dans la vapeur. En revanche, on avait peut-être utilisé un effet spécial pour qu'on ne voit pas leurs sexes : elles sont probablement un peu floutées à cet endroit.

Comment gérez-vous le bruit des machines à fumée sur le plateau ?

Généralement, juste avant de tourner, nous mettons la machine à fumée ailleurs, que ce soit dans la pièce d'à côté ou derrière une feuille de décor. Non seulement pour le bruit, mais aussi parce que les machines ont tendance à cracher un petit jet de fumée inopinément. Il est souvent compliqué de rajouter de la fumée en cours de plan – s'il dure longtemps, par exemple – car cela s'entendrait au son.

En revanche, à partir du moment où il y a des VFX sur le tournage, le son est généralement doublé en post-production. Il n'y a donc plus de problème avec le son sur le plateau, ce qui permet même aux SFX d'utiliser des grosses hélices d'avion comme ventilateur, qui font un bruit d'enfer.

Sur *Le Dernier loup*, c'est d'ailleurs ce qu'ils avaient employé :



Photographie de plateau de *Le Dernier loup*, Jean-Jacques Annaud
Le gros ventilateur de type hélice d'avion se trouve sur la droite de la photo.

ANNEXE – 5

Entretien avec Éric Guichard, directeur de la photographie, AFC

Réalisé le 23 mai 2020

Éric Guichard est un directeur de la photographie français, membre de l'AFC. Il a travaillé sur plus d'une trentaine de longs métrages, ainsi que des fictions télévisées et des documentaires. Il a notamment reçu le César de la meilleure photographie en 2000, en collaboration avec Jean-Paul Meurisse, pour Himalaya, l'enfance d'un chef réalisé par Éric Valli. Il a plus récemment travaillé avec Nicolas Vanier, Didier Le Pêcheur, Laurence Katrian et Arnaud Sélignac.

Dans Himalaya, l'enfance d'un chef, il y a des passages tournés en brume naturelle, peux-tu en parler ?

Oui, c'est le seul film, avec *Belle et Sébastien*, où on a eu de la chance comme cela. Dans le scénario d'*Himalaya*, il y avait la problématique de changer de saison, de passer du beau temps à l'hiver. Évidemment le plus simple était la neige, autrement dit qu'ils atteignent les cols avec le début des premières neiges. C'était l'option idéale pour la transition scénographique, et aussi en termes d'image : en un plan on racontait tout cela.

Il se trouve que la neige ne venait pas, elle tardait. On était très ennuyé, et on a commencé à travailler sur d'autres idées de transition, ça a été assez compliqué. Et un matin, on se réveille – on se levait toujours très tôt, c'était 5h du matin maximum, voire 3h30 pour les personnes du trek – et le décor était couvert d'un petit manteau de neige. Évidemment, c'était parfait.

On avait repéré un endroit qui nous intéressait, donc on réveille tout le monde en catastrophe, on s'installe et on va récupérer les yaks, puisqu'il fallait une colonne de yaks dans le plan. Le problème était qu'ils ne dormaient pas dans le campement, ils partaient tous les soirs en pâture et cela leur arrivait d'aller très loin, donc cela prenait énormément de temps. Après 2 ou 3 heures, la chaleur est arrivée et le petit manteau de neige a fondu. Tout le monde déprimait un peu, surtout Éric le réalisateur, car il avait l'impression que les choses ne s'étaient pas mises en place assez vite.

On va pour remballer, mais je dis « Non, on n'a rien à faire d'autre de toutes manières, en tout cas on est installé pour ça, alors je propose qu'on répète, comme ça on aura toutes les marques ». Car il fallait absolument que la colonne d'une trentaine de yaks soit en silhouette à flan de la colline. Et pour que ces silhouettes soient à la bonne place, ce n'est pas aussi évident

que ça, il fallait faire des repères pour vraiment suivre la ligne de crête par rapport à l'axe de la caméra.

Alors qu'on faisait ce travail, d'un seul coup, je vois du brouillard dans les premiers sommets du fond. Je me dis que c'est intéressant : ce brouillard pouvait nous arriver dessus, vu que la chaleur montait très vite. Là où j'ai été surpris, c'est la vitesse à laquelle il est arrivé ! En fait, il était sur nous quelques minutes après. Donc au lieu de répéter, on a tourné ce plan absolument magique, avec cette brume qui vient petit à petit recouvrir le décor.

Pour moi, ça a été un moment magique, qu'on n'aurait jamais pu faire autrement. On n'avait pas du tout les moyens de recréer un nuage de brume, on n'avait pas de machines suffisamment puissantes pour faire ça. Cela a été un moment assez extraordinaire et c'est vraiment, je trouve, une des plus belles transitions du film, cette entrée dans le début d'hiver. Et en plus sans trucages, c'est fait naturellement. Pour moi, c'est l'anecdote la plus jolie du cinéma.

Cela marque aussi le fait qu'il faut être tenace. Bien sûr, il faut avoir de la chance, mais si on s'était écouté dans les premiers instants, si on n'avait pas réfléchi un petit peu, on aurait plié la caméra, on aurait tout remballé et on aurait raté cet instant incroyable.

Parfois tenir en disant « Non, on va attendre encore un peu, j'ai le sentiment qu'il va se passer des choses », c'est ça le cinéma. C'est le travail de l'opérateur parfois d'aller titiller un petit peu sa bonne étoile.

Vous n'avez fait qu'une prise ?

Ah oui ! On n'a fait qu'une prise. C'était impossible après, le brouillard est vraiment tombé et on ne voyait plus rien, on ne pouvait pas la refaire. On avait deux caméras en place, et on n'a fait qu'une prise. C'est une petite anecdote, mais il en ressort une chose, c'est que la ténacité peut payer et qu'il faut savoir attendre, même si aujourd'hui c'est plus difficile. Surtout qu'après des phénomènes météorologiques comme la pluie ou le brouillard, une fois qu'ils sont dissipés ou que la pluie s'est arrêtée, les couleurs sont très chatoyantes. C'est très vif, c'est vraiment très beau.

Je me souviens d'une autre scène où c'était vraiment intéressant, sur *Latcho Drom*, mon premier long métrage. C'est un film musical sur l'histoire des gitans à travers le monde. En Hongrie, on avait repéré un décor de plaine avec un château au-dessus, qui plaisait beaucoup à Tony [Gatlif, le réalisateur]. Cela exprimait pour lui beaucoup de choses pour le film. On avait une vieille dame qui marchait dans la neige, pieds nus – là on avait de la neige, il n'y avait pas de souci. Elle était censée être rescapée des camps de concentration, donc on avait installé des barbelés partout, avec le château en arrière-plan.

Et d'un seul coup, le brouillard arrive et le château disparaît. Tony pensait que sans le château, le plan n'avait plus aucun intérêt. Pareil, ça a été une petite bataille de temps. Je lui ai demandé qu'on ne casse rien et qu'on attende, car j'étais sûr que la brume se dissiperait et qu'on allait redécouvrir le château à travers.

C'est ce qui s'est passé, et c'est dix fois plus magique. C'est-à-dire que le château tel qu'on l'avait vu et repéré, c'était joli, c'était une belle image, mais cela restait un petit peu classique. Le fait que le brouillard soit toujours là, un peu présent, et que le château se découvre dans ce brouillard... cela donne une force à l'image absolument incroyable. Prenons parfois le temps de se dire : les événements naturels peuvent nous aider. Évidemment quand on est trois, on peut attendre et voir comment la brume réagit. Mais quand on est une trentaine ou une cinquantaine, c'est beaucoup plus difficile d'être tenace.

Après il a fallu lancer la vieille dame au bon moment, un peu comme pour le plan d'*Himalaya*, c'est un petit peu le coup de chance. Elle commence à marcher, on l'accompagne et au moment où l'on va découvrir le château, la brume se dissipe légèrement et on voit le château en transparence.

Aujourd'hui on pourrait le faire en trucage numérique. Les effets visuels ont beaucoup changé la donne de la création artistique. Mais entre un plan à zéro euro et un plan à peut-être quelques milliers d'euro – parce que c'est très cher –, parfois c'est mieux d'attendre.

Les VFX sont un des points que j'aimerais aborder plus en détails.

Les VFX sont intéressants. On peut commencer une séquence dans la brume, en tout cas un léger brouillard, mais qui se dissipe au fur et à mesure, avec la chaleur qui monte. Et effectivement après pour raccorder ce n'est pas simple. Sur les gros plans on peut travailler avec une machine à brouillard, rendre les fonds les plus flous possibles pour qu'on ne sente pas les matières. Mais souvent la couche de brume que les VFX rajoutent permet d'harmoniser l'ensemble.

C'est plus un problème d'harmonisation entre les plans pour pouvoir tenir une continuité. C'est vrai qu'aujourd'hui c'est un complément. Ce n'est pas que c'est indispensable, mais si on n'a pas eu de chance, si on n'a pas pu tenir la séquence, c'est un élément primordial.

Moi qui fais pas mal de films natures, évidemment dans certains plans j'en ai rajouté, j'ai continué avec du brouillard numérique. C'est très au point maintenant d'ailleurs.

Justement je me demandais : je sais que recréer de l'eau numériquement est très compliqué, est-ce que le brouillard est aussi complexe ?

En fait cela reste complexe, mais ça n'a pas la difficulté de l'eau et du feu. Ces deux éléments sont encore extrêmement compliqués à gérer. Je trouve que dans le feu, on a fait des progrès mais on n'y est pas encore. Pour l'eau, c'est sûr qu'il y a eu de grandes avancées. Après c'est quand même une matière que l'on peut filmer facilement, donc on peut se servir de textures.

Mais le brouillard, c'est très au point. Peut-être que le défaut du brouillard numérique, c'est qu'il n'y a pas ce coefficient d'humidité sur les personnages, comme quand on filme en brouillard naturel. C'est vrai qu'une vaporisation légère peut vraiment aider, sur les vêtements, les cheveux... Moi, j'aime bien faire une séquence de brouillard, si elle est maîtrisée et qu'on a

les outils pour le créer. Dans ce cas, j'aime bien rajouter un peu d'humidité dans l'air, avec des machines qui font de la brumisation.

Ces machines à brumisation créent des particules d'eau dans l'air ?

C'est exactement ça. Il faut les mettre assez loin pour que, lorsqu'elles arrivent sur le comédien, cela reste vraiment très brumisé et non transformé en eau. Après il faut qu'il fasse un peu froid, il y a des conditions pour que cela marche, évidemment. Mais je trouve que cela rajoute de la matière, surtout sur les gros plans, ce que ne peuvent pas faire les VFX.

Sur les plans larges ce n'est pas très important, parce que le brouillard suffit. Mais dans les plans serrés, ça aide un petit peu à renforcer ce côté humide qu'on ressent quand on est dans le brouillard. Car quand tu entres dans le brouillard tu deviens humide ; si tu frottes ta veste, tu as de l'eau dessus. Moi j'aime bien, et les VFX ne peuvent pas le faire.

C'est quelque chose que tu as fait dans Himalaya ?

Non, on n'en avait pas les moyens. On a eu des machines à neige, des propulseurs, qui envoyaient de la vraie neige sur les comédiens. C'était horrible. Ce n'est pas possible de faire cela sur des comédiens professionnels, ici en France, c'est extrêmement agressif. Mais eux, c'était leur vraie vie¹⁷⁸, c'était presque naturel de projeter de la neige pour faire une fausse tempête. Si on leur avait projeté autre chose, ils n'auraient pas compris.

On a fait une partie en studio dans *Himalaya* : il y a des raccords directs entre des séquences réelles de prises de vues, où on a vraiment tourné sous la tempête, et des parties studio qu'on a recréées après coup, parce qu'il n'y avait plus de neige et plus assez de temps pour faire ces plans.

Cela a été très compliqué à gérer, parce que la qualité de la brume et de la lumière étaient difficiles à recréer. Surtout qu'à l'époque, je n'avais pas les effets numériques avec moi. Il y a je ne sais plus combien de plans, toute la fin de la tempête je crois, qui est en studio. Le spectateur lambda ne le voit pas, mais moi si, parce que je le sais. Cela a été très laborieux, on en a bien bavé. C'était un grand studio de 800m², on a recréé de la neige au sol, ainsi que le vent et le brouillard. C'était sur la couleur de la neige que j'avais beaucoup de mal. Je n'avais pas les outils numériques d'étalonnage à l'époque, et cela m'a bien manqué. Mais le tout fonctionne plutôt pas mal.

Les raccords sont plutôt fluides je trouve, en tout cas je n'ai pas forcément vu la distinction. Donc vous aviez vraiment tourné dans une tempête ?

Oui, bien sûr, on a tourné dans une vraie tempête ! Malheureusement elle n'a duré qu'une très grosse matinée. On a fait des plans que l'on n'aurait jamais pu faire sans... On n'avait absolument pas les moyens techniques de faire du brouillard, ou de faire des plans larges où on

¹⁷⁸ La plupart des acteurs du film sont des comédiens amateurs, qui jouent un rôle très proche de leur vraie vie.

projet de la neige. Et à l'époque, les trucages numériques n'étaient pas encore capables de faire cela.

Le matin où on a eu cette vraie tempête, on avait tout bien préparé et on savait exactement ce qu'on voulait faire. On a tourné une bonne dizaine de plans. A la fin, il en restait deux assez serrés à faire, mais il était 14h, on avait faim et on était épuisés de fatigue, car on avait commencé à 6h du matin dans des conditions extrêmes. Je pensais qu'il fallait au moins finir ces deux plans, mais la production a décidé de faire la pause déjeuner. Quand on est revenu, la tempête était terminée, donc il a fallu tricher sur ces deux gros plans pour pouvoir raccorder entre la vraie tempête et la fausse tempête. Et après, il y a eu ces plans en studio pour finir cette séquence, car on n'a plus jamais eu l'occasion d'avoir une vraie tempête.

Sur *Belle et Sébastien* aussi, on a tourné dans des conditions météo très dures. Il y a des metteurs en scène qui ne sont pas du tout à l'aise pour tourner en trucages numériques, parce que tu ne les vois pas sur le plateau, tu n'as pas ces sensations. Il faut dire que quand tu te prends de la vraie neige glacée, la manière dont tu réagis n'est pas du tout la même. Tu peux certes montrer des images aux comédiens et leur expliquer comment cela se passe dans une vraie tempête, mais cela reste très compliqué.

Pour les plans en studio, tu disais que vous aviez recréé la neige, le vent et le brouillard. Comment as-tu fait ton éclairage pour matcher avec les plans extérieurs ?

J'ai fait un plafonnier de lumière. A l'époque, c'était principalement des Space Lights, et c'était justement ça la difficulté : éclairer en artificiel alors que là-haut en extérieur, j'ai utilisé la 250D, donc la pellicule lumière du jour, pour éviter d'avoir à filtrer. Parce que si tu tournes en pellicule artificielle et que tu filtres, ta gamme de couleurs n'est pas très équilibrée. Et puis j'aimais bien le contraste de la 250D, qui était assez beau. Elle avait aussi un avantage par rapport aux bleus du froid, qui étaient un peu calmés. Car lorsque tu tournes à l'ombre avec du brouillard, très rapidement ton image devient bleue, un peu comme sous l'eau.

Aujourd'hui en studio, évidemment tu sortirais les SkyPanels d'Arri pour faire un plafonnier, en choisissant une lumière du jour. Mais à l'époque, malheureusement ça n'existait pas, et il a fallu que je tourne en pellicule artificielle en 500, parce que tout était éclairé en artificiel. Alors j'ai mis un huitième ou un quart de bleu sur les projecteurs pour refroidir un petit peu l'image, mais évidemment l'équilibre n'était pas aussi simple à faire qu'en extérieur.

Si j'avais tout tourné en studio, le problème ne se serait pas posé, j'aurais été cohérent du début à la fin. Mais là, je mélangeais des plans studios avec des plans tournés en extérieur, donc ça a été compliqué. Et, encore une fois, parce que je n'avais pas les outils du numérique. On parle des années 1998-1999.

Cela dit, aujourd'hui encore, je ne prône pas les effets visuels à tour de bras. Je trouve que ce sont des additifs formidables et très créatifs, mais très contraignants aussi. Le plan truqué est à 10 images près, donc c'est une bataille pour faire durer un plan, ou pouvoir en faire plusieurs. Souvent les effets visuels sont en fait limités dans la durée car ils coûtent très chers. Et donc même si cela aide beaucoup, rien ne vaut un plan fait comme cela, sans artifice.

Surtout, les outils numériques sont plus faciles à gérer aujourd'hui que ne l'était le 35 mm perdu dans la montagne de l'Himalaya, où tu as des retours de rushes trois semaines après.

Et je peux te dire que concernant l'exposition, je n'en menais pas large. J'ai beaucoup travaillé à l'œil ; j'avais un spotmètre en plus, mais ma cellule ne comprenait rien à ce qui se passait. D'autant que les masses de brouillard qui passent sur ta cellule ne sont pas les mêmes que celles qui sont au fond. J'ai quasiment exposé à l'œil dans le viseur pour ce plan-là¹⁷⁹, parce que le reste ne fonctionnait pas bien : si tu prenais au spotmètre, tu tapais dans le blanc à 32 ou plus, puis si tu mettais 32 dans la caméra, tu voyais bien que cela n'allait pas. Donc j'ai fini par prendre une exposition moyenne à l'œil dans le viseur.

Après à l'époque, on avait de la marge. Je prenais la 250D à 200 par exemple, donc j'avais un négatif plutôt bien rempli. Cela veut dire que tu te retrouves en lumière de tirage autour de 32/34, donc jusqu'à 50, tu as quand même une grosse marge. Je n'ai pas souvenir sur ce plan d'avoir eu à me poser la question de décaler la tireuse ou quoique ce soit.

Ça me surprend que tu n'aies pas utilisé le spotmètre. Il y a trois ans, une étudiante avait fait un travail sur le rendu de la neige naturelle¹⁸⁰, et les chefs opérateurs qu'elle avait interrogés semblaient ne pas utiliser la cellule mais plutôt le spotmètre. Je pensais que ce serait la même chose avec le brouillard.

Là, pour le coup, si je visais le sol avec le spotmètre, déjà le brouillard absorbait et diffusait de la lumière, alors il était dans les choux. La cellule me donnait un niveau de lumière qui était déjà une base, quand même. Disons qu'à partir du moment où la cellule me donnait 8 de diaph, et en affichant 8, j'ai certainement dû me dire que j'étais trop clair dans mon viseur, donc j'ai dû fermer à 11 ou 11^{1/2}. Mais le spotmètre, dans ce cas-là, ne m'a pas servi.

En revanche je m'en suis pas mal servi sur *Belle et Sébastien*, par exemple pour mesurer la neige, justement. J'aime bien la mesurer au spotmètre, cela m'amuse beaucoup. Le premier *Belle et Sébastien* était en pellicule, j'avais tendance à mesurer la neige et à surexposer de 2 diaphs. Parce que je savais que, quoiqu'il arrive, la neige serait dans la courbe d'exposition et que je ne serais pas sous-exposé. Le danger de la neige, c'est vraiment la sous-exposition. Le souci que j'ai souvent vu dans les films qui se passent dans la neige, c'est qu'ils étaient denses et un peu écrasés.

Or si tu prends ta cellule et que, par hasard, elle prend toute la réflexion du sol, tu es sous exposé d'1 diaph et demi tout de suite. Donc le spotmètre est vraiment utile là-dessus, pour aller chercher un visage, ou même une charte de gris, parfois. Je n'ai pas honte de sortir ma charte de gris quand j'ai un doute sur l'exposition, parce que c'est hyper pratique et cela trompe moins. Tu l'orientes un petit peu vers le ciel, ou en tout cas tu évites de toucher trop la réflexion de la neige, et tu as une exposition parfaite.

Le problème c'est la dynamique de ta pellicule ou de ta caméra. Qu'est-ce qu'elle encaisse ? Il faut bien connaître la courbe de la caméra, ou sinon avoir fait des essais, pour savoir un petit peu où tu peux poser.

¹⁷⁹ Il s'agit du plan de la colonne de yaks en silhouette le long de la crête, avec le brouillard.

¹⁸⁰ Voir le mémoire d'Ariane Luçon, promotion 2017 : « Le rendu de la neige naturelle au cinéma ».

Est-ce que le brouillard change quelque chose au niveau de ton choix d'exposition ? Est-ce que cela est surexposé ou sous-exposé, ou pas du tout ?

Ah si, si, si. Le brouillard, comme la neige, sont deux éléments qui sont dangereux pour l'exposition. Je trouve qu'en numérique c'est beaucoup plus facile, parce que tu as ton oscilloscope, donc ton risque théorique est quasiment zéro. Puisqu'en réalité, si tu arrives à rentrer tes très hautes lumières dans la courbe, tout va bien, tu sais qu'après tu auras toute la latitude pour les gérer.

Là où cela peut être ennuyeux, c'est si d'un seul coup le soleil perce, par exemple à travers le brouillard : est-ce que tu as encore la capacité de garder toute l'information ? Cela peut arriver que non. Donc dans ce cas-là, tu es obligé de faire un choix, et souvent ce choix sera de laisser éclater les hautes lumières pour garder l'information de tes comédiens ou de ta scène. Alors qu'en pellicule, c'était différent. Ce qui comptait, c'était que grosso modo 80% de l'image soit bien exposée, et pour les 20% qui restaient, de toute manière il y avait le grain donc la matière existait.

D'autre part, je n'utilise pas de polarisant. Que ce soit avec le brouillard ou avec la neige, je ne polarise pas car je trouve que cela contraste trop l'image, et je n'aime pas du tout l'effet que cela donne sans les brillances, qui sont atténuées. Je ne polarise que si j'ai vraiment une plage de lumière sur le sol qui explose tout, pour essayer de la diminuer, sur l'eau par exemple.

Pour l'exposition, je t'avoue franchement que j'ai toujours beaucoup fait confiance à mon œil, plus qu'à la cellule. La cellule me servait à avoir un indicateur de base, et à partir de là, j'ai beaucoup travaillé en exposant dans le viseur. Sauf en numérique, où là par contre je me sers de l'oscilloscope, parce que c'est dix fois plus simple, je sais exactement où j'en suis, et comme je connais la dynamique de ma caméra, il n'y a aucun souci.

Par exemple si tu tournes dans le grand froid, il ne faut plus compter sur des outils classiques comme le viseur ou le moniteur d'assistant au point, car ils peuvent donner une image grise, c'est très piégeant et cela peut pousser à la surexposition. Il faut un outil vraiment fiable, qui résiste au froid, et là il n'y a qu'un seul truc qui marche, c'est l'oscilloscope. Parce que même si l'image vidéo de l'oscillo est grise, le signal est là et conforme, donc tu ne peux pas te tromper. C'est pour cela que j'aimais bien les premières caméras numériques avec un viseur clair, parce que tu gardais ton instinct d'exposition. Tu n'avais pas un moniteur qui te parasite l'œil.

En tout cas, si aujourd'hui je retournais des scènes dans le grand froid en numérique, je continuerais cette méthode de l'oscillo, et certainement pas une méthode d'exposition à travers le viseur vidéo.

Pour moi, l'exposition est un faux problème, en fait. L'exposition, c'est ce que ton regard ressent, c'est ce que ton œil ressent de ce que tu vois. Il ne faut pas trop se fier aux outils, il faut surtout se fier à son instinct.

Puisque tu exposes de manière un peu intuitive, saurais-tu dire de combien il faudrait "compenser" pour le brouillard spécifiquement, indépendamment de la neige ?

Pour moi, le brouillard t'amène une surexposition qui peut aller jusqu'à facilement deux diaphs, un peu comme la neige. Après tout dépend du rapport, dans le plan, de la masse du brouillard par rapport au reste. Et cela dépend aussi de si tu polarises ou non. Parce que si tu polarises, tu coupes une certaine frange de la haute lumière donc ta surexposition sera différente, elle ne sera peut-être plus que d'un diaph.

C'est pour cela que je pense qu'il est vraiment important de garder son instinct, parce que si tu ne mesures qu'à la cellule, cela peut t'embarquer dans des histoires pas possibles. Tu mesures un brouillard, donc cela reste du blanc et tu auras tendance à fermer le diaph à mort, donc à perdre beaucoup de détails. L'avantage du brouillard, c'est qu'il est fluctuant, il est plus ou moins fort, donc si tu sous-exposes trop, tu vas perdre ces effets de masses de brouillard variables.

En parlant de filtre polarisant, est-ce que tu utilises des filtres d'effets comme les Fog ?

Oui. J'ai beaucoup utilisé les Low Fog – je crois que c'est Harrison qui faisait cela, il y en a très peu maintenant – pour lisser entre les plans. En particulier sur *Himalaya*, on avait des scènes où d'un seul coup un gros paquet de neige arrivait après un gros paquet de brouillard, et entre les deux c'était trop net, trop à couper au couteau.

Donc oui, j'utilise beaucoup les Low Fog, qui marchent un petit peu moins bien avec les nouveaux outils numériques et les nouvelles caméras. Ce sont des filtres qui étaient faits pour le cinéma, et ils présentent un petit peu des artéfacts en numérique. Mais quand même, cela reste très agréable, et le Low Fog uniformise bien les plans.

Tu avais 1/8, 1/4, 1/2 et 1 – en Low Fog, pas les Fog. Je n'ai jamais utilisé les Fog, car ils m'ont toujours paru trop forts, trop à effet, je sentais l'artifice. Je n'ai jamais utilisé que des Low Fog.

Essayais-tu éventuellement d'autres filtres, par exemple les Low Contrast, ou utilisais-tu exclusivement les Low Fog ?

Non, moi je n'ai jamais aimé les Low Contrast, ça ramenait des trucs un peu fous dans l'image. J'ai peut-être utilisé des trames une fois... et encore, je ne crois pas. Non, vraiment, je n'ai jamais utilisé que des Low Fog.

En fait c'est un truc que j'avais appris dans la pub, quand j'étais assistant caméra. Le chef opérateur les utilisait car cela amenait une toute petite diffusion dans l'image, très légère, et cela marchait plutôt pas mal sur les visages. On ne sentait pas le filtrage, et c'est cela que j'aimais bien.

J'imagine qu'en fonction de la quantité de brouillard, ou de la taille du plan, tu passes des filtres de différentes intensités ? Dans quel sens les as-tu utilisés sur Himalaya par exemple : un filtre faible sur un plan large et un fort sur un plan serré, ou l'inverse ?

En fait plus tu es large, plus tu filtres légèrement, parce que sinon tu perds trop en déf. J'ai tendance à utiliser dans les plans larges des numéros bas comme le 1/8 ou le 1/4, et dans les gros plans au contraire de resserrer en 1/2 voire 1, si c'est vraiment intéressant. Donc j'ai tendance à filtrer d'autant plus fort que l'image est serrée, alors que plus le plan est large, plus le filtre est bas. Peut-être que d'autres opérateurs font l'inverse. J'avoue que je n'ai jamais discuté de cela.

Mais encore une fois, sur *Himalaya* c'était vraiment plus pour lisser entre les plans. Ce n'était pas pour rajouter un effet supplémentaire.

Tu disais que vous n'aviez pas de quoi faire de grosses installations de brouillard quand vous étiez en extérieur, mais vous aviez quand même emporté une machine à fumée ?

Ah oui, bien sûr, on était obligé. On en avait peut-être même deux, je ne sais plus. Mais ce n'étaient pas les machines d'aujourd'hui : maintenant il y a ces espèces de longs tubes en plastique troués que tu disposes sur 25 ou 30 mètres, avec un ventilateur et une grosse machine à brouillard, c'est le vent qui emporte le brouillard et cela te fait des grands champs très larges. Nous, on n'avait pas du tout ça. On avait des petites machines à brouillard que tu trouves dans le commerce, avec des bombes de recharge ou du liquide. On les envoyait de très loin, mais on n'avait pas de ventilateur, donc c'était le vent qui emportait les masses de brouillard de la machine. Quand cela arrivait sur le comédien, des fois il y avait une grosse masse, puis juste après il y en avait moins. Le filtre me permettait d'être un peu moins dur. Je n'avais pas du tout les moyens du long métrage classique.

C'est sûr qu'aujourd'hui, quand tu tournes en France, tu peux amener ce qu'il faut. C'est ce qu'on a eu sur *Belle Et Sébastien*, où on avait des vraies machines sur des plans avec du brouillard. Et on avait des vrais ventilateurs.

Après tu as des machines formidables qui te donnent du brouillard en diffusant dès le départ, comme une cocote minute. On appelait ça des couscoussières, c'était génial parce que la qualité du brouillard est vraiment très fine, et quand ça sort de la machine c'est déjà en mode diffus. Maintenant il y a des machines plus perfectionnées mais le principe reste le même.

Est-ce que cela se rapprocherait un peu de la machine à brouillard Crack Oil DF-50 ? J'avais pu la tester à TSF parmi deux machines à fumée et une autre machine à brouillard. Elle est apparemment pas mal utilisée et connue des chefs opérateurs.

Oui, elle est très bien la Crack Oil, c'est une très bonne machine.

