

ESRA Bretagne

**L'évolution de la captation aérienne : Des  
ballons d'observation aux drones FPV**

LOZACH Mattis

2024-2025

ESRA

directeur de mémoire Mr Christophe SIMONATO

# SOMMAIRE

<b>Sommaire</b>	p. 2
<b>Introduction</b>	p. 3
<b>Chapitre 1 –Les débuts de la captation aérienne : des rêves mythologiques aux premières images du ciel</b>	
1.1 Un désir ancien d’élévation : des mythes à la technique	p. 5
1.2 Les premières images aériennes : Nadar et les pionniers de la photographie du ciel	p. 6
1.3 Les contraintes techniques et logistiques : entre exploit, ingéniosité et précarité	p. 7
1.4 Premiers usages stratégiques et artistiques : la captation aérienne comme outil hybride	p. 8
<b>Chapitre 2 –L’avènement des drones classiques : une démocratisation de la captation aérienne</b>	
2.1 La rupture DJI : du prototype amateur à l’outil cinématographique	p. 9
2.2 De nouveaux outils pour de nouveaux récits	p. 10
2.3 Une logistique allégée, un cadreur augmenté	p. 11
2.4 Législation, encadrement et nouvelles contraintes	p. 13
2.5 L’intégration dans les pratiques de production professionnels	p. 14
2.6 L’esthétique aérienne : atout narratif ou effet de mode ?	p. 17
2.7 L’hélicoptère, ancêtre immédiat du drone : prestige, puissance et limites	p. 19
<b>Chapitre 3 – La révolution du drone FPV : Le vol comme langage visuel</b>	
3.1 Spécificités techniques du drone FPV	p. 20
3.2 Nouvelles perspectives créatives : le FPV comme langage visuel immersif	p. 22
3.3 Évolution des métiers et compétences : de pilote à opérateur hybride	p. 24
3.4 De l’art à l’armement : ambivalence du drone FPV	p. 26
<b>Chapitre 4 – Le rapport Homme-Ciel : de l’observation à l’immersion</b>	
4.1 La dualité historique : des millénaires à observer le ciel à la capacité de s’y élever	p. 28
4.2 La question de l’omniscience : “tout voir sans être vu”	p. 30
4.3 Les implications futures : IA, miniaturisation et évolution de notre rapport à l’espace aérien	p. 31
<b>Conclusion</b>	p. 34
<b>Annexes</b>	p. 35
<b>Bibliographie</b>	p. 38

# Introduction

Depuis les origines de l'humanité, le ciel exerce une fascination constante sur notre imaginaire collectif. Inaccessible et mystérieux, il fut longtemps perçu comme le domaine des dieux ou des esprits, un espace sacré auquel seule l'observation silencieuse donnait accès. L'homme n'a pourtant jamais cessé de rêver de s'élever, de toucher l'horizon et de comprendre le monde depuis les hauteurs.

Ce rêve, au fil du temps, est devenu une ambition concrète. À travers les âges, des tentatives ingénieuses parfois farfelues, parfois visionnaires ont vu le jour pour franchir cette frontière entre la terre et les airs. De Léonard de Vinci dessinant ses machines volantes aux pionniers de l'aérostation, chaque époque a vu naître des moyens de capturer le monde d'en haut, avec l'intuition qu'un regard aérien pourrait révéler ce que les pieds au sol nous empêchaient de percevoir.

La conquête du ciel ne se limite donc pas à l'exploit technique : elle traduit une transformation culturelle et esthétique profonde. Chaque innovation dans le domaine de la captation aérienne a modifié notre manière de percevoir le monde, de le raconter, de le représenter. La verticalité a ajouté une nouvelle dimension à notre langage visuel : elle a permis d'organiser l'espace, de saisir les flux, les formes, les symétries que le regard horizontal ne peut percevoir.

La photographie puis la cinématographie aérienne ont ainsi marqué une rupture majeure dans le rapport entre l'image et l'espace. Ce que l'on voyait d'en haut devenait soudain lisible, structuré, magnifié. Les villes deviennent des circuits, les paysages des textures, et les foules des mouvements chorégraphiés. La narration audiovisuelle s'est enrichie d'un nouveau langage : celui du regard aérien. Le cinéma s'est très vite emparé de ces nouveaux outils, tant pour la fiction que pour le documentaire ou la publicité. La prise de vue aérienne est alors devenue synonyme de puissance, de maîtrise, de spectacle, mais aussi de poésie.

Aujourd'hui, l'apparition des drones FPV (First Person View) marque une nouvelle étape de cette histoire. Plus qu'un simple outil technique, ces drones que je pilote moi-même incarnent une approche immersive et sensible de l'espace filmé. Ils permettent des mouvements auparavant impossibles, une proximité inédite avec les sujets, et une expressivité proche de celle du corps humain. Contrairement aux drones stabilisés, le FPV donne au spectateur une sensation viscérale du mouvement, une sorte de vol incarné. On ne regarde plus le monde d'en haut : on vole à travers lui.

**Problématique :** Comment les innovations technologiques successives ont-elles transformé la cinématographie aérienne, passant d'une pratique expérimentale et contraignante à un outil créatif sophistiqué et accessible ?

Ce mémoire retrace l'évolution de la captation aérienne, des premiers ballons d'observation aux drones FPV contemporains. Il mettra en lumière les liens entre progrès techniques,

transformations artistiques et nouvelles philosophies de l'image. Il ne s'agira pas simplement de décrire des outils, mais de comprendre comment chaque génération d'images aériennes révèle une manière différente de voir, de raconter, et d'interagir avec le monde. Ce parcours permettra aussi de réfléchir à notre rapport au ciel, à la surveillance, à la mobilité, mais surtout à l'imaginaire visuel que chaque époque projette dans ses prises de vues aériennes. Le drone n'est pas seulement une caméra volante : il est devenu un stylo aérien, une plume technologique au service de nouveaux récits.

# **Chapitre 1 – Les débuts de la captation aérienne : des rêves mythologiques aux premières images du ciel**

## **1.1 – Un désir ancien d’élévation : des mythes à la technique**

Depuis les origines de l’humanité, le ciel exerce une fascination constante sur notre imaginaire collectif. Inaccessible, mystérieux, inatteignable, il fut longtemps perçu comme le domaine des dieux ou des esprits, un espace sacré auquel seule l’observation silencieuse donnait accès. L’homme n’a pourtant jamais cessé de rêver d’échapper à la pesanteur terrestre, de voir le monde d’en haut pour mieux le comprendre, le cartographier, l’interpréter. Cette aspiration, loin d’être uniquement poétique, est à l’origine de multiples révolutions dans notre manière d’appréhender le monde.

Dans les mythes fondateurs, voler est à la fois un acte de transgression et de révélation. Le récit grec d’Icare, brûlé pour avoir approché le soleil avec des ailes de cire, illustre à la fois la fascination et le danger de cette quête d’élévation. Les chars célestes des civilisations mésopotamiennes, les oiseaux divins des traditions chamaniques ou les envols spirituels dans les textes religieux soulignent que le vol n’est pas qu’un rêve de conquête, mais aussi une expérience spirituelle, voire initiatique. Il s’agit d’un passage vers une connaissance supérieure, un déplacement physique qui accompagne une élévation symbolique et intellectuelle. Cette symbolique du ciel perdure encore aujourd’hui dans l’imaginaire collectif, de la science-fiction à la conquête spatiale.

Avec la Renaissance et l’avènement de la pensée scientifique, ce rêve prend une tournure plus technique. Léonard de Vinci, au XVe siècle, dessine ses machines volantes, inspirées à la fois par le vol des oiseaux et la mécanique naissante. Ses esquisses montrent déjà l’alliance entre ingénierie et imagination. Il comprend que voler ne peut être une simple imitation du vivant : il faut penser en termes de forces, de structures, de stabilité. Parallèlement, les peintres, les cartographes, les architectes cherchent à comprendre le monde depuis des points de vue en hauteur. La verticalité devient à la fois un objet d’étude scientifique, un outil militaire de reconnaissance et un enjeu de représentation esthétique, voire philosophique.

Cette étape de transition vers une vision plus technique est fondamentale, car elle ouvre la voie à une série d’innovations concrètes qui marqueront les siècles suivants. Elle symbolise l’union de l’art et de la science, de la contemplation et de l’expérimentation. C’est dans ce contexte de foisonnement intellectuel que naissent les premières tentatives de captation du monde vu du ciel.

## 1.2 – Les premières images aériennes : Nadar et les pionniers de la photographie du ciel

C'est au XIX<sup>e</sup> siècle que ce rêve ancien devient pour la première fois réalité visuelle. En 1858, le photographe et aéronaute français Félix Nadar (Gaspard-Félix Tournachon), personnage fantasque et passionné, réalise les premières photographies aériennes de Paris depuis une montgolfière. Il utilise une plaque photographique au collodion humide, nécessitant un développement immédiat en plein vol, dans une nacelle souvent instable. Cet exploit technique et artistique marque le début d'une révolution visuelle(*Une illustration de Félix Nadar dans sa montgolfière est présentée en annexe*).

Nadar ne cherche pas seulement à impressionner par la prouesse : il est l'un des premiers à concevoir la photographie aérienne comme un outil de compréhension du monde. Ses clichés transforment la ville en un organisme lisible dans sa totalité. Ce n'est plus seulement une juxtaposition de rues et de monuments, mais un ensemble structuré, un « paysage d'en haut » qui peut être interprété, étudié, cartographié. Il anticipe, bien avant l'invention du satellite, la notion d'observation globale.

Son œuvre inspire toute une génération d'inventeurs. Arthur Batut, dès 1888, attache une caméra à un cerf-volant et parvient à produire des vues aériennes de Labruguière. Le cerf-volant, plus léger que le ballon, offre une autre approche de la prise de vue. Ces images montrent que la conquête du ciel passe aussi par des moyens simples, ingénieux, adaptés à chaque usage, et qu'aucun outil n'est trop modeste pour capturer un nouveau regard sur le monde.

En 1907, Julius Neubronner, apothicaire allemand, équipe ses pigeons voyageurs de minuscules caméras embarquées(*Une illustration de photographies prises par des pigeons caméras est présentée en annexe*). Ce système ingénieux, bien que limité techniquement, permet d'obtenir des clichés inédits, déclenchés automatiquement pendant le vol. Présentées à l'Exposition Universelle de 1910, ces images fascinent. Le pigeon devient ainsi, brièvement, un opérateur d'image, préfigurant à sa manière l'autonomie future des systèmes de captation. Aujourd'hui encore, certaines images de Neubronner sont étudiées pour leur valeur historique, technique et poétique.

L'impact de ces premiers pionniers ne se limite pas à l'exploit isolé : ils jettent les bases d'une pratique nouvelle, à la croisée de la photographie, de l'exploration scientifique et de la narration visuelle. Ils préfigurent les futurs usages militaires, cartographiques, journalistiques et artistiques de la vue aérienne.