J'ai bien vu la différence entre les deux types de machines : les deux machines à fumée, celles qui ont un bec, sortaient un énorme nuage de fumée, alors que la DF-50 donnait un petit filet qui était déjà un peu homogène.

Voilà. Et quand tu es en studio, cela te permet de maintenir le brouillard. Parce que la difficulté du brouillard non naturel, c'est d'avoir toujours la même densité. Si c'est un gros nuage de brouillard qui arrive sur la figure, tu ne vois plus rien à un moment, puis après tu vois trop, ce n'est pas régulier. Alors quand tu veux un beau plateau, bien diffusé, bien étal, ce genre de machine comme la DF-50, te permet d'avoir un niveau de brouillard permanent et quasiment identique en densité. Donc pour tes raccords c'est quand même très pratique.

As-tu eu l'occasion de beaucoup t'en servir ? Et avec qui tu travailles le plus, entre des accessoiristes ou des personnes des effets spéciaux, par exemple sur Belle et Sébastien ? Si les effets demandés sont importants, ce sont les effets spéciaux qui prennent le relai ?

Sur *Belle et Sébastien* l'accessoiriste avait une petite machine très à l'ancienne, justement pas de Crack Oil, mais un truc où tu envoies des paquets de brouillard donc c'était très difficile à gérer. C'était son propre matériel, il n'avait pas loué de chose en plus. Après sur certaines séquences, ce sont les effets spéciaux qui sont venus avec leurs propres machines, c'était mieux géré. Mais au quotidien si on avait besoin d'envoyer un petit coup de brouillard dans un intérieur pour marquer un rayon de soleil, il avait juste cette petite machine. Cela ne diffusait pas très bien...

Quand les accessoiristes ont leur propre matériel, que c'est compris dans leur bijoute, c'est difficile de leur demander une autre machine car cela devient une location à part, et la production n'est évidemment pas d'accord car s'il n'y en a besoin que pour 3 plans, ils ne peuvent pas louer une machine sur toute la durée. Donc on est obligé de faire avec ce qu'on a.

Est-ce que tu as déjà fait des essais spécifiques pour voir comment éclairer la fumée, ou des essais de différentes fumées ?

Non, j'aurais bien aimé mais je n'ai malheureusement jamais fait cela. Parce qu'on n'a pas le temps ; parce que l'accessoiriste ne vient pas aux essais ; parce que la machine x que tu vas utiliser ne sera peut-être plus disponible par la suite, et qu'on t'en proposera une autre. A part si tu as ta propre machine à toi, ce que peut-être certains chefs opérateurs ont. Quand j'étais jeune et que je faisais des courts métrages fauchés, j'avais une toute petite machine à fumée que je m'étais achetée parce que je n'avais pas d'argent pour en louer. J'en avais pris une qu'on met en soirée entre copains, c'était presque un gadget, mais cela m'a permis de faire quelques trucs. Elle faisait une fumée bien blanche – car parfois, les fumées deviennent jaunasses. Cette petite machine est vite tombée en panne, entre autres parce que je l'ai prêtée à quelques copains qui l'ont abimée ; mais c'était vraiment un truc d'amateurs.

En général je discute avec l'accessoiriste en préparation. Je lui demande les machines qu'il a, et puis on fait une lecture technique. Pendant cette lecture, j'indique que pour tel décor j'ai besoin de telle machine et telle puissance, et l'accessoiriste loue ou fait venir la machine

spécialement pour ce jour-là. Mais la plupart de temps, je me cale sur la machine de l'accessoiriste.

Après, c'est le problème de la patience. Si pour une séquence, tu veux rajouter un effet de rayon de soleil marqué dans une pièce par exemple, il faut que le metteur en scène soit capable d'attendre que la dissipation de la fumée ou du brouillard se fasse bien pour que cela soit joli. Là, il y en a beaucoup qui te disent oui pour la première prise, à la deuxième ils te pressent en voulant y aller vite, puis à la troisième ils te demandent de laisser tomber parce que ça prend trop de temps.

C'est pour cela que les machines Crack Oil sont bien, parce que j'installe une diffusion permanente et générale. Si les gens ne s'amuse pas trop à ouvrir les fenêtres pour faire des courants d'air, elle tient bien et c'est plus facile. Sinon, si tu as une petite machine à brouillard à la main et qu'il faut en remettre à chaque fois et attendre, le réalisateur ne suivra pas.

Et après il faut tenir les contre-champs. Quand tu as une diffusion bien étale, c'est très facile. Mais quand tu as une diffusion à la mano – ce que j'appelle à la mano, ce sont ces petites machines manuelles – il faut que ton œil soit bien calé pour que dans ton contre-champ, ta texture de fumée ou de brouillard soit identique. D'ailleurs souvent, ce n'est pas tellement que tu ne sais pas le faire, mais c'est que cela prend du temps, ce qui est vite un handicap quand il faut tourner vite.

Il y a donc des réalisateurs qui ne veulent pas forcément prendre le temps d'incorporer de la fumée. Est-ce qu'au contraire, cela t'est déjà arrivé que certains en demandent expressément ?

Oui, cela m'est arrivé quelques fois qu'on me dise : "Ah j'aimerais bien qu'il soit dans la pénombre, qu'il y ait juste un rayon de soleil". Et là tu lui dis : "Si tu veux sortir un rayon de soleil, il faut mettre un petit peu de diffusion", et le réalisateur de répondre : "Ah oui, oui".

Donc oui, il y a des demandes. Après en Angleterre dans la série *The Crown* par exemple, dans le premier épisode, ils mettent du brouillard et de la fumée dans tous les décors. La question ne se pose même pas. Il y a vraiment une tradition, chez les anglais, de diffusion de l'image ; que cela soit en filtre ou en volutes de brouillard, ce qui est extraordinaire. Les Anglais ne font jamais un décor sans avoir mis leur machine à brouillard.

The Crown, c'est vraiment du beau travail en plus, mais c'est typique d'une école que nous n'avons pas en France. Je pense que la Nouvelle Vague était totalement contre les effets de brouillard. Je crois qu'Alekan en mettait régulièrement pour marquer ses effets de lumière, en studio, surtout en noir et blanc, car c'était très important de texturer l'image avec la lumière. Cela s'est beaucoup perdu avec la Nouvelle Vague où il était hors de question de tricher. Alors que les Anglais ont toujours continué cette tradition. Je vois même parfois des plans en extérieur où ils ont rajouté du brouillard pour donner cette matière très particulière à l'image. Mais ce sont des savoir-faire qui ne sont pas du tout liés à notre histoire à nous.

Il est vrai que la fumée est beaucoup utilisée dans certains types de films, comme les films d'époque, ce qui paraît logique quand tout le monde fume dans l'histoire, par exemple. On en voit aussi beaucoup dans les films de genre, que ce soit de l'horreur, de la science-fiction ou du fantastique/fantasy. En France, on tourne assez peu ce genre de films, hormis les films d'époque ; peut-être que le fait qu'on emploie moins la fumée est lié à cela ? Je me demande donc s'il n'y aurait pas une spécificité de l'utilisation de la fumée dans certains genres de films ?

Oui. C'est vrai que dans le film historique c'est beaucoup utilisé. D'abord, il faut le dire, cela peut être un joli cache-misère. S'il n'y a pas la bonne patine, et qu'il n'y a pas les moyens financiers de tout refaire, par exemple, cela peut beaucoup aider.

Dans *Ridicule* – c'était Thierry Arbogast qui avait fait l'image – il y a une séquence formidable où l'acteur est dans un rayon de lumière, avec une diffusion calculée. C'est un très beau film et une très belle séquence, qu'on n'avait pas beaucoup l'habitude de voir en France, avec des chefs opérateurs français. C'est très intéressant car cela crée une atmosphère absolument incroyable, ça amène du surréalisme dans la séquence. Et ce qui est marrant, c'est que c'est entièrement fabriqué. C'était un projecteur qui venait d'arriver en France, un 100 kW directionnel ; et vraiment, c'est très réussi. Parce que tu as aussi un metteur en scène derrière qui adore ce genre d'effet et qui va le chercher ; qui va mettre la caméra au bon endroit pour que cela marche.

Parce que si tu te mets dos aux fenêtres, ta fumée ne marquera jamais, ça va être moche. Pour que cela soit beau, il faut être dans le contre-jour, ou trois-quarts contre, de manière à marquer ton effet. Et en extérieur, il faut être à contre, parce que si tu as le soleil dans le dos, ton brouillard sera moche, il va être tout plat et tout gris.

C'est plus facile en boîte de nuit, parce que tu as tous les effets d'éclairage tournants, donc tu auras toujours une lumière qui va tomber dans le rayon de fumée ; tu auras toujours tes effets sur 360°. Mais dans un château, dans une pièce où il n'y a qu'une seule fenêtre, si tu n'es pas à contre, tu n'y arrives pas, cela ne marche pas. Même si les gens fument.

Donc il faut vraiment une complicité avec le metteur en scène, dans la manière de raconter la scène, quand tu veux utiliser du brouillard ou de la fumée. Sinon, tu peux vite être planté. Surtout aujourd'hui, où il faut aller très vite et où on a peu de temps pour tourner.

Le brouillard mal utilisé, même en extérieur naturel, peut être un piège terrible. D'où la nécessité de repérer tes orientations de soleil, pour voir comment le soleil va jouer par rapport à ta scène, et puis d'avoir quelqu'un qui joue le jeu, à qui cela fait plaisir de fabriquer une image qui a de la matière. Ce qui n'est pas tout le temps le cas...

Quelles seraient pour toi les différentes utilisations de la fumée ? J'essaie de catégoriser un peu les différents effets entre la brume naturelle, marquer les rayons lumineux, la diffusion, mettre une ambiance... Quand je parle d'ambiance, ce serait pour des effets vraiment visibles, comme dans La Légende du Cavalier sans tête de Tim Burton, où dans la forêt tu vois vraiment des nappes de brouillard, voire même de fumée blanche, qui donnent ce côté mystérieux ; ou dans Blade Runner 2049, où tu es carrément noyé dedans.

Moi, ma référence, ce serait plutôt *Excalibur*. Je trouve que dans la forêt, c'est absolument magique ce qu'ils ont fait. Je t'invite à revoir le film, c'est extraordinaire. Ou dans "Tess", qui est juste somptueux. Il y a une maîtrise de la lumière et des effets brouillard qui est absolument incroyable, dans un style qui n'est pas à effets.

Parce que parfois, dans un Ridley Scott par exemple, on voit même la machine à fumée qui continue de tourner... C'est vrai qu'il en a une utilisation exagérée mais qui m'amuse, c'est de l'héroïc-fantasy donc ça marche et ça ne me gêne pas. En revanche, si tu veux être dans un film plus réaliste en termes d'histoire, et moins à effets, ça ne marche pas. Même dans *Game of Thrones*, certains effets sont parfois trop violents.

Cela dit, il n'empêche que si tu vas dans une forêt en plein soleil, que tu te mets à contre et qu'il y a du brouillard qui arrive, tu vois tous ces rayons magiques qui transpercent. On voit bien que dans la vie, il peut y avoir des trucs totalement irréalistes qui se produisent, comme l'arc-en-ciel, ou alors, pour peu qu'il ait plu d'un seul coup, tu as l'impression qu'il y a des diamants sur les feuilles ; cela fait faux, et en même temps c'est plus vrai que nature.

Je m'appuie beaucoup sur ce que j'aime de la nature, des sensations que je retrouve naturellement. Quand c'est un peu trop à effet, ce n'est pas mon univers ni ma culture ; bien sûr, je sais le faire, comme des effets avec un 18 kW à travers les branches d'arbres la nuit. Mais si je conçois un plan avec du brouillard ou de la fumée ou un effet, j'aime bien que cela soit quelque chose que j'aurais pu voir dans la vraie vie. Sauf si la demande est de faire une lumière à effets : effectivement dans le film fantastique, on a tendance à faire taper le faux réverbère à fond, qui crache comme un 18 kW, alors que c'est un petit réverbère de jardin public. Mais cela m'amuse. C'est quelque chose que je vais recréer pour une demande spécifique d'un metteur en scène. Ce n'est pas quelque chose que je ferais si je veux recréer un effet naturel que j'aurais croisé dans la vie.

De manière plus générale, qu'est-ce que cela t'évoque quand on parle de brouillard, brume ou fumée ?

Dans l'histoire du cinéma, ces effets-là marquent souvent un moment de tension, surtout la nuit. C'est très graphique, cela silhouette les personnages la plupart de temps, et ça accentue la dramatisation.

Après, j'ai toujours été un grand fan de l'image anglo-saxonne. Donc même si en France, malheureusement, la tradition ne nous emmène pas vers cela, j'ai toujours été assez fasciné par cette qualité de la lumière anglaise. Je dis anglaise, mais elle existe aussi aux États-Unis, où je la trouve plus marquée, plus accentuée, alors que les anglais c'est toujours très fin, très discret ; je veux dire que le spectateur ne voit pas qu'ils ont mis de la machine à fumée.

Ce que j'aime bien aussi dans le brouillard, c'est la dynamique de l'image que cela entraîne. Comment, avec de la fumée, tu peux créer de la profondeur dans ton plan. Si par exemple tu prends un personnage avec une fenêtre au fond, et des murs un peu denses ; si tu ne mets pas de fumée, ce sera certes très beau graphiquement, avec le personnage silhouetté dans la lumière et la fenêtre un peu surex ; mais si tu rajoutes un rayon de soleil marqué dans la fenêtre avec de la fumée, tu crées de la profondeur.

Parfois tu peux aussi travailler à pleine ouverture, ce qui place la fenêtre dans une espèce de diffusion du flou, ce qui marche bien. Mais si tu veux avoir plus de profondeur de champ, ou en tout cas que ton décor soit lisible, tu peux rajouter un tout petit peu de brouillard dans ton rayon de soleil. Pour peu que cela soit un rayon de soleil naturel, et cela peut arriver, là tu crées une profondeur incroyable.

La difficulté, c'est que tout ce qui est du domaine de la diffusion crée de la profondeur et du relief, donc si d'un seul coup, un plan qui est très en relief est suivi d'un plan mal placé, tout ton relief s'écrase, ainsi que la qualité de ta lumière. C'est pour cela qu'il faut un complice à la mise en scène.

Est-ce que l'étalonnage peut apporter quelque chose par rapport au brouillard, éventuellement faire passer certains raccords ?

Franchement, je n'ai pas vu de plan qu'on améliore. Alors si, parfois le metteur en scène trouve qu'il y a trop de brouillard, alors on contraste un peu l'image pour en enlever. Je déteste cela en général, mais ça peut arriver. C'est sûr que quand tu étalannes et que ton image est trop claire, si tu la descends tu vas perdre ton effet de diffusion, tu vas abîmer ton image. D'où l'importance d'avoir une bonne exposition.

Il y a des outils un peu *fog* qui existent aujourd'hui et qui te permettent justement de raccorder entre deux images, une qui serait trop nette et une pas assez nette, cela marche mieux, c'est une espèce de *blur*. Maintenant, tu as des palettes d'outils filtres comme cela qui peuvent t'aider. Tu peux aussi accentuer la silhouette, ou peut-être faire éclater tes plus hautes lumières pour avoir un peu plus l'effet diffusion. Tu peux faire des petites choses comme cela à l'étalonnage, mais à part ça, je ne vois pas... Après si tu veux dessiner un rayon de soleil, il n'y a que les VFX qui peuvent faire cela.

Concernant l'encodage et les problèmes de compression en numérique, j'ai remarqué que la fumée ou le brouillard peuvent vite devenir une espèce de bouillie immonde. Par exemple, j'ai regardé les trois premiers épisodes de The Witcher sur Netflix, et ce n'était pas du tout fluide, on voyait les pixels et cela créait même des artefacts. J'ai eu le même problème en tournant un exercice au ralenti avec la Phantom, dans un plan de fumée d'encens sur fond noir. A l'enregistrement, aucun souci, mais au moment des exports, l'export le plus léger avait ce même problème d'artefacts et de plaques, ce n'était pas beau du tout.

Ça, c'est un gros débat... Mais oui, c'est le problème de l'encodage comme tu dis, et plus exactement c'est un problème de débit. Plus ton débit est faible, plus la machine ne comprend absolument pas ce que tu essaies de lui faire faire.

Cela a été le gros débat sur le Super 16 à la télévision, parce que le grain du Super 16 est extrêmement difficile à gérer. Le système d'encodage ne comprenait pas ce qu'on lui envoyait comme signal, donc il paniquait et créait des artéfacts un peu partout. En fait, il essayait de récupérer des informations là où il n'y en avait pas.

C'est exactement le problème de Netflix qui, en ce moment, a baissé ses débits de diffusion¹⁸¹ ; du coup, quand tu vois des scènes dans la fumée ou dans le brouillard, c'est absolument abominable, tu as l'impression qu'il y a des aplats qui se promènent. Et là, tu ne peux rien faire. C'est pour cela qu'il y a beaucoup de productions qui te disent d'y aller mollo avec la fumée, parce qu'ils savent qu'après le diffuseur va leur tomber dessus en leur disant qu'il ne peut pas diffuser le film car il y a trop d'aplat.

Donc c'est un vrai problème. C'est aussi pour cela que beaucoup de productions utilisent des VFX, parce qu'évidemment la fumée numérique est plus facile à gérer en termes d'encodage. Ce n'est jamais qu'une seule dimension, contrairement aux trois dimensions de la fumée dans le réel. C'est un aplats que tu rajoutes, donc la machine qui le lit ne lira qu'une dimension qu'elle comprend très bien. Ce qui est difficile, c'est de lire la vraie fumée qui est en trois niveaux de dimension.

Il faudrait que tu parles dans ton mémoire du choix d'utiliser de la fumée en VFX ou non. Par exemple sur *Donne-moi des ailes*, le film de Nicolas Vanier, on a fait des essais pour voir ce que pouvait ramener une diffusion réelle sur fond vert, et au contraire ce que cela empêchait. Finalement, on a décidé de tourner sans fumée. On a juste fait une prise avec du brouillard, pour avoir une référence pour les VFX. Mais après on l'a enlevé, parce que cela devenait ingérable pour le trucage. Et le brouillard final a été rajouté après en numérique.

Pourquoi c'était ingérable en trucage ?

Parce que le fond vert disparaissait trop, et donc après on ne pouvait plus incruster le décor de ciel, c'était trop compliqué.

Et pour faire ces essais-là, qu'avez-vous fait exactement ? Quelle était votre procédure d'essais ?

On avait fait un prélight dans le studio, donc on était tout installé, et on a fait un essai la veille du tournage. Le superviseur a pris le plan pour le regarder, et il a dit : « Non, on fera sans brouillard, car il y a trop d'interférences entre le fond vert, la lumière et le brouillard ». Donc ils ont recréé le brouillard en VFX. On a quand même fait quelques gros plans où on a envoyé un peu de brouillard, pour avoir un petit peu de matière, mais sinon on a très vite arrêté. On a gardé le vent, mais on a enlevé le brouillard.

Tout cela dépend des VFX. Je pense que certains superviseurs préféreront avoir quand même une légère masse de brouillard, d'autres pas du tout. C'est très variable. Il n'y a pas une école qui dit : « Quand on tourne sur fond vert, on met zéro brouillard ». Ce sont encore des

¹⁸¹ Pendant le premier confinement lié à l'épidémie du Covid-19, Netflix a baissé ses débits de diffusion à cause du grand nombre de personnes qui utilisaient leurs services.

écoles et approches différentes. Ça dépend aussi des outils que tu as, de la puissance de calcul et de tout ce qui est derrière.

Le superviseur des VFX était toujours présent, ou il n'était là qu'au début ?

Non, non. On a tourné deux jours, il était là les deux jours. On ne plaisante pas avec cela. Ce n'est pas mon métier. J'éclaire mon fond vert au niveau qui est demandé, ou en tout cas auquel je pense qu'il faut qu'il soit. Je m'occupe d'enlever les réflexions, comme les reflets dans les lunettes, des choses comme cela. Mais ce qui est du domaine de l'incrustation, c'est son travail. Si on met un fond vert derrière une fenêtre, j'ai n'ai besoin de personne. Mais pour ce film, où il y a une interaction entre le vent, le comédien et le décor du ciel qui va être incrusté, il faut qu'il soit là. Mais ça peut parfois être une petite bataille avec la production.

J'ai une toute dernière question : à quel point connais-tu les machines qui existent sur le marché ? Certains chefs opérateurs me disaient qu'ils ne s'y connaissaient pas trop, puisque c'était le domaine des accessoiristes ou des effets spéciaux, mais toi tu as l'air d'en connaître un peu plus.

Je ne connais pas plus que cela. Quand l'accessoiriste me parle de la machine qu'il utilise, si je ne la connais pas, je vais prendre la documentation ou lui demander comment elle marche. J'aime bien savoir quel outil il utilise, pourquoi il l'utilise et qu'est-ce que cela génère, par exemple. Il peut très bien me dire qu'elle est super, mais qu'il faut 45 minutes de chauffe. Cela veut dire que moi, quand je prépare mon plan, il faut que je pense à lui signaler qu'on aura besoin de la fumée, car je ne veux pas le planter au dernier moment, alors que je sais qu'il faut 45 minutes de chauffe. C'est juste une histoire de planification.

Après, savoir quelle machine il utilise permet de savoir si ce sera long à régler, ou si au contraire ce sera très simple. Quel débit, quelle qualité de fumée, aussi ; parce qu'il y a plusieurs modèles de fumées, il y a des fumées lourdes et des fumées légères. Mais comme il y a toujours des nouveautés... parfois on m'a dit que la machine dont je parlais n'était plus d'actualité.

C'est bien aussi d'avoir des gens dont c'est le métier, qui s'assurent d'avoir la machine la plus facile à utiliser. Pour moi c'est juste une question pragmatique, combien de temps et comment on l'installe. Ne serait-ce que pour l'électricité, il faut déjà un prolongateur, savoir où il va se mettre... Et puis s'il y a 45 minutes de chauffe, dès qu'on prépare le plan il faut lancer la machine. Ou alors il faut qu'elle ait chauffé à l'extérieur, qu'elle soit prête. C'est en cela que la machine peut m'intéresser, plus que pour le côté geek.

ANNEXE – 6

Entretien avec Philip Lozano, directeur de la photographie, AFC

Réalisé le 2 mai 2020

Philip Lozano est un directeur de la photographie français ayant récemment rejoint l'AFC. Il a collaboré à tous types de projets, du documentaire à la publicité, du court métrage au long, de la série aux clips musicaux. Il a notamment travaillé sur Let's Dance de Ladislav Chollat, la série Netflix Marianne réalisée par Samuel Bodin, ainsi que les clips Musicaa de Soprano feat Ninho et Black Brad Pitt de Evil Nine feat Danny Brown. Cet entretien a été fait à la suite d'une « rencontre confinée » avec Philip Lozano et Myriam Vinocour, dont le replay est disponible en ligne.¹⁸²

Comment as-tu employé la fumée sur Let's Dance ?

Il y a plusieurs types de fumées. Dans *Let's Dance*, j'ai beaucoup utilisé une fumée très diffuse dans les intérieurs. Tu mets un petit ventilateur devant la machine à fumée pour que la fumée soit bien diffuse et ne fasse pas de volutes. Si tu les lances pendant le temps de préparation du plan ou de la scène, tu n'attends même pas la fumée au moment de tourner. Ces machines ont une télécommande à distance qui permet de les déclencher facilement, il faut juste être vigilant à avoir une densité similaire. Sur *Let's Dance* je n'avais pas à gérer la fumée : on s'accordait sur une densité avec l'accessoiriste, et ensuite il s'assurait du niveau raccord. Avec cette fumée, je voulais donner un côté "poudré" à l'image, apporter une petite touche de douceur, surtout dans le monde des danseurs classiques. Cela me permettait aussi de casser le côté un peu dur que peut parfois avoir l'image. Je trouve que cela marche bien.

Faire la même chose avec seulement des filtres, c'est quand même plus délicat. Très souvent les filtres sont trop à effet et cela se voit. Personnellement, je trouve que la fumée est beaucoup plus fine et fait moins "vulgaire" que les filtres, du moins pour faire cet effet-là.

¹⁸² Pendant le confinement 2020, l'ENS Louis-Lumière et la Fémis ont organisé des rencontres avec des professionnels, animées par leurs étudiants et destinées également à ceux de la Cinéfabrique et de l'Ecole Kourtrajme. La rencontre est disponible en replay : « Rencontres confinées : Myriam Vinocour et Philip Lozano – 24 avril 2020 », visible sur : https://youtu.be/_QVMILvGsJk

T'es-tu déjà servi de filtres en complément de la fumée, malgré tout ?

En règle générale j'utilise peu de filtres, mais cela peut arriver. Quand j'en utilise, ce sont plutôt des diffusions sur les visages de femmes en gros plan, comme des Soft FX ou des Classic Soft, qui permettent d'adoucir les peaux. Mais ce n'est pas en complément de la fumée ; sachant que si tu rajoutes de la fumée au lieu de mettre des filtres, cela va tout de suite marquer un effet de brume.

Le fait d'utiliser ou non des filtres est propre à chacun, il n'y a pas de règle, et cela dépend également des projets. Par exemple sur le tournage de la saison 2 de *Tank* en Corée du Sud, j'ai dû travailler avec des optiques modernes, très dures et assez contrastes, dont on n'aimait pas du tout le rendu avec le réalisateur. D'autant plus que sur la saison 1, j'avais pu utiliser de vieilles optiques qui n'avaient rien à voir, mais on était alors au Maroc, c'était quelque chose de très solaire. Pour la saison 2, on était de nuit en Asie, c'étaient des ambiances totalement différentes. Donc pour casser la dureté des optiques, je filtrais énormément. Mais cela dépend vraiment des projets, ce qui est valable pour l'un peut ne pas l'être pour le suivant.

Est-ce que mettre de la fumée change quelque chose, notamment au niveau de l'exposition ?

En numérique, j'ai pour habitude de travailler visuellement sans me servir de la cellule. La fumée va forcément changer quelque chose, en l'occurrence elle va casser le contraste puisqu'elle va adoucir les noirs. Mais je ne pense pas que cela change grand-chose autrement, au niveau de l'exposition. En fait je m'en fiche, au sens où j'éclaire jusqu'à ce que cela me paraisse bien. Et s'il y a une différence, elle sera sans doute minime. Donc le fait de mettre de la fumée ou pas, cela n'aura pas vraiment d'impact sur mes choix d'utilisation de projecteurs. En règle générale, la fumée va matérialiser les faisceaux à travers les particules dans l'air.

Vers la fin de *Let's Dance*, quand les deux personnages dansent chacun dans leur coin, elle pour son concours classique à l'Opéra, et lui au Palais des Sports pour son concours de hip-hop, l'idée était de les rassembler et qu'ils dansent ensemble dans leur imaginaire. Créer une sorte de métaphore, si l'on veut. Pour cela, on avait augmenté la lumière extérieure pour justement matérialiser ces raies de lumière à travers la fumée. Le changement d'exposition n'était pas le problème ; la fumée allait juste dans le sens de cette métaphore allégorique, et servait à créer une sorte d'univers commun dans leur tête.

C'est intéressant d'avoir ces deux utilisations de la fumée en parallèle, à ce moment-là du film. C'est vrai que du côté du show hip-hop, on s'attend plus à en voir que du côté classique, a priori.

Je souhaitais avoir quelque chose d'un peu plus contraste et moins "poudré" sur le hip-hop, donc dans l'absolu, on a utilisé un peu moins de fumée sur tout ce qui était danse hip-hop. Du côté classique, je voulais quelque chose d'un peu plus "girly" sans tomber non plus dans l'excès, ce qui serait trop facile voire vulgaire, mais il fallait tout de même que l'effet soit marqué et assumé. Il faut dire que tous les décors s'y prêtaient plutôt bien, notamment tout ce qui était boisé ; pendant le concours à l'Opéra par exemple, où tous les murs sont en bois. Cela

donnait quelque chose de plus romantique, si l'on peut dire, contrairement à quelque chose de plus rugueux dans l'univers du hip-hop.

En tout cas c'était l'idée artistique de départ, mais après je ne m'enferme pas dans des carcans théoriques, je travaille au feeling. Si à un moment donné, quelque chose ne me plaît pas, je peux décider de remettre un peu de fumée si je sens que cela va aider à diffuser ou à ramener une certaine élégance. Ce que j'aime bien avec la fumée, encore une fois, c'est qu'elle casse le contraste et adoucit le côté très vidéo de l'image, que personnellement je n'aime pas du tout.

Comment as-tu éclairé cette scène finale, avec les rayons de lumière matérialisés ? Quels projecteurs et quelle machine à fumée ont été employés ?

On a toujours utilisé la même machine à fumée, qui était du genre "haze machine". Je ne suis pas un expert sur les différents types de machines, pour les références précises, car c'est vraiment l'accessoiriste qui s'occupe de cela. C'était une fumée très douce, mais il faut être vigilant car elles peuvent tout de même faire des volutes si elles ne sont pas couplées avec un ventilateur. Or avoir des petits nuages qui se baladent sur des plans larges, ce n'est pas très élégant et on sent tout de suite la technique. Voici une photo de la machine en question :



Il s'agit de la machine Antari HZ-500, couplée à un ventilateur en sortie, appartenant à l'accessoiriste Benoît Herlin (voir son entretien en Annexe).

Concernant l'éclairage, l'idée était d'avoir des lumières douces et romantiques pour tout ce qui était danse classique. On était sur des choses très soft, sauf quand ils se rejoignent dans leur danse et qu'on a opéré un changement de lumière. On avait deux jeux de projecteurs, dont un sur jeu d'orgue pour la matérialisation des rayons de lumière. C'étaient des projecteurs en lumière artificielle qu'on montait à l'instant T où ils se rejoignent, afin de faire apparaître ces rayons comme si c'était le soleil qui sortait pile à ce moment-là. De mémoire, il y avait un contraste colorimétrique entre les deux jeux de projecteurs, en termes de température de

couleur : on voulait matérialiser les rayons qui apparaissent avec quelque chose d'un peu plus chaud que ce qu'il y avait avant.

Il fallait des sources assez conséquentes pour les plans larges. On avait 6 projecteurs Molebeam de la Warner Bros., je ne me souviens plus de la puissance exacte mais c'étaient des sources assez directionnelles :



Six projecteurs Molebeam sur le film *Let's Dance*, de Ladislav Chollat.

En fait dès que tu souhaites matérialiser des rayons, il faut des sources directionnelles, même si elles ne sont pas très puissantes. Par exemple dans *Marianne*, quand l'inspecteur se balade dans un couloir vide avec une lampe torche, on a modifié la lampe et mis une ampoule HMI de 125W. On voulait vraiment matérialiser ce faisceau.

Après c'est toujours pareil, cela dépend de la réalité économique des tournages. Souvent on fantasme des choses et la production nous recadre, car il n'y a pas assez d'argent pour faire tel ou tel effet, et il faut alors trouver d'autres solutions. Il faut également savoir choisir ses combats : en l'occurrence ici, c'était une séquence importante car c'était le climax du film, et je voulais qu'on puisse créer quelque chose à l'image.

As-tu fait des essais spécifiques pour la fumée ?

Non. Pour la fumée en intérieur, je n'en ai pas besoin car je sais quelle fumée il faut que j'utilise ou pas, je maîtrise suffisamment. En revanche pour le prochain film que je vais faire, j'en ferai peut-être parce que j'aimerais tester une nouvelle fumée. En fait j'adorerais faire des essais, mais c'est compliqué avec la majorité des productions françaises, parce que cela coûte de l'argent alors que c'est serré au niveau du budget. Sur *Marianne* je voulais faire des tests d'optiques *in situ* en Bretagne, mais on n'a pas pu.

Et au-delà d'une question d'argent, ce n'est pas trop dans la culture française d'être à fond dans la technique, à part en publicité. Ce n'est évidemment pas vrai sur tous les films, mais

culturellement ce n'est pas comme chez les anglo-saxons où la part technique a une grande importance, y compris au niveau de la production. C'est peut-être horrible à dire, mais je trouve qu'en France on paye cher le tribut de la Nouvelle Vague. Cela change avec des générations plus jeunes ; j'ai 41 ans et j'ai plus grandi avec des films anglo-saxons voire même asiatiques, où l'image a une part très importante. Cela m'intéresse plus que de m'extasier devant des films qui sont à l'épaule et sans lumière.

Comment se passe la collaboration avec les accessoiristes ? Est-ce que tu travailles toujours avec le même, ou cela dépend des projets ?

Non, ce sont surtout les chefs décorateur qui travaillent avec un accessoiriste. J'ai presque envie de dire "malheureusement", car d'un accessoiriste à l'autre cela change énormément en termes de travail et de maîtrise, surtout avec la fumée. Sur certains projets, c'était très compliqué de travailler avec l'accessoiriste attiré. Mais sur *Let's Dance* j'avais Benoît Herlin, qui est humainement fantastique et hyper fort professionnellement parlant. Au moment où tu lui demandes quelque chose, soit il l'a déjà fait, soit il est en train de le faire. Il m'a vraiment aidé à mettre en place un bon niveau de fumée, et son travail sur les accessoires était également top.

La fumée peut devenir très délicate à gérer, notamment sur un effet de fumée plus dense, en extérieur, avec des personnes utilisant des sortes de chalumeaux appelés Artem. C'est ce qu'on a utilisé sur le clip de Soprano, et avec le vent, c'était difficile à maîtriser. La fumée de ces machines n'a absolument rien à voir avec celle des "haze", c'est une fumée beaucoup plus dense mais tout de même volatile.

Dans Marianne, il y a une séquence en extérieur dans le troisième épisode où cinq enfants pendus sont sauvés in extremis. Les phares jaunes de la voiture qui arrive se matérialisent dans de la fumée. Je me demandais quel type de machine avait été employée ?

De mémoire, en extérieur on devait utiliser une machine un peu plus dense, mais je ne me rappelle plus si c'étaient des Artem ou pas. En revanche, il est certain que ce n'étaient pas celles qu'on utilisait en intérieur, car elles ne marquent pas en extérieur et la fumée se dissipe très vite avec le vent. Il existe d'autres systèmes en extérieur, notamment un genre de chaussette : une machine génère de la fumée dans une espèce de grand tube en forme de saucisse troué, long de plusieurs dizaines voire centaines de mètres et caché derrière les décors au loin, et qui laisse sortir de la fumée en permanence. C'est plus une technique pour les grands espaces. On en a eu quelques fois, mais pas tout le temps car cela coûte un peu cher et ce n'est plus l'accessoiriste qui s'en occupe, mais les effets spéciaux SFX¹⁸³.

¹⁸³ Les effets spéciaux physiques SFX représentent la majorité des effets réalisés directement sur le plateau de tournage : explosions, feu, brouillard, neige, vent, etc. Ils sont différents des effets spéciaux numériques VFX, qui sont plutôt réalisés en post-production ; les VFX combinent souvent différents éléments filmés ensemble afin de parvenir à l'image finale, voire certains éléments créés par ordinateur. Pour raccourcir, de nombreuses personnes parlent seulement de SFX ou VFX.

Dans le premier épisode, les parents de l'héroïne s'éloignent nus dans la forêt, de nuit. Dans cette séquence, on voit très bien les volutes de fumée, ce n'est pas du tout la même utilisation que pour une diffusion.

Oui, dans ce cas précis, la fumée est plus un outil de personnification du mystérieux et du fantastique, ce n'est pas du tout pour diffuser l'image. La brume permet de créer une atmosphère un peu flippante, et elle est tout de suite perçue comme mystérieuse. Il faut sentir suffisamment l'effet pour que cela fonctionne. C'est de l'extérieur, alors on utilise soit des Artem, soit d'autres fumées dont la densité est plus importante. Cela peut même aller jusqu'à employer de la carboglace, une fumée tellement dense qu'elle reste au sol. C'est encore une autre utilisation.

As-tu déjà tourné en brume naturelle ? Y a-t-il autre chose à dire que « on a eu de la chance » ?

La problématique de la brume naturelle, c'est qu'elle dure rarement longtemps, alors qu'en fiction les séquences s'étalent sur plusieurs heures voire sur plusieurs jours. Donc c'est compliqué pour les raccords. Si c'est juste pour filmer un plan ou que tu ne l'utilises que ponctuellement, dans un clip par exemple, ça peut passer ; mais en fiction, on est plutôt amené à refaire les prises.

Sur le clip de *Black Brad Pitt* je voulais justement recréer une ambiance brumeuse de forêt amazonienne, ou du moins l'image que l'on peut s'en faire dans notre imaginaire. L'idée était de recréer ce côté humide avec de la fumée et des brillances. J'avais pulvérisé de l'eau sur le décor et sur l'acteur, et avec sa peau foncée c'est super beau quand elle brille. Pendant les repérages au Parc floral de Paris, on se disait que l'effet était loin d'être gagné, mais finalement avec quelques artifices, le résultat marche plutôt bien. C'est bien d'étudier l'univers que tu essayes de recréer, pour aller dans ce sens avec les outils dont tu disposes.

Quelles contraintes t'apporte le fait d'utiliser de la fumée, par exemple sur le clip Musicaa de Soprano et Ninho ?

L'une des contraintes les plus compliquées en extérieur est la maîtrise de la fumée. Sur le tournage, une personne chargée des effets spéciaux SFX passait en courant avec de la fumée très dense juste avant les prises, et le laps de temps est ensuite très court pour dire "moteur". En même temps, il ne faut pas qu'il y ait trop de fumée non plus, sinon ça se voit qu'elle vient d'être mise. Car quand la fumée sort tout juste du canon, elle ne paraît absolument pas naturelle.

Dans le clip, c'est une espèce de cité un peu néo-futuriste et je voulais qu'il y ait un petit côté Far-West. Dans les westerns, et notamment dans les films de Sergio Leone, tu as la boule de poussière ou le fétu de paille qui se balade. Donc la fumée sert à cet effet-là, et aussi à casser le côté réaliste du décor. Cela passe également à travers le choix des optiques et du format ; en l'occurrence, pour ce clip on tournait en scope. Je ne sais pas si cela marche, mais je ne voulais surtout pas tomber dans un cliché de banlieue réaliste ; au contraire, je voulais qu'on crée un genre de banlieue post-moderne, très cadrée et très graphique. Dans le film *Braqueurs* [réalisé par Julien Leclercq], on avait fait une banlieue très réaliste parce qu'on voulait montrer quelque chose de cru. C'était beaucoup plus brut de décoffrage que dans le clip de Soprano, où ce n'était

pas du tout l'idée. Dans ce clip, on voulait plutôt styliser l'ensemble. Il y a un petit côté fictionnel, au sens où tous les mecs menaçants sont plus des ombres, des allégories de ce à quoi le gamin pourrait être confronté dans sa vie dans la cité. En cela, la fumée nous a aidé à donner un petit côté western mystérieux, et à créer un monde qui n'existe pas.

Un peu plus tard dans le clip, il y a des images à la Gregory Crewdson [un photographe], avec la *searchlight*. C'est une référence qui revient régulièrement en clips, en publicités et même en fiction. On en parle d'ailleurs pour le long métrage que je prépare au Mexique, où je vais aussi utiliser de la fumée puisque c'est un projet d'horreur fantastique.

Au-delà des inconvénients, la fumée peut créer des moments totalement magiques. Comme tu ne la maîtrise pas, elle va peut-être partir avec du vent, monter ou au contraire rester au sol... d'un coup il va y avoir quelque chose d'un petit peu fou qui va se passer à l'image. C'est sûr que c'est plus délicat en fiction, car on s'inscrit dans une logique de champ/contrechamp avec des prises multiples.

Dans *Marianne*, quand l'héroïne part à la poursuite de ses parents dans la forêt de nuit, on utilisait beaucoup la fumée rétro-éclairée. J'ai pris le parti de ne pas trop éclairer le personnage, parce que je trouve ça toujours étrange que de nuit, dans la forêt, un acteur soit rééclairé. En tout cas, je déteste quand cela se sent. Je préfère éclairer les fonds, ou plus exactement la fumée blanche, ce qui crée du relief dans l'image. Je joue la comédienne en silhouette, donc elle est noire et se décroche sur un décor qui, lui, se matérialise. Je trouve cela plus élégant, et encore une fois, l'idée est de créer quelque chose de mystérieux car on est clairement dans une histoire fantastique. Cela permet donc de créer quelque chose de fantastique à travers la photographie naturelle – dans le sens où tu ne sens pas les projecteurs – tout en créant de la profondeur.

Dans le clip de Soprano, il y a un passage où le personnage est dans une cabine téléphonique, avec plusieurs silhouettes équipées de lampes torches qui l'encerclent. Tout le plan est baigné de fumée et de couleur violette, excepté les lampes torches et la cabine téléphonique qui sont plutôt bleues. Je suppose que cet effet de couleur a été fait à l'étalonnage ?

Oui, c'est clairement fait à l'étalonnage, même si on avait déjà envie à la prise de vue d'avoir plusieurs touches de couleur. En général, je n'aime pas trop quand l'image est monochrome. Je ne dis pas que cela doit être la ribambelle de couleurs, mais tu peux établir une palette tout de même assez importante, sans forcément être saturé, qui apporte une certaine richesse et profondeur de relief dans l'image. A l'étalonnage, on a testé plusieurs options et on était parti avec le réalisateur sur un mélange de vert-orange-violet. Seulement le label n'a pas aimé que ce plan ait une colorimétrie différente du reste du clip, alors il y a deux versions d'étalonnage : la version du label en orange correspondant au clip officiel, et la version du réalisateur en violet, que j'ai mise sur mon site.

Les lampes torches sont-elles modifiées, comme celle de l'inspecteur dans Marianne ?

Non, ce ne sont pas des lampes modifiées. En l'occurrence on ne tournait pas avec la même caméra. Sur le clip de Soprano on avait une Sony Venice, une caméra qui a une sensibilité extraordinaire grâce à son Dual-Base ISO avec une sensibilité nominale de 2500 ASA. Donc on n'avait pas forcément besoin d'avoir quelque chose d'aussi puissant au niveau des lampes torches par rapport à *Marianne*.

En général je demande à l'accessoiriste d'avoir plusieurs options de lampes de jeu, et je sélectionne ce qui me plaît en arrivant sur le tournage, car je n'ai pas de vérité absolue sur ce qui va me plaire ou pas. Par exemple dans *Marianne*, à un moment ils entrent à plusieurs dans l'école et avancent avec des lampes torches, or je ne voulais pas qu'ils aient tous la même. L'accessoiriste avait préparé un large panel de lampes torches et avait fait des vidéos, ce qui m'a permis de faire un casting de celles que j'aimais bien, en fonction de comment réagissaient les faisceaux. Puis je les ai réparties au feeling, en fonction des comédiens, du décor et de la fumée, comme on peut le voir sur cette photo de tournage :



Photo de tournage de Marianne, de Samuel Bodin, série Netflix.

La différence est que dans le clip de Soprano, les silhouettes représentent une menace, un peu comme si toutes ces ombres étaient la même personne, de manière allégorique. Donc c'était bien qu'ils aient tous la même lampe. Mais dans *Marianne*, en fiction, je trouve que cela fait faux et qu'on se dit « Tiens, comme par hasard, ils ont tous la même lampe torche ». Ce sont des petits détails comme ça qui, en tant que spectateur, me sautent aux yeux dans les films. On ne sent pas le réel, exactement comme tout ce qui est trop neuf d'ailleurs, tel que les fringues tout juste sorties d'un magasin. Même si tu fais une série d'horreur fantastique, il faut respecter une certaine cohérence et un certain univers. Là il y avait un petit côté *Les Goonies* versus *Super 8* versus *Stranger Things*, la série Netflix en hommage aux années 80.

C'est vrai que pour ton mémoire, là où il y a beaucoup d'utilisation de fumée ce sont tous les projets d'horreur, de science-fiction... Il faudrait voir ou revoir *Blade Runner 2049*, parce qu'il y a bientôt une conférence avec Roger Deakins¹⁸⁴.

J'ai beaucoup aimé ce film, je pensais justement lui poser des questions lors de la conférence. Je repense à une scène en particulier, où le personnage se retrouve dans une brume orangée désertique, entouré d'énormes statues. Une photo de plateau montre que cela a été tourné dans un énorme studio avec des centaines de Spacelight sur le grill technique. C'est beau à voir mais je me doute que ce serait compliqué de faire ça en France, et même ailleurs.

C'est sûr que parler de la théorie c'est bien, mais il faut vraiment se rappeler la réalité économique, qui est compliquée. Deakins dira peut-être « Là j'avais 14 projecteurs de 18kW, 22 nacelles, etc » car il a beaucoup de moyens. Idem dans *1917* quand ils sont de nuit, avec l'église en feu qui a été faite en effets spéciaux numériques (VFX), la base de lumière est énorme. C'est un peu le paroxysme de ce qu'il est possible de faire, cependant il y a très peu de chance pour un chef opérateur d'en arriver là ; on parle de peut-être 20 opérateurs dans le monde. Et avant d'en arriver là, il n'a pas fait que des films dingues et gigantesques comme ceux-là, qui ne sont pas représentatifs de la majorité du travail de chef opérateur. Bien sûr, cela reste intéressant d'en discuter et c'est très cool qu'il ait accepté de faire cette conférence, car je suis sûr que d'autres mille fois moins illustres n'ont même pas répondu pour les étudiants.

Au-delà de cela, ce que j'aime beaucoup chez Roger Deakins, c'est qu'on ne sent jamais sa lumière, quelque part. C'est toujours très élégant et très narratif, sans que ce soit quelque chose de démonstratif. Cela reste très fin, et j'adore. Je n'aime pas quand on reconnaît un chef opérateur parce que c'est son style, or, lui, je pense qu'il éclaire vraiment en fonction du film, il se renouvelle à chaque fois.

Avec quelle caméra et quelles optiques as-tu tourné Marianne et Let's Dance ?

Sur *Marianne* on était en RED Monstro, parce que Netflix demande de livrer du 4K dans leur cahier des charges, et ce n'était pas possible avec l'Alexa – ou alors il fallait passer sur une LF. De mémoire, on avait une Série G Prime de Panavision. On avait aussi des Primo AL "Close-Focus" au début, mais on les a vite rendus. Sur *Let's Dance*, on tournait en Alexa Mini et Alexa SXT, avec essentiellement la série AL scope en "Close-Focus". Sur le clip de Soprano, on tournait avec la Venice et une série T. A chaque fois ce sont des optiques anamorphiques de Panavision.

Après je m'adapte vraiment d'un projet à l'autre. Les caméras et les optiques ne sont que des outils, qui te créent un chemin des possibles en termes techniques – concernant la taille des caméras par exemple – et artistiques avec le look des optiques. Ici on a trois exemples avec des caméras et des optiques différentes à chaque fois. Et là, en l'occurrence, le choix des optiques n'avait absolument rien à voir avec la fumée.

¹⁸⁴ Il s'agit de nouveau d'une « rencontre confinée » organisée par l'ENS Louis-Lumière et la Fémis. Cette rencontre est également disponible en ligne : « Rencontres confinées : Roger Deakins, directeur de la photo, à propos de *Blade Runner 2049* », visible sur : <https://youtu.be/w03G7l7XqE4>

Te sers-tu parfois des VFX¹⁸⁵, notamment pour rajouter de la fumée en post-production ? Ou bien tout est fait exclusivement sur le plateau ?

Oui, c'était complètement fait sur le plateau. Par contre, sur le film *Blood Machines* qui va bientôt sortir, on a dû faire des rajouts de fumée en VFX. Il sortira le 21 mai sur une plateforme américaine, je ne sais pas s'il sera visible tout de suite en France. Il est réalisé par un duo français connu sous le nom de "Seth Ickerman". Ils sont géniaux, leur rendu de VFX est superbe, de même que leur direction artistique et leur esthétique qui sont assez hors du commun. J'avais déjà fait un clip avec eux pour Carpenter Brut, un DJ de musique électronique, pour son titre *Turbo Killer* – où il y a un effet de fumée, d'ailleurs. On a déjà des retours très positifs sur ce clip, et *Blood Machines* en est la suite. Visuellement ce film est dingue, dans un univers un peu rétro années 80, très coloré et très saturé. Les américains sont très friands de ces choses-là. C'est assez intéressant, et cela nous ouvre quelques portes pour travailler là-bas.

J'imagine en effet que c'est intéressant en termes de perspectives de travail, au-delà du projet en lui-même.

Marianne aussi m'a aidé dans ce sens. Même s'il n'y aura pas de saison 2, parce qu'en France, bizarrement, la saison 1 n'a pas fait les chiffres escomptés par Netflix. Il faut dire que, culturellement, on n'est pas trop dans l'horreur, et énormément de personnes m'ont dit : « Ce n'est pas que je n'aime pas, mais je ne suis pas fan d'horreur, donc j'ai arrêté de regarder ». Alors que la série a eu beaucoup de succès dans le monde entier et outre-Atlantique, aux États-Unis et en Amérique latine notamment. Même Stephen King avait fait un Tweet en disant qu'elle avait une certaine saveur "Stephen King", ce qui était plutôt flatteur.

Le réalisateur Samuel Bodin a été rapidement contacté par les américains pour tourner avec eux, il a signé un film de studio. Idem pour moi, je vais bientôt travailler sur un long métrage au Mexique, et le réalisateur m'a contacté après avoir vu la série, qu'il a beaucoup aimée au niveau de la photo. Il m'a appelé pour faire son prochain long, alors qu'il a déjà travaillé 15 ou 20 ans à Los Angeles en faisant des gros films. J'ai même été contacté par un agent américain qui a adoré la série, et qui va me représenter. C'est quand même hallucinant de voir la différence entre la France où la série n'a pas du tout marché, et l'étranger où elle cartonne.

C'est vrai qu'en France, le cinéma "de genre", que ce soit de la science-fiction, de l'horreur ou de la fantasy, ne marche pas très bien.

Ce n'est pas ce qui cartonne le plus, d'une part, et ce n'est pas non plus ce qui se finance beaucoup. Et souvent quand cela a été fait, on ne va pas se mentir, ce n'était pas terrible. C'est triste car les personnes qui font des choses de qualité s'exportent souvent aux États-Unis, parce que les américains en sont friands – que ce soient les réalisateurs ou même les techniciens. La

¹⁸⁵ VFX = Visual Effects en anglais, soit les "effets visuels" en français. Cela correspond aux effets spéciaux numériques, qui servent à effacer ou à combiner différents éléments afin de créer l'image finale.

culture de l'image est clairement beaucoup plus importante chez les anglo-saxons que chez les français. Cela m'attriste, mais c'est une réalité.

C'est d'autant plus intéressant d'avoir fait Marianne, qui est assez rare pour une série française.

Je pense que c'est lié au fait que, même si j'adore mon pays, et le réalisateur aussi, on a une culture de l'image qui n'est pas trop "franchouillarde". Je ne veux pas être péjoratif, mais la Nouvelle Vague ne me fait pas rêver, en fait. Je trouve que c'est dépassé, et que la technique est clairement un moyen narratif pour raconter des choses, de même que l'image. Mais cela ne m'empêche pas de faire des choses naturalistes. J'ai fait des "Audi Talents Awards" : la marque de voiture Audi sponsorise chaque année des réalisateurs pour faire des courts métrages un peu prestigieux. J'en ai fait deux comme cela, dont un qui s'appelle *La vitesse du passé*. On dirait un film plutôt français et naturaliste, avec une lumière stylisée mais qui reste dans quelque chose de doux.

Ce que je veux dire, c'est que la photo est censée être narrative et elle doit s'adapter à un propos. Je ne fais pas l'apologie des films américains où il y a du contraste, de la couleur, etc. Les films Marvel (à 200 ou 300 millions de dollars) me font en général plus penser à des *soap opera* qu'autre chose, par exemple. Je ne prône pas non plus la technique pour la technique ; quand j'ai vu *Birdman*, je ne regardais que la technique parce que je m'ennuyais. Donc évidemment que le principal reste la narration et les comédiens, néanmoins la technique permet de sublimer tout cela et de rendre l'histoire plus intense. Dans *Parasite* chaque plan est d'une maîtrise absolue, et tout le reste est brillant : mise en scène, direction d'acteurs, direction artistique... C'est un sacré réalisateur et auteur, tout ce qu'il fait est génial. Il crée un univers complètement dingue, avec des personnages plus dingues les uns et que les autres, et en plus cela raconte quelque chose de la société sans que cela fasse "franchouillard". C'est vraiment ce que j'aime dans le cinéma, ce qui me fait voyager.

En tant que chef opérateur, il est certain que j'ai envie de pouvoir m'exprimer au niveau de l'image. Les films où l'image ne raconte rien ne m'intéressent pas. Bien sûr en France, on n'a pas les mêmes moyens, mais ce n'est pas qu'une question financière, c'est aussi une histoire d'envie. Heureusement il y a quand même des producteurs et des réalisateurs qui ont cette envie de technique et d'image, au sens large du terme (image, décoration, costumes), avec une direction artistique prononcée. Mais je trouve qu'ils sont encore assez minoritaires. Il ne tient qu'à nous, la jeune génération, de changer cela – je m'inclus dedans, parce que j'ai encore potentiellement trente ans à travailler.

Finalement, qu'est-ce que cela t'évoque quand on parle de brouillard, brume ou fumée ?

Si on me parle de fumée en mode brouillard, cela m'évoque quelque chose de mystérieux, fantastique, mais pas forcément science-fiction. Un peu comme *Sleepy Hollow*. C'est un des éléments qui vont dans le sens du mystérieux et du fantastique. Dans les contes, avec des diseurs de bonne aventure, des sorcières, des forêts... ce genre de choses.

ANNEXE – 7

Entretien avec Benoît Herlin, accessoiriste de plateau

Réalisé le 18 mai 2020

Benoît Herlin est accessoiriste de plateau depuis une dizaine d'années. Il a débuté sa carrière dans le cinéma en faisant de la figuration dès 9 ou 10 ans. Après une maîtrise en cinéma à Paris 8, il assiste sa tante accessoiriste sur des courts métrages et des publicités. Son travail sur La Science des rêves de Michel Gondry, avec le chef décorateur Stéphane Rozenbaum, marque un tournant : il fait de la décoration pendant les 5 années qui suivent, puis se spécialise comme accessoiriste. Il a travaillé récemment sur Let's Dance de Ladislav Chollat, La Belle époque et OSS 117 : Alerte Rouge en Afrique Noire de Nicolas Bedos, The French Dispatch de Wes Anderson.

Pour toi, quelles sont les différentes catégories de machines et leur fonctionnement ? On m'a parlé de machines électriques et thermiques, de la DMG et de la DF-50 aussi, qui a l'air d'être pas mal utilisée et appréciée des chef opérateurs.

En thermique, je n'y connais rien du tout – si je me rappelle bien, les thermiques ont un moteur à essence. Je n'en ai personnellement jamais utilisé. Nous, en plateau, on utilise différentes machines selon l'effet qu'on veut faire ; il y a plein de catégories.

Disons que la DF-50, c'est la Rolls, j'appelle cela de la « fumée de chef op », parce qu'elle fait ce qu'ils veulent : c'est une fumée qui donne de la densité à leur lumière, mais qui ne se voit pas. Dès que tu veux caractériser des traits de lumière, tu vas justifier cette fumée-là dans des lieux propices à la fumée, par exemple des endroits boisés comme un grenier, un château, une bibliothèque... il va forcément y avoir des percées de lumière, et on voudra ramener de la densité avec une machine à fumée. Il y a un jeu entre le chef op et l'accessoiriste là-dessus. Typiquement, la DF-50 est la machine à fumée pertinente pour ce genre d'effet. Elle fonctionne normalement avec un liquide minéral, qui est tellement compressé qu'il va sortir sous forme de fumée, d'après ce que j'en sais. Ces machines-là n'ont pas de temps de chauffe, ce qui est très bien sur le plateau. Je les aime bien car tu n'as pas à réfléchir comme avec une machine type Viper, qui demande un temps de chauffe puisqu'elle comporte une résistance électrique. Ce n'est pas du tout le même principe.

J'ai une Antari HZ-500, c'est la même famille que la Crack Oil DF-50, en moins coûteuse. Elle est faite par des Chinois, ils ont un peu copié le système. Elle coûte environ 1500€, voire même moins. Alors que la DF-50, je crois qu'elle coûte vers les 2500-3000€... Tu

peux la trouver un peu moins chère en occasion aux États-Unis. L'avantage de la DF-50 est qu'elle est vraiment increvable, c'est pratique.

Ensuite on peut utiliser la Viper. Ce qui est bien avec cette machine, c'est que tu peux changer le liquide et faire des effets différents. Par exemple tu as la « quick smoke », si tu as besoin que la fumée s'évapore rapidement. Ils ont trois niveaux je crois, la quick, la moyenne et la lente. En revanche elle demande un certain temps de chauffe, et la machine est imposante donc je la trouve un peu pénible à déplacer. Je l'utilise très peu, en général. Je l'ai utilisée par exemple en studio, quand je veux faire une espèce de brouillard sans que la fumée reste trop longtemps dans l'air.

Sinon j'utilise des petites machines à main, portatives. Par exemple, les Power Tiny sont très pratiques pour nous, quand on doit faire un petit effet de fumée. Tu ne peux pas vraiment jauger la densité de fumée, mais elle fonctionne sur batterie et n'a donc pas besoin de fil. Elle est très compacte, avec une poignée, et elle peut se déclencher à distance avec une télécommande. Typiquement si tu as un feu ou un brasero un peu éloigné, et que tu veux le faire fumer, tu vas utiliser cela. Ou si tu veux faire fumer une voiture qui a eu un accident, tu coince la Power Tiny pas loin du moteur et tu la déclenches à la télécommande. Elle sert à pas mal d'effets. Elle fait une fumée qui n'est pas comme une fumée de brouillard, elle est dure à casser et à dissiper dans l'air.

Tu ne peux donc pas faire le même effet qu'une DF-50 ?

Non, tu ne peux pas, cela ne fait pas le même effet. Ça ne se cassera pas facilement, tu verras encore les volutes. Personnellement, je ne l'utilise pas pour cela, et je ne le préconiserais pas.