### **1.3 – Les contraintes techniques et logistiques : entre exploit, ingéniosité et précarité**

Ces premiers essais photographiques aériens se heurtent à d'innombrables contraintes. Les équipements de l'époque sont lourds, complexes, peu adaptés aux conditions extrêmes du vol. Les caméras doivent être stabilisées, protégées des intempéries, déclenchées au bon moment. Le développement des plaques, souvent nécessaire immédiatement après la prise, demande du matériel chimique embarqué. Il faut un opérateur à la fois photographe, chimiste et aéronaute.

Les supports eux-mêmes sont instables : les montgolfières dépendent des vents, les cerfs-volants exigent une météo clémente, les pigeons sont imprévisibles. Chaque prise de vue est une opération délicate, risquée, souvent aléatoire. Pourtant, malgré ces obstacles, les pionniers ne renoncent pas. Ils perfectionnent les nacelles, inventent des systèmes d'amortissement, améliorent les mécanismes de déclenchement. L'innovation naît de la contrainte.

L'évolution des objectifs photographiques joue également un rôle crucial. Pour capter un champ large depuis les airs, il faut des focales spécifiques, une maîtrise accrue de la profondeur de champ, et une gestion fine de la lumière naturelle. À chaque tentative, l'image aérienne devient plus précise, plus stable, plus lisible. Les photographes commencent à penser la composition selon des logiques nouvelles : symétries urbaines, dynamiques des routes, lignes de force des paysages.

Ces efforts débouchent sur les premiers corpus cohérents de photographie aérienne. Certaines séries sont publiées dans des revues scientifiques, d'autres deviennent des supports pédagogiques. On commence à penser l'image aérienne comme outil de connaissance, de mémoire, d'anticipation. Elle n'est plus un simple exploit : elle devient une pratique méthodique. Ce glissement de l'expérimentation à la méthodologie est un jalon essentiel dans l'histoire de la captation aérienne.

## 1.4 – Premiers usages stratégiques et artistiques : la captation aérienne comme outil hybride

Rapidement, les applications de la photographie aérienne dépassent l'expérimentation. Aux États-Unis, pendant la guerre de Sécession (1861-1865), des ballons captifs sont utilisés pour observer les mouvements ennemis. En Europe, la guerre franco-prussienne de 1870-1871 confirme l'intérêt stratégique de la hauteur. La vue aérienne permet d'anticiper, de cartographier, de planifier. Elle devient un outil de pouvoir, un levier militaire et géopolitique.

Mais c'est véritablement durant la Première Guerre mondiale que la photographie aérienne devient une discipline militaire à part entière. Montées sur des avions de reconnaissance, les caméras servent à repérer les lignes ennemies, à analyser les positions, à cartographier les tranchées. Des escadrilles entières sont dédiées à la prise d'images. Le ciel devient un champ de bataille visuel, où chaque cliché peut sauver des vies ou renverser une stratégie. *(Une illustration de ballon captif utilisé pendant la Première Guerre mondiale est présentée en annexe.)*

En parallèle, le monde artistique s'approprie ces nouvelles perspectives. Les futuristes italiens célèbrent la vitesse, le mouvement, les villes vues du ciel. Les surréalistes s'émerveillent de ces images « naturelles mais irréelles », qui bouleversent nos repères. En photographie comme en peinture, la verticalité devient une manière d'abstraire le réel, de le recomposer, de jouer avec ses lignes et ses volumes. On pense notamment aux œuvres de László Moholy-Nagy ou de Paul Citroën, qui explorent cette esthétique nouvelle.

Les premières tentatives de cinéma aérien émergent également à cette époque. Dès les années 1910, certains documentaristes utilisent des caméras embarquées pour filmer les paysages, les villes, les champs de bataille. L'idée d'un « regard divin » se développe : voir sans être vu, embrasser un territoire d'un seul plan, donner au spectateur une vision impossible autrement. Ces images, souvent spectaculaires, posent déjà la question du montage, de l'intention narrative et de la place du spectateur dans l'espace représenté.

Ce premier chapitre montre que la captation aérienne, dès ses origines, n'est pas seulement affaire de technique. Elle est un langage, une philosophie, une manière de penser le monde. Des mythes fondateurs aux premières images, elle exprime une tension constante entre désir d'élévation et limites humaines. C'est cette tension qui nourrira toutes les évolutions futures, jusqu'aux drones actuels et à la conquête aérienne immersive que nous connaissons aujourd'hui.



## Chapitre 2 – L'avènement des drones classiques : une démocratisation de la captation aérienne

### 2.1 – La rupture DJI : du prototype amateur à l'outil cinématographique

L'avènement des drones classiques au tournant des années 2010 a bouleversé en profondeur le paysage de la captation aérienne. Jusque-là, réaliser un plan aérien nécessitait des moyens importants : hélicoptères affrétés, grues télescopiques coûteuses ou dispositifs artisanaux souvent limités en qualité. En permettant une miniaturisation radicale de la technologie, tout en assurant une stabilité et une qualité d'image croissantes, les drones ont démocratisé cette forme d'expression. Ce bouleversement n'aurait pas été possible sans un acteur majeur : DJI (Dà-Jiāng Innovations), société chinoise fondée en 2006, qui a su transformer un marché de niche en une industrie mondiale.

Les premiers modèles comme le Phantom ont ouvert la voie à une génération de vidéastes autonomes, amateurs ou professionnels. Avec la sortie du Mavic Pro en 2016, DJI repousse encore les limites: pliable, compact, intégrant une caméra stabilisée sur 3 axes, des capteurs intelligents, un retour vidéo haute définition et une interface pilotable depuis smartphone, ce modèle devient emblématique de la captation mobile(*Une illustration des modèles Phantom 4 et Mavic Pro est présentée en annexe.*). Puis vient l'Inspire, destiné au marché professionnel, avec ses optiques interchangeables, sa double commande (pilote et cadreur), sa compatibilité avec les formats de postproduction (Apple ProRes, D-Log, 10 bits...) et une robustesse adaptée aux tournages exigeants. Le drone devient alors une caméra volante à part entière, combinant les fonctions du steadicam, de la grue et du travelling motorisé.

Cette rupture tient à plusieurs innovations techniques clés : la transmission vidéo en temps réel avec OcuSync, la détection d'obstacles omnidirectionnelle, l'augmentation significative de l'autonomie des batteries (plus de 30 minutes de vol), et l'intégration de systèmes de stabilisation gyro-numériques. DJI façonne également une ergonomie inédite : l'utilisateur peut planifier un itinéraire, automatiser des prises de vues complexes (panoramiques, follow-me, hyperlapse), et intégrer directement les rushes dans des logiciels de montage. Des applications comme DJI Fly ou DJI Pilot permettent une prévisualisation et une gestion des plans en temps réel.

L'essor de DJI a aussi structuré un écosystème complet : batteries intelligentes, hubs de recharge, filtres ND adaptés, logiciels d'analyse de vol, mises à jour OTA (over-the-air), simulateurs pour l'entraînement en vol, et même des systèmes anti-collision intégrés permettant d'éviter les accidents en environnement complexe. Cette dynamique a facilité l'intégration du drone dans la chaîne de production audiovisuelle, aussi bien pour les indépendants que pour les sociétés de production établies. DJI a réussi à conjuguer robustesse industrielle et accessibilité créative, créant ainsi une nouvelle norme technologique dans le secteur.

Le développement rapide du marché a également généré une dynamique d'innovation continue, poussant les autres fabricants à suivre le rythme imposé. Aujourd'hui, DJI détient plus de 70 % du marché mondial du drone civil. Leur stratégie repose sur une combinaison d'ingénierie de pointe, de design compact, de compatibilité logicielle et d'accessibilité financière. En parallèle, la marque propose des solutions à destination de secteurs variés : agriculture de précision, cartographie, sécurité publique, inspection d'infrastructure, et bien sûr, industrie audiovisuelle. Leur influence sur la manière de filmer depuis les airs est comparable à celle que GoPro a exercée sur la caméra embarquée au début des années 2010.

Cette avancée technologique n'a pas seulement modifié les outils : elle a transformé la manière de penser, d'anticiper et de concevoir les plans. Le drone devient un instrument narratif, un outil de prévisualisation, un élément de repérage, et un témoin du tournage à part entière. Il transforme la captation aérienne, autrefois rare et complexe, en un outil narratif devenu incontournable dans le paysage audiovisuel.

## **2.2 – De nouveaux outils pour de nouveaux récits**

L'accessibilité nouvelle de la captation aérienne a eu un impact immédiat et profond sur les pratiques cinématographiques, documentaires, institutionnelles et même amateurs. Le drone classique permet désormais de réaliser des plans aériens dynamiques, autrefois réservés à des productions dotées de moyens considérables. Il autorise une mise en scène réinventée, un décentrement du regard, une redéfinition complète du point de vue cinématographique. Grâce à lui, les plongées vertigineuses, les travellings aériens suivant véhicules ou personnes, les plans de transition ou de révélation d'espace deviennent accessibles à tous, et ce avec une souplesse et une rapidité inédites.

Cette nouvelle grammaire visuelle bouleverse les habitudes de tournage. Là où une grue nécessitait plusieurs heures d'installation, un drone peut être mis en vol en quelques minutes seulement. Il libère le cadreur des contraintes mécaniques, lui offre une liberté nouvelle, et lui permet d'improviser sur le vif, de capter des instants furtifs, d'ajuster sa narration au rythme de la réalité. Le langage visuel s'en trouve enrichi, rendu plus spontané, plus réactif.

Les documentaristes s'en saisissent pour explorer des territoires inaccessibles, survoler des zones dangereuses, révéler des paysages oubliés ou analyser des phénomènes de masse (déplacements de foules, infrastructures, écosystèmes). Dans la fiction, le drone est devenu un outil narratif puissant : il peut traduire visuellement un isolement, un vertige, un changement d'échelle, ou encore exprimer le point de vue subjectif d'un personnage désorienté. En publicité ou dans les clips, son esthétique spectaculaire ajoute une valeur de production immédiate.

L'esthétique du drone classique est désormais immédiatement reconnaissable : image ultra-stabilisée, mouvements fluides, trajectoires complexes, profondeur de champ vertigineuse. Cette signature visuelle devient une grammaire visuelle à part entière. Elle est

exploitée dans le cinéma d'auteur comme dans les superproductions, dans les vidéos de voyage comme dans les courts-métrages expérimentaux.

Mais l'innovation ne s'arrête pas là : grâce aux fonctions intégrées comme le mode "Follow Me", le tracking GPS, les trajectoires programmées, les plans orbitaux ou les suivis vectoriels, le drone devient un opérateur autonome. L'humain délègue une part de la captation à l'intelligence de la machine. Le réalisateur n'est plus seulement cadreur : il devient concepteur d'un plan, ingénieur d'une mise en scène programmée, chorégraphe de l'espace.