J'ai deux machines à fumée portatives : la Power Tiny, et aussi la mini Tiny [Tiny FX], une mini machine à fumée de la même marque mais encore plus petite. Elle est vraiment petite, elle fait environ 15 cm ; dedans tu mets des seringues de fumée, et pareil elle est sur télécommande. Mais elle est assez fragile. Tu peux l'utiliser pour faire une fumée de four à pain, de barbecue... Pour un barbecue, tu la planques dans les fausses braises et tu peux l'activer à la télécommande, cela donnera un petit filet de fumée. C'est marrant, mais je ne l'utilise pas souvent. C'est plus un gadget qu'autre chose, même si elle peut avoir ses effets.

Ensuite il y a les Artems, pour les effets extérieurs de brouillard, type brume matinale, brume de forêt... C'est comme un pistolet, avec un système de résistance en serpentin. Cela fonctionne avec deux cartouches, l'une de gaz et l'autre de paraffine. Il y a un système de piézo, c'est-à-dire que tu allumes d'abord le gaz – comme si tu allumais un briquet – et cela va chauffer le serpentin. Cela va faire monter en température la paraffine, qui sortira en fumée.

Cette machine-là est sympa, mais elle n'est pas facile à régler. Il faut vraiment bien la connaître et doser. Si tu ne chauffes pas assez le serpentin, la paraffine va sortir trop liquide et cela va faire des jets au lieu d'une fumée. Et dans ce cas-là, le liquide de ta bouteille diminue

très rapidement, ce qu'il ne faut surtout pas. Il faut vraiment l'économiser car cela coûte très cher, et c'est seulement 4 minutes d'effet en plein régime. D'un autre côté, il ne faut pas que la résistance soit trop chaude non plus, sinon cela fera une fumée blanche qui ne tient pas du tout dans l'air, et elle sera dégueulasse. Donc il faut bien jauger l'apport de gaz. Une fois que tu comprends le système : tu la fais chauffer, et tu regardes la couleur du serpentin. Quand il est bien rouge incandescent, tu relâches le gaz, ou plutôt, tu le mets au minimum, histoire que cela continue de chauffer un petit peu. Alors tu ouvres les vannes de fumée et tu regardes comment elle sort. Tu es tout le temps en train de jauger ça, donc il faut bien s'y connaître.

Après il faut regarder le sens du vent : est-ce qu'il est toujours dans le même sens, ou est-ce qu'il te joue des tours, en soufflant d'un côté puis de l'autre ? A chaque fois que j'ai une séquence à faire avec cet effet-là, je lance un tout petit peu de fumée pour voir comment elle réagit dans l'air, et je vais essayer de me placer en fonction du cadre, de trouver le meilleur endroit stratégique.

Es-tu tout seul pour faire cela, ou parfois vous êtes plusieurs ?

Cela dépend. Si l'effet est prémédité, que cela a été vu en réunion et que tu as besoin de balayer un espace assez vaste, dans ce cas-là tu demandes de l'aide. Mais parfois on te demandera cet effet de manière complètement improvisée, un soir ou pendant la journée, en te disant : "Tiens ce serait pas mal finalement ; on n'a pas prévu ça, mais si tu as une machine, tu peux la sortir". Du coup tu le fais seul, tu n'as pas le choix. De toute façon tu n'as qu'une machine, et il n'y a pas besoin d'être deux par machine.

Est-ce que tu utilises beaucoup cette machine ?

L'Artem, en extérieur, oui. Après il y a des systèmes "plus complexes". Tu peux faire un système avec une machine de type Viper, sur laquelle tu vas adapter une espèce de grand boudin, qui peut faire 20 ou 30 mètres. Ce boudin est percé par des tuyaux et il va sortir de la fumée en continu. C'est pratique aussi, mais il faut que cela soit installé la veille ou le matin, en prépa, peut-être deux heures avant de tourner. Cela demande une logistique un peu plus lourde, et il faut trouver l'électricité pour la machine. Donc souvent, si tu es en extérieur, il faut se brancher sur un groupe, mais qui n'est peut-être pas encore là le matin... C'est plus compliqué, même si l'effet est joli, c'est plus diffus dans l'air.

Je me demandais : je vais bientôt tourner le film de fin d'études d'une camarade de promo en tant que chef op, et on a des séquences dans la forêt où on souhaitait mettre un peu de fumée. Le problème, c'est qu'on n'aura pas de groupe électrogène, a priori. On avait vu les Artems, mais de ce que tu me dis, est-ce que ce serait dangereux qu'on essaye d'en utiliser, sachant qu'on ne sait pas s'en servir ? Parce que les Tiny sur batterie, je ne suis pas sûre que cela fonctionne... Que conseillerais-tu ?

Non, les Tiny ne marcheront pas. Pour la forêt, moi je te conseille vraiment une Artem. Il suffit de trouver quelqu'un qui la maîtrise, comme un accessoiriste qui aurait un petit peu

l'habitude. Ou alors se faire former, ce n'est pas d'une complexité folle non plus. Tu peux aller dans une boîte qui en ont, ou je peux vous montrer moi-même. C'est sûr qu'il faut faire attention, parce qu'effectivement c'est quand même du gaz et de la paraffine, avec un système de chauffe.

Il faut louer des machines chez Pyrofolies ou C17 SFX, deux loueurs d'effets spéciaux. Mais je pense que c'est tout à fait faisable, avec une personne dédiée à ça et qui soit bien briefée. C'est vraiment le meilleur effet et tu es autonome, tu peux vraiment bouger. Sauf si tu sais que tu as un plan fixe et que tu ne changeras pas trop de valeur ou d'axe, dans ce cas tu pourrais utiliser une machine électrique à brancher. Mais si tu as vraiment envie d'être nomade, il faut des machines type Artem, sans hésiter.

J'ai déjà entendu parler de Pyrofolies, mais pas de C17 SFX.

C'est une autre société qui fait un peu plus d'événementiel, type concerts ou autre, mais ils bossent aussi beaucoup avec le cinéma. Ils ont toutes les machines à fumée possibles et imaginables. Vraiment toutes. Ils font aussi les canons de fumée de type concert, avec la « quick smoke » justement, la fumée qui part très rapidement dans l'air. Ils font aussi de la carboglace.

Est-ce que tu te sers de la carboglace ?

Non, pas trop. La carboglace, c'est si tu veux faire un lit de fumée au sol, par exemple. C'est très spécial, c'est vraiment de la fumée lourde, il faut en avoir l'utilité. Franchement en cinéma, on l'utilise très peu. Ça coûte très cher en plus.

Parmi toutes ces machines, en as-tu qui t'appartiennent ? Que loues-tu éventuellement ailleurs ?

Je loue très peu de machines. Dans mon camion j'ai toujours une Artem ; une Antari HZ-500, qui fait de la fumée de brouillard, la « fumée de chef op » ; une Power Tiny, avec deux ou trois batteries, plus la télécommande ; et la toute petite, la mini Tiny fog sur batterie, avec la télécommande. J'ai quatre machines en tout. C'est celles que j'utilise le plus en tournage. Je loue rarement... parfois une Viper, de temps en temps. Tu sais, on est là pour faire les petits effets de plateau, mais dès qu'il y a des effets un peu plus lourds, ce sont les SFX qui s'en chargent.

A quel moment arrives-tu sur le projet, et quand te parle-t-on des effets de fumée ? Quand est décidé le fait de passer à des SFX pour un effet lourd ?

Si on décide de passer à des SFX, on verra cela en réunion. En fait, on fait une réunion, ou plutôt une lecture, avec le réalisateur, le chef op... et le "dir de prod", parce qu'il a son mot à dire. S'il me demande de gérer un effet, alors que j'ai beaucoup d'autres choses à faire ce

jour-là et que je n'ai pas le temps, ce ne sera pas possible. Parce qu'une fois que tu es dédié à la fumée, tu y es vraiment dédié, et c'est parfois au détriment de beaucoup d'autres choses.

C'est vrai qu'en tant qu'accessoiriste, tu as pas mal de choses dont tu dois t'occuper, au-delà de la fumée.

Ben ouais ! Si tu as des raccords, des accessoires pour les comédiens, une séquence de restaurant, des écrans... Moi j'ai un peu l'habitude de gérer la fumée et le reste du tournage. Typiquement dans *La Belle époque*, je gérais tous les accessoires d'époque, et en même temps, c'est nous qui faisons la fumée – on était deux. Ce n'est pas forcément très confortable, parce qu'il faut gérer la fumée, et il y en a souvent trop ou pas assez. Les studios, ce sont des endroits qui sont très vastes, et il n'y a souvent pas de plafond afin de pouvoir mettre de la lumière, donc la fumée s'évapore très vite. Il faut toujours faire la police en demandant de fermer les portes. Et est-ce qu'il n'y a pas une gaine d'aération qui va te ventiler, t'aspirer ta fumée ? Il y a des réflexes à avoir, même en extérieur.

Quand tu fais de la fumée, par exemple dans un bar, un resto, ou tout autre lieu, la première chose à faire est d'aller voir la régie et demander si tous les systèmes incendie ont bien été déconnectés. Parce que sinon, si tu commences à mettre ta fumée, tout se déclenche. Ensuite il faut vérifier les sorties, les portes et tout ça, faire en sorte que la fumée soit contenue dans une pièce pour éviter de la recharger tout le temps. Tu ne peux pas mettre de fumée pendant que cela tourne, donc ton effet doit durer le temps d'une prise, et parfois ce n'est pas possible.

Par exemple, j'ai fait *OSS 117* et ils m'ont demandé de faire de la fumée dans un énorme hangar en tôles, ouvert aux quatre vents... et la séquence durait toute la journée. On n'avait pas de machine suffisamment puissante à mettre à l'intérieur du hangar, alors on a observé par où était aspiré le vent. Heureusement là-bas, au Kenya, ils ont des gamelles dans lesquelles ils mettent des braises avec de l'encens par-dessus, qu'ils arrosent pour créer une fumée continue. Ils entretiennent ça avec des braises et de l'eau, c'est comme des woks. On a placé ces gamelles à des endroits stratégiques, à l'extérieur du hangar, de sorte que la fumée soit aspirée et entre dans le local, ce qui faisait une fumée un peu diffuse. J'ai utilisé cette technique deux ou trois fois là-bas, parce que c'est tout ce qu'ils ont, en fait. Ils n'ont pas de machines à fumée, ou très peu.

Dès qu'il y a du vent, toute la fumée part, ce qui peut être compliqué à certains endroits. Est-ce que la fumée peut éventuellement influencer sur le choix des décors ?

Je ne pense pas que cela puisse vraiment peser dans la balance. Ce n'est pas comme le son, où si le décor est proche d'un aéroport, ce n'est pas possible d'y tourner. La fumée est souvent une valeur ajoutée à un plan, une espèce de bonus. Et puis tu ne peux pas vraiment savoir si tu pourras faire de la fumée : si un lieu est repéré comme parfait un jour où il y a zéro vent, c'est possible que le jour où on tourne, il y ait des bourrasques qui font que tu ne peux finalement pas en mettre.

Sur *Les Malheurs de Sophie*, il y avait une séquence où la petite Sophie entre dans une espèce de marécage embrumé, au petit matin. Le centre du marécage était fait en studio, mais

son entrée devait être tournée en extérieur. Ce jour-là, j'avais 3 Artems, et le vent était tellement puissant que je n'ai pas pu faire l'effet voulu. C'étaient des bourrasques de vent qui emportaient la fumée sous forme de tornade, c'était immonde. Donc je n'ai pas pu mettre de fumée. En revanche en studio, j'ai dû recréer cet effet de bourrasques extérieures pour être raccord, en balançant des ventilateurs.

Et concernant les raccords entre les plans d'une même séquence, est-ce que tu adaptes le niveau de fumée en fonction de la taille du plan ?

Complètement. En général, les chefs op vont privilégier les plans larges pour travailler et caractériser la lumière avec de la fumée. Dès qu'on va se resserrer, ou être un peu en contre-jour ou autre, ils vont vouloir la limiter parce que cela fait tout de suite crade et cela plaque les perspectives ; donc ils vont vouloir jauger la fumée. A certains moments, je n'ai même pas besoin de leur demander : par exemple pour des plans serrés où il n'y a pas de lumière qui se caractérise, je leur dis « J'imagine que tu n'as pas besoin de fumée pour ce plan-là ». Je sais un petit peu par expérience comment l'employer, et à quel moment elle est pertinente.

Comment se passe la collaboration avec le reste de l'équipe, en prépa et en tournage ? Avec le chef opérateur, le réalisateur, le chef décorateur...

Le chef déco n'a absolument pas son mot à dire là-dedans. C'est vraiment un truc entre le chef op et l'accessoiriste. En prépa, c'est plutôt le chef op qui dira en réunion quand il a besoin de fumée, et il me demande quel type de fumée je peux lui apporter. Souvent je leur propose ma machine, en leur disant qu'elle ne déçoit pas, qu'elle est performante et fait vraiment une belle lumière. On finit par s'entendre sur une certaine qualité de fumée.

J'aime bien travailler avec mes propres outils, car tu peux vraiment répondre à une demande improvisée, ce qui est souvent le cas. On travaille dans l'instant, car on ne peut pas tout calculer, tout prévoir... J'aime bien les choses qui n'ont pas été calculées. Mais si tu n'as pas les outils, tu ne peux pas le faire car il faut les louer en avance.

Un soir, je tournais sur *Arsène Lupin*¹⁸⁶ en extérieur, c'était un plan au drone qui suit en montant une cage d'escaliers, jusqu'à arriver sur Arsène Lupin sur le toit, qu'on perd ensuite dans la ville. Le chef op me demande si je n'ai pas une machine à fumée, je lui réponds que j'ai une Artem dans le camion. Il me dit « Ah ben c'est parfait ! Vas-y sors là ! ». Et c'est le challenge, hop je regarde d'où vient le vent. Avec l'Artem, tu peux balancer la fumée sur le sol et faire des allers-et-retours en passant devant la caméra, mais un peu au loin, et le sol va emmagasiner la fumée et la diffuser de manière un peu lente. Ça marche aussi dans des feuillages, ou dans la végétation, cela permet de la garder. Sinon, si tu la balances dans l'air, le temps que tu la mettes à un endroit A et que tu rejoignes un endroit B, il n'y aura plus rien à l'endroit A. Donc tu insistes un peu à certains endroits, et quand tu entends « Moteur ! » tu en lances au dernier moment et tu t'en vas. Tu attends qu'elle diffuse un peu, puis ils décident de lancer l'action.

¹⁸⁶ Nouvelle série Netflix portée par Omar Sy dans le rôle-titre.

Comment cela se passe-t-il par rapport au "Moteur", justement ? Parce qu'il faut mettre de la fumée juste avant, mais il faut aussi qu'elle soit bien diffusée.

Oui, il y a un moment plus propice. C'est vraiment le chef op, derrière son écran, qui dirige : « Bon voilà on lance le "Moteur" pour la fumée. Tu balances, allez vas-y Benoit envoie ! ». Et hop j'envoie la fumée, puis on attend un petit peu. En attendant, on peut même demander aux figurants de commencer à jouer. En fait c'est surtout le chef op qui décide de l'actualité de sa fumée. C'est son œil qui dirige.

Cela t'est-il déjà arrivé qu'un chef opérateur demande de faire des essais de fumée ? Pour voir comment éclairer, par exemple ?

Cela m'est plutôt arrivé de faire des essais pour des effets très particuliers. Je pense tout de suite à un film comme *Lou ! Journal infime*, d'après la bande dessinée, avec Kyan Khojandi, Nathalie Baye et Ludivine Sagnier. J'avais deux effets à faire. Je me souviens que j'avais un effet où Ludivine Sagnier ouvre une casserole, et s'aperçoit que son plat est complètement cramé. Il fallait faire une espèce de champignon de fumée noire qui sortait quand elle ouvre, un peu façon BD. J'ai donc fait un essai spécifique à cette séquence-là, car il fallait bien voir ce que cela donnait avant d'arriver sur le plateau. D'autant que c'est compliqué de faire de la fumée noire, comme toute fumée de couleur d'ailleurs ; c'est même impossible, à part en fumigène. Il y avait aussi un effet quand elle veut faire brûler sa robe de chambre : elle la prend et la met dans un barbecue, la robe commence à s'enflammer et de la fumée en sort. J'avais aussi fait des essais pour cela. Donc c'est quand même pour des effets bien particuliers.

Après je pense que les chefs op savent plus ou moins ce que la fumée va donner pour un effet de brouillard, il n'y a pas besoin d'essai. Ou alors on fait une journée d'essais, avec des essais de tapisseries, de tissus, de comédiens, d'accessoires ou autres. Et là, il va peut-être demander de mettre de la fumée pour voir ce que cela donne à la caméra. Mais c'est très rare.

Est-ce donc impossible de faire de la brume colorée ?

La brume colorée, c'est impossible. Tu peux utiliser du fumigène de couleur, dans lequel une espèce de colorant est ajouté à la poudre. En fait ce sont des petites particules de couleur, comme une espèce de cendre colorée, qui va se diffuser dans l'air. C'est ce qu'on peut voir dans les stades de foot par exemple, quand ils balancent des fumigènes rouges, verts... C'est tout ce que tu peux obtenir. Pour la fumée noire c'est pareil, c'est un système de poudre et de particules noires qui se mélangent à l'air, et qui vont créer une fumée noire. C'est la seule manière de faire cela, je n'en connais pas d'autre. Sinon la fumée est grise ou blanche.

Dans La belle Époque, au moment où Guillaume Canet arrive près du lit tournant dans la soirée "hippie", alors que Daniel Auteuil et Doria Tillier se sont échappés, on aperçoit brièvement une petite volute de fumée devant la fenêtre éclairée en bleu, alors que sur les murs de la pièce, éclairée plutôt en jaune, on ne la voit absolument pas. La fumée réagit-elle différemment en fonction de la couleur ?

Je pense qu'elle se lit mieux sur un fond bleu, avec effectivement une lumière bleue, que sur une lumière jaune. Mais je ne pense pas que ce soit plus recherché que cela dans ce plan, c'est un peu le fruit du hasard, un effet de lumière qui fait que la fumée s'est plus perçue à un moment qu'à un autre. Ce n'est pas moi qui ai tourné cette séquence-là, car j'ai dû partir sur le film de Wes Anderson. Cela dépend comment tu éclaires ta fumée. C'est comme la pluie, il faut lui mettre un contre, ou l'éclairer de côté, si tu veux qu'elle ressorte et qu'on la voit.

Où a été tourné La Belle Époque ? Il y a beaucoup de construction dans ce film.

Le film a été tourné aux studios Transpasets à Saint-Ouen. Il y a trois studios là-bas, qui sont très bien et bien desservis. Au début on devait tourner à Bry-sur-Marne, mais il y avait déjà beaucoup de tournages, donc pour être plus autonome, la production nous a pris un studio de Transpasets.

Le travail de construction était énorme ! Ce n'est pas pour rien qu'il a eu le César du meilleur décor. Il y a quand même le café avec les coulisses, toute la fausse rue, l'hôtel, la soirée "hippie", l'appartement de Guillaume Canet, le petit appartement où se cachent Doria Tillier et Daniel Auteuil... Les séquences qui n'ont pas été tournées en studio sont celles dans la maison de Doria Tillier, dans les bureaux des Voyageurs du temps – tournés à la Défense – et dans les châteaux.

Selon toi, quels sont les différents effets qu'on peut vouloir faire avec de la fumée ou du brouillard ? Matérialiser les rayons de lumière est un des plus classiques...

Oui, et tu peux également avoir un effet d'endroit un peu poussiéreux. Je pense à une séquence dans *OSS 117* où Jean Dujardin est jeté en prison, il y a bien sûr cet effet de caractérisation de la lumière, mais il faut aussi qu'on sente cette atmosphère un peu chaude et épaisse. La fumée va aider à obtenir cet effet-là. Je l'emploie dans toutes les séquences se déroulant dans des endroits confinés (cave, grenier, locaux), quand on veut donner une atmosphère. Dans les boîtes de nuit, c'est certain, et aussi dans les bars, la plupart du temps. Dans les séquences ou films d'époque, tu mettras aussi de la fumée. Sinon tu ne l'utiliseras pas. Ou pour des séquences avec des bougies, elles justifient le fait que tu en mettes. Il faut d'ailleurs faire attention, car les bougies génèrent beaucoup de fumée, qui est bien épaisse et un peu gris noirâtre. Il faut le prendre en considération, surtout qu'on utilise souvent des doubles mèches.

Cela peut être une spécificité des films d'époque, quoiqu'on voit aussi pas mal de fumée dans les films de genre, type horreur ou science-fiction. Dans Let's Dance, c'est intéressant qu'il y en ait car c'est un film totalement contemporain. Philip Lozano m'a dit qu'il en avait mis

pour donner un côté « poudré », surtout dans les séquences avec la danse classique, contrairement aux séquences de hip-hop qui ont un traitement plus classique avec de la fumée sur une scène de show.

Oui, on en utilisait beaucoup avec Philip, parce qu'en effet, il y en a qui aiment. C'est un parti-pris que le chef opérateur prend dès le départ : s'il décide de mettre de la fumée en permanence, il faut garder ce parti-pris du début à la fin. Donc dans les séquences tournées dans les lieux de danse, j'ai mis de la fumée sur tous les plans. J'en ai même mis hors séquence de danse, quand les personnages ne font que discuter dans le bureau de la directrice. C'est comme un peintre qui décide d'utiliser une certaine technique de peinture. Le chef opérateur peut décider d'utiliser de la fumée sans qu'elle soit justifiée par une époque ou quoique ce soit. Dans ce cas c'est une fumée qui renforce l'esthétique du film, c'est une fumée purement esthétique.

C'est vrai qu'en France, il n'y a pas beaucoup de films d'horreur ou de science-fiction, on n'est pas vraiment spécialisé là-dedans. Mais j'adore en faire, avec les films d'époque ou de guerre, car tu peux vraiment intervenir dessus. Alors que sur certains films, surtout contemporains français, ton intervention est très limitée.

Quelle machine as-tu utilisée pour Let's Dance ?

J'ai utilisé la Antari HZ-500 sans arrêt. On avait aussi deux ou trois DF-50 pour les séquences du concours de danse hip-hop. En fait, elles appartenaient au lieu, je crois que c'était le Palais Omnisports. Moi je n'aurais jamais pu arroser un lieu comme cela, c'est trop grand, il fallait plusieurs machines. Eux, ils les connectent sur des régies, et ils peuvent lancer la fumée depuis leur console. Ce sont des machines qui sont là en permanence.

Donc deux ou trois DF-50 suffisent à enfumer un espace aussi grand !

Ah oui, le débit de ces machines est énorme ! Par contre, ce que je fais, c'est que je mets un ventilateur à la sortie de la machine. Comme cela dès que la fumée sort, elle est aspirée par le ventilateur, et elle est envoyée déjà cassée. J'utilise systématiquement un ventilateur, car il va casser la fumée et la disperser très vite dans l'air. Et parfois, quand je n'ai pas le temps, j'utilise un escargot : c'est un mini souffleur à feuilles qui se branche sur batterie, de marque Makita. Je le focalise sur la sortie de la fumée, et cela la diffuse très rapidement dans la pièce.

Quelle taille fait ton ventilateur ?

Je n'en utilise pas un trop gros, parce qu'on est quand même souvent dans des pièces assez confinées, avec un espace restreint. Donc pas besoin d'utiliser un ventilateur qui fait 40 cm, par exemple. Le mien fait 30 cm de diamètre environ, il fait plus ou moins la largeur de ma machine à fumée. En revanche quand j'utilise la Power Tiny, j'ai une espèce de grand éventail pour casser la fumée, qu'on avait fabriqué sur un film. La Power Tiny, je m'en sers surtout pour être mobile, alors qu'un ventilateur demande d'être branché sur l'électricité, ce n'est pas très nomade.

As-tu aussi employé la HZ-500 sur La Belle Époque ?

Oui, j'ai toujours utilisé la HZ-500, notamment dans les séquences de bar. Il y en avait dans la chambre, et également dans la soirée "hippie", où il y a des bougies et ils fument tous des pétards. Je crois que c'est tout. Toutes les séquences du début, quand il entre dans la soirée un peu genre Napoléon III, ce n'est pas moi qui les ai tournées. Je crois que j'en ai mis dans les séquences "au présent" dans le bureau des Voyageurs du temps, de manière très diffuse. Elle ne doit pratiquement pas être perceptible. Je me souviens qu'il y avait des puits de lumière, et je crois que Nicolas Bolduc [le chef opérateur] m'avait demandé d'en ajouter pour renforcer un peu l'atmosphère.

Il ne me semble pas l'avoir sentie en tout cas. Mais c'est le problème avec ces effets, souvent ils sont visibles comme dans Let's Dance, mais parfois c'est tellement subtil qu'on ne les voit pratiquement pas, voire pas du tout.

Oui, c'est sûr. Et au contraire, parfois la fumée est employée à outrance. Cela devient trop facile. Le problème, pour moi, c'est que la fumée paye tout de suite visuellement dans une séquence, alors qu'il faudrait penser le film comme un bout-à-bout de séquences. Parfois, on ne se rend pas compte de l'impact que cela peut avoir sur l'ensemble de l'œuvre. Si on se dit que c'est sympa d'en mettre un peu ici, et un peu là... à la fin, c'est parfois trop. Si tu mets de la fumée partout, et qu'elle n'est pas forcément justifiée ou qu'elle est trop présente, elle se sent trop et prend trop de place par rapport au reste. Et moi, ça me dérange. Il faut vraiment l'utiliser avec parcimonie.

Sauf que cela devient monnaie courante d'en mettre. Franchement, la fumée... il n'y a pas un projet où je n'en mets pas. Sur *OSS 117*, j'en ai mis tout le temps. J'ai fait *Emily in Paris* l'année dernière, une série américaine, on en a mis absolument partout : dans les bureaux, les soirées, les bars, les restos... Ils voulaient un effet de "vieux Paris", le Paris classique, le rendre un petit peu glamour.

A part la fumée, de quels autres effets s'occupe un accessoiriste ?

On peut me demander de faire des feux, comme des feux de cheminée. Des effets de pluie aussi, quand ce sont des endroits raisonnables : de la pluie sur une ou deux fenêtres, ou un petit auvent, ça va. Pour des effets de pluie plus importants, il faut un camion ou une citerne, ainsi que plusieurs rampes à mettre en place. Ce n'est pas l'accessoiriste qui s'en occupe mais les effets spéciaux SFX. Parce que les rampes à pluie, il faut les installer pratiquement la veille, et la pluie est compliquée à faire. Quand il pleut dans *La Belle époque*, c'est l'équipe des SFX qui s'en est chargée.

Pour la neige, ce sont soit des gros effets gérés par les SFX, soit carrément de la neige numérique avec les VFX. En tant qu'accessoiriste, on s'occupe alors de petits raccords, par exemple une rambarde sur laquelle on met un petit lit de neige – c'est d'ailleurs assez pénible à faire. Ou s'il y a un peu de neige sur un manteau, s'il faut saupoudrer de la neige quelque part... mais pas plus que cela.

Sur *OSS 117*, on faisait aussi du vent. Les acteurs étaient dans des véhicules type Jeep, sur des fonds verts. On rajoutait du vent avec des énormes ventilateurs, mais le problème, c'est qu'ils font beaucoup de bruit et cela masque les dialogues. Donc c'est tout un jeu avec l'ingé son, pour savoir comment on va faire. Est-ce qu'on privilégie le son ou le vent ? On peut prendre une prise avec le vent seulement, et dans ce cas refaire le dialogue en post-prod, ou le prendre sur d'autres plans. Parce que moi, je ne peux pas inventer du vent sans ventilateur. Les acteurs étaient censés aller très vite en pleine savane, en se prenant des grosses bourrasques dans la figure... Après, sur des petits plans on peut faire du vent avec des drapeaux, parce que ça ne fait pas de bruit. Mais c'est très chiant quand on commence à faire ça !

Que mets-tu comme liquide dans tes machines ?

Dans la HZ-500, c'est une huile minérale faite pour cette machine-là, ou pour ce type de machine. Je pense que c'est la même huile minérale que pour la DF-50. Pour la Power Tiny et la mini Tiny, c'est une huile spécialement conçue pour ces machines, qui s'appelle Tiny Fluid. Et pour l'Artem, ce sont des cartouches de paraffine qui coûtent très cher.

Un de mes cousins travaille dans les effets spéciaux, en maquillage et animatroniques, à « CLSFX - L'Atelier 69 » à Montreuil. Il vient de créer une mini machine à fumée vraiment marrante, qu'il a fabriquée avec des vapoteuses (cigarettes électroniques). C'est vraiment tout petit ! Il a adapté un petit ventilateur et intégré une télécommande, et tu peux la visser sur différents supports. Elle se recharge par USB. C'est inédit, ça n'existe pas dans le commerce. Elle apporte un autre type d'effet, entre la fumée et la vapeur, car elle se dilue assez rapidement dans l'air.