Des récits entiers s'articulent autour du mouvement du drone. Certains vidéastes (tels que Sam Kolder ou Johnny FPV) conçoivent des séquences où la chorégraphie aérienne devient le moteur du récit. Des plans-séquences en drone sont aujourd'hui utilisés pour capturer l'atmosphère d'un quartier, suivre un personnage en immersion totale, ou encore relier plusieurs lieux narratifs en une seule prise. Cette capacité à lier espaces et temporalités donne naissance à une narration fluide, quasi organique.

Dans le champ institutionnel, le drone permet de valoriser les patrimoines architecturaux, de cartographier des zones d'activités, de documenter des chantiers. Dans l'événementiel, il permet de couvrir des concerts, des rassemblements sportifs ou des événements culturels avec un point de vue spectaculaire.

On assiste également à des expérimentations plus audacieuses : drones utilisés en intérieur, combinés à des plans FPV, insertion dans des décors naturels complexes, ou captation à travers des espaces très restreints, comme des fenêtres, des tunnels ou des interstices urbains. Le drone devient un prolongement du regard humain, mais aussi un dispositif de révélation, d'exploration, voire d'illusion.

L'image aérienne n'est donc plus périphérique, illustrative ou purement contemplative. Elle devient narrative, émotionnelle, signifiante. Elle s'intègre pleinement à l'intention du réalisateur, elle participe à la dramaturgie, elle donne du sens. Et dans un monde saturé d'images, cette capacité à créer un impact visuel fort, à proposer un point de vue inédit, fait toute la différence.

### **2.3 – Une logistique allégée, un cadreur augmenté**

L'un des apports les plus notables des drones classiques dans le paysage audiovisuel est sans doute leur souplesse logistique. Alors qu'une prise de vue aérienne nécessitait autrefois la mobilisation d'un hélicoptère, d'un pilote, d'un cadreur, de permissions administratives complexes et d'un budget conséquent, l'arrivée du drone a radicalement simplifié ce processus. En moins d'un quart d'heure, un drone est prêt à voler, la configuration est ajustée, et le cadreur-pilote peut opérer des plans complexes sans même quitter le sol. Cette capacité de réaction immédiate devient un atout crucial sur les tournages exigeants, en documentaire comme en fiction.

Cette souplesse transforme l'organisation des tournages. Le drone devient un outil réactif, presque instinctif, au service de l'instant. Il permet une captation légère, mobile, souvent en configuration réduite. Un seul opérateur peut endosser les rôles de pilote, cadreur et réalisateur, ou bien, dans un cadre plus professionnel, deux opérateurs collaborent : l'un contrôle la trajectoire, l'autre compose le cadre. Cette division du travail permet une précision redoutable, une chorégraphie fine entre mouvement du drone et narration visuelle. Cela autorise des compositions complexes, des travellings verticaux combinés à des panoramiques aériens, ou des plongées circulaires à proximité de personnages.

Ce changement technique induit aussi une transformation du métier. Le cadreur traditionnel devient un technicien hybride. Il doit connaître non seulement les bases du pilotage, mais aussi comprendre l'électronique embarquée, maîtriser les courbes de vitesse, les limitations GPS, l'autonomie des batteries, les conditions météorologiques, les zones d'exclusion aérienne, les fréquences radio et les interférences potentielles. Il devient opérateur de vol autant que créateur d'image. Cette complexité accrue exige une veille constante : mises à jour logicielles des firmwares, compatibilité des accessoires, ajustement des réglages caméra (ISO, shutter, profil gamma, etc.) en fonction du type de projet.

Cette hybridation a donné naissance à une nouvelle professionnalisation du métier de cadreur aérien. Des formations certifiantes ont émergé, mêlant pratiques techniques et réglementaires. Des sociétés spécialisées dans la prestation drone se sont développées, intégrant le drone comme une composante essentielle de la réalisation moderne. Certaines productions imposent même la présence systématique d'un télépilote agréé dès les repérages. Dans certains studios de production, des opérateurs drone font partie intégrante de l'équipe image, collaborant étroitement avec le chef opérateur pour établir des plans séquences en altitude, coordonnés avec la lumière et les mouvements au sol.

Par ailleurs, le matériel lui-même a évolué pour s'adapter à ces nouvelles pratiques. Les drones modernes sont équipés de nacelles stabilisées sur trois axes, d'antennes multiples pour un retour vidéo fluide, d'évitement d'obstacles par lidar ou infrarouge, de vol programmé via application, et même de modules de sécurité de retour automatique en cas de perte de signal. L'arrivée de technologies comme l'OcuSync de DJI, qui permet un retour vidéo 1080p à plusieurs kilomètres, ou encore la détection multi-directionnelle des obstacles, ont largement sécurisé et professionnalisé les vols. Le drone est devenu un outil fiable, modulable, intégré à l'écosystème du tournage, remplaçant dans bien des cas des équipements lourds comme les grues motorisées ou les rails.

La logistique s'allège aussi en postproduction. Les fichiers enregistrés sur drones sont désormais en codecs professionnels (ProRes, DNxHR, H.264, etc.), avec profils Log ou D-Cinelike pour un étalonnage poussé. Leur intégration dans les workflows Adobe Premiere, DaVinci Resolve ou Avid Media Composer est fluide, sans transcodage préalable. Les LUTs spécifiques aux caméras embarquées facilitent la continuité colorimétrique entre le drone et les caméras au sol. De plus, les données de vol (métadonnées GPS, orientation de la caméra, hauteur, etc.) peuvent être utilisées pour synchroniser les rushes ou reconstituer une cartographie du tournage.

Le drone est devenu une extension fluide de l'univers de production. Il ne se pense plus à part, comme une “cerise sur le gâteau” ou un bonus visuel, mais comme une composante centrale de la narration. Il permet d'imaginer des plans d'enchaînement entre ciel et sol, de donner une respiration au montage, de connecter deux espaces autrement disjoints. Il devient un maillon créatif, logistique et narratif de toute production audiovisuelle. À travers sa légèreté d'usage et sa flexibilité, il participe à une redéfinition complète du langage cinématographique contemporain.

## **2.4 – Légalisation, encadrement et nouvelles contraintes**

L'essor fulgurant des drones civils, notamment à partir de 2013-2014, a rapidement nécessité la mise en place de réglementations précises pour encadrer leur usage. Si leur accessibilité a démocratisé la captation aérienne, elle a également soulevé de multiples enjeux liés à la sécurité, à la vie privée et à l'intégrité de l'espace aérien. Les premiers incidents survols non autorisés de centrales nucléaires, incursions dans des zones aéroportuaires, vidéos publiées sur les réseaux sociaux sans autorisation ont mis en lumière le vide juridique entourant cette technologie naissante. Face à cette urgence, les autorités ont dû réagir rapidement et de manière cohérente pour éviter un usage anarchique des drones.

En France, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) s'est trouvée en première ligne pour établir un socle réglementaire, tout en restant attentive à l'évolution rapide des technologies embarquées. Dès 2012, elle met en place une catégorisation par scénarios opérationnels (S1 à S4), permettant d'adapter les obligations réglementaires à la nature des vols. Le S1 concerne les vols à vue hors agglomération, le S3 les vols à vue en agglomération, le S2 les vols hors vue, et le S4 est réservé aux expérimentations ou aux usages militaires spécifiques. Chaque scénario impose un encadrement rigoureux, incluant la déclaration d'activité, l'obtention d'un brevet théorique de télépilote, l'élaboration de manuels d'exploitation, une assurance en responsabilité civile, des protocoles de sécurité, ainsi que, dans certains cas, l'obtention d'autorisations préfectorales et la mise en œuvre de mesures de coordination avec les autorités locales.

Cette structuration a permis de poser les bases d'un secteur professionnel organisé. Elle a également marqué une rupture claire entre usage amateur et usage professionnel. Le drone devient un outil reconnu, soumis à des normes strictes et à une validation des compétences. L'opérateur professionnel ne se contente plus de savoir piloter : il doit comprendre la réglementation, anticiper les contraintes liées au vol, assurer la sécurité des tiers et garantir la conformité légale des captations. Cela confère au cadreur aérien une véritable légitimité, et fait de lui un acteur à part entière du processus de production audiovisuelle.

En parallèle, la question du respect de la vie privée est rapidement devenue centrale. Filmer une habitation, une personne identifiable ou un site sensible sans autorisation constitue une infraction, même en vol légal. Les captations doivent être pensées juridiquement, avec une vigilance permanente. Certains tournages requièrent des autorisations préfectorales, voire des protocoles de coordination avec les services de police ou de gendarmerie. Cette dimension

juridique transforme la préparation d'un tournage drone en un exercice complexe, nécessitant souvent des équipes spécialisées ou le recours à des juristes.

À l'échelle européenne, un cadre commun est entré en vigueur en 2021, via l'Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA). Il introduit trois grandes catégories de vols (ouverte, spécifique, certifiée) et impose des obligations nouvelles : formation en ligne via la plateforme AlphaTango, enregistrement obligatoire des drones et des pilotes, dispositifs d'identification à distance, traçabilité numérique, systèmes de géorepérage, limitations automatiques de périmètre et d'altitude, etc. Le marquage CE devient obligatoire pour tous les drones vendus dans l'Union européenne. Cette harmonisation européenne permet une reconnaissance transfrontalière des qualifications et une meilleure lisibilité des normes pour les professionnels opérant à l'international.

L'impact de cette réglementation est majeur : elle crédibilise l'usage du drone dans les productions cinématographiques, dans les reportages sensibles, ou encore dans des environnements complexes comme les centres-villes ou les sites protégés. Elle oblige à une préparation rigoureuse des tournages, à une connaissance fine du droit aérien, à la mise en place de procédures de sécurité strictes. Elle renforce également la professionnalisation du secteur : de nombreuses écoles de cinéma, d'audiovisuel ou d'ingénierie proposent désormais des modules de formation dédiés au télépilotage.

On voit aussi apparaître des sociétés spécialisées dans la prestation drone, capables de fournir un service clé en main : obtention des autorisations, gestion du risque, planification des vols, tournage, postproduction. Ces acteurs jouent un rôle essentiel dans la montée en gamme de la captation aérienne, et dans l'intégration du drone comme un maillon standard de la chaîne de production audiovisuelle.

Dans ce contexte, la législation ne doit pas être perçue comme une contrainte, mais comme une opportunité. Elle sécurise les pratiques, protège les opérateurs comme le public, et valorise le métier. Elle établit un standard de qualité qui bénéficie à l'ensemble de la filière. En fixant des règles claires, elle permet au drone de trouver sa place dans l'écosystème audiovisuel, entre innovation technologique, exigence artistique et responsabilité juridique.