J'en aurais bien eu besoin à certains moments. Par exemple dans *OSS 117*, Jean Dujardin est assis dans un avion à côté d'une femme qui ne supporte pas la fumée. Alors qu'elle dort, elle reçoit un nuage de fumée de cigarette sur elle et cela la réveille. Pour faire cet effet-là, j'ai dû m'asphyxier à souffler comme un pompier avec une vapoteuse, alors que si j'avais eu cette petite machine, ça aurait été parfait, je l'aurais mise juste à la hauteur de la comédienne pour la déclencher.

C'est surtout mon cousin qui l'a créée. Je l'ai juste un peu conseillé sur des options qui pourraient servir sur le plateau, comme le système de pas de vis qui permet de l'accrocher sur un petit bras magique, par exemple. Cette machine-là est vraiment super, elle est très compacte et tu peux la planquer n'importe où, dans un petit moteur, une grille qui doit fumer... Cela change de la petite machine que j'ai [la mini Tiny], qui est plus contraignante : la batterie est déportée, donc il faut gérer la machine, le câble et la batterie séparément. Elle consomme aussi beaucoup de liquide. Alors que la création de mon cousin, apparemment en fonction du liquide qu'on met dedans, cela fait une fumée plus ou moins dense. Je vais la tester sur mon prochain film. Si je la trouve pertinente, je la conseillerais à mes collègues. Elles s'appellent la Minimist et la Nanomist, il y en a une un peu plus grosse que l'autre, pour à peu près le même effet.

On a besoin de choses qui sont portatives, rapides et efficaces. Je trouve d'ailleurs qu'on manque de ces nouveautés aujourd'hui. L'offre des machines n'a pas vraiment évolué depuis 5

à 10 ans ; par exemple la Power Tiny était révolutionnaire à l'époque, mais elle doit avoir au moins 15 ans.

Quel serait l'historique des techniques pour faire du brouillard ou de la fumée, justement ? Si je remonte à Quai des brumes, j'avais lu qu'ils brûlaient des pneus, ce qui aujourd'hui est évidemment interdit.

Je n'ai pas vu les techniques d'avant, je ne sais pas trop comment cela fonctionnait. Je sais qu'on utilisait ce qu'on appelle des "couscoussières", c'étaient des systèmes avec des bains d'huile. Ma tante, qui était accessoiriste, utilisait ça. C'était avant la Crack Oil.

Mais sinon, je ne sais pas comment ils faisaient pour les effets de brumes. Ils devaient forcément faire brûler des choses, et certainement faire un système de brasero en balançant de l'eau dessus, comme je faisais en Afrique au Kenya. Ma tante avait aussi des "beesmakers", qui étaient utilisés pour enfumer les abeilles. Cela donnait une fumée diffuse quand ils mettaient de l'encens ou du papier d'Arménie à l'intérieur ; c'est vraiment très ancien.

Quel type de fumée donne le papier d'Arménie ?

Il te fait des volutes de type fumée de bougie. Il y a énormément d'effets dont on n'a pas encore parlé, que ce soient les effets de bougie, de cendrier, de théière ou de café qui fument. On peut utiliser plusieurs choses pour cela.

Il y a d'abord le papier à fumée. C'est un peu comme le papier d'Arménie, c'est une espèce de papier buvard que tu fais brûler. On peut en couper des bouts, que l'on plie souvent en accordéon. C'est pas mal pour faire fumer l'intérieur d'une théière par exemple.

Si on veut quelque chose de plus localisé, comme une fumée de cigarette, on utilisera plutôt une tablette à fumée. C'est comme du papier buvard emprisonné entre deux plaquettes de cire. On allume le bout du buvard, cela brûle jusqu'à atteindre la cire qui se consumera encore plus lentement. L'effet est vraiment sympa, je l'utilise quand je dois faire fumer un cendrier au loin. Si je devais le faire avec des vraies cigarettes, ce serait compliqué en termes de raccord, et en prime cela ne sentirait pas bon.

Il y a aussi un produit italien, qui s'appelle "effeto vapore", qu'on utilisait pour faire la fumée qui sort des armes à feu venant de tirer, dans le canon. On l'utilise beaucoup en pub, par exemple pour faire fumer un plat – mais qui ne sera pas mangé, parce que c'est hyper dangereux, ce sont en fait deux produits chimiques dont la rencontre crée une fumée. Ce sont deux liquides dans des pipettes qu'on applique le moment venu. Si un acteur sort une pizza du four et la pose sur un plan de travail, cet effet donne vraiment l'impression qu'elle sort chaude du four, toute fumante. C'est magnifique comme fumée. Cela ne dure que quelques dizaines de secondes, mais c'est tout à fait suffisant, comme une fumée qui s'évaporerait d'elle-même. C'est parfait aussi pour un café fumant tout juste servi.

Le dernier, ce sont des ampoules doubles – comme les ampoules de médicaments – qui contiennent d'un côté des petits granules et de l'autre une poudre. On casse un côté puis l'autre, on met le mélange dans une espèce de poire à lavement, avec un tube en verre qui en sort. Quand on actionne la poire, cela fait sortir la fumée. J'ai beaucoup utilisé ce système sur *The*

French Dispatch de Wes Anderson. Il y avait un moment avec des petites fioles, et un autre où un des acteurs ouvre une espèce de thermos et verse le contenu dans des verres, on cherchait une fumée suffisamment dense pour qu'elle reste à l'intérieur. On dirait presque de la carboglace, c'est une fumée très lourde et épaisse, qui reste assez longtemps dans l'air. En revanche, il faut faire attention avec les comédiens, car ce n'est pas une fumée très respirable, elle est même un peu nocive. De toute manière, en règle générale, la fumée n'est pas anodine. A part les fumées faites avec des huiles minérales, qui sont plutôt inoffensives, il faut faire attention à toutes les autres.

Ces techniques-là sont vraiment pour des petits effets en direct. J'ai un peu tous les types de fumée dans mon camion, car j'adore ça ! Dès que je peux apporter une certaine vérité dans un plan avec de la fumée, je le fais, sans aller dans l'excès non plus. Par exemple sur *Arsène Lupin*, il y avait une course-poursuite sur les toits de Paris avec plein de cheminées, et j'ai pensé que ce serait marrant d'en faire fumer une. J'ai coincé une machine à fumée derrière l'une d'elles ; je ne pouvais pas la mettre dedans, c'était trop dangereux. Je ne connaissais pas tout à fait le cadre du chef op, mais j'étais persuadé que puisqu'on voyait Montmartre, il voudrait tourner avec le Sacré-Cœur et faire passer le personnage par là. J'ai supposé qu'un certain conduit de cheminée serait dans le cadre, pour qu'on puisse voir ma fumée, et bingo ! C'était pile dans le cadre.

Par rapport au fait que, parfois, il y a trop de fumée, je pensais à la série médiévale fantasy The Witcher. Il y en a partout, que ce soit en intérieur ou en extérieur, et peut-être même trop à plusieurs moments.

Il faudrait que je la regarde, mais ça se justifie quand même, puisqu'il y a une ambiance de taverne, d'un truc un peu lugubre. Mais c'est ce que je disais tout à l'heure, ce n'est pas à utiliser à outrance. C'est compliqué d'être suffisamment réaliste pour ne pas voir les ficelles. Parfois même la source se voit : quand je regarde un plan avec de la brume, souvent je peux te dire d'où vient la fumée, parce que je vois vraiment la naissance de la fumée d'un côté. C'est compliqué à jauger, la marge de manœuvre est finalement assez restreinte.

A quoi cela te fait penser, quand on parle de brume, brouillard ou fumée ? En termes d'imaginaire, si c'est quelque chose de mystérieux, inquiétant, excitant...

C'est un peu tout cela à la fois. Il y a d'abord l'aspect pratique pour moi, en tant qu'accessoiriste, d'utiliser des machines. Quand tu apportes de la fumée, c'est comme quand tu apportes des accessoires aux comédiens, tu as une emprise sur l'image, ou en tout cas tu peux t'exprimer d'une certaine manière. C'est la même chose à travers les autres effets, un feu, une buée, tout ce qui peut amener du réalisme, ou de l'esthétique. C'est ça que j'aime. Dans *OSS 117*, il y a une espèce de camp rebelle avec des paillotes qui fument. J'ai décidé des emplacements des foyers, en fonction de ce qui serait le plus justifié et du rendu sur le plan large. Ça apporte tout de suite une certaine atmosphère. Si tu enlèves cette fumée, dans une

séquence de camp de rebelles, ce n'est plus le même film, tu ne racontes pas la même chose. Tu perds vraiment de l'authenticité, et du caractère. C'est un peu comme si tu enlevais les condiments d'un plat : finalement, la fumée est le condiment d'un plan.

Ça me rappelle aussi les feux de bois qu'on faisait quand on était enfant. J'ai toujours aimé ça. Il y a quelque chose de l'enfance qui se joue.

ANNEXE – 8

Entretien avec Philippe Hubin, superviseur SFX

Réalisé le 8 novembre 2020

Philippe Hubin est superviseur d'effets spéciaux physiques (SFX), effectués en direct sur le plateau. A 19 ans, en parallèle de ses études aux Beaux-Arts de Paris, il effectue différentes missions sur des tournages de publicité, puis il enchaîne dans le milieu du cinéma pour des interventions auprès de cheffes costumières, chefs déco, directrices de production. Enfin sur les plateaux, il rencontra les Frères Trielli, formés par les équipes SFX des premières productions américaines d'après-guerre en France. Ce fut la révélation. Il commença à travailler en tant qu'accessoiriste puis se spécialisa dans les effets spéciaux. Il fonda la société BigBangSFX, et en 2000, il s'associe avec Jean-Christophe Magnaud. Voir le site de BigBangSFX : <http://www.bigbangsfx.com/>

Quelle est la différence entre la micro-nébulisation et le cracking ?

Ces deux techniques sont issues de l'industrie. Elles ont été adaptées au cinéma et aux spectacles.

Concernant le cracking, on chauffe un produit avant le point feu, c'est-à-dire avant qu'il ne prenne feu : il va alors se disloquer en milliards de gouttelettes. C'est une technique utilisée dans l'industrie pétrolière dans les grandes tours de cracking. Dans cette catégorie on a les machines à fumée type Viper, JEM, qui ont un corps de chauffe électrique. Quand celui-ci refroidit, la machine s'arrête. Les JEM sont plus grosses que les Viper et on ne peut pas descendre leur débit de fumée en dessous de cinq ou dix pour cent, je crois. On ne peut donc pas avoir une fumée très ténue, très faible. Alors qu'avec la Viper, on peut descendre à un, deux pour cent et avoir une fumée très fine.

Les Artem font aussi partie de cette catégorie cracking. Ce sont des petites machines anglaises portables avec une cartouche de gaz et une cartouche d'huile. Il y a un serpent, le corps de chauffe, qui est chauffé au gaz et on envoie l'huile dans le serpent. C'est vraiment le pur cracking. A tel point que si on fait trop chauffer le serpent, l'huile prend feu en sortie parce qu'elle a atteint des températures trop élevées.

Par contre pour la nébulisation on envoie un produit huileux dans un flux d'air chaud. Ce flux d'huile va être ainsi fractionné à la fois par l'air chaud et l'ondulation de cet air chaud en milliards de gouttelettes. Ce produit est toujours de l'huile minérale issue de l'industrie pétrolière. Cette technique est utilisée avec des machines industrielles pour démoustiquer, traiter des champignons (sylviculture...), désinfecter des locaux, par exemple dans l'industrie

alimentaire. Dans ce cas ils envoient un nuage qui leur permet de voir si vraiment tout l'ensemble des hangars ou de l'usine a bien été traité.

Il existe un autre type de nébulisation, on propulse une huile minérale avec une bouteille de CO2 dans un corps de chauffe. Ainsi le temps de chauffe n'est pas nécessaire.

C'est le cas de la machine à fumée MDG, une machine canadienne qui a été créée pour tester l'étanchéité des carlingues d'avion de Boeing. Elle est beaucoup utilisée pour tester la diffusion de la climatisation dans les immeubles : ils envoient un flux de brouillard dans les climatisations et ils inspectent chaque étage pour voir si la climatisation se répand de la bonne façon dans tous les étages.

Le principe physique général est de fractionner un produit huileux pour qu'il passe de l'état liquide à l'état quasi gazeux. Ce n'est pas un gaz à proprement parlé mais ce sont des milliards de gouttelettes d'huile, plus ou moins fines, qui sortent de ces machines.

La MDG produit des gouttelettes vraiment extrêmement fines de l'ordre du milliard de micron comme les gouttelettes d'eau d'un brouillard naturel. C'est pour cela que j'aime bien ces machines.

De quoi est composée l'huile minérale ?

C'est une huile issue de l'industrie pétrolière qui est miscible à l'eau. D'où l'inscription « Water based » sur les bidons. Il faut qu'il y ait le support aqueux pour générer cet effet de brouillard qui va être plus ou moins éphémère. La concentration d'eau se situe entre 20% et 80%. Plus le pourcentage d'eau est faible -20% d'eau-, plus la fumée sera dense, lourde et présente, d'où le nom de liquide « Heavy ». A l'inverse si le pourcentage est de 80% d'eau, la fumée se dispersera très vite car l'eau s'évapore plus vite que l'huile, d'où le nom de liquide « Quick ». En rajoutant de l'eau déminéralisée à du « Heavy », on peut avoir la densité de fumée qu'on veut, jusqu'à obtenir du « Quick ». Au vu des prix pratiqués, on a intérêt à acheter du « Heavy » et à le transformer en « Quick ».

Cette fumée « Quick » est souvent utilisée en intérieur car dès que le moteur est coupé, il faut qu'on puisse se voir. La référence qu'on utilise pour ce type de fumée est la vapeur d'eau qui s'échappe des bouches d'égoût de New York. Pour rendre cet effet-là on utilise une concentration à 20% voire 10%, on lance les machines avec ou sans ventilateur et cette fumée disparaît très vite. Elle fait un effet de vapeur alors que ce n'est pas de la vapeur d'eau.

Par contre chaque machine a son produit bien spécifique. Si on utilise un autre produit que celui préconisé par le fabricant, on peut abîmer sérieusement tous les corps de chauffe. On peut difficilement intervertir les produits d'une marque à une autre. Surtout les mini-Viper de Look, qui sont très fragiles.

Est-ce que ces produits peuvent poser un problème avec l'utilisation de caméra ou autres matériels sensibles à l'humidité ou aux dépôts ?

Certaines machines ne sont agréées qu'en extérieur car le produit inhalé fini par devenir toxique au bout d'un moment. Impossible pendant huit 8 jours par exemple.

D'autres machines sont agréées en intérieur, grand public. C'est le cas des JEM qui sont utilisées par des opéras dans les mises en scènes avec des chanteurs lyriques. La fumée émise permet de ne pas attaquer leur voix, leurs cordes vocales. De même les MDG sont considérées comme totalement non toxiques. Cela étant j'y mets des réserves car c'est quand même des gouttelettes d'huile qu'on inhale et qui vont dans les poumons. A moins de mettre des masques. Mais cela ne m'est jamais arrivé.

En fait pour la santé, le plus gros problème du brouillard est sa densité. Un brouillard très dense, où on ne voit même pas à quarante centimètres, peut générer un phénomène d'oppression, qui déclenche des toux complètement psychosomatiques ; un phénomène de panique, parce que les gens ne voient plus ; et il peut représenter un risque de chute avec tout ce qu'il y a sur un plateau, puisque les gens ne voient pas leurs pieds.

Y-a-t-il une distinction entre machines à brouillard et machines à fumée ?

Non c'est pareil. Une machine à fumée, selon les modèles, peut faire un effet de volute de fumée proprement dite, une fumée très dense type incendie ou du brouillard. Ça dépend comment on l'utilise avec ou sans ventilateur, en te mettant sous le vent... Ainsi la MDG peut aussi faire des gros jets de fumée comme la Viper. La MDG est très utilisée sur des concerts où le brouillard créé reste sur scène et dans le public. Aujourd'hui on préfère les JEM plus faciles à utiliser que les bouteilles de CO2 de la MDG.

Qu'en est-il des fumées lourdes ?

Il y a plusieurs techniques pour créer de la fumée rasante dite « lourde ».

La carboglace est une palette ou un bloc de CO2 comprimé à l'état solide – glace à -180°C – qu'on plonge dans de l'eau bouillante, contenue par exemple dans un "pea souper". Immédiatement le CO2 passe de l'état solide à l'état gazeux. Le panache de gaz carbonique produit reste au sol. Alors là il y a une sublimation totale. Elle était très employée dans les années 70-80 dans les émissions TV de variétés.

Enfin depuis longtemps il y a des machines électriques avec un corps de chauffe et un refroidisseur. On chauffe de l'huile qui entre en cracking, le nuage de fumée passe par un refroidisseur, qui devenu froid, reste au sol. Il existe des machines de spectacle qui permettent de faire des vagues, des ondulations... Ces machines peuvent s'utiliser à l'intérieur et à l'extérieur, à condition de pouvoir les brancher sur un groupe électrogène par exemple.

Quelle que soit la technique utilisée, la fumée lourde demande, comme les autres fumées, à être contenue dans un espace pour qu'elle ne s'échappe pas. Ce qui est plus problématique à l'extérieur car on est soumis au vent relatif¹⁸⁷. On est alors obligé d'utiliser plusieurs machines et donc plus d'hommes. Ça peut vite coûter très cher.

¹⁸⁷ Le vent relatif est la combinaison du vent atmosphérique réel et du vent créé par un mouvement. Soit le vent réel additionné au vent créé par la machine et le ventilateur.

Par exemple pour une publicité de « Caprice des Dieux » - en montagne, un homme vante les mérites du fromage sur un nuage-, on a dû enfermer l'acteur dans un sas fabriqué avec des bâches en plastique afin que la fumée rasante ne soit pas soumise au vent relatif tournant qu'on peut avoir à 2 500 m d'altitude.

Dans la partie filmée de mon mémoire j'ai utilisé de la carboglace pour créer un effet cocktail et un effet de fumée lourde. Je voulais que mon acteur s'allonge et soit totalement recouvert de fumée lourde ; puis se lève et sorte de ce nuage. J'avais un petit « pea souper » où l'on plonge la carboglace. Malheureusement nous n'avions pas cerné le décor de six mètres sur quatre. La fumée lourde ne dépassait pas les cinq centimètres du sol. Puis nous avons délimité la zone, la fumée lourde était plus épaisse mais pas assez. Aurions-nous dû délimiter encore plus la zone ou bien mettre plus de carboglace dans la machine ?

Il aurait fallu que tu fasses une petite barrière en plastique transparent tout autour de l'acteur. Surtout que la "pea souper" est très vite limitée dans son débit. En effet la réserve d'eau se refroidit très vite au contact de la carboglace. Du coup le CO2 ne passe plus de l'état solide à l'état gazeux. C'est peut-être le débit qui manquait. La manipulation est fastidieuse. Il faut la commander, la garder au froid, avoir une puissance électrique très forte pour chauffer les grosses machines. Dès que l'eau est froide, il faut un certain temps pour avoir de nouveau de la fumée. Ce qui est difficile à gérer sur un tournage. Pour la manipuler, il faut une petite pelle, des gants pour que la carboglace ne brûle la peau. De même il faut des lunettes pour protéger les yeux d'un éventuel éclat qui pourrait brûler la cornée. C'est pour ça qu'on utilise peu la carboglace.

De plus il faut faire très attention avec le CO2, carboglace ou en bouteille, car c'est du gaz carbonique. Si on laisse longtemps un acteur dans ce nuage, parce que le plan l'exige, il peut s'asphyxier. C'est déjà arrivé qu'un technicien, qui était sous une scène, soit mort asphyxié car il avait inhalé trop de fumée envoyée sur la scène.

Pour toutes ces raisons, on utilise plutôt les machines électriques beaucoup plus grosses pour ce genre de scène. Mais l'effet n'est pas aussi génial que la carboglace. On a utilisé ces machines dans la scène du film de Besson "Valerian", où il y a les corps enveloppés dans des cocons, comme des chrysalides, avec un effet de carboglace.

Quelles machines utilises-tu et dans quels cas ?

Pour une diffusion très fine : la MDG. Par exemple sur "Smoking/No Smoking" de Resnais, tous les décors étaient en studio peints sur des toiles (c'était du cinéma à l'ancienne). Donc pour rendre les perspectives cohérentes à l'œil, il fallait les adoucir en atténuant la lumière, non pas la casser mais la sublimer. Pour cela il fallait avoir une diffusion très fine, très subtile.

Par contre pour créer un brouillard en extérieur, on utilise de très grosses machines qui servent à démoustiquer, éradiquer les champignons, etc. Il y a trois brevets au monde, un brevet américain, un brevet japonais et un brevet allemand. Nous utilisons les machines allemandes, les MOTAN. C'est du lourd. On les remplit par bidons de deux cents litres. Une fois remplies elles pèsent cent kilos.

Récemment au Havre on a fait du brouillard sur des hectares, des hectares, avec un lac immense pour une série de Netflix. On avait des bateaux et des pickups avec ces MOTAN dessus ainsi que des gars avec des machines plus petites à main, mais sur le même principe que les MOTAN. On était une équipe de douze personnes. On avait aussi un très gros ventilateur, appelé "hélice d'avion" (parce que c'est une hélice d'avion), embarqué sur un pickup pour pousser la fumée. Il nous a fallu dix, quinze minutes pour avoir un brouillard complet sur des hectares. C'était magique. Mais ça coûte cher car il faut beaucoup de machines, de personnes et une quantité phénoménale de produit.

Quels autres types de ventilateurs utilisez-vous ?

On a toutes les tailles : des petits et des très gros ventilateurs électriques et thermiques. Le plus gros ventilateur thermique qu'on ait est statique et développe 160 km/h à la sortie. On en a un autre qui tourne à 360 degrés : il va tout les azimuts et il développe 110 km/h à la sortie. Très régulièrement pour les pubs, on utilise des petits ventilateurs électriques qui permettent de faire des légers froufrous dans les cheveux des mannequins.

Pour le film de Jean-Jacques Annaud, *Notre Dame*, j'envisage d'acheter des énormes ventilateurs électriques qui coûtent 19 000 € hors taxe pièce, et qui font 20 térawatts/h de consommation (1 térawatt/h = 10 puissance 12 watt/h). Ce qui est très puissant. On va générer tellement de chaleur, qu'il faut absolument ventiler les studios pour évacuer l'air chaud et apporter un flux d'air frais. Je suis malheureusement obligé de les acheter car il n'y a pas de loueur pour ce type d'appareil. Sinon les louer aurait été plus intéressant financièrement.

A ce propos votre parc de matériel est déjà très important, mais vous arrive-t-il de louer du matériel ?

Oui bien sûr. On loue des poids lourds régulièrement, malgré nos 14 véhicules roulants. Quand on a besoin de matériel spécifique sur trois, quatre semaines voire un mois et qu'on sait qu'on ne le réutilisera pas avant dix ans, on le loue. On n'a pas le coût du stockage, des assurances, de la maintenance (même si c'est nous qui la faisons, il faut payer la main d'œuvre et les pièces de rechange) ... Il faut savoir que tout moteur thermique doit être allumé tous les jours, ce qui est impossible pour nous, vu notre stock. Alors quelque fois le moteur ne repart pas et il faut le réparer.

A l'époque on avait quatorze ventilateurs thermiques, des hélices d'avion, très chers à l'achat, qui sortaient que très rarement. On les a tous revendus, sauf trois qu'on a gardés. De même pour le matériel Look qui est très fragile, on va renouveler notre stock avec des JEM plus solides.

Qu'avez-vous utilisé sur "The Last Duel" de Ridley Scott ?

On a utilisé des JEM, des Viper avec des chaussettes. Ce sont des grands tubes plastiques que l'on perce tous les vingt, trente ou quarante centimètres. On gonfle le tube avec un ventilateur, puis on injecte de la fumée dedans. Elle est ainsi diffusée de façon régulière sur la zone qui nous intéresse. Ce tube peut faire cent, deux cents, trois cents, quatre cents mètres et plus. On a aussi utilisé la grosse JEM et surtout les Artem, une vingtaine sur le film. Ça faisait beaucoup de consommation de cartouches de gaz et de cartouches de fumée...

Sur ce film on devait être plus d'une vingtaine car on s'occupait aussi d'autres effets : un incendie, du feu, de la neige, des effets mécaniques. On a fait appel à une société SFX anglaise pour qu'elle s'occupe de la neige. Autant pour des effets mécaniques, on peut être un ou deux. Autant pour les effets atmosphériques, il faut autant d'hommes que de machines.

S'il a été prévu pour un tournage extérieur du brouillard et qu'au moment du tournage il y a de la brume naturelle, utilisez-vous quand même les machines à fumée ?

Oui bien sûr car la brume naturelle est rarement de la même densité pendant huit heures d'affilée, le temps d'une journée de travail.

T'est-il arrivé de te servir de la fumée pour "couvrir" ou "renforcer" d'autres effets, comme le froid de la neige par exemple ?

Oui ça nous arrive de renforcer avec du brouillard pour donner l'effet de froid de la neige. De même on renforce toujours avec de la fumée les effets feux comme un incendie, un feu de cheminée, un feu de camps...

Comment classerais-tu toutes ces machines, mise à part la fumée lourde ?

Je n'ai pas de catégorie en fait. J'utilise les machines en fonction de l'effet recherché, de la dimension des lieux, du budget.

Par exemple pour le Havre, j'ai tout de suite prévu des MOTAN, SN101 ou SN50¹⁸⁸, et la grosse ROADY de chez JEM, qui fait une centaine de kilos. C'est le seul moyen de pouvoir couvrir la zone immense pour avoir un brouillard cohérent qui paraît naturel. Pareil sur le film « Les Enfants du Marais », on a mis une MOTAN sur un bateau pour enfumer totalement le lac.

Pour des surfaces plus réduites, je vais utiliser la MDG. Elle donne une qualité de diffusion qui rend la lumière sublime au niveau de l'image. Les chefs opérateurs, même ceux qui ne connaissent pas la technique de la fumée, sont tous, mais tous sans exception, ravis de l'effet rendu avec les MDG. Elles apportent à mes yeux une qualité esthétique inégalée.

¹⁸⁸ Références exactes : Swingfog® SN101 Thermal Fogger ; Swingfog® SN50 Thermal Fogger.

Quelle est l'évolution des techniques pour faire de la fumée ?

Après-guerre, les techniciens faisaient des brouillards avec du foin mouillé auquel ils mettaient le feu. Ils fabriquaient dans leur garage des machines pseudo cracking dans lesquelles ils mélangeaient du gasoil avec de l'huile minérale. Mais ce n'étaient absolument pas écologique. Il n'y avait pas d'agrémentation à l'époque. Aujourd'hui ce serait impensable.

Ils utilisaient aussi des couscoussières : grosso modo c'est une espèce de projection sur une surface d'eau.

Après en termes de fumée, il y a aussi les fumigènes pyrotechniques. Ils sont rarement utilisés au cinéma car la durée et la densité de fumée ne sont pas facilement quantifiables : une fois allumés on ne peut pas les éteindre. Donc si leur combustion dure une, deux ou trois minutes et la durée du plan est moindre, ce qui est souvent le cas, il faudra attendre qu'ils s'éteignent. Ils sont plutôt utilisés dans les spectacles.

Au cinéma on les utilise dans des situations très précises comme dans le film de Jean-Jacques Annaud sur l'incendie de Notre-Dame, qu'on est en train de préparer. Il veut des fumées un peu noires, un peu jaunes. Le problème des fumées colorées est leur toxicité. Elles ne peuvent pas être utilisées en intérieur, à part des petits fumigènes fluo. Par contre en extérieur, dans le transept, on va utiliser effectivement des fumigènes noirs associés à des machines à fumée pour que tout ne soit pas complètement noir mais plutôt un peu gris avec des panaches noirs.

A part les fumigènes il est très difficile de créer de la fumée colorée. On peut ajouter des colorants dans certaines machines à fumée mais c'est très limité en termes de coloration.

En ce qui concerne l'axe de la caméra, comment utilises-tu les machines ?

En extérieur, on travaille obligatoirement avec le vent relatif. On regarde l'axe de la caméra, si le vent vient de gauche, on place tous les hommes avec leur machine à gauche à 50m, à 100m, à 1km. Dans ce cas on ne coupe pas les machines entre les prises, parce que si on coupe, le nuage de brouillard va mettre trop de temps pour arriver dans l'axe caméra lors de la reprise du tournage.

En studio, on lance les machines avant le PAT, parce que, d'une part elles ont un temps de chauffe d'une vingtaine de minutes ; et d'autre part la fumée étant un phénomène atmosphérique, il faut enfumer tout le studio, qu'il fasse 500, 1000 ou 2000 mètres carrés, pour arriver à la densité de fumée voulue au moment du PAT. En général on met les machines (à fumée et ventilateurs) complètement à l'opposé du champ caméra, parce qu'elles génèrent un peu de bruit, et on envoie la fumée dans le plateau sans se préoccuper de l'axe caméra. Puis on adapte la densité de fumée en fonction de l'éclairage, champ ou contre-champ : champ c'est parfait ; contre-champ c'est, ou trop dense, ou pas assez dense à la caméra. Ça dépend de la lumière.