## **2.5 – L'intégration dans les processus de production professionnels**

Le drone, autrefois perçu comme un gadget ou une solution technique marginale, s'est progressivement imposé comme un acteur à part entière de la chaîne de production audiovisuelle. Ce basculement vers une intégration systématique n'est pas un simple effet de mode, mais la conséquence logique de l'évolution des besoins créatifs, des standards techniques et des contraintes budgétaires. Dans les projets professionnels, qu'il s'agisse de fictions, de documentaires, de publicités ou même de reportages, le drone n'est plus une option mais une évidence, un outil dont l'usage est anticipé dès la conception du projet. Il devient un maillon structurant de la narration visuelle moderne.

Dès la phase de préproduction, les équipes techniques et artistiques réfléchissent aux possibilités offertes par la captation aérienne. Les storyboards modernes intègrent régulièrement des plans drones, qu'il s'agisse d'introductions spectaculaires, de survols narratifs, ou encore de transitions dynamiques entre différentes scènes. Le drone n'est pas utilisé au hasard : il est mobilisé de façon ciblée, dans une logique de mise en scène cohérente, pensée en amont avec le reste du découpage. Cette anticipation permet d'éviter l'effet « gadget » souvent reproché à certaines productions peu rigoureuses et permet une synergie entre les intentions artistiques et les outils techniques disponibles.

Les repérages bénéficient eux aussi de l'apport du drone. Il est devenu courant d'utiliser un drone léger pour effectuer un survol des lieux de tournage, même avant validation du scénario. Ces images servent ensuite aux repérages virtuels, aux maquettes de montage, ou encore à la prévisualisation d'effets numériques (la « previsualisation » ou « previz »). Elles permettent aussi aux chefs opérateurs de mieux anticiper les contraintes de lumière, de relief, de végétation ou d'urbanisme, et ainsi de concevoir des plans mieux adaptés à l'environnement réel. Grâce à des drones équipés de retour vidéo haute définition en temps réel, les équipes peuvent identifier immédiatement les points faibles et les opportunités visuelles d'un lieu donné.

Sur le tournage, l'intégration du drone implique une organisation spécifique. Une équipe drone est souvent constituée d'un binôme minimum : un pilote certifié (avec son brevet théorique, sa déclaration d'activité et son manuel d'exploitation validé par la DGAC), et un cadreur opérant via une radiocommande indépendante. Dans les configurations plus complexes – captations multi-caméras, environnements hostiles, tournages de nuit – l'équipe peut s'élargir à un observateur de sécurité, un technicien de maintenance, un opérateur de transmission sans fil ou un responsable de liaison avec la production. Les workflows deviennent plus sophistiqués, mais aussi plus fluides, grâce à une spécialisation croissante des rôles.

Le matériel mobilisé est aussi pensé en fonction des exigences du projet. Des modèles comme le DJI Inspire 3, le Freefly Alta X ou encore le DJI Matrice 300 RTK offrent des performances professionnelles de haut niveau : enregistrement en ProRes RAW ou CinemaDNG, stabilisation sur 3 axes avec nacelle indépendante, compatibilité avec des caméras cinéma (RED Komodo, Blackmagic URSA Mini, Sony FX6...), double opérateur, retour vidéo HD en temps réel via Lightbridge ou OcuSync, et autonomie optimisée jusqu'à 40 minutes. Ce niveau d'équipement permet aux plans drones de s'intégrer sans rupture avec le reste du matériel utilisé sur le tournage, notamment en termes de rendu colorimétrique, de définition et de dynamique d'image.

Du côté de la postproduction, l'intégration est de plus en plus fluide. Les rushes drone sont désormais reconnus automatiquement par les logiciels d'acquisition, classés par métadonnées (coordonnées GPS, hauteur de vol, angle de caméra, vitesse) et convertis selon les profils colorimétriques définis (Rec.709, D-Log, N-Log, etc.). Des outils comme DaVinci Resolve, Premiere Pro, Final Cut Pro ou encore Avid Media Composer proposent des LUTs (Look-Up Tables) préconfigurées pour les drones DJI, permettant une première harmonisation rapide

des images. Les étalonneurs disposent d'une base technique cohérente pour ajuster les couleurs et intégrer l'image aérienne au reste du film.

Le plan drone n'apparaît plus comme une image extérieure, mais comme un élément organique du récit. Sa qualité d'image est telle qu'il peut s'insérer dans une séquence sans rupture visuelle, même en alternant avec des plans tournés à l'ALEXA Mini ou à la RED. Cette compatibilité est d'autant plus importante que le drone est souvent utilisé en parallèle avec d'autres types de caméras (Steadicam, caméra épaule, travelling, caméra embarquée). Il est donc essentiel que les images issues de toutes ces sources puissent dialoguer visuellement sans rupture perceptible. Le travail de l'étalonneur, du monteur et du chef opérateur s'en trouve facilité, avec un gain évident en cohérence esthétique et en efficacité opérationnelle.

Par ailleurs, l'usage du drone a favorisé la création de nouveaux métiers ou spécialités : opérateur drone, télépilote cadreur, instructeur drone, régisseur aérien, coordinateur de sécurité aérienne, etc. Certains postes sont désormais permanents dans les grandes productions. Les certifications et habilitations deviennent des sésames indispensables pour travailler sur des tournages d'envergure, tant la dimension réglementaire et sécuritaire est devenue structurante. Il existe même des prestataires spécialisés exclusivement dans les tournages drone, avec des flottes complètes et des équipes opérationnelles en mobilité internationale.

Enfin, le coût réduit du drone par rapport aux solutions de captation traditionnelles (hélicoptère, grue, travée motorisée) modifie profondément les équilibres budgétaires. Pour le prix d'une demi-journée de location d'un hélicoptère, une production peut engager un opérateur drone sur une semaine entière, avec une flexibilité et une qualité d'image comparable, voire supérieure. Cette rentabilité économique s'ajoute à la souplesse opérationnelle : un plan drone peut être tourné en quelques minutes, sans bruit, sans infrastructure lourde, avec un impact minimal sur l'environnement, ce qui est un avantage considérable dans les tournages en milieux naturels protégés ou en zones urbaines réglementées.

En résumé, l'intégration du drone dans les tournages professionnels ne relève plus de l'expérimentation ou de l'exception. Elle est devenue une norme, portée par des outils matures, une réglementation stabilisée, des compétences identifiées et une reconnaissance artistique indéniable. Le drone, en s'inscrivant dans la chaîne complète de production, redéfinit la manière de filmer, de raconter, et même de penser l'espace audiovisuel. Il incarne la fusion réussie entre innovation technologique et exigence artistique.



## 2.6 – L'esthétique aérienne : atout narratif ou effet de mode ?

Avec l'essor massif des drones dans le paysage audiovisuel contemporain, une nouvelle esthétique visuelle a pris son envol. Elle se distingue par des plans aériens lents et fluides, souvent en plongée majestueuse ou en travelling latéral, capturant l'immensité d'un paysage, la géométrie urbaine d'une ville, ou encore la symétrie d'un édifice architectural. Très rapidement, cette signature visuelle s'est imposée comme un marqueur d'élégance et de modernité dans de nombreuses productions audiovisuelles : documentaires, reportages institutionnels, clips musicaux, publicités et même fictions cinématographiques.

Le fameux "plan d'ouverture au drone" survolant un village encore endormi au lever du soleil, filant à travers les nuages au-dessus des falaises ou tournoyant autour d'un gratte-ciel est devenu un cliché aussi spectaculaire que convenu. Ce type de plan confère immédiatement une dimension épique à une séquence, en suggérant une élévation, une liberté de mouvement, voire une omniscience. Pourtant, à mesure que cette grammaire visuelle s'est répandue, elle a aussi perdu de sa force expressive lorsqu'elle est utilisée mécaniquement, sans réelle justification narrative. Comme tout outil esthétique, l'image drone doit être pensée et intégrée dans un propos plus vaste. Sinon, elle se transforme en simple effet de style déconnecté du récit, une sorte de démonstration technologique dénuée d'intention artistique réelle.

Ce phénomène est d'autant plus marqué que la facilité d'accès aux drones a démocratisé leur usage, y compris dans les productions les plus modestes. Si cette démocratisation est en soi une avancée réjouissante, elle a aussi favorisé un usage parfois excessif, voire gratuit, des images aériennes. Le danger est alors de standardiser la représentation visuelle, de réduire la diversité des points de vue, et de faire de l'image aérienne un gimmick visuel. Cette banalisation est à la fois un défi et une opportunité : un défi pour ceux qui veulent se démarquer, une opportunité pour les créateurs capables de réinventer l'usage du drone avec une véritable signature visuelle.

Heureusement, certains réalisateurs et vidéastes expérimentent de nouvelles manières de filmer depuis les airs, en s'éloignant des panoramas grandioses au profit de plans plus proches, plus dynamiques, plus immersifs. Ces approches s'appuient souvent sur des drones de petite taille, parfois des drones FPV, permettant de frôler les surfaces, de s'immiscer dans des espaces intérieurs, de suivre des personnages au plus près de leurs mouvements. Le drone devient alors non plus un simple point de vue dominant, mais une caméra subjective volante, douée d'une expressivité inédite. Il épouse le rythme d'un corps en mouvement, danse avec les objets, plonge dans l'action avec une fluidité cinétique saisissante. Cette grammaire visuelle nouvelle s'éloigne de la simple contemplation pour se rapprocher d'un geste narratif incarné.

Cette esthétique plus intime s'est particulièrement développée dans les univers indépendants : courts-métrages, clips expérimentaux, vlogs YouTube, ou créations en ligne. À travers des approches artisanales et sensibles, le drone cesse d'être un outil spectaculaire pour devenir un vecteur émotionnel, un moyen de raconter autrement. Les séquences tournées en FPV

cinématique illustrent cette tendance : le drone suit un skateur, explore une salle de spectacle en un seul plan-séquence, entre dans un bâtiment pour en ressortir aussitôt, traverse un tunnel pour finir dans un ciel ouvert. Ce type de narration aérienne offre des sensations d'immersion, de fluidité et de présence rarement atteintes par d'autres dispositifs techniques. L'émotion vient alors de la sensation de mouvement, de la chorégraphie de la caméra, et non plus simplement de ce qu'elle filme.

Pour parvenir à ces résultats, il faut une véritable maîtrise, à la fois technique et artistique. Piloter un drone est une chose ; construire un plan avec une intention cinématographique en est une autre. La compréhension du rythme, du cadrage, du montage, de la lumière devient cruciale. Le pilote devient alors un artiste du mouvement, un chorégraphe de l'espace. Chaque survol, chaque pivot, chaque travelling aérien devient signifiant, porteur de sens. La caméra ne plane plus au-dessus de la scène ; elle y participe pleinement. Le drone n'est plus un outil passif, mais un prolongement du regard, du corps et de l'intention du réalisateur.