En effet l'œil de la caméra capte beaucoup moins que l'œil humain. Si elle pivote de 100 degrés, elle change d'axe ; et si le studio est enfumé de la même manière, elle ne percevra pas la même densité de fumée et enregistrera plus ou moins de fumée. Alors que l'œil humain, lui, verra la même densité de fumée quelque soit l'axe de vue. Il faudra alors rajouter ou enlever de la fumée. Autant augmenter la densité est facile, la faire baisser devient plus problématique : il faut aérer... longtemps. Et on se bat avec les autres services du film pour qu'ils laissent les

portes grandes ouvertes. A contrario si on doit rajouter de la fumée, on se bat pour qu'ils laissent les portes fermées. C'est très complexe.

C'est pour cela que, dans mon mémoire, je voulais aussi aborder les machines, le point de vue des SFX, et non pas uniquement celui des chefs opérateurs. Ainsi je peux bien me rendre compte justement de la complexité de produire de la fumée et de la filmer. A ce propos, comment se passe la collaboration avec le reste de l'équipe, les chefs de poste, et en l'occurrence le réalisateur et le chef-opérateur ?

Très souvent les problématiques de brouillard, de diffusion, de fumée, sont liées au chef opérateur. Ils t'expriment ce qu'ils veulent et on propose une solution. Parfois certains ont du mal à comprendre que la fumée est un phénomène atmosphérique et qu'on doit enfumer tout le studio pour avoir ce qu'ils désirent dans le champ de la caméra.

Personnellement je préfère avoir affaires avec des gens qui ne sont pas forcément agréables à tout instant, mais qui sont rongés par l'envie de bien faire. Alors même s'ils s'adressent à moi de façon maladroite ou pas toujours très polie, ce n'est pas grave. C'est l'entité de la personne, c'est son stress, c'est son envie, tout ça mélangé.

En général à quel stade de préparation du film intervient-tu ?

Pour le film de "Notre Dame" de Jean-Jacques Annaud, on m'a contacté très en amont avec le chef déco, son premier assistant, deux autres de ses assistants qui font les plans et les maquettes, le réalisateur, le premier assistant mise-en-scène, le producteur exécutif, le responsable des VFX (le responsable des effets spéciaux numériques). Il n'y avait pas encore le directeur de production. Cela fait déjà trois mois que je suis en conversations, en réunions alors que le tournage du film va démarrer, si normalement tout va bien avec le Covid, début janvier 2021. Mais attention ça concerne tous les types d'effets, pas uniquement la fumée.

Il y a des lectures techniques qui sont faites pour justement savoir qui fait quoi et comment. Ces lectures se font séquence par séquence, voire plan par plan. A chaque demande complexe, je prends le temps de la réflexion, une semaine ou deux, pour élaborer une solution. Il faut que je réfléchisse, que je m'imprègne du film, de la demande du metteur en scène, des exigences du chef opérateur, du chef décorateur et de la production, qui finance.

Je présente une ou plusieurs solutions. Une fois une solution choisie par l'équipe artistique (mise en scène, chef opérateur et VFX), je la traduits en coûts et la soumetts à la production. Si elle ne l'accepte pas parce qu'elle sort du budget, alors je recommence : je réfléchis, j'apporte d'autres solutions à l'équipe artistique qui en choisit une, puis je la traduits en coûts et je la soumetts à la production. Si elle valide, je n'ai plus de contact avec elle, mais seulement avec l'équipe artistique. Mais si, pendant le tournage, l'équipe artistique me fait une demande supplémentaire vraiment extraordinaire, alors je retourne auprès de la production jusqu'à obtention d'un accord entre l'artistique et le financier.

Est-ce que cela change quand il y a un directeur artistique ?

Oui. Ça change. S'il n'y a pas de directeur artistique, on s'adresse directement aux chefs de poste : à la mise en scène, au chef déco, au chef costumier... S'il y a un directeur artistique, on s'adresse directement au directeur artistique qui fait le lien entre tous les chefs de poste.

Quand tu tournes avec de la fumée, comment gères-tu la désactivation des alarmes incendie ? Gères-tu avec les pompiers du lieu de tournage ou bien fais-tu venir les pompiers d'une caserne ?

En général, les alarmes liées au dégagement de fumée/incendie, sont gérées par les pompiers du studio, si on tourne en studio. Si c'est dans un bâtiment public, c'est en lien avec une caserne de pompiers. Par exemple, lors d'une publicité de Dior à la Mairie de Paris, on devait faire de la fumée. J'avais donc dit en amont à la production qu'il faudra désactiver les capteurs. Au moment du tournage, on arrive en fin de journée, on installe tout le matériel, les ventilateurs, les machines à fumée, etc. Et je demande à la régie la confirmation que les capteurs de fumée sont bien coupés. Personne ne s'en était occupé. La régie appelle en urgence la caserne de pompiers d'à côté. Le capitaine de garde m'explique alors que la Mairie de Paris n'est pas sectorisée et que si on coupe l'alarme incendie, on coupe toute la Mairie de Paris, qui est en face du BHV ; et si un feu se déclenche, on va croire que c'est dans le film, on risque de laisser courir, et si ce n'est pas le cas, tout le bâtiment peut brûler. Le capitaine ne pouvait pas prendre ce risque. Donc il n'y a pas eu de fumée. En fait il aurait fallu que la production fasse sa demande au préalable. Ainsi toute une armée de pompiers aurait stationné dans tout le bâtiment en liaison avec la caserne pour remplacer les alarmes désactivées.

Pour créer la fumée, comment faites-vous le choix entre SFX, création réelle sur le tournage, et VFX, création en postproduction ? Ensuite sur le plateau, comment se passe la collaboration avec l'équipe des VFX ?

Aujourd'hui grâce aux VFX, mon métier a grandi : on peut a élargi le champ des possibles. Sur le film de « Notre Dame », j'ai insisté pour qu'il y ait un superviseur des VFX, qui soit en permanence avec nous sur le plateau de telle sorte que nous puissions trouver ensemble les bonnes solutions pour que l'image soit la plus performante, la plus cohérente, bref, la meilleure possible.

Malheureusement on ne peut pas aujourd'hui mélanger les deux types de création de fumée, SFX et VFX. Il est très complexe pour les VFX de rajouter de la fumée sur une scène déjà tournée avec de la fumée. Ils ont un énorme problème de captation de l'image. Les professionnels voient tout de suite à l'image la différence entre les deux types de fumée. La seule chose qu'ils peuvent capter aujourd'hui ce sont des volutes, petites ou grosses, sur fond noir, qu'ils numérisent et reproduisent.

Par contre les VFX peuvent rajouter un tout petit peu de fumée comme une espèce de filtre en une seule dimension pour corriger une scène où il manquerait de la fumée pour un

contre-champ par exemple ou du brouillard naturel. Mais là on est dans la correction de raccord. Cela dit, il ne faut pas non plus tomber dans le travers de croire qu'on pourra tout rattraper en postproduction car les VFX ont, eux aussi, leur technicité et leurs limites.

Au vu de ta grande filmographie, as-tu plus souvent utilisé la fumée sur des films d'époque, de science-fiction, d'horreur que sur d'autres types de films ?

A part l'utilisation systématique de la fumée lourde dans les émissions de variétés dans les années 70-80, on utilise de la fumée sur n'importe quel genre de film car les effets de fumée sont divers et variés. On s'en sert pour créer de la fumée d'incendie, un brouillard, mais aussi pour casser les contours d'un décor, ou juste pour adoucir l'image et la rendre homogène. Il n'y a pas de limitation.

Pour un film d'époque à la Gare du Nord par exemple, on a l'effet de la vapeur des trains avec des petites machines automatiques sous tous les wagons. En extérieur on crée un brouillard pour des raisons de scénario. Ou bien encore on fait un brouillard de diffusion pour casser, adoucir tous les contours du décor comme sur "*Smoking/No Smoking*".

As-tu une ou deux autres anecdotes de tournage avec la fumée ?

Il y a deux semaines, pour la série de Netflix, qui se passait au Havre, on était en forêt avec une densité de brouillard très importante. On avait été très loin de la zone de tournage pour envahir l'atmosphère. On me dit « Coupez ! ». Je coupe. Mais le vent relatif s'était arrêté, il n'y avait quasiment plus de flux d'air et donc tout l'espace était rempli de fumée. A tel point qu'on ne voyait plus le cascadeur qui était suspendu à cinq mètres de hauteur alors que j'avais tout coupé deux minutes auparavant. On a dû attendre dix minutes que ça se dissipe. Et c'est arrivé trois fois dans la nuit.

De même sur le tournage du film "*Indochine*" en Malaisie dans les plantations d'hévéa, pendant la scène où les ouvriers arrivent avec leur petite lampe dans le brouillard épais. J'étais très loin du tournage, à plus d'un kilomètre, avec mon véhicule tout terrain et mon énorme machine. Régis Wargnier, le réalisateur, me demanda d'arrêter la fumée car ils ne voyaient plus rien sur la scène de tournage. Je coupe la machine. Mais dix minutes plus tard on ne voyait toujours rien sur la scène de tournage car toute l'inertie du vent relatif leur arrivait dessus ; et comme le vent relatif avait baissé, la scène de tournage était dans un cocon ouateux, personne ne voyait rien.

En fait quand on tourne avec un brouillard épais, on repère géographiquement les lieux pour identifier le déplacement d'air, vent naturel ou vent relatif. Tu travailles au plus près du décor. Puis après tu t'éloignes. Et plus tu vas t'éloigner, plus tu auras une inertie cohérente pour le tournage, sauf si le vent relatif décroît. Dans ce cas la densité de brouillard peut être telle qu'elle devient incompatible avec le tournage.

Je me suis rendu compte de la difficulté de tourner avec de la fumée en extérieur lors de la partie pratique de mon mémoire. J'ai voulu tourner dans le patio de l'école qui ne me semblait pas trop grand. Je n'étais pas équipée forcément pour faire ça, mais je me suis dit qu'en limitant le patio, en tendant des bâches, du borniol sur trois mètres, cela pouvait déjà aider à délimiter l'espace. J'avais la machine à fumée de l'école, une petite machine, une Viper MT et une Viper 2.6. Quand j'ai lancé les machines, je pensais que j'allais tout enfumer et que la fumée allait stagner un peu, pour peu qu'il n'y ait pas trop de vent. Ça n'a pas du tout marché. J'ai juste pu avoir un petit niveau et j'ai dû faire tourner les machines pendant les prises sinon ça ne faisait pas du tout l'effet recherché. Il y a des moments c'était impressionnant car il suffisait qu'il n'y ait pas de vent et la machine envoyait le jet à cinq mètres. Par contre le moindre petit vent, elle n'arrivait pas à l'envoyer plus loin d'un mètre. Tu vois le jet qui commence à partir et il est totalement emmené dans l'autre sens. J'oscillais entre ne rien voir et trop voir (sans fumée). C'était intenable, insupportable. J'ai pu quand même faire vite fait ce que je voulais. J'avais hésité à prendre des Artem car dans le patio de l'école je pouvais brancher les machines et d'autre part mon budget ne me le permettait pas. Mais je regrette un peu car j'aurais bien aimé voir ce que ça aurait donné avec les Artem.

Tu as au moins compris un truc, c'est que la fumée qui paraît simple et basique, ce n'est pas si simple et pas si basique que ça.

ANNEXE – 9

Entretien avec Jean-Christophe Magnaud, superviseur SFX

Réalisé le 11 mai 2020

Jean-Christophe Magnaud est superviseur d'effets spéciaux physiques (SFX), effectués en direct sur le plateau. Il a débuté sa carrière dans l'événementiel, notamment en s'occupant de la technique pour des music-halls, dans lesquels il ajoutait différents effets sur scène (pluie, pyrotechnie...). En 1997, il crée une société d'effets spéciaux (FSP), puis il s'associe en 2000 avec Philippe Hubin (BigBangSFX). Il se spécialise alors dans le domaine du cinéma, au sein duquel son associé était déjà bien installé.

Voir le site de BigBangSFX : <http://www.bigbangsfx.com/>

Avec Philippe Hubin, vous êtes associés au sein de la société BigBangSFX. Combien êtes-vous dans votre équipe ?

Deux, Philippe Hubin et moi, ensuite nous travaillons avec beaucoup d'autres personnes. Il se trouve que sur les deux gros derniers films auxquels nous avons participé, nous étions 25 à 30, alors que la moyenne sur un film français tourne plutôt entre 4 et 6 ou 7. Ça nous arrive d'être 2 ou 3 dans certains cas, sur des petits tournages.

Nous avons une équipe de base, un noyau d'environ 6 ou 7 personnes qui bossent aussi sur d'autres projets, puis un deuxième noyau constitué d'une quinzaine de personnes. Et, s'il faut plus de monde, on commence à appeler des personnes d'autres équipes, voire des collègues de l'étranger. Pour *The Last Duel* de Ridley Scott, nous avons engagé des accessoiristes plateau, parce qu'ils sont assez proches de notre métier. En tout cas, ils comprennent le plateau comme nous, ils en ont une bonne vision, et c'est intéressant. Ils savent justement faire tout ce qui est atmosphérique, ou ils ont au moins des bonnes notions.

Il faut savoir que notre métier est tellement multi-techniques que nous avons aussi des spécialistes, dont un ou deux ingénieurs d'excellent niveau, qui savent tout inventer. Et nous avons des personnes plus spécialisées en serrurerie, menuiserie, pyrotechnie, et pour tous les effets climatiques, justement. Notre métier est toujours en découverte, on est toujours en train de faire des tests. On invente des choses sans arrêt, qui sont soit standards – mais ce n'est jamais deux fois la même chose – soit des inventions, des vues de l'esprit du réalisateur, du producteur ou des scénaristes, qu'on nous demande ensuite de créer.

Ce qu'on fait le plus, ce sont des films d'action. Mais les films les plus intéressants sont parfois ceux où nos interventions se limitent à des effets climatiques. On ne va faire que de la pluie, de la neige ou de la fumée, on ne va pas faire d'impacts, de mécanismes, de voitures qui s'envolent, etc. Ou alors on a la chance, un jour, après vingt ans de carrière, d'être appelé par Wes Anderson [pour *The French Dispatch*], qui nous fait faire tous les effets spéciaux possibles, en étant sur un des films les plus formidables qu'on puisse faire.

Sur IMDb on s'y perd un peu dans les différents postes des effets spéciaux. Comment vous organisez-vous sur le plateau, quelle est la hiérarchie des postes ?

Je dirais qu'on marche comme une équipe déco en fabrication. C'est-à-dire qu'on a un régisseur d'extérieur, qui peut faire aussi tout ce qui est administratif, la régie, un peu la comptabilité... et quand c'est un film qui le permet, nous avons une assistante dédiée pour ces choses. S'il n'y a pas de moyens, c'est Philippe ou moi qui le faisons. Mais on essaye d'avoir toujours un "régie d'ext" pour l'approvisionnement, c'est crucial.

Pour les différents postes, du haut vers le bas :

- Le superviseur : il comprend les demandes de la mise en scène, il a de l'imagination et connaît les techniques. Il va monter une équipe.
- Le coordinateur : il est présent quand ce sont de grosses équipes, en plus du superviseur. Il y a même parfois un superviseur général, un superviseur de plateau, un superviseur d'atelier ou de préparation ; mais c'est seulement sur les grosses productions américaines ou anglaises. Si on est à la française, il y a un superviseur et éventuellement un coordinateur, mais c'est souvent le même poste.
- Le *foreman* : c'est le chef d'équipe, l'ingénieur, l'équivalent du *best boy*.
- Les techniciens seniors : ils ont une plus grande expérience et de plus amples connaissances que les autres. Si le *foreman* est le capitaine, les seniors sont les lieutenants.
- Les techniciens SFX : ce sont les techniciens de plateau ou en atelier. On les appelle tous techniciens SFX, même s'il y en a qui sont plus spécialisés en serrurerie, ou mécanique, ou autre.
- Les juniors ou les stagiaires : ils sont moins expérimentés, mais en devenir.

J'ai vu qu'il existait deux types de machines, les machines à brouillard et les machines à fumée. Quelle est la différence entre les deux, au niveau de leur fonctionnement et de leur rendu ?

Il y a deux choses différentes avec la fumée, principalement, et ensuite il y a des sous-catégories. Il faut d'abord distinguer :

- **Les fumées pyrotechniques** : elles sont à base de poudre, ça brûle. Ce sont plus des fumées blanches, noires, rouges, qui ne sont pas vraiment le sujet, car ce n'est pas du brouillard, ce sont plutôt des fumigènes.
- **Les fumées faites avec des machines** : ce sont des fumées générées avec des huiles qui sont chauffées, principalement. Selon l'effet que l'on souhaite, différentes techniques de machines sont employées.

Dans les fumées générées par des machines, il existe une technique alternative aux huiles chauffées : la micro-nébulisation d'eau ou d'huiles.

- **La micro-nébulisation d'eau** : cela crée des brouillards, *mists*, des choses très légères ; c'est un effet très particulier. L'eau passe dans des buses sous très haute pression, créant des gouttelettes qui se répandent dans l'air. Cela donne un effet similaire à une espèce de brume humide, tel qu'on peut le voir dans la jungle ou des marécages.

On peut utiliser ça, mais ce sont des grosses installations, plus pour faire des effets fixes comme dans des parcs d'attractions, par exemple à Astérix. On voit aussi ça sur les étals de poissonnerie, parfois, pour tenir la fraîcheur. On a l'impression que c'est de la fumée, mais il s'agit en réalité d'eau. Ce sont des grosses installations car il faut tout un réseau d'eau avec des buses sous pression, ce n'est pas du tout pratique en tournage. Et puis ce n'est pas une fumée qui dure très longtemps, et il faut des conditions climatiques favorables pour que cela marche.

- **La micro-nébulisation d'huiles** : les huiles sont sous pression dans des compresseurs, explosées en microgouttelettes. C'est quelque chose qui intéresse beaucoup les chefs opérateurs. C'est le principe de ce qu'on appelle la DF-50, la machine type du chef opérateur, qui l'adore parce qu'elle diffuse bien : elle est vraiment faite pour dessiner les rayons de lumière ou faire une ambiance. Il y a deux ou trois autres machines qui font cet effet-là, qui sont sur le même principe.

Des canadiens ont créé une autre machine : la MDG Atmosphérique, qui ne repose pas exactement sur le même principe. C'est une huile qui est chauffée puis projetée sous pression avec du CO2. Elle utilise les deux techniques : celle de l'huile chauffée, ainsi que la technique de la micro-nébulisation sous compresseur. Donc elle micro-nébulise de l'huile chaude, alors que la DF-50 micro-nébulise de l'huile froide.

Ce sont les deux techniques intéressantes pour faire de la lumière et de la diffusion. Il est possible d'en faire avec des machines à fumée classiques et des ventilateurs, mais c'est moins joli et c'est moins régulier, car cela fait des volutes. Alors qu'avec ces deux techniques, on arrive à avoir un voile, c'est comme un filtre.

Ensuite il y a les brumes et les brouillards, les fumées lourdes. Sur la plupart de ces **machines à fumée à huile**, le principe est que l'huile est chauffée et se transforme en fumée. Grâce à une pompe, l'huile passe dans un corps de chauffe, une espèce de serpentini qui est chauffé. Elle passe alors de l'état liquide à l'état gazeux, tout simplement. C'est le même principe que lorsqu'on fait cramer de l'huile dans une poêle et qu'elle se transforme en fumée, mais en plus sophistiqué. On utilise des huiles moins toxiques, plus claires et plus filtrées. Ce sont des huiles minérales, bien souvent, ou de la glycérine, selon la technique de chauffe.

Je dirais que toutes les machines à fumée électriques sont à base de glycol, de tri-éthylène glycol ou de propylène glycol. Le glycol est un dérivé de la glycérine, qui elle-même est un dérivé de l'alcool, donc qui se mélange à l'eau. C'est pour cela qu'on a des huiles et des fumées de différentes épaisseurs, selon le produit utilisé et surtout selon la proportion d'eau mélangées. On peut jouer ensuite sur ces deux paramètres.

Pour la **fumée lourde**, c'est une huile qu'on chauffe pour la transformer en fumée, mais ensuite qu'on refroidit en sortie pour qu'elle reste au sol. Il y a des machines dans lesquelles on met un propylène glycol (qui est différent du tri-éthylène). Cette huile a la particularité de disparaître dès qu'elle se réchauffe. Si on ne faisait que la chauffer pour qu'elle se transforme en fumée, elle ne resterait pas longtemps dans l'atmosphère. En revanche, si on la refroidit, non seulement elle reste au sol, mais elle reste visible. Et dès qu'elle se réchauffe, elle disparaît.

C'est ce qui permet de faire les effets de fumée au sol, mais c'est également possible avec la carboglace.

La **carboglace, ou glace carbonique**, est une autre technique : on plonge du dioxyde de carbone (CO₂) congelé dans de l'eau chaude. Les gaz sont gazeux lorsqu'ils sont chauds ; ils deviennent liquides lorsqu'ils sont sous pression ; et ils sont solides lorsqu'ils sont très froids et sous pression. Le CO₂ devient solide à -270°, et est contenu dans des bacs à glace. S'il est trempé dans de l'eau chaude, cela crée une fumée blanche : il passe tout de suite de l'état solide à l'état gazeux, sans passer par l'état liquide. Ça fait une fumée très compacte, très blanche, qui reste longtemps au sol ; c'est vraiment une fumée lourde.

La carboglace est la plus belle, parce qu'elle est très nuageuse, elle fait des volutes... En revanche, elle a quelques désavantages. Maintenant on en utilise moins, même si ça existe toujours dans les spectacles, parce que la logistique est chiant : il faut avoir des gros bacs à glace et des grosses machines avec de l'eau bouillante. Et puis elle est très blanche, ce n'est pas toujours intéressant, parfois elle fait trop spectacle ou féérique. C'est coûteux, et surtout, c'est toxique, il ne faut pas respirer dedans !

Il est arrivé qu'un lit de fumée carboglace sur une piscine pour un show de danseuses aquatiques, en étouffe une qui avait aspiré une goulée en remontant à la surface, elle est tombée dans les pommes. Il y a même eu un accident, dans un théâtre parisien, où ils ont fait de la carboglace sur scène qui a rempli les sous-sols, et des personnes sont mortes étouffées dessous. En même temps, c'est facile à comprendre, c'est du CO₂. Moi ça m'est arrivé une fois de prendre une goulée, la tête tourne.

Les machines à fumée lourde ont donc été développées pour pallier à ces problèmes de la carboglace. L'huile chauffée est refroidie dans une chambre par du CO₂, mais le CO₂ ne passe pas dans la fumée, qui, froide, reste au sol. Elle est moins blanche que la carboglace, mais parfois un peu plus réaliste.

Avec ça, on peut faire des effets de fumées au-dessus d'un lac au petit matin. Parfois on nous demande cela en extérieur, mais il faut beaucoup de moyens, parce que la logistique est énorme : il faut faire venir des machines et du CO₂, en mettre tout autour du lac pour que cela remplisse bien, et il suffit qu'il y ait un bon coup de vent pour que rien ne marche. Donc c'est très aléatoire. Et en plus, s'il fait trop chaud, ça ne marche pas bien non plus ; il faut faire cet effet au petit matin, avec un peu de fraîcheur et d'humidité.

Par contre, en intérieur ça marche très bien. On l'a fait sur *Valérian*, il y avait un grand décor avec des espèces de cocons gluants, et on avait utilisé ces machines-là.

On en arrive au brouillard – ou fumée d'incendie, parce qu'on utilise aussi ces machines à huiles pour simuler des fumées d'incendies, pour faire de grosses fumées blanches. Les **machines à fumée électriques** marchent en intérieur et en extérieur. Elles sont cependant plutôt utilisées en intérieur, du fait qu'elles doivent être branchées à l'électricité, et qu'elles n'ont pas d'énormes capacités, sauf quelques-unes. Nous venons d'ailleurs d'acquérir une énorme électrique à grosse capacité, qui permet d'enfumer un stade entier avec une seule machine.

Pour pallier le problème électrique, il y a des **machines qui marchent au gaz**. C'est-à-dire que le serpentin n'est plus chauffé électriquement, mais au gaz donc il rougit. Le liquide est expulsé par des conteneurs sous pression dans le serpentin. Il existe des petites machines portatives de la marque Artem.

Une cartouche de gaz et une cartouche de fumée se vissent dessus, c'est complètement autonome. Nous travaillons beaucoup avec ces machines.

De plus, nous en avons qui s'appellent Motan, ce sont des **machines qui marchent à l'essence**. Dans ces machines d'extérieur, on utilise des huiles minérales qui passent dans des corps de chauffe non électriques ; comme elles ne sont pas solubles à l'eau, elles sont mélangées avec du pétrole désaromatisé. Cela produit des fumées bien blanches. On les nomme aussi Swingfog : à l'origine, ce sont ces machines qui servent à éradiquer par enfumage les moustiques ou autres insectes, mais nous les avons détournées pour notre usage.

Ces machines, qu'elles soient au gaz ou avec un moteur à essence, sont regroupées sous le terme de **machines thermiques**, afin de les distinguer des machines électriques.

Pour faire du brouillard, on peut « casser » la fumée avec de gros ventilateurs, si on est dans le sens du vent. En effet, le vent est toujours beaucoup plus fort que tous les ventilateurs existants. Si on veut faire de l'air avec une machine contre le vent, c'est perdu. Même une petite brise : c'est une puissance de vent phénoménale, qu'un gros ventilateur à moteur pourra à peine contrarier. Sinon, on se place loin et dans le sens du vent pour lancer notre fumée, et le vent se charge de diffuser, de casser ces volutes et de faire cette sorte de brouillard. Le principe, souvent, est de se positionner tout autour du cadre, comme cela même si le vent tourne, il y a toujours de la fumée.

Il faut savoir que dans notre métier d'effets spéciaux, l'impression est que les choses sont compliquées – et ce n'est pas faux – mais je crois que les trucs les plus difficiles à gérer, ce sont les fumées et brouillards. C'est un des rares trucs qu'on ne peut pas maîtriser à 100%, bien que nous ayons des techniques pour s'en approcher. On est très dépendant du vent et des conditions climatiques. Il nous est arrivé, même si c'est rare, qu'on soit battu et qu'on ne puisse rien faire si le vent ne s'y prête pas. S'il est trop fort, plus rien ne marche : ce n'est plus de la brume, ce sont des trombes de fumée qui passent devant la caméra.

Heureusement, il y a des instants privilégiés : sur un tournage, sur 10 plans, il y aura 3 ou 4 plans qui le seront, et les 6 autres qui ne le seront pas. Parfois, il y a un côté un peu magique.

Quelles machines possédez-vous chez BigBangSFX ?



MDG Atmosphérique : on voit le manomètre dans lequel on branche le CO2. Il y a un petit ventilateur intégré dans la cage à l'avant. Cette machine souffle vers le haut, elle fait de très belles diffusions.

A mon sens, elle est meilleure que la DF-50 au sens où la fumée est plus jolie, mais elle est plus lourde en utilisation et moins pratique. Donc autant un chef opérateur va pouvoir demander à son chef électricien de lui louer une DF-50 et de s'en servir avec un petit ventilateur, et ils le gèrent tout seuls ; autant la MDG il faut vraiment un technicien des effets spéciaux pour s'en servir.



Celle-là, c'est la machine électrique normale de base : la **Viper**.

On chauffe une huile à base d'eau, elle fait de grosses volutes de fumée. C'est la machine classique.



Ensuite, il y a les machines extérieures à cartouches, les **Artem**.

Ce sont des cartouches toutes faites, on voit d'ailleurs que ça a chauffé au niveau du serpentin. Il y a un piezzo, un allumage automatique. Ça marche plutôt pas mal : avec 5 ou 6 machines comme celle-ci, on couvre un champ complet. On s'en sert plutôt quand c'est proche du cadre, mais on arrive à faire pas mal de choses. C'est hyper autonome, ça marche dans tous les cas, c'est facile à charger et à décharger, on peut courir dans la forêt avec, on peut aller dans plein d'endroits. C'est très pratique.



[A gauche] C'est une **Motan ou Swingfog**, modèle portable, qui marche à l'essence. Normalement ces machines servent pour les désinfections de moustiques. Nous mettons de l'huile minérale et du pétrole dans le réservoir blanc. Ça fait de bonnes grosses fumées, quatre à cinq fois ce que produit la Artem.
 [A droite] Nous possédons un modèle plus gros, dont le réservoir fait 50 litres. Avec deux machines comme celle-là, on enfume une vallée.



Photographies de plateau de *The Last Duel*, de Ridley Scott

Voici ce qu'on a fait sur le film de Ridley Scott *The Last Duel*. Sur le pick-up, il y a une Motan dont on casse la fumée au ventilateur, pour que cela ne fasse pas des volutes en sortie. En haut à gauche, on voit le château [photo de gauche] ; c'était filmé axe caméra vers nous, mais on ne nous voit pas, et avec le vent, les fumées passaient derrière le château. On avait une autre équipe qui était devant le château et qui produisait de la fumée avec des chaussettes.



Ce sont les fameuses **fumées lourdes**, à l'huile refroidie au CO2 [traduites en *ice fog compact* sur le site], qu'on a utilisées dans une forêt des Pyrénées. On voit la taille des machines, c'est un peu énorme, avec les bouteilles de CO2 à côté.



Les **chaussettes**, c'est une autre technique : il y a un ventilateur, une machine à fumée et une gaine en plastique qu'on fait courir sur 100 mètres. Elle est percée, le ventilateur gonfle la gaine, on injecte de la fumée, et on arrive à avoir des rideaux de fumée sur 100m. Pour des brumes et des brouillards.

Quelle machine utilisez-vous avec ces chaussettes ?

On voit un gros ventilateur noir, et la petite machine à fumée qui est derrière – on en met une ou deux – c'est une machine à huile électrique. On peut également y mettre des Artem, ou tout ce qu'on veut. Pour la série *Mortel* sur Netflix, nous avons mis deux gaines de chaque côté du cadre, les fonds étaient toujours enfumés : ça marchait vraiment bien. Nous avons éprouvé cette technique sur « Da Vinci Code », ça remonte !



Voici des mini-machines à fumée, les **Tiny pocket**. Ce sont de toute petites machines qu'on peut mettre dans la poche, elles sont sur batterie [le bloc noir].



[A gauche : la Tiny compact. A droite : la Power Tiny]

Celles-ci sont sur batterie aussi. Ce sont des mini-machines à fumée de face, sur le plateau. Celle de droite est la taille au-dessus, elle est autonome avec une grosse batterie Panasonic. Elle a 15 minutes d'autonomie, sans s'arrêter, ce qui est plutôt cool.



Celle-là, c'est une machine à vapeur d'eau. Elle est intéressante lorsqu'on souhaite faire des bouches d'égout ou des gamelles qui fument. Ces effets peuvent également être réalisés avec des machines à fumée à huile : en mettant beaucoup d'eau dans l'huile, cela fait un effet de vapeur.

Nous avons développé des modèles de crack-oil portatives à partir de réservoirs sous pression remplis à l'Azote, pour les effets de gamelles fumantes sans besoin électrique.

J'ai vu qu'il y avait une espèce d'enfumeur à encens, est-ce que c'est l'équivalent des beesmokers ?



C'est exactement ça, on arrive aussi à faire de la fumée avec de l'encens. Les **Beesmokers**, c'est du charbon ardent et de l'encens.

On a même des gamelles où on met du charbon et de l'encens par-dessus, et on arrive à avoir des fumées dans des églises, qui ressemblent, d'ailleurs, aux véritables fumées qu'on peut y trouver. Et ce n'est pas désagréable, sauf pour certains qui sont sensibles.

On a encore plusieurs autres techniques. Par exemple, on imbibe d'huile des couvertures anti-feu, et on les met sur des charbons de bois, cela donne un effet de feux de camps éteints. Ridley Scott aime bien cet effet-là, quand on arrive dans un village et qu'il y a de la fumée partout, comme s'il y avait des feux de camps à moitié éteints et qui fument. Sinon, on peut carrément mettre de l'huile sur du charbon, car le principe est toujours de chauffer l'huile pour faire de la fumée. Donc on a plein de petites techniques pour faire ça, en extérieur, évidemment.

Aurais-tu quelques exemples de mises en place sur les tournages ?



Photographie de plateau de *The Last Duel*, de Ridley Scott

Sur cette photo du château, pour *The Last Duel*, nous avons employé la technique avec les chaussettes. Il y en a deux, et nous avons appuyé un peu avec des Artem et une des grosses machines à fumée électriques. Toute cette brume est complètement artificielle, et encore le cadre de cette photo n'est pas très large ; toute la vallée était enfumée, simplement avec des machines.



Photographies de plateau de *Marie-Antoinette* de Sofia Coppola

Sur *Marie-Antoinette*, nous avons utilisé des Artem. On en voit d'ailleurs un avec un Artem [photo de droite]. Mais là ce n'est pas très large, on était dans le bassin devant le château.



Photographies de plateau de *L'Auberge rouge*, de Gérard Krawczyk

Pour *L'auberge rouge*, nous étions dans les Pyrénées. Nous avons fait cet effet avec les Motan (ou swingfog), en étant placés loin.



Photographie de plateau de *L'Auberge rouge*, de Gérard Krawczyk

Toujours pour le même film : c'est typique d'une fumée lourde, c'est la même installation que tout à l'heure avec les grosses machines et les bouteilles de CO₂. C'est donc de la fumée qui a été chauffée puis refroidie.

Est-ce que c'est la même chose que les "low fog machines" en anglais ?

Oui. C'est le cas typique d'une installation de fumée dans des sous-bois, où nos techniciens sont partout, tout autour et très loin. Nous arrivons à avoir une très belle diffusion. Mais là, il faut dire que le temps est vraiment favorable, il y a peu de vent.



Photographie de plateau de *Indochine*, de Régis Wargnier

Sur *Indochine*, c'est une très belle diffusion. Nous avons dû faire cet effet à la MDG, qui prend très bien la lumière.

A propos des machines électriques JEM Glaciator X-Stream et JEM Roadie X-Stream, de la marque Martin by Harman :

Cette machine-là, elle existe en version fumée lourde [JEM Glaciator X-Stream] et fumée légère [JEM Roadie X-Stream]. Elle remplit un stade de foot. Nous venons d'en acquérir une, et c'est d'ailleurs celle-là qu'on a utilisée pour le plan du château sur le film de Ridley Scott. C'est une grosse machine qui nécessite un groupe électrogène pour l'alimenter. Elle consomme beaucoup, je dirais 20 litres de liquide pour 15 minutes d'utilisation environ.

Je comptais initialement tourner ma partie pratique dans un château. Si on est dans un décor fragile comme celui-là, est-ce qu'il y a certaines techniques à privilégier ? Ou certains produits à éviter, parce qu'ils feraient trop de dépôts ?

Cela nous est arrivé quelques fois. Premièrement, les directeurs de la photographie, en télévision notamment, ont remarqué que la majorité des machines à fumée normales faisaient des dépôts huileux sur tout le matériel. Toutes ces fumées sont des huiles, donc forcément, elles déposent une pellicule grasse sur les objets, les décors... Si on fait de la fumée pendant 1 heure, il ne se passe rien, mais si on en fait pendant 3 jours, ça peut devenir problématique. Les chefs opérateurs se sont aperçus que la DF-50 et la MDG faisaient moins de dépôts, et leurs fumées ne sont pas très toxiques. C'est aussi pour cette raison que les directeurs de la photographie aiment bien la DF-50, au-delà du fait qu'elle fasse une belle fumée.

On peut souvent avoir le problème de machines qui fuient. Il faut protéger les sols quand on pose les machines, sinon elles peuvent faire des tâches d'huile. Quand on est en studio, ce n'est pas dramatique, mais quand on est en décor naturel, c'est très important. Et même avec la DF-50, il vaut mieux mettre quelque chose. Je les place souvent dans des espèces de bacs de chantier de maçon, cela marche bien.

Nous avons participé à une publicité avec Michael Bay pour *Victoria's Secret*. Le château nous avait donné une grosse restriction sur les fumées, parce que c'était un site historique. Nous avons eu l'autorisation d'utiliser des MDG, quasiment les seules machines autorisées dans ces cas-là. Il existe

une autre marque anglaise, mais c'est exactement le même principe. Ce sont les seules machines, pulsées au CO₂, qui sont autorisées pour que les fumées n'abîment pas les décors historiques.

Concernant la pollution, l'huile représente le vrai problème, car elle pollue forcément. Le pire est ce qui tombe au sol lorsque les machines fuient. Mais ce n'est pas parce qu'elles fuient qu'elles ne fonctionnent pas. Les machines partent souvent en révision et en réparation, d'ailleurs, car les tournages abîment beaucoup le matériel. L'entretien du matériel est un des facteurs essentiels, et le plus coûteux, dans notre profession.

C'est une question qui doit revenir assez souvent, en effet, quand on tourne notamment dans des monuments historiques ou classés.

Il faut ces machines-là, soit la MDG soit la DF-50, mais évidemment il faut toujours faire une demande.

Très souvent, il y a des détecteurs de fumée dans les décors, les studios, les maisons. Il faut toujours penser à les neutraliser. Ce sont des autorisations spéciales, qui concernent les effets spéciaux et la régie. Parfois il faut la présence de pompiers. Souvent, dans les établissements de type studios, il y a un service de pompiers dédié : ils donnent l'autorisation eux-mêmes, et désactivent le système. Mais lorsqu'on tourne dans un château d'époque, ils n'ont pas de service de pompiers, donc il faut être vigilant. Dans ces cas-là, nous avons nos propres pompiers. Car lorsqu'on désactive les détecteurs de fumée, on désactive toute la protection incendie. Donc s'il y a un départ de feu, il ne serait pas détecté. En général, on désactive là où on tourne, mais également les pièces adjacentes parfois.

C'est arrivé, très rarement, qu'on nous refuse l'autorisation de mettre de la fumée. Parfois on nous demande quand même d'en faire en catimini, mais c'est toujours assez délicat, car s'il y a un accident, l'assureur mettra en cause notre responsabilité civile. Nous ne sommes pas engagés pour faire des conneries ; je dis toujours « on fait du cinéma, pas la guerre ». Nous nous devons de rester très *safe*, très éveillés, ce qui permet d'assurer la sécurité de tout le monde. De plus, il en va de notre réputation. C'est vrai que parfois, les exigences de sécurité sont un peu lourdes, mais mieux vaut trop que pas assez.

Nous avons déjà évoqué les liquides à mettre dans les machines, avec plus ou moins d'eau : est-ce que chaque marque demande à avoir son propre liquide, ou vous utilisez le même liquide pour tout ?

En général, oui. Il y a le jeu du fabricant qui stipule : « il faut mettre notre liquide dans notre machine, et rien d'autre ». Il y a une raison technique, qui est réelle, mais également une raison commerciale, car ils veulent qu'on achète leur liquide, puisque leur machine a été conçue pour celui-ci. Et ce n'est pas faux, car la machine est conçue pour un certain dosage. Si on connaît bien les machines et la composition des produits, dans certains cas on pourra utiliser un autre liquide qui est très proche. Mais c'est un jeu délicat. Lorsqu'on veut qu'une machine dure, il vaut mieux utiliser le liquide recommandé par le fabricant.

Par exemple, on ne peut pas mettre le liquide de la machine à fumée normale dans une MDG, et inversement. Ce ne sont pas du tout les mêmes liquides. Et les petites machines portables sur batterie, qui sont très sensibles, ont un liquide conçu spécialement pour elles. Il m'est arrivé parfois de me servir d'un autre liquide, parce que je n'avais plus celui d'origine, mais cela abîme les corps de chauffe. Donc il vaut mieux respecter les recommandations du fabricant, tout au moins pour les machines électriques. Pour toutes les grosses bécane thermiques, que nous avons détournées de leur usage classique, on utilise de l'huile minérale avec ou sans du pétrole.

Tu parlais au début des machines fonctionnant avec la micro-nébulisation d'eau, est-ce que ça aurait une plus-value intéressante pour les chefs opérateurs, par rapport au reste ?

Je ne crois pas que cela change grand-chose pour le chef opérateur. Il va peut-être trouver ça sympa, cela dépend de sa sensibilité, et c'est lié à une histoire et à un décor. Ça peut avoir son sens dans un décor et pas dans un autre. Dans un décor marécageux, ça a du sens, par exemple. Mais c'est comme la vapeur : les objectifs n'aiment pas ça, même s'ils peuvent tourner sous la pluie – et encore, dans ce cas, on utilisera des hublots tournants. Nous évitons d'utiliser ces machines à vapeur en intérieur, car elles génèrent de la buée.

Typiquement, si on veut tourner une scène de sauna, où il est censé y avoir de l'humidité, on utilise ce genre de machines ou plutôt les autres à base d'huile ?

Je pense qu'il faudrait utiliser de la fumée, justement. Parce qu'avec une véritable scène de sauna, la caméra va avoir des dépôts, de la buée, des *flares*, ça va être ingérable. De plus tourner dans un décor très chaud, c'est compliqué, cela met le personnel et le matériel en vrac. Dans ces cas-là, on fabrique des fausses vapeurs avec des machines à fumée électriques, dont le liquide est un peu différent : c'est du propylène glycol, qui est mélangé avec plus ou moins d'eau. Si on met beaucoup d'eau dedans, on obtient un effet très vaporeux, un peu bleuté, avec de très belles vapeurs.

Quand on fait des fumées, il faut penser à ventiler ou faire faire des pauses pour le personnel. Aux Etats-Unis, sur un plateau enfumé, ils ont tous des masques, c'est obligatoire. Ça ne l'est pas en France. Les anglos-saxons sont très pointus sur tout ce qui est règle de sécurité. Nous avons fait un gros tournage sur un film de pompiers – avec des incendies, évidemment – et toutes les personnes du plateau étaient équipées de masques respiratoires. Ce n'est pas facile pour cadrer, pointer, etc. Mais là, c'étaient des conditions un peu extrêmes.

Est-ce que cela arrive souvent de se servir de la fumée pour couvrir d'autres effets ?

On va souvent utiliser de la fumée quand on est dans des décors de neige, surtout si la neige est trop claire, pour donner un effet de froid, ou donner l'impression d'être dans le blizzard.

A quel stade du projet intervenez-vous ? Comment se passe la collaboration avec les autres chefs d'équipe (le réalisateur, le chef opérateur, les VFX, etc.) ?

Les effets spéciaux sont souvent choisis soit par le metteur en scène, soit par le producteur ou le chef décorateur. Le scénario est déjà écrit, bien souvent, et on a « une lecture » avec la déco, la mise en scène, la production. Les cascadeurs sont souvent présents, ainsi que les VFX. Ce genre de réunion permet de déterminer qui fait quoi, comment on va le faire, etc. Parfois c'est une réunion seulement avec les effets spéciaux, ou bien on nous demande juste un devis et on discute par téléphone.

Dans tous les cas, nous demandons à discuter de nos interventions avec le réalisateur. Il y a souvent le chef opérateur lors de cette réunion. Il nous explique comment il prévoit de filmer, ce qui nous aide beaucoup dans notre approche.

Puis il y a des discussions avec la mise en scène et la production. On bosse pour les deux, évidemment, mais on a plutôt tendance à se ranger vers la vision du metteur en scène, car on veut amener ce dont il a besoin pour réaliser son film. On est obligés de s'accorder à lui, à sa sensibilité. Il y en a qui sont techniques, d'autres qui ne le sont pas : c'est à nous de les orienter ou de leur expliquer, si ce qu'ils veulent est envisageable ou pas, ou si ça peut coûter cher, etc. Tout cela se discute lors des réunions puis pendant le film, car tout évolue au fur et à mesure de l'avancée du tournage.

ANNEXE – 10

Entretien avec Bruno Maillard, superviseur VFX

Réalisé le 11 novembre 2020.

Bruno Maillard est superviseur d'effets spéciaux numériques (VFX), effectués en postproduction. Après quatre ans d'étude en art graphique à l'Ecole Sornas et les Gobelins à Paris, il devient un des premiers graphistes numériques français en 1984. En 1986, il crée son propre studio « Pandore » et travaille pendant 9 ans pour les chaînes de télévision françaises, tout en continuant de se former aux nouvelles techniques d'effets numériques. Au début des années 90, il est un des premiers utilisateurs français du logiciel Flame. Fort d'une expérience de plus de trente ans, il a collaboré avec les plus grandes sociétés de postproduction françaises et un grand nombre de réalisateurs primés. En 2019, il remporta plusieurs prix pour son travail sur le film Dans la brume.

J'ai lu dans l'article¹⁸⁹ que, concernant le film Dans la brume, la question s'était posée de faire de la brume en 2D ou en 3D. A quoi cela correspond-il en VFX ?

Il y a plusieurs cas de figures : « fumée tournage » et « fumée synthèse ». Si je prends les scènes qui sont dans l'escalier, où Olga Kurylenko sort de la brume, il y avait une base qui était faite en 3D sur le logiciel Houdini. Elle permettait de tracker d'abord le plan, parce qu'il n'y avait pas de fumée au tournage, on a filmé uniquement avec le jeu de l'actrice. On a ensuite rajouté de la brume synthèse, c'est à dire faite en 3D avec des logiciels, dont le principal était Houdini.

Un plan comme celui-ci est extrêmement difficile à faire marcher en 3D, j'ai donc anticipé un tournage d'éléments réels, tournés à petite échelle sur une surface d'environ 1m². Le chef opérateur m'a fait une banque d'images de fumées. Comme la fumée, par définition, n'a pas vraiment d'échelle, cela m'a permis d'ajouter du vrai dans l'élément 3D. Il y a une quinzaine de plans dans le film dans lesquels j'ai ajouté des éléments 2D, retravaillés et repositionnés. C'est de la couture ! C'est vraiment compliqué à faire et cela prend du temps, parce qu'il faut les bons mouvements. En plus, dans ce cas précis, il y avait des interactions avec les comédiens, Olga en l'occurrence, donc c'était des petits patchs. Mais cela permet de rajouter du réel dans ce qui ne l'est pas.

¹⁸⁹ Cet entretien fait suite à la lecture d'un article de **Caroline Renouard**, « Entretien avec Bruno Maillard, superviseur des effets visuels de *Dans la brume* (2018), réalisé par Daniel Roby » [en ligne], *Création Collective au Cinéma*, n°2, 2019, pp. 171-204.

Donc, tout ce qu'on appelle 2D sont les éléments qui ont été tournés et rajoutés, et ce qu'on appelle 3D sont les éléments créés en modélisation 3D ?

Oui, la 3D, c'est complètement de la synthèse. Concernant la 2D, c'est aussi de la synthèse quelque part, mais ce sont des éléments réels qui ont été tournés et qu'on ajoute. Il arrive qu'on fasse des plans uniquement en 2D, il n'y a pas systématiquement de la 3D. Lorsqu'on a besoin de fumée en 2D, elle est généralement tournée sur fond noir, cela permet de l'intégrer en luminance directement sur les plans.

Généralement, c'est tourné soit par l'équipe des effets spéciaux physiques SFX, soit par un chef opérateur dédié ?

Il y a une collaboration avec ce qu'on appelle les effets spéciaux directs, qui ont des machines pour effectuer tout cela. Quand il y a peu ou pas de mouvements, on s'en sort, mais dès lors que cela devient plus complexe, on est presque obligé de passer par la 3D. Quand les mouvements de caméras sont très complexes, ou qu'on a besoin d'une animation très particulière, ce n'est pas toujours évident de la tourner en réel.

Ce que je lisais dans l'article, c'est que les interactions avec les personnages, par exemple dans ce plan où elle sort de la brume, rendaient les choses compliquées. J'imagine qu'il a fallut recréer des masques, afin de recréer l'interaction entre le corps et la fumée ?

Exactement. La 3D le fait très bien, puisqu'on modélise le trajet de l'actrice avec un corps de synthèse, ce qui permet de refaire l'animation. Le personnage de synthèse, qui colle exactement au personnage réel, qui a été filmé, permet de recréer les volutes et les interactions. Sauf que là, ça ne marchait pas très bien, donc j'ai été obligé de recréer cela en 2D. En 3D, et surtout pour la fumée, il faut faire beaucoup de simulations, parfois des centaines pour un seul plan, avant qu'on arrive à avoir ce qu'on veut, et cela coûte très cher. En plus, pour cette fumée spécifiquement, il fallait que ce soit en réalité de la brume un peu compacte, un peu opaque, un peu lourde, et il fallait lui trouver un aspect un peu étrange. Donc la synthèse n'est pas évidente à faire.

Il y a des plans qui marchent tout seuls, tout de suite, et cela, c'est formidable ! Par exemple, il y a un plan où Romain Duris est au carrefour du métro, il voit la brume arriver au loin dans la rue, puis il court vers la caméra, et derrière son dos, il y a toute la brume qui remplit la rue : ce plan là est sorti en trois ou quatre simulations. C'est aléatoire, cela dépend des personnes. Quand il y a beaucoup de plans, ce n'est jamais une seule et même personne qui les fait tous, donc parfois cela sort tout seul, et parfois non.

Quels sont les paramètres sur lesquels vous jouez dans ces cas-là ? Comment est-ce que cela fonctionne dans le logiciel pour, justement, créer ces interactions ?

On crée des forces, en fait. On met ce qu'on appelle du « vent », puisque ce sont des forces physiques qui vont contraindre la fumée ou la brume dans une certaine direction. Pour le coup, c'est complètement aléatoire, parce que quand l'opérateur prépare son effet, il est dans un environnement. Ici, on avait l'environnement 3D de la rue, donc cela permettait déjà de condenser la fumée, ou la brume, dans un endroit bien précis. On indique à l'opérateur où on souhaite que la fumée aille, il met des paramètres de force et du vent un peu partout, qui vont contraindre la fumée à monter plutôt qu'à descendre, etc. Une fois qu'il a appuyé sur le bouton, cela met quelques heures à être calculé, et lui-même ne sait pas ce que cela va donner. Entre la simulation basse, un peu « rough », qui ressemble à peu près à ce qu'on aimerait, et le « process » qui a plus de qualité, et qui est donc plus cher en temps, on a parfois des modélisations ou des animations qui diffèrent.

Combien de temps cela prend-il pour créer un plan en pleine définition ?

Cela dépend des plans, et de la force de calculs qu'il y a derrière. Il y a des plans qui pouvait en prendre deux jours, c'est assez lourd ; honnêtement, ce n'est pas ce qu'il y a de plus facile à faire. Mieux vaut faire une créature, qui est complexe à faire, mais qui est tout de même plus facile que de la brume, parce qu'au moins, on a un modèle. Cela n'a pas été simple d'expliquer à quoi doit ressembler la brume. Le réalisateur et moi voulions qu'il y ait, au-dessus de la brume, quelque chose d'à peine perceptible, mais qui bloque la brume à une certaine hauteur. Comme vous l'avez vu dans le film, elle s'arrête au quatrième étage.

C'est assez rare en France d'avoir un film catastrophe comme Dans la brume, généralement, ce genre de films est plutôt américain.

L'ennui, c'est qu'on avait des retours sur internet, qui étaient géniaux suite à la bande annonce, mais, en réalité, les gens ne sont pas allés le voir. Il a fait un peu plus de trois cent mille entrées, pour un budget de 11 millions d'euros, ce n'est pas beaucoup, ce n'est pas assez. Le public est content qu'il y ait un film français, mais, en même temps, il ne va pas le regarder. Cela dit il a bien marché à l'étranger, il s'est vendu dans plus de cent-vingt pays, donc c'est positif. Comme il y a Paris dans le film, c'est assez vendeur, surtout avec un évènement catastrophique comme celui-là dedans, cela n'avait jamais été fait, visuellement parlant. D'ailleurs je trouvais les plans assez aériens, c'était beau de voir les rues de cette manière, avec cette espèce de brume plate, un peu étrange...

Les questions qu'on s'est posées au début concernaient tout ce qui se passait dans les rues, en bas, quand on est dans la brume. On a vite compris qu'on ne pourrait pas tourner à l'extérieur, parce que bloquer des rues dans Paris, avec des gens qui vivent dans des immeubles, avec une brume qu'on ne peut pas contrôler, ce n'était pas réalisable. Nous avons donc fait une gigantesque construction de quartier, dans un énorme studio.

Quelles machines avez-vous utilisées pour enfumer un espace aussi grand ? L'article ne parle que du nombre, une dizaine.

Ce sont des machines à fumée toutes bêtes, il y a un petit moteur et elles remplissent l'espace de fumée. Quand nous arrivions le matin, il n'y avait rien, et deux heures après, c'était complètement enfumé, embrumé.

Il fallait quand même contrôler un peu le niveau de fumée en fonction des plans, ce qui était très difficile pour moi, parce qu'il y a des moments où il y en avait trop, et parfois il n'y en avait pas assez. Comme on devait refaire des environnements 3D de Paris là dedans, c'était compliqué pour le *tracking*. Il fallait mettre des LED un peu partout, parce qu'il n'y a que ça qui perçait dans la fumée, que des petites lumières très fortes, pour qu'on puisse remettre le pont, les rues, les voitures. Il y a beaucoup de voitures qui sont en synthèse dans ces plans là.

Si on parle vraiment de brume et de brouillard, qu'est-ce que cela impliquait de faire sur le plateau, en termes de tracking ?

Il y avait deux grosses problématiques. Il y avait premièrement les trackers, et, deuxièmement, quand vous mettez de la fumée ou de la brume, vous ne pouvez pas mettre de fond vert ou de fond bleu, parce que quand vous mettez un fond vert dans de la fumée, il disparaît complètement. De plus, il teinte la fumée en vert, ce qui est très mauvais pour le chef opérateur. Nous n'étions pas dans un studio, mais dans un énorme hangar, avec des poutres et des couleurs aux murs. Quand j'ai découvert l'endroit où nous allions tourner, j'ai été obligé de demander qu'ils mettent du blanc partout, sur tous les murs et au plafond, et de faire un velum au-dessus des rues. Il y a eu des kilomètres et des kilomètres de tissus blanc, pour qu'on puisse faire quelque chose de vraiment très propre. Nous avons demandé à ce que les deux acteurs soient habillés plutôt en sombre, c'est quelque chose qu'il faut prévoir à l'avance. Tout cela permettait de faire des masques assez rapidement, notamment le fait d'avoir du blanc et de la fumée blanche, qui a été teintée en étalonnage. C'était une des problématiques assez conséquentes, parce que comme on remettait du décor, il fallait aussi rallonger les immeubles à certains endroits.

La deuxième problématique était, effectivement, les trackers. Comme les immeubles en décors s'arrêtaient au deuxième étage, la base du décor était assez réaliste, parce qu'elle est en dur, avec des volumes. J'avais demandé de mettre des toiles photographiques imprimées à partir du deuxième étage, voire même du premier. Dans la brume, cela passait très bien. Cela m'a permis de faire un coût moins élevé en termes de décors que de tout faire construire. Concernant les LED, j'ai demandé à ce qu'elles soient espacées d'un mètre ou un mètre cinquante. C'était des LED assez puissantes sous forme de guirlandes placées tout en haut pour que je puisse m'accrocher là-dessus, pour, par exemple, rallonger les décors. Dans les scènes près de la sortie du métro, j'avais des sortes de grands bâtons sur lesquels on alignait des LED, de manière à simuler les rambardes du métro. J'avais fait acheter une centaine de lampes LED de différentes puissances, qu'on posait parfois tout simplement. J'avais fait des tests, et c'était vraiment la seule manière de créer des trackers dans la brume.

Sinon, qu'est-ce qui est utilisé d'habitude pour créer les trackers ?

Quand il n'y a pas de fumée, sur un fond vert par exemple, on met des croix vertes ou bleues, des balles de tennis, des cubes ou des balles de ping-pong. Le tracker, par définition, est un objet posé dans le décor, ça pourrait même être des fruits ou des légumes. Je plaisante, l'important est qu'il faut le voir, pour que l'ordinateur et le logiciel de tracking puissent analyser la trajectoire de la caméra.

A quel point est-ce compliqué d'intégrer une extension de décors lorsqu'il y a de la fumée ? Comment faire pour que l'intégration, qui se fait en postproduction, se rajoute derrière la fumée qui était présente au tournage ?

Le panel de méthodes est réduit. Quand vous remettez un élément dans la fumée, on peut le mixer avec la fumée et faire une sorte de cinquante-cinquante, mais à la condition que l'arrière-plan soit super propre, sinon vous allez voir les choses qu'on veut effacer. La méthode, c'est des bons graphistes qui recollent les décors, et étalonnent les éléments qu'ils vont intégrer dans la fumée. C'est une première base, et après, s'il faut, on rajoute de la fumée par-dessus.

Dans ces cas-là, la fumée est un élément 2D ou 3D ?

Cela dépend. Cela peut être les deux. Dans le cas qui nous préoccupait, c'était assez simple si on voulait rallonger un petit bout de décor. Dans les plans où on voyait le haut de l'immeuble qui était coupé, on s'appuyait sur les LED. On mettait un *mate* d'un étage supplémentaire, tracké, puis on remettait un peu de fumée. Mais en général c'était même plus simple que ça : on rajoutait simplement un dégradé gris par-dessus l'élément qui n'avait pas de fumée. Ce qui était très complexe, c'était la fumée 3D dans les extérieurs, quand on est sur les toits, et les interactions quand Romain Duris touche la fumée.

Outre les interactions avec les comédiens, comment les interactions avec la lumière sont-elles gérées ? Est-ce le département du lighting qui s'en occupe ?

Oui, quand c'est 3D, c'est du *lighting* : ils ont ce qu'il faut pour *relighter* comme dans la scène. Par exemple, dans l'escalier où il y a une fenêtre, ils éclairent leur fumée 3D en fonction de cette source de lumière. La fumée est moins évidente à *lighter* qu'une voiture, cela a posé plein de soucis, c'était une tannée, cette fumée !

Concernant la complexité de modélisation et de rendu, vous disiez que la fumée était plus compliquée à faire qu'une créature. L'eau, par exemple, est très complexe à réaliser ; quel est le niveau de complexité de la fumée 3D par rapport à d'autres effets ou d'autres matières ?