Les avancées technologiques récentes contribuent à enrichir encore cette grammaire visuelle. L'intégration de capteurs plus sensibles, de stabilisateurs gyroscopiques, de systèmes de détection d'obstacles et de modes de vol intelligents (comme le suivi automatique de sujet ou les trajectoires programmées) ouvre la voie à des plans toujours plus complexes et précis. Des séquences à contre-jour, en faible lumière, ou dans des espaces confinés deviennent réalisables, sans compromis sur la qualité d'image. Certains drones permettent aujourd'hui de filmer en ProRes, en RAW, avec des profils log adaptés à la postproduction professionnelle. Le drone devient alors un outil complet, intégré à la chaîne de création audiovisuelle. Il permet une grande latitude en postproduction et s'aligne sur les standards des caméras de cinéma traditionnelles.

Enfin, l'abondance de ces images aériennes a un impact culturel profond. Elle transforme notre rapport à l'espace filmé, notre manière d'enregistrer la mémoire visuelle des lieux, mais aussi notre esthétique collective. Le drone devient un œil dans le ciel, un regard omniscient qui influence nos récits, nos clips, nos souvenirs. Il change la façon dont on se représente un territoire, une ville, une scène d'action. Il s'installe dans notre inconscient visuel. Dès lors, chaque image prise par drone doit être interrogée : pourquoi ce plan ? Que dit-il ? Que montre-t-il au-delà de sa beauté ? Quelle est sa place dans la structure narrative ? Quelle émotion ou quelle réflexion provoque-t-elle ?

L'image drone n'est ni bonne ni mauvaise par essence. C'est son intention, son traitement, son intégration au récit qui la rendent significative. Le drone est un formidable outil de création visuelle à condition qu'on ne le laisse pas diriger le récit à notre place, mais qu'on s'en serve pour renforcer notre vision d'auteur, de cadreur, de conteur d'images. Utilisé avec discernement, il devient un puissant vecteur d'expression artistique et un langage visuel à part entière.

## 2.7 – L'hélicoptère, ancêtre immédiat du drone : prestige, puissance et limites

Bien avant la démocratisation des drones civils, l'hélicoptère a longtemps été la référence incontournable pour la captation aérienne dans le cinéma, la télévision et la publicité. Symbole de puissance technique et d'ambition visuelle, il permettait de réaliser des plans grandioses, notamment grâce à la possibilité d'y fixer des systèmes gyrostabilisés tels que les caméras Tyler Mount, Cineflex ou Shotover. Ces outils professionnels offraient une qualité d'image exceptionnelle et une stabilité remarquable, bien avant l'apparition de la stabilisation numérique ou mécanique sur les drones.

Des séquences mythiques du cinéma ont été tournées depuis des hélicoptères : l'ouverture planante de *The Shining* de Stanley Kubrick, les poursuites vertigineuses de *Mission: Impossible*, les vues panoramiques du *Seigneur des Anneaux* en Nouvelle-Zélande... Ces images ont construit une grammaire visuelle aérienne qui faisait appel à la majesté et à l'échelle, mais aussi à une certaine solennité. Cependant, cette approche avait ses limites :

Coûts d'exploitation très élevés (location d'appareil, carburant, personnel navigant), Autorisations de vol strictes (surtout en milieu urbain ou protégé), Nuisances sonores importantes, Dangers pour les équipes au sol et en vol, Dépendance à la météo

L'arrivée des drones a progressivement remis en question l'usage des hélicoptères. En offrant une alternative beaucoup plus légère, silencieuse, abordable et mobile, les drones n'ont pas seulement rendu la captation aérienne plus accessible : ils ont aussi changé la manière même de concevoir un plan. Là où l'hélicoptère filmait « de loin », le drone peut frôler, contourner, traverser.

Aujourd'hui, certains tournages de prestige continuent de faire appel à l'hélicoptère pour des plans très larges ou des besoins spécifiques, mais il est désormais complété, voire remplacé, par des drones capables d'embarquer des caméras cinéma haut de gamme. Le drone ne s'est pas seulement inspiré de l'hélicoptère: il en est la suite logique, disruptive et révolutionnaire.

## Chapitre 3 – La révolution du drone FPV : Le vol comme langage visuel

### 3.1 – Spécificités techniques du drone FPV

Le drone FPV (First Person View) incarne une rupture majeure dans la pratique de la captation aérienne, tant sur le plan technique que narratif. Contrairement aux drones dits « classiques » souvent dotés de capteurs stabilisés et pilotés via une tablette ou un smartphone, les drones FPV sont conçus pour être pilotés en immersion totale, grâce à un casque de retour vidéo en temps réel. Ce changement de paradigme transforme radicalement le rapport entre le cadreur et la caméra : au lieu de décider à distance de la composition de l'image, le cadreur devient littéralement la caméra. Le regard ne survole plus : il s'immerge, s'infiltré, se synchronise avec le sujet filmé. Ce changement affecte non seulement le style visuel, mais aussi le rapport du spectateur à l'espace représenté.

Techniquement, un drone FPV repose sur une architecture entièrement personnalisable, souvent assemblée pièce par pièce par le pilote lui-même. Cette approche artisanale implique une compréhension fine de chaque composant et de son rôle dans le comportement en vol. Le cœur du dispositif est la *frame*, ou châssis, généralement fabriquée en carbone pour allier légèreté, rigidité et robustesse. Sur cette base viennent se fixer les moteurs brushless, l'ESC (Electronic Speed Controllers), la carte de vol (Flight Controller), le récepteur radio, la caméra FPV, et le VTx (Video Transmitter), qui envoie en direct le signal vidéo au casque du pilote. Cette modularité permet des ajustements précis selon le type de vol recherché : cinématique, freestyle, racing, etc. *(Une illustration d'un drone FPV équipé d'une GoPro, accompagné de sa radiocommande, est présentée en annexe.)*

La radiocommande communique avec le drone par le biais d'un récepteur fonctionnant en 2,4 GHz ou 900 MHz, selon la portée et la fiabilité souhaitées. Le retour vidéo, quant à lui, est traditionnellement transmis sur la bande des 5,8 GHz, un standard de l'analogique FPV. Ce système permet une faible latence mais souffre de limitations en termes de qualité d'image. C'est là qu'intervient la révolution introduite par DJI : en lançant son système FPV numérique HD, l'entreprise chinoise a bouleversé le marché. Grâce à des modules comme le DJI Air Unit, le O3 Air Unit et le casque HD dédié, les pilotes bénéficient désormais d'une qualité d'image claire, nette, avec une latence réduite, rendant l'expérience immersive plus précise, plus agréable et plus exploitable en production audiovisuelle *(Une illustration comparant la qualité entre FPV analogique et numérique est présentée en annexe.)*. Ce saut qualitatif a permis l'entrée du FPV dans des productions à budget plus élevé, allant du clip musical au cinéma indépendant.

Le système de stabilisation est une autre particularité. Contrairement aux drones grand public qui bénéficient d'assistances GPS et de gyroscopes orientés vers une stabilité automatique, les drones FPV sont le plus souvent pilotés en mode acro (acrobatic). Ce mode ne corrige rien

automatiquement : toute la stabilisation est gérée par le pilote, qui doit constamment ajuster les axes de Pitch, de Roll et de Yaw. Ce niveau d'exigence technique nécessite un entraînement intensif, notamment sur simulateur, avant d'effectuer des vols réels. La courbe d'apprentissage est raide, mais elle permet de développer un contrôle total de la machine, comparable à une véritable danse aérienne. Le simulateur, souvent négligé, est pourtant le véritable terrain d'apprentissage des pilotes FPV, leur permettant d'acquérir les réflexes indispensables sans risque matériel.

Les caméras embarquées, telles que les GoPro (souvent modifiées en version "naked" pour réduire le poids), Insta360 ou DJI Action, sont montées sur des supports spécifiques visant à absorber les vibrations. Certains pilotes vont jusqu'à démonter les composants non essentiels d'une caméra pour optimiser le rapport poids/puissance. D'autres solutions hybrides permettent d'embarquer des caméras cinéma compactes (comme la Blackmagic Pocket 4K ou la RED Komodo) sur des châssis FPV surdimensionnés, ouvrant la porte à des plans cinéma dans des environnements jusqu'alors inaccessibles. Cette flexibilité de montage permet d'adapter la configuration du drone à des exigences de production spécifiques, selon qu'il s'agit de filmer une course automobile, un intérieur exigü ou une cascade spectaculaire.

Le pilotage en FPV est plus qu'un simple contrôle d'engin volant, il devient un langage. Les trajectoires créées par un pilote expérimenté ne sont pas aléatoires; elles traduisent une intention, une sensibilité, un rythme. Frôler des murs, s'infiltrer dans une pièce, tourner autour d'un sujet en mouvement, ou plonger dans le vide avec fluidité sont autant de gestes signifiants. C'est une écriture visuelle dynamique, où la caméra ne regarde plus simplement le monde elle le traverse. Cette approche renforce l'impact émotionnel des séquences, le drone FPV ne montre pas seulement une action, il la vit.

Sur le plan technique, le réglage des PID (Proportional, Integral, Derivative) via des interfaces comme Betaflight est crucial. Ces paramètres influencent la réponse des moteurs et donc la stabilité du drone. Un bon tuning permet une réponse fluide, précise, sans oscillations parasites. L'équilibrage des hélices, la calibration des gyroscopes, la gestion de l'alimentation (LiPo batteries de 1S à 6S) sont autant d'éléments déterminants pour obtenir des performances optimales. Chaque ajustement est une quête d'harmonie entre puissance, contrôle et efficacité énergétique. Le moindre déséquilibre peut ruiner une prise, voire endommager l'équipement : rigueur et minutie sont donc des qualités essentielles dans la pratique du FPV.

DJI, encore une fois, a simplifié l'accès au FPV avec son propre drone FPV prêt à l'emploi, combinant une coque aérodynamique, un système de sécurité intelligent (freinage d'urgence, retour automatique) et une caméra intégrée capable de filmer en 4K à 60 fps. Si certains puristes y voient une trahison de l'esprit artisanal du FPV, d'autres y voient une passerelle idéale entre le grand public et le monde exigeant du vol immersif. De plus, le DJI Avata, plus compact et destiné à l'indoor, a poussé cette logique encore plus loin, en proposant une stabilisation logicielle avancée (RockSteady, HorizonSteady) qui permet d'obtenir des images nettes et stables, même dans des environnements complexes.

Ainsi, le drone FPV ne se contente pas d'offrir une perspective aérienne : il incarne une immersion totale, une narration en mouvement, un regard mobile qui épouse les contours de l'espace filmé. Il ouvre un champ d'exploration sans précédent pour les vidéastes, réalisateurs et artistes visuels. La technique, loin d'être un obstacle, devient un outil d'expression, une chorégraphie dans les airs. En quelques années, le FPV est passé d'un hobby de niche à une révolution visuelle majeure, redéfinissant notre manière de filmer, de raconter, et d'habiter l'espace cinématographique. Plus qu'un outil, le drone FPV devient une extension du regard humain, une façon de ressentir l'espace, de traduire en image le vertige, l'élan, l'émotion.