J'ai connu les débuts de la 3D, donc je peux vous dire que c'est fabuleux ce qu'on arrive à faire aujourd'hui. Le feu est très réaliste, de même que les explosions. Alors que moi, il y a encore quelques années, pour faire des explosions je prenais des gens des SFX, on allait dans une carrière, et, de nuit on faisait exploser des trucs énormes ! Après, on les reposait en 2D dans les plans. Maintenant, on arrive à faire des choses incroyables avec la 3D. Pour l'eau, ils maîtrisaient déjà bien la mer en 3D il y a 20 ans, dans *Titanic*, par exemple. Houdini, entre autres, est un outil fantastique ! On arrive à faire des choses merveilleuses avec ce logiciel. Cela dit, il faut être patient, mais le niveau de complexité est un peu égal pour l'eau, pour le feu, pour les éléments physiques comme cela. La simulation coûte vraiment cher. Bien sûr, quand on fait de la 2D, ce n'est pas simple non plus, j'ai vu des explosions ratées, mais en général au bout de deux ou trois explosions, on a la bonne. En FX numérique, cela prend du temps.

J'imagine que toutes les particules, que ce soit de l'eau ou autre, ne sont pas faites goutte par goutte ; est-ce une histoire de mécanique des fluides ?

Non, ce sont des logiciels puissants qui génèrent ça, mais il faut savoir que c'est du pixel, donc pour avoir de la définition dans du feu ou dans la mer, cela coûte très cher en calculs. Bien sûr, cela a beaucoup évolué, et c'est moins lourd qu'à une époque.

Quels sont les logiciels employés, autre que Houdini ? J'avais vu passer des noms comme Nuke ou Flame.

En ce qui concerne Houdini, générer des fluides est, à mon sens, sa marque de fabrique. D'autres personnes vous diront que 3DSMax marche très bien également. Il y a pleins d'autres logiciels qui peuvent le faire, mais pour moi, Houdini est l'un des meilleurs.

Quand vous travaillez sur un film comme *Dans la brume*, entre le moment où vous commencez à fabriquer la brume, qu'elle vous plaise, et qu'elle arrive dans le plan, il y a tout ce qu'on appelle un « *pipe* », avec pleins de difficultés. Nuke est un outil de *compositing*, les personnes qui travaillent avec sont au bout de la chaîne. Ils récupèrent la 3D et tous les morceaux de la chaîne, et ils les intègrent ensemble dans le logiciel. Quand il y a des erreurs, et qu'il faut recommencer, il faut retourner au bout de la chaîne, et cela coûte cher.

J'ai interviewé des chefs opérateurs, et notamment Eric Guichard, qui m'avait dit qu'il utilisait parfois des VFX, mais pas de façon aussi extrême que Dans la brume. C'était surtout pour rajouter un peu de fumée s'il en manquait sur un plan tourné en brouillard naturel ou artificiel. Les VFX permettaient de rajouter une petite couche, qui lissait un peu plus entre les plans. Je me demandais si c'était généralement de la 2D ?

Cela fait partie du travail des VFX, refaire des petits ajouts de fumée, parce qu'il n'y en a pas assez, voire en remettre complètement. C'est quelque chose d'assez basique. C'est comme effacer un pylône électrique parce que le réalisateur n'en veut pas dans le champ. Pour le degré d'intervention, cela va du plus petit au plus gros. Les chefs opérateurs ont cette chance là maintenant, le numérique leur permet de faire énormément de choses, à condition que la production ait l'argent pour le faire. J'ai connu les chefs opérateurs qui tournaient en 35, ils n'avaient pas trop droit à l'erreur ! Tandis qu'aujourd'hui, on doit tourner plus vite, pour des questions de budget et les chefs opérateurs n'ont plus le temps d'être exigeants parfois. En revanche, ils savent qu'il y a beaucoup de solutions numériques en postproduction, que ce soit avec l'étalonnage ou les VFX, en termes de rattrapages s'il faut effacer ou ajouter des choses.

Aujourd'hui, l'avantage est que toute la chaîne est numérique. Quand j'ai démarré les effets visuels numériques, moi, j'étais en numérique, mais le tournage était en 35. Et donc je me retrouvais parfois avec de chouettes pellicules, de la 45, Kodak... Qui avaient des grains de folie, donc pour incruster c'était une tannée ! Il y avait des problématiques incroyables, de stabilité, de pleins de choses.

Comment se déroule une supervision sur le plateau, est-ce qu'il y a des outils de prévisualisation ? Par exemple, pour Dans la brume, comment cela s'est-il passé ?

Quand je supervise un film comme celui-là, j'ai ce qu'on appelle un mélangeur, en l'occurrence il s'appelle Q-Take avec un opérateur dédié, qui est une sorte de bras droit, qui récupère des morceaux et qui fait des maquettes ; parce qu'il faut quand même que je sois avec le chef opérateur et avec le réalisateur, quand il y a des gros effets.

Une fois qu'on a tourné, je me mets avec lui et on effectue des tests parce que je dois décider si c'est bon ou non. Par exemple pour la course poursuite avec le chien, on venait me voir pour me demander si elle était bonne, parce qu'il n'y a que moi qui sait si cela va marcher ou pas. Quand Romain Duris court, et qu'on doit le faire sauter sur un tapis, puis après dans une piscine, il y a d'abord un cascadeur qui tombe sur le tapis, puis c'est Duris qui tombe dans la piscine. Pour faire tous ces raccords, il faut que je puisse tester entre les différentes prises, avec ce système-là et cet opérateur, qui est très rapide et qui m'aide à *composer* très rapidement les éléments, pour que je puisse valider la prise. Sinon, il faut recommencer.

Comment se passe la collaboration avec les autres chefs de postes ? L'interlocuteur principal est-il le réalisateur ?

La collaboration peut s'avérer difficile. Avec la supervision des effets visuels, quand les chefs opérateurs tournaient en 35, ce n'était pas simple car nous étions un peu l'ennemi à abattre. Ils voyaient arriver quelqu'un qui posait des conditions, qui disait où placer le fond vert,

demandait à changer la lumière, etc. Nous avons un rôle de casse-pieds. Cela s'est arrangé, parce qu'on a eu une nouvelle génération de chefs opérateurs, qui sont habitués aux trucages et qui aiment ça. Les anciens chefs opérateurs voyaient le numérique comme quelque chose de mauvais pour eux, parce qu'ils allaient perdre leurs pouvoirs, parce qu'ils étaient les seuls à vraiment savoir si l'image allait être bonne ou pas. Maintenant, quand on demande cinq minutes pour poser des trackers, on vous donne cinq minutes. Il faut quand même aller vite, pour ne pas gêner la mise en scène.

Quand on tourne, on doit être à peu près les seuls à pouvoir se projeter pour savoir si c'est bon ou pas et savoir ce qu'on aura à faire comme trucage ensuite. On doit être dans l'instant du tournage, mais aussi dans le futur de la postproduction. Ce n'est pas le cas, ou très peu, des autres chefs de poste, qui gèrent l'image et les décors dans l'instant. Ils me font confiance, ainsi qu'au directeur des effets visuels (VFX) car ils ne peuvent pas se projeter sur quelque chose qu'ils ne connaissent pas à 100%.

Comment s'articule cette gestion entre le plateau et la postproduction ? J'imagine qu'en tant que superviseur VFX, vous êtes sur le plateau au moment de tournage, pour superviser et pour vérifier qu'il y a tout ce qu'il faut pour la postproduction. Une fois arrivé à la postproduction, comment cela se passe-t-il ?

Le directeur de production peut être, au moment du tournage, soit un verrou, soit quelqu'un qui vous aide. Les effets visuels en postproduction ont généralement un budget à part. Mais si j'ai besoin de lui demander des choses, par exemple un bout de décor, parce que cela va nous arranger, c'est lui qui paie. Comme c'est pour les effets visuels, il y a beaucoup de résistance à donner l'argent pour le faire. C'est un point parfois un peu compliqué avec les directeurs de production sur le tournage, surtout quand on s'aperçoit que ça n'a pas été anticipé ; c'est pour ça qu'il faut toujours tout anticiper. On ne peut pas arriver en demandant des choses trop complexes ou trop coûteuses, il faut que tout cela soit bien préparé à l'avance.

Avec les autres chefs de postes, en général, cela se passe bien. Par exemple, pour le cas de *Dans la brume*, je suis arrivé au début du film, donc en prépa, j'ai fait les repérages, et je suis resté tous les jours, c'était génial. J'étais sur le tournage avec eux à 90% comme il y avait toujours des problématiques de brume, des trucages un peu partout, et qu'il y avait quand même un peu plus de 500 plans. Je me suis donc intégré à l'équipe, ce qui était assez difficile au début, parce que les équipes de tournage se connaissent toutes, elles ont fait beaucoup de films ensemble, et vous, vous êtes quelqu'un qui est une pièce rapportée. Au début, il y avait un peu de réticence, mais, petit à petit, ils voient que vous êtes là pour arranger les choses. C'est ce qu'il faut montrer. Quand il y a un problème, un doute, et que vous dites que vous vous débrouillerez en postproduction, ils adorent.

Une fois le tournage fini, en tant que superviseur VFX, est-ce que vous restez sur la supervision de la postproduction ?

Dans ce cas là, oui. Des fois non ; parfois, vous faites le tournage et après vous donnez les morceaux. Cela m'arrive pour des pubs : parfois je fais des pubs, mais je ne supervise pas la

postproduction. Cela peut s'articuler de différentes manières : soit la totale, soit seulement le tournage, soit simplement la supervision de la postproduction, parce que quelqu'un d'autre a fait la supervision du tournage. Il vaut mieux que ce soit la même personne, mais, parfois, ce n'est pas possible. En général, sur des projets compliqués, avec beaucoup de plans, on essaie de faire en sorte que la même personne suive le projet de A à Z. J'étais superviseur général du film, pour ce qui était des effets visuels, et j'avais aussi besoin d'avoir un superviseur de la 3D, qui a plus de connaissances que moi en 3D, même si j'en ai forcément pour tout ce qui est *tracking* notamment. Il m'indiquait quoi faire à ce sujet, et donc, évidemment, il faut l'écouter, il faut travailler ensemble.

Le fait de faire tout le tournage donne la mémoire du tournage. J'avais donc la mémoire de tous les plans qu'on allait devoir faire, et de toutes les problématiques pour chaque plan. Parfois, il y a des doubles passes¹⁹⁰ et il faut bien donner tous les morceaux aux graphistes.

Quelle est la hiérarchie des postes dans une équipe de VFX ? Sur iMDB on voit souvent producer, superviser, coordinator, director, auditor...

C'est vrai qu'il y a beaucoup de personnes qui travaillent sur un film. J'ai un VFX *producer*, au-dessus de moi, qui gère l'argent. C'est une personne qui organise toute la production en gérant les plannings et les réunions, et qui organise les points réguliers pour les projections, pour voir ce que les graphistes ont fait. Dans une équipe, il y a plusieurs superviseurs 2D, plusieurs superviseurs 3D, tout dépend comment est articulé le travail sur les séquences. Parfois c'est partagé : un superviseur et une équipe s'occupent d'un type de trucage, tandis qu'un autre superviseur se charge d'autre chose.

Mais sur ce film, pour différentes raisons et sans rentrer dans les détails, je n'ai pas eu de réalisateur pendant toute la durée de la postproduction. Donc je me suis retrouvé à faire le travail artistique du réalisateur, qui m'avait dit ce qu'il voulait. Pendant six mois de postproduction, ce qui est long, j'ai dû faire cela en plus du travail de superviseur VFX. Il y avait deux boîtes, une au Canada, et une à Paris, donc j'ai dû superviser les deux, ce qui veut dire que quand je rentrais chez moi, j'étais également obligé de travailler, le Canada n'étant pas au même fuseau horaire. J'ai fait treize mois sur ce projet, j'en suis sorti exténué. C'était passionnant, intéressant, intense, une véritable épopée !

Comment se sont répartis les temps du film sur ces treize mois ? Il y avait six mois de postproduction, combien de temps ont duré la préparation et le tournage ?

J'ai eu presque deux mois de préparation et de repérages, avec le réalisateur, le chef opérateur et le chef déco. Quand je suis arrivé, ils avaient déjà commencé à travailler. Après il y a eu le tournage, qui s'est enchaîné quasiment dans la foulée et a duré deux mois et demi environ. Ensuite, il y a eu un petit temps mort, mais ce n'était pas vraiment un temps mort, parce que la 3D avait déjà commencé à faire des recherches pour la brume et on avait commencé à modéliser. On avait même commencé à modéliser Duris en BD, parce que je n'étais pas sûr que

¹⁹⁰ C.-à-d. tourner deux fois le même plan, mais avec des éléments différents à chaque fois, qui seront composés ensemble par la suite.

la chute dans la piscine marcherait. Enfin, il y a eu les six mois de postproduction. Donc cela a commencé vers la mi-décembre 2016, duré tout 2017, et j'ai terminé début février 2018. Je n'ai fait que cela. D'habitude, je fais autre chose comme de la pub. Récemment j'ai fait un projet intéressant d'opéra pour Abdel Abdessamed. C'est un métier où on peut toucher des projets et des personnes différents, ça c'est vraiment incroyable.

J'ai beaucoup aimé certaines publicités que vous avez tournées, notamment celle pour Cartier, qui s'appelle Odyssée. Il y avait de la fumée, enfin du brouillard plus exactement, avec le dragon et le léopard côte-à-côte.

J'ai supervisé ces films-là, et j'ai beaucoup truqué au Flame, notamment la séquence de la troïka au début, avec Saint-Pétersbourg tout blanc. C'est du 100% mate : il y avait un fond vert d'environ 6 mètres de haut et 150 mètres de long, un des plus longs que je n'ai jamais eu, pour faire courir les chevaux et la panthère. On avait juste ajouté de la fausse neige au sol et tout le reste est évidemment du trucage.

Quand le dragon sort de terre et qu'il explose les cailloux, la poussière est en 2D. Pour faire des économies, et parce que c'est le mieux qu'on puisse faire en termes de réalisme, j'ai demandé à la production de tourner ces éléments-là. On est allé dans une carrière, à côté du tournage, qui était dans les Alpes, avec des bulldozers et avec une Phantom pour tourner à très haute vitesse. On a créé ces éléments-là en faisant chuter des pierres dans une carrière. J'ai également utilisé ce procédé pour la publicité Samsung, avec la main géante,

Se dire qu'en tournant réellement ces éléments, on va faire des économies en limitant le nombre de simulations 3D, c'est typique du travail de superviseur. La difficulté est qu'il faut aussi convaincre la production. Par exemple, Bruno Aveïllan, un réalisateur avec qui j'ai travaillé quasiment vingt ans, est quelqu'un qui n'aime pas trop la 3D. Quand je lui propose des trucs comme cela, généralement, il appuie énormément ma demande. C'est une petite journée de tournage, avec une équipe, une Phantom, du fond vert, des bulldozers pour monter les cailloux et les faire descendre. Dans ces cas-là, il faut aussi que je me projette sur ce que veut faire le réalisateur, pour ne pas faire n'importe quoi. On ne fait pas dérouler des cailloux n'importe comment, il faut déjà avoir une idée du plan et des axes lumière dans sa tête.

Quand le dragon sort des cailloux et fait face à la panthère, ils sont dans un environnement un peu embrumé, comme une montagne chinoise. Est-ce que vous pourriez m'en dire un peu plus sur ce plan ?

L'environnement est complètement rajouté en postproduction. Le décor a été tourné dans les Alpes et a complètement été refait pour lui donner un petit cachet oriental. En fait, il n'y a rien de vrai là-dedans, à part une base de cailloux ; tout le reste, comme les montagnes, est retravaillé. J'ai aussi rajouté de la neige qui tombe et de la brume, pour créer des atmosphères, de la distance et pour faciliter l'intégration.

Est-ce que le léopard était un animal réel ?

Effectivement, c'est un dresseur qui s'en occupait. Il le faisait bouger là où on voulait, avec une laisse, parce qu'une panthère est extrêmement dangereuse, donc elle était tout le temps en laisse. Il a fallu effacer tous les colliers et les laisses, le dresseur dans le champ, les cages dans certains plans, donc c'était vraiment compliqué. C'est un gros travail de la postproduction, je crois que j'y ai passé six mois, sur cette pub *Odysée*. Ce sont des budgets immenses, le tournage lui-même est lourd.

Dans la version longue de cette publicité, présente sur votre site, quand la panthère arrive vers une femme qui la caresse, est-ce que c'est de la carboglace qui est présente ? Ou est-ce que c'est une espèce de couche qui a été rajoutée en postproduction et qui reste au sol à peu près jusqu'aux genoux ?

Bien vu, c'est de la carboglace ! Nous n'avons pas voulu en utiliser pour *Dans la brume*, pour la scène de l'escalier, par exemple. La problématique de cet escalier, c'est que c'est un escalier qui est dans Paris. Comme c'est un décor réel, il était compliqué de mettre de la carboglace là-dedans, il aurait fallu en mettre beaucoup. De plus, ils avaient fait quelques tests en amont avec le réalisateur, et il ne voulait pas qu'on reconnaisse l'effet carboglace. Il voulait quelque chose de plus étrange, de plus bizarre.

Dans la pub dont vous parliez, de Cartier, la carboglace est sur un sol qui était lumineux : on avait en fait un sol avec des plaques de LED. La lumière qui vient du sol rend cela un peu plus sympathique.

Généralement, le chef opérateur supervise un minimum l'étalonnage. Quand il y a des éléments VFX, comment cela se passe-t-il ?

Généralement, c'est le superviseur qui s'en occupe. On travaille sur une image RAW sans appliquer d'étalonnage. On pose seulement une LUT pour voir approximativement ce que va être la finalité de l'étalonnage. L'étalonnage se fait après. On a besoin, parfois, d'étalonner certaines choses, mais on n'est pas obligé d'avoir le chef opérateur pour cela.

Sur *Dans la brume*, j'ai fait tout l'étalonnage avec le chef opérateur. On avait fourni des masques et tout ce qu'il fallait à l'étalonneur.

J'avais lu, d'ailleurs, que pour Dans la brume, il y avait cette recherche de couleur, pour donner ce côté rouille. Est-ce que Blade Runner 2049 a été une référence ou pas du tout ?

Non, pas au départ en tout cas et je ne pense pas que le chef opérateur ait été influencé par ce film. Après coup, on s'est aperçu, effectivement, que *Blade Runner 2049* ressemblait à ce qu'on était en train de faire, mais on ne s'en est pas inspiré.

Pour le choix de cette couleur, on a essayé beaucoup de choses. Au départ, on pensait la laisser un peu grise, mais cela ne marchait pas du tout car cela faisait une fumée normale d'incendie. Le chef opérateur a commencé à faire des tests, et a essayé cette couleur-là. On s'est dit que le rouille, comme cela, faisait vraiment très toxique et que c'était ce qu'il fallait faire.

C'était évident qu'il fallait la colorer et on préférait une couleur chaude et non froide. Les producteurs n'étaient pas pour au début car ils avaient peur de cette couleur, mais on a réussi à les convaincre. Mais *Blade Runner 2049* est très beau, en tout cas pour ce qui est de l'image, même si je préfère le premier.

Je reviens sur une publicité qui m'a marquée Shangri-La/Wolves avec les loups, est-ce que vous pouvez m'en dire un peu plus ?

Elle a été tournée juste un peu au-dessus d'Annecy, c'était absolument génial, très beau. Les arbres étaient magnifiques couverts de neige comme dans le film, on n'avait absolument pas l'impression d'être à côté d'Annecy. Ce n'était pas vraiment compliqué, à part, peut-être, les duplications de loups dans certains plans, notamment le plan de fin avec l'acteur qui est au milieu des loups. C'était compliqué en postproduction, quand on faisait courir les loups, il fallait effacer les traces, parce que, forcément, quand vous tournez dans la neige, vous l'abîmez.

Dans cette publicité, il y a de la neige, du brouillard et de la brume. Il y a un plan au tout début, quand il n'y a pas encore les loups, où le personnage avance dans la neige, et on voit cette forêt totalement embrumée. Est-ce que c'étaient les conditions de tournage réelles ?

Pas spécifiquement, il y a des moments où on en a rajouté en postproduction. On avait aussi des canons à neige qui jetaient de la neige, donc il y avait un mélange des deux, avec beaucoup de réel. La fumée est un thème qui revient très souvent dans les films, comme les explosions, les VFX ont tout le temps du travail avec. Souvent, les chefs opérateurs aiment bien casser l'image avec de la fumée, parce que cela peut marquer la lumière. Par exemple, dans une fenêtre, un tout petit *fog* très léger, peut créer des *rise* dans la fumée, cela peut être très beau, c'est utilisé très régulièrement.

Il faut savoir qu'il y a des nouvelles technologies qui arrivent, et qui sont déjà très utilisées. Il faut regarder la série *Mandalorian*, parce qu'ils n'ont pas employé de fond vert, mais des écrans LED qui font 20 mètres de base, sur 6 ou 7 mètres de haut. Ils injectent dedans un décor qui est préfabriqué en 3D et qui réagit aux mouvements de la caméra sur le plateau, en train de filmer le personnage. C'est génial, cela veut dire qu'il n'y a plus d'incrustations et que c'est du direct ! On peut aussi faire varier la lumière sur le décor s'il est en 3D. C'est LA technologie du futur, je pense que bientôt, le fond vert sera un truc de vieux papi.

Cette technologie aurait été géniale pour Dans la brume, il y aurait eu totalement la maîtrise du ciel, par exemple.

Oui, effectivement, mais cette technologie commence seulement à arriver sur le marché, alors c'est trop cher encore pour l'instant. *Mandalorian* est une production américaine, donc ils ont les moyens de se payer cela, mais pour l'instant le cinéma français n'est pas prêt à le faire.

Pour en revenir à *Dans la brume*, quand on est dans l'appartement, avec les petits vieux, on a une découverte par les fenêtres. Il se trouve qu'on m'avait demandé de mettre un fond vert derrière les fenêtres et de me débrouiller pour remettre du décor dedans. Je leurs avais dit que

ce n'était pas possible, parce qu'on était tout le temps en *steady cam*, donc les *tracking* étaient trop compliqués à mettre en place. De plus, le chef opérateur, Pierre-Yves Bastard, allait se prendre des retours de vert qui allaient être un enfer à gérer, parce que les vitres étaient en verre ancien avec des déformations. Je me suis dit qu'avec le nombre de plans qu'on avait à faire, ça allait être une catastrophe en postproduction, et qu'on allait exploser le budget. Je suis donc allé voir les producteurs, le chef opérateur, le chef déco, je leur ai dit qu'il fallait faire une découverte avec un bout de toit derrière, et un faux ciel bleu au fond. Ainsi, on n'avait quasiment plus de postprod à faire. On a gardé le fond vert uniquement sur les perspectives, quand ils sortent sur le balcon, et qu'on voit en profondeur la rue qui est censée se prolonger. Quand on est de face, j'ai réussi à avoir ce décor, qui coûtait quand même assez cher, mais qui nous a permis de faire une énorme économie d'intégration de décors.

Si on avait pu utiliser la technique des écrans LED, cela aurait été vraiment super. On aurait pu avoir une maîtrise totale du fond, et de la lumière surtout. Sur notre bout de décor comme le studio était malheureusement assez petit, il a fallu que le chef opérateur éclaire un coup à gauche, un coup en face, un coup à droite... On n'avait pas beaucoup de place. Si j'avais eu l'écran LED, on aurait eu plus de place, parce qu'un écran prend beaucoup moins de place qu'un décor, et on aurait pu gérer la lumière plus facilement. Cela sera pour la prochaine fois, s'il y en a une !

Il y a beaucoup de plans qui sont dans l'axe des fenêtres, mettre du fond vert aurait fait beaucoup de choses à traiter.

C'était une problématique constante, c'est pour cela que j'ai réussi à les convaincre de ne pas le faire. On avait fait les calculs : le décor coûtait plus de 100 000 €, mais le fond vert aurait coûté quasiment le double. Il y a énormément de plans, et, en plus, des plans compliqués ! Au travers des rideaux, des vitres, avec des fenêtres qui s'ouvrent, qui se ferment, avec des gens sortent dehors ou qui rentrent... C'était juste impossible de faire ça en fond vert.

Malgré cela, j'ai lu qu'il y avait beaucoup de plans qui ont été faits à Montréal.

Oui, mais ce n'était pas un problème, même si cela représente énormément de travail pour gérer une équipe à distance. Je recevais les plans, il fallait que je fasse des petites vignettes pour expliquer ce qui allait et ce qui n'allait pas. J'en ai certainement fait plus de mille ! Parfois même je prenais des éléments et je le faisais moi-même sur Photoshop, pour montrer le placement de l'ombre, par exemple. C'est hyper clair, quand le graphiste reçoit cela, il sait exactement où sont les problèmes.



Vignette réalisée par Bruno Maillard sur Photoshop, afin d'indiquer les problèmes aux graphistes.

Est-ce que le montage est d'abord fait totalement, puis on fait les effets spéciaux ? Ou est-ce que les deux marchent de concert au fur et à mesure ?

Quand il y a beaucoup de plans comme cela, on commence à poser les bases même pendant le tournage. On n'a pas les plans, mais on cherche déjà des pistes, ne serait-ce que pour le look de la brume, qui avait démarré très tôt. De temps en temps, quand on avait un plan du tournage, je demandais à la 3D d'intégrer la brume, ce qui permettait au réalisateur de se rassurer et cela motive aussi l'équipe. Mais il faut faire attention de le faire avec parcimonie et de bien choisir ce qu'on veut montrer, parce que cela peut être complètement réhébitoraire, surtout pour le réalisateur, qui, lui, n'est pas là-dedans, il est en train de fabriquer le film. Je lui ai montré la modélisation des rues de façon automatique par exemple, pour lui montrer ce qu'on pouvait faire pour entrer la brume, ce qui l'a rassuré.

Il y avait un travail intéressant avec le monteur. Quand il montait, il ne savait pas forcément où se trouvait la brume, et, surtout, il ne voyait pas ce que cela pouvait donner. Donc de façon très *rough*, j'ai pris tous les plans qu'il avait montés et je faisais des maquettes au Flame en intégrant la brume de façon très basique. Je faisais cela très vite, c'était un peu bancal, mal fait, mais cela lui donnait une vision un peu plus précise de ce à quoi cela allait ressembler en termes de montage.

Est-ce que les techniques ou les logiciels employés pour faire de la fumée ou de la brume au cinéma peuvent s'approcher de ce qui est fait en film d'animation ou jeux vidéo ? Est-ce que ce sont les mêmes enjeux ?

Oui, cela peut s'approcher, mais ce n'est pas la même chose. Les jeux vidéo sont un autre domaine, où, en principe, ils ne s'amuse pas à tourner, ils font tout en 3D.

Quand on fait un film comme *Dans La Brume*, il y a la notion de réalisme qui est un peu l'enjeu, alors que dans un film d'animation, les personnages sont ce qu'ils sont, il n'y a pas de réalisme là-dedans puisque c'est de l'animation. Ils gèrent tout en 3D, ils ont des *pools* de graphistes FX. D'ailleurs, en 3D il y a une catégorie de professionnels qui ne font que des FX, exactement comme les professionnels spécialisés dans les SFX sur les tournages. Que ce soit sur Houdini ou d'autres logiciels, ce sont les spécialistes de la fumée et du feu ! C'est la version Philippe Hubin mais en numérique ! Il y a aussi des spécialités pour la modélisation, le *lighting* ou le *tracking*, tout comme il y a des généralistes qui sont doués dans un peu tout. Mais quand on fait un film d'animation, c'est très catégorisé.

Pour Dans La Brume, y avait-il eu des références citées concernant les rendus souhaités ?

Oui, il y avait *The Mist*, un film anglais assez intéressant. Il y avait bien-sûr des recherches iconographiques car on tâtonne, au début. L'idée de Daniel Roby était au départ plus surréaliste, plus science-fiction. Mais on s'est rendu compte qu'on était dans une ville qui s'appelle Paris, qui est quand même une vieille dame [rires]. Ce n'est pas New York. Aller dans quelque chose de trop surréaliste n'aurait pas marché, parce que la ville ne s'y prête pas. Il y a des toits en zinc, des cheminées, c'est tarabiscoté dans tous les sens. Faire voler un homme dans Manhattan, comme Spiderman, ne rendra pas la même chose si on essaye de le faire voler dans Paris.

En fait il est difficile de faire un film de science-fiction dans Paris, car le décor ne s'y prête pas vraiment. Si on devait faire *Blade Runner 2049*, on ne le ferait pas à Paris. Dès qu'on allait trop loin, il y avait presque un rejet de la Vieille Dame et ça ne fonctionnait plus. Donc on est revenu sur quelque chose qui pouvait correspondre et rentrer dans les rues de Paris, tout en n'étant pas complètement réaliste. L'idée était qu'on puisse être dans un futur très proche. D'ailleurs il n'y a pas d'écrans ou d'ordinateurs technologiquement très futuristes partout, tout pourrait être à peu près d'aujourd'hui.