### **3.2 – Nouvelles perspectives créatives : le FPV comme langage visuel immersif**

L'apparition du drone FPV a marqué un tournant fondamental dans la manière dont les images sont non seulement capturées, mais surtout ressenties. Il ne s'agit plus simplement de voler pour surplomber un paysage ou survoler un bâtiment. Le FPV permet de s'insérer dans l'espace filmé, de l'habiter visuellement, de le parcourir à la manière d'un fluide, d'un insecte ou d'un rêve en mouvement. Ce nouveau langage visuel transforme la cinématographique et renouvelle en profondeur la façon de raconter le mouvement, l'espace, et même l'intériorité des personnages.

L'une des révolutions principales tient à la proximité extrême qu'offre le FPV. Là où un drone classique reste à distance ne serait-ce que pour des raisons de stabilité, de sécurité ou de cadrage large, le drone FPV peut littéralement s'immiscer dans des endroits étroits : entre les branches d'une forêt dense, sous une voiture en mouvement, dans les couloirs sinueux d'une usine abandonnée, ou encore au ras du sol dans une descente abrupte. Cette proximité n'est pas anodine : elle permet une immersion sensorielle bien plus forte, une expérience de spectateur qui se rapproche du jeu vidéo, de la réalité virtuelle ou même d'un rêve lucide. On ne regarde plus une séquence, on vole dedans, on ressent les accélérations, les virages serrés, les frôlements. Le spectateur devient presque un passager fantôme, flottant dans une dimension parallèle où le mouvement fait récit.

De nombreux réalisateurs et créateurs visuels se sont emparés de ce langage nouveau. On pense aux clips de musiques urbaines et de rap, où le drone FPV suit des danseurs dans des décors urbains avec une fluidité spectaculaire, ou encore aux tournages de sports extrêmes, où le FPV permet de suivre un skateur, un vététiste ou un parachutiste au plus près, dans une sorte de ballet acrobatique entre caméra et sujet. Certains vidéastes utilisent aussi le FPV pour créer de faux plans-séquences au rythme syncopé, jouant sur les coupes cachées, les changements d'échelle et les mouvements impossibles à la steadicam.

Cette révolution s'est accélérée grâce aux progrès en matière de stabilisation numérique et de postproduction. Les images capturées en FPV, autrefois réputées instables ou chaotiques, peuvent désormais être corrigées, lissées et calibrées avec une précision professionnelle, rendant leur rendu compatible avec des productions de haute qualité, y compris pour le

cinéma et la télévision. Des boîtiers hybrides comme le GoPro Hero 11 Black ou les systèmes HD comme DJI O3 Air Unit permettent aujourd'hui un retour vidéo en temps réel très précis, ce qui améliore considérablement le pilotage et le cadrage en conditions complexes. Ces technologies permettent une captation fluide, souple, à l'esthétique presque chorégraphique.

Dans certains longs-métrages ou séries comme *The Bear* dans sa fameuse scène en plan-séquence ou encore *Day Shift* avec son enchaînement à l'intérieur d'un hôtel —, le drone FPV est utilisé pour créer des transitions vertigineuses, liant des espaces entre eux sans coupes apparentes, créant ainsi un effet de continuité fluide et organique, comme une caméra dotée de vie propre. Il participe alors à une nouvelle forme de narration spatiale, abolissant les frontières entre intérieur et extérieur, entre personnages et décors.

Mais l'intérêt du FPV ne réside pas uniquement dans sa technicité ou sa capacité à impressionner. Il pose aussi une question esthétique et narrative essentielle : comment le point de vue de la caméra transforme-t-il notre rapport au récit ? Dans certains courts-métrages expérimentaux ou dans des projets artistiques, le drone FPV incarne presque un personnage à part entière : il symbolise une conscience flottante, une mémoire fragmentée, un rêve éveillé. Il devient un outil de subjectivité pure, à mi-chemin entre la caméra embarquée et la vision onirique. Il offre une transition naturelle entre l'échelle humaine et la vision panoramique, dans une continuité de mouvement saisissante.

Cette manière de filmer a aussi renouvelé le rapport entre caméra et architecture. Le FPV permet de "lire" un espace en le traversant, en le contournant, en le survolant à très basse altitude. Un entrepôt désert, un skatepark, un château abandonné, une cathédrale ou un centre commercial deviennent des terrains d'exploration cinématographique inédits. La caméra n'est plus simplement un observateur distant ; elle est une présence mouvante, agile, presque organique. Elle réagit à l'espace, elle interagit avec lui, elle joue avec les vides, les pleins, les volumes. En architecture comme en urbanisme, cette approche offre de nouveaux outils de valorisation et de documentation des lieux. De plus en plus d'agences ou de collectivités utilisent ces captations dans des présentations immersives ou des visites guidées virtuelles.

Enfin, le FPV ouvre aussi la voie à de nouveaux usages hybrides. Dans certains musées, des visites virtuelles sont filmées en FPV, offrant une expérience dynamique, fluide et très réaliste. Dans le domaine du spectacle vivant, des captations de performances théâtrales ou chorégraphiques sont réalisées en FPV pour restituer l'énergie du plateau. On voit même apparaître des projets de danse ou de théâtre pensés dès leur création pour être vus depuis un drone, intégrant le vol comme partie prenante de la scénographie. Dans ces cas-là, le drone ne sert pas uniquement à documenter : il devient partenaire de jeu, participant à l'œuvre. De plus, la montée en puissance des expériences immersives et interactives (comme dans le métavers ou la VR) suggère que le drone FPV pourrait bientôt jouer un rôle de capteur vivant, agissant à la fois comme œil du spectateur et comme entité narrative autonome. Certains artistes vont jusqu'à programmer les trajectoires en lien avec des capteurs de mouvements de danseurs ou d'éléments de décor en temps réel, ouvrant ainsi des perspectives inédites en matière d'interaction audiovisuelle.

En somme, le drone FPV, au-delà de ses capacités techniques, constitue un véritable outil de langage cinématographique et artistique. Il ne se contente pas de capter : il raconte. Il écrit avec le mouvement, le rythme, la proximité. Il place le spectateur dans une posture nouvelle, entre le rêve de voler, l'expérience sensorielle d'un corps sans poids et la subjectivité d'une vision désincarnée. Cette approche ouvre un champ immense aux créateurs, aux cinéastes comme aux artistes visuels, et annonce peut-être une nouvelle ère où la caméra ne regarde plus le monde depuis l'extérieur: elle s'y plonge avec audace, légèreté et intensité.

### **3.3 – Évolution des métiers et compétences : de pilote à opérateur hybride**

L'essor spectaculaire des drones FPV n'a pas seulement bouleversé le langage visuel du cinéma et de l'audiovisuel ; il a également redéfini en profondeur les métiers de l'image. Avec cette nouvelle technologie sont apparues des pratiques inédites, des savoir-faire hybrides, et une transformation radicale des rôles traditionnels sur un plateau de tournage. L'émergence du FPV a ainsi déclenché une dynamique de décloisonnement : les frontières entre technicien, artiste, opérateur et même auteur se brouillent, ouvrant un nouveau champ de création où le geste cinématographique est littéralement prolongé par le vol.

Autrefois, le pilotage de drones était une activité strictement encadrée. Il était réservé à des télépilotes professionnels certifiés. Ces professionnels, souvent issus des domaines de l'aéronautique, de la photographie technique ou de la cartographie, collaborent étroitement avec les réalisateurs ou les chefs opérateurs pour réaliser des plans aériens généralement lents, stables et contemplatifs. Le drone, alors perçu comme une grue volante ou un substitut d'hélicoptère, servait des plans storyboardés, encadrés, anticipés dans une logique de planification minutieuse.

Mais l'arrivée du FPV a modifié cette dynamique. Le télépilote ne se limite plus à faire voler l'appareil : il intervient aussi sur le cadrage et la mise en scène. Sa pratique repose sur une maîtrise technique précise, associée à une sensibilité visuelle. Le pilote FPV est aujourd'hui un opérateur polyvalent, capable d'adapter ses trajectoires aux besoins narratifs d'un plan, de suivre le rythme d'une scène, et d'ajuster ses mouvements à l'environnement. Il guide la caméra dans l'espace avec précision, au service d'une intention visuelle claire.

Les compétences à maîtriser sont nombreuses et transversales, mêlant ingénierie, pilotage, captation et esthétique: La pratique du drone FPV à un niveau professionnel exige une compréhension approfondie de l'aérodynamique et de la mécanique du vol, incluant des notions telles que l'inertie, la poussée, le couple moteur ou encore l'équilibre de la machine. À cela s'ajoute la capacité à paramétrer avec précision les contrôleurs de vol, notamment à travers le réglage des PID, l'application de filtres logiciels, ou encore le mapping des différents modes de vol. Le pilote doit également être en mesure d'assembler, de configurer et d'entretenir entièrement son drone, en maîtrisant chaque composant : frame, ESC, moteurs brushless, hélices, émetteur vidéo (VTX), récepteur (RX), antennes, batteries LiPo ou encore caméra.



La connaissance des systèmes de retour vidéo est également essentielle, qu'il s'agisse de technologie analogique ou numérique, avec les principaux standards actuels tels que DJI, HDZero ou Walksnail. Le pilote doit aussi savoir intégrer différents dispositifs de captation, comme les caméras GoPro modifiées, les Insta360 ou les DJI O3 Air Unit, selon les exigences du tournage. Enfin, il est indispensable de savoir intégrer les images FPV dans un la chaîne de production cinématographique: gestion de l'exposition, utilisation de LUTs, stabilisation en postproduction, synchronisation avec le son, ou encore cohérence avec le découpage narratif. Cette polyvalence technique s'accompagne d'une bonne connaissance du terrain, de la lumière ambiante, des obstacles potentiels, et de la dynamique de la scène filmée.

À ces compétences techniques s'ajoutent des qualités humaines et artistiques : gestion du stress, écoute du réalisateur, capacité à répéter une séquence en autonomie, sens du cadre, du rythme et de l'émotion. L'opérateur FPV devient un acteur-clé du processus créatif. Il ne se contente pas de reproduire une chorégraphie de vol, il insuffle de l'âme à l'image. Son style devient sa signature.

Sur les plateaux de tournage, cette évolution des compétences transforme aussi l'organisation. Le réalisateur peut travailler directement avec le pilote FPV, sans intermédiaire, dans une logique de confiance et de co-création. Les répétitions peuvent se faire sous forme de vols d'essai qui servent à la prévisualisation dynamique. Le chef opérateur ajuste la lumière et les optiques en fonction du passage du drone, qui devient alors un vrai personnage en mouvement. Le storyboard peut être adapté en fonction des possibilités offertes par les trajectoires inventives du FPV.

Certains pilotes acquièrent une telle notoriété qu'ils sont sollicités non pas comme techniciens, mais comme auteurs visuels. Le drone FPV devient dans leurs mains une plume, un pinceau ou une caméra vivante. Des studios leur confient même la direction artistique de certains projets spécifiques. Ce phénomène signe la reconnaissance officielle de leur rôle comme créateurs d'image, au même titre qu'un cadreur ou qu'un réalisateur.

Le développement de ces nouveaux métiers s'accompagne aussi d'une démocratisation de l'accès. Le matériel, moins onéreux, et la prolifération de tutoriels ou de simulateurs de vol (comme Liftoff, Uncrashed, ou TRYP FPV) permettent à de nombreux passionnés d'entrer dans le domaine. Des collectifs émergent, mêlant autodidactes, vidéastes, ingénieurs.

La frontière entre amateur et professionnel s'estompe, et ce brassage de profils stimule l'innovation.

En résumé, la montée en puissance du FPV transforme non seulement l'image, mais aussi les hommes et femmes qui la créent. Le pilote FPV n'est plus un simple opérateur il est compositeur d'espaces, narrateur aérien, artiste du mouvement. Son métier, encore jeune, évolue sans cesse, au rythme des innovations techniques et des expérimentations créatives. Il incarne cette nouvelle génération de professionnels capables de faire dialoguer la technologie, l'art et l'émotion dans une seule et même trajectoire de vol.

### 3.4 – De l’art à l’armement : ambivalence du drone FPV

Si les drones FPV ont ouvert des perspectives fascinantes pour la narration audiovisuelle, ils ont aussi été détournés à des fins radicalement opposées. Le conflit en Ukraine, depuis 2022, a mis en lumière l’usage intensif de drones et de drones FPV dans des contextes militaires. Dans un théâtre de guerre caractérisé par une inventivité tactique permanente, ces drones se sont rapidement imposés comme des armes de précision improvisées mais redoutablement efficaces, pilotées à distance avec une agilité déconcertante et une efficacité inquiétante.

Assemblés à partir de composants largement disponibles dans le commerce (châssis en fibre de carbone, moteurs brushless, contrôleurs de vol personnalisés, émetteurs vidéo analogiques ou numériques), ces drones sont ensuite modifiés pour transporter des charges explosives. Selon les modèles, ils peuvent larguer des grenades, porter des charges thermobariques ou se transformer en véritables missiles kamikazes à guidage manuel. Leur faible coût, leur taille réduite, leur furtivité électromagnétique et leur maniabilité en font des outils redoutables pour effectuer des frappes précises, notamment dans des environnements complexes comme les zones urbaines, les tranchées ou les abris fortifiés. Ce sont des technologies à double usage, empruntant autant aux plateformes civilo-commerciales qu’aux tactiques de guérilla moderne.

La technologie utilisée dans ce contexte dérive directement du monde civil. Le retour vidéo en temps réel, transmis via un masque FPV, permet au pilote d’avoir une immersion totale. Cette immersion confère une précision inégalée au moment de l’impact. De nombreux rapports indiquent que les opérateurs utilisent les mêmes outils que les vidéastes amateurs : simulateurs de vol pour l’entraînement, logiciels de tuning pour ajuster la sensibilité du vol, et même des plateformes communautaires pour échanger des configurations optimisées. Ainsi, la frontière entre innovation civile et usage militaire se dissout progressivement, jusqu’à devenir quasi-invisible dans certains cas.

Les vidéos partagées en ligne, souvent brutes, montrent des scènes saisissantes. On y voit le vol du drone à travers une forêt, le bruit strident des hélices, la respiration haletante du pilote dans son micro, le cadrage précis sur un char ou un bunker... avant une explosion filmée à quelques centimètres. Ces séquences, diffusées massivement sur les réseaux sociaux ou par les médias officiels, sont parfois montées avec une efficacité presque cinématographique, renforçant l’analogie troublante avec les jeux vidéo de type FPS (First Person Shooter) ou les productions de guerre hollywoodiennes. Elles participent à la construction d’un nouveau langage visuel du conflit, qui brouille les frontières entre spectacle, propagande et information.

Cette évolution interpelle profondément notre rapport à la technologie. Ce qui, au départ, était un outil de création, de liberté visuelle, de poésie aérienne, peut se transformer en vecteur de destruction massive. Le drone FPV devient un prolongement du regard armé, une caméra sans corps, capable d’infliger des dégâts avec une précision chirurgicale, sans présence humaine sur le terrain. Ce basculement révèle une extension radicale du pouvoir de voir et d’agir à distance : ce n’est plus seulement l’œil du spectateur, c’est celui du tireur, de l’opérateur engagé dans une forme de guerre à l’image.

L'impact sur l'imaginaire collectif est majeur. La militarisation de l'outil FPV brouille les repères entre réalité et fiction. Ce que l'on voyait dans des séries d'anticipation comme *Black Mirror*, ou dans des jeux vidéo, devient une pratique réelle, quotidienne, documentée. Cette porosité entre fiction et guerre soulève des interrogations sur notre capacité à dissocier l'image du réel, à faire la différence entre spectacle et violence effective. En cela, le drone FPV ne se contente pas de modifier la guerre, il modifie notre perception même de la guerre.

Dans le cadre de ce mémoire sur la captation aérienne, il est crucial de ne pas évacuer cette dérive. Car elle participe pleinement de l'évolution de notre rapport à l'image. L'image aérienne n'est plus simplement un outil d'observation ou de contemplation ; elle devient un acteur de la stratégie militaire. On ne se contente plus de voir, on agit à travers l'image. Elle devient interface d'attaque, relais d'intention, canal de décision létale. Cette transformation implique une redéfinition de l'éthique de l'image, où chaque pixel peut désormais porter une intention létale.

Cette transformation radicale pose des questions éthiques. Elle invite à réfléchir à la responsabilité que nous avons, en tant que créateurs, techniciens ou utilisateurs, vis-à-vis des outils que nous développons. Le même drone peut filmer une performance artistique sensible dans une forêt... ou servir à neutraliser un convoi militaire. Ce n'est pas l'objet qui est moral ou immoral, mais la manière dont il est intégré dans une logique de domination, de création, ou de destruction. Cette ambivalence devient d'autant plus marquée que les formations professionnelles intègrent désormais le pilotage FPV à la fois dans des cursus artistiques et militaires.

À l'heure où les drones FPV s'invitent dans les écoles de cinéma, les festivals d'art numérique, les campagnes publicitaires mais aussi sur les lignes de front, cette dualité devient un enjeu fondamental de notre époque. Elle nous rappelle que chaque innovation technique porte en elle un pouvoir, une vision du monde. Le FPV n'est plus seulement une caméra volante, il est devenu un symbole de notre ambivalence contemporaine entre exaltation sensorielle et efficacité létale. La démocratisation d'un outil aussi puissant impose une conscience accrue des usages qui en sont faits, et une réflexion collective sur ses dérives possibles.

Ainsi, parler du drone FPV aujourd'hui, c'est accepter cette complexité. C'est reconnaître que l'image peut être à la fois sublime et destructrice. Et c'est poser la question cruciale de notre responsabilité face à la puissance grandissante des outils de captation. Car ce que nous voyons d'en haut nous engage dans notre manière de regarder, de créer, et parfois, malheureusement, de frapper. Il est de notre devoir, en tant qu'acteurs de l'audiovisuel, de maintenir une exigence éthique à la hauteur de ces outils qui, entre les mains d'un artiste ou d'un soldat, peuvent changer le monde dans un sens ou dans l'autre.

## **Chapitre 4 – Le rapport Homme-Ciel : de l’observation à l’immersion**

### **4.1 – La dualité historique : des millénaires à observer le ciel à la capacité de s'y élever**

Depuis les premières civilisations, l’humanité a entretenu un rapport étroit, multiple et symbolique avec le ciel. Qu’il soit objet de contemplation, source de crainte ou d’admiration, le ciel a toujours représenté une frontière entre le monde visible et l’invisible, entre le connu et l’inconnu, entre la matière et le sacré. Il est le lieu des mythes, le théâtre des dieux, le domaine des esprits dans de nombreuses cultures anciennes. L’être humain a longtemps levé les yeux avec une humilité profonde, y projetant ses peurs, ses espoirs, ses croyances. Observer les astres, lire les nuées, interpréter les éclipses ou les orages n’étaient pas seulement des gestes scientifiques ou poétiques, mais des rituels symboliques, des actes chargés de sens.

Mais très tôt aussi, cette relation sacrée au ciel s’est accompagnée d’un désir concret de compréhension rationnelle. Dès l’Antiquité, les grandes civilisations – Égyptienne, Mésopotamienne, Chinoise, Maya, Grecque – ont mis en place des systèmes complexes d’observation astronomique. Elles ont construit des observatoires, dressé des cartes célestes, mis au point des instruments comme les gnomons, les astrolabes ou les cadrans solaires. Ces outils n’avaient pas seulement pour but de lire le ciel, mais d’en extraire des connaissances applicables à la navigation, à l’agriculture, au calendrier, voire à la guerre. Le ciel devient alors un territoire à explorer, à comprendre, à maîtriser.

La Renaissance marque un tournant : les penseurs comme Copernic, Galilée, Kepler et Newton font basculer le regard humain dans une ère de rationalité. Le ciel, jusque-là animé par les forces divines, devient le champ d’application des lois physiques. L’observation se fait plus méthodique, les instruments se perfectionnent, l’univers se dessine avec une précision inédite. Cette dynamique prépare, à long terme, l’apparition de l’image aérienne et de la captation depuis les hauteurs. Avant même que l’homme puisse voler, il cherchait à représenter le monde vu d’en haut.

Ce désir d’élévation est perceptible dans les fresques, les miniatures, les cartes médiévales et les gravures anciennes. On y trouve des représentations de villes, de champs de bataille, de paysages, vus en perspective plongeante. Cette vue aérienne, même imaginaire, préfigure l’essor de la photographie aérienne. L’élévation du regard précède toujours l’élévation du corps. Il s’agit d’un besoin de maîtrise visuelle, de synthèse, de projection intellectuelle et sensible.

Le XIX<sup>e</sup> siècle opère alors une bascule technique décisive. Avec l’apparition des montgolfières, puis des ballons à hydrogène, l’homme quitte le sol physiquement. Il ne

regarde plus seulement le ciel : il l'habite. Il en fait un espace de navigation, d'exploration, puis de création. Cette révolution aérienne transforme radicalement la manière de percevoir le monde. En prenant de la hauteur, on découvre des paysages entiers, on voit la ville comme un organisme, on perçoit les tracés, les mouvements, les relations invisibles depuis le sol. La première photographie aérienne prise par Nadar en 1858 depuis un ballon captif marque cette rupture : la Terre devient image.

Cette transformation du regard n'est pas anodine. Elle modifie en profondeur notre rapport à l'espace, au récit, au pouvoir. Voir d'en haut, c'est dominer, organiser, planifier. Le surplomb devient synonyme de savoir, mais aussi d'autorité. Le regard aérien est stratégique : il sert à cartographier, à surveiller, à anticiper. C'est pourquoi il est si vite repris dans les usages militaires dès la fin du XIXe siècle.

Aujourd'hui, avec les drones, les satellites, les images en direct, cette capacité à s'élever est devenue une norme. Le regard vertical est intégré dans nos usages quotidiens : GPS, vues aériennes de Google Earth, plans de drones dans les films ou les réseaux sociaux. Mais cette banalisation masque l'ampleur du changement anthropologique. Nous sommes passés d'une humanité qui rêvait du ciel à une humanité qui l'occupe. Nous sommes devenus des habitants des airs, des producteurs d'images célestes, des spectateurs de notre monde vu d'en haut.

Le regard humain, autrefois contemplatif, devient actif, orienté, armé. Il ne se contente plus de voir : il capture, analyse, cartographie. La conquête du ciel n'est donc pas seulement une aventure mécanique ou technique. Elle est une révolution de la pensée, de la perception, du récit. Elle nous oblige à repenser notre place dans l'espace global, à mesurer l'impact de nos regards, à interroger les pouvoirs qu'ils sous-tendent.

Comprendre cette évolution, c'est saisir la tension entre deux régimes du regard : l'ancien, contemplatif, symbolique ; et le moderne, technologique, stratégique. C'est aussi se situer dans un continuum où chaque image aérienne raconte une histoire, non seulement sur ce qu'elle montre, mais sur celui qui la produit, la regarde, la diffuse.

Ainsi, avant même d'aborder les enjeux contemporains de l'image aérienne, il est fondamental de saisir cette dynamique longue, qui traverse les siècles : celle d'un regard qui monte, qui s'élève, qui cherche à comprendre le monde depuis une hauteur nouvelle. Car c'est là, dans cette volonté d'élévation – qu'elle soit physique, mentale ou esthétique – que se trouve l'origine de la captation aérienne.

## 4.2 – La question de l'omniscience : “tout voir sans être vu”

L'un des bouleversements majeurs apportés par la captation aérienne réside dans la manière dont elle a rendu possible un regard omniscient, capable de tout embrasser du regard, sans jamais être vu. Ce regard surplombant, que l'on retrouve dans les plans de drones, les images satellites ou les dispositifs de vidéosurveillance aériens, incarne une mutation profonde de notre rapport à l'espace, au contrôle et à l'anonymat. Il prolonge un vieux fantasme humain : celui de la vision divine, détachée du corps, affranchie des limites terrestres, qui se réalise aujourd'hui par le truchement d'outils technologiques toujours plus performants, connectés et miniaturisés.

Dans les mythologies antiques, les dieux étaient ceux qui voyaient tout. Zeus, Odin ou Ra avaient le pouvoir d'observer le monde des hommes depuis les cieux. Ce pouvoir visuel leur conférait autorité, contrôle, justice ou vengeance. Aujourd'hui, la technologie donne à l'homme un accès inédit à cette vision panoptique. Grâce aux drones, il peut observer sans être vu, pénétrer des espaces inaccessibles, suivre des trajectoires, cartographier des comportements, mesurer des foules, inspecter des frontières. Le regard se fait outil de surveillance, d'anticipation, de domination, avec des implications majeures pour la sécurité publique, la stratégie militaire, mais aussi les libertés individuelles.

Dans les champs militaires, cette omniscience visuelle devient un avantage stratégique décisif. Les drones ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) permettent de suivre en temps réel les mouvements ennemis, d'analyser les comportements, de planifier des frappes avec une précision chirurgicale. Des opérateurs situés à des milliers de kilomètres peuvent visualiser un théâtre d'opérations avec une acuité autrefois inimaginable. La réalité du champ de bataille devient alors une interface numérique, captée, interprétée, et exploitée à distance. Mais au-delà de la guerre, ce regard aérien est aussi utilisé dans des contextes civils : sécurité urbaine, contrôle de manifestations, gestion de catastrophes naturelles, observation de flux humains, agriculture de précision, prévention d'incendies, ou encore cartographie en temps réel de l'évolution climatique. Dans tous les cas, il repose sur un postulat : voir, c'est savoir. Et savoir, c'est pouvoir. Le contrôle de l'image aérienne devient ainsi un enjeu politique, économique et géopolitique majeur.

Or, cette capacité à voir sans être vu interroge fortement les notions d'éthique, d'intimité et de liberté. À partir de quand la captation aérienne devient-elle intrusive ? Qui décide de ce qui peut être vu, enregistré, stocké, analysé ? Quelle frontière entre observation légitime et surveillance abusive ? Quels garde-fous existent pour protéger les citoyens dans l'espace public ou même privé ? Et surtout, cette surveillance permanente ne crée-t-elle pas un climat de suspicion généralisée, une normalisation de l'hyper-contrôle ?

L'image aérienne, dans ce contexte, n'est pas neutre. Elle façonne un imaginaire où l'individu est perpétuellement visible, traçable, localisable, dans un monde de plus en plus quadrillé, numérisé, évalué. La sensation d'un “œil dans le ciel” – que l'on retrouve dans des œuvres de science-fiction comme *1984*, *Minority Report* ou *Black Mirror* – devient une réalité diffuse mais omniprésente. L'œil du drone est partout, silencieux, insaisissable. Il ne dialogue pas, il

observe. Il ne participe pas, il enregistre. Il devient une présence invisible mais pesante, une sorte de spectre technologique planant au-dessus de chaque interaction humaine, que ce soit dans l'intimité d'un jardin, dans l'agitation d'une manifestation, ou sur le toit d'un immeuble.

Dans le domaine de l'audiovisuel, cette logique de surplomb peut aussi devenir problématique. Un plan de drone mal intégré ou mal justifié risque de véhiculer une vision désincarnée, déconnectée de l'émotion humaine. L'effet "drone" peut devenir un automatisme esthétique vide de sens, s'il ne s'ancre pas dans une logique narrative claire. En multipliant les points de vue aériens spectaculaires, certains récits risquent de sacrifier la proximité émotionnelle au profit de l'effet visuel pur. Cela interroge la fonction même du regard dans le langage cinématographique : observer, c'est aussi choisir un point de vue, une échelle, un engagement.

Inversement, certains créateurs parviennent à détourner cette omniscience apparente pour en faire un outil critique ou poétique. Ils jouent sur la distance, le vertige, la perspective pour questionner notre place dans le monde, notre isolement, notre fragilité. Le drone ne regarde plus seulement "au-dessus" : il révèle des espaces oubliés, des gestes minuscules, des mouvements collectifs. Il peut ré-humaniser le regard aérien en le liant à une intention, une empathie, une recherche de sens. En ce sens, la captation aérienne devient un révélateur, une manière d'explorer autrement notre rapport au territoire et à l'altérité. On pense à certaines œuvres de vidéastes contemporains qui utilisent le drone pour capter des danses communautaires, des cérémonies rituelles, des actions sociales invisibilisées depuis le sol.

En somme, le pouvoir de "tout voir sans être vu" offert par la captation aérienne est ambivalent. Il fascine autant qu'il inquiète. Il ouvre des possibilités inédites, mais exige une conscience accrue de ses impacts. Dans un monde saturé d'images, où le ciel lui-même devient un territoire visuel et politique, il est urgent de repenser les conditions du regard. Et de se demander : que faisons-nous de cette vision totale ? Pour qui, et pourquoi, regardons-nous d'en haut ? Et surtout : comment faire en sorte que cette vision reste au service de l'humain, et non l'inverse ?

#### **4.3 – Les implications futures : IA, miniaturisation et évolution de notre rapport à l'espace aérien**

L'avenir de la captation aérienne se dessine à la croisée de plusieurs révolutions technologiques majeures : l'intelligence artificielle, la miniaturisation des composants, l'automatisation des vols, la démocratisation de la fabrication artisanale et l'interconnexion des systèmes. Ces mutations redéfinissent en profondeur notre rapport au ciel, à la perception visuelle, à la production d'images et, plus largement, à notre manière d'habiter l'espace public comme intime.

L'intelligence artificielle (IA), en particulier, révolutionne l'ensemble de la chaîne de captation. Aujourd'hui, des algorithmes embarqués permettent non seulement de stabiliser un vol, mais aussi d'interpréter en temps réel les scènes filmées, d'optimiser les angles de captation ou de prédire les trajectoires de sujets en mouvement. Certaines IA peuvent apprendre à reconnaître des schémas visuels complexes, à ajuster les paramètres de prise de vue selon la lumière ambiante, ou encore à décider du meilleur moment pour déclencher un enregistrement. Cette intelligence embarquée offre aux professionnels de l'image une puissance de création sans précédent, tout en déplaçant leur rôle vers celui de superviseur, de chef d'orchestre d'un dispositif autonome. Demain, les drones pourraient non seulement filmer de manière autonome, mais aussi monter et diffuser leurs contenus à la volée.

La miniaturisation va de pair avec cette automatisation. Chaque génération de drone devient plus compacte, plus discrète, plus mobile. Les "nano-drones", d'une taille comparable à celle d'un coléoptère, sont déjà déployés à des fins militaires, de sécurité ou scientifiques. En audiovisuel, ils permettent une captation encore plus immersive : voler entre les branches d'un arbre, traverser les rayonnages d'une bibliothèque, passer sous une voiture en mouvement... Ces capacités ouvrent de nouvelles perspectives narratives et esthétiques. Le réalisateur ne pense plus seulement en termes de cadre, mais en termes de trajectoire fluide, de mouvement incarné, de chorégraphie aérienne.

L'automatisation des vols, elle, libère le créateur des contraintes du pilotage pur. Des logiciels permettent déjà de programmer des itinéraires précis, d'automatiser des plans complexes ou de répéter à l'identique une prise de vue. L'intelligence artificielle couplée à l'automatisation permet aussi la captation adaptative : un drone qui ajuste en temps réel son altitude, sa vitesse ou son cadrage selon la scène. Cela facilite l'accès à la captation aérienne pour des équipes réduites, voire pour des créateurs indépendants. Mais cela interroge aussi la nature même de l'intention artistique : si le drone choisit le plan, qui en est réellement l'auteur ?

La convergence entre captation aérienne et réseaux interconnectés transforme enfin radicalement la diffusion de l'image. Grâce aux connexions en temps réel, il devient possible de retransmettre un flux aérien en direct à des millions de spectateurs, d'archiver automatiquement les données de vol et de les partager sur des plateformes collaboratives. Dans cette logique de "drone connecté", la captation devient instantanée, partagée, parfois même publique par défaut. Cela pose des enjeux majeurs en termes de vie privée, de propriété intellectuelle, de droit à l'image, mais aussi de souveraineté technologique. L'image aérienne n'est plus un objet isolé, mais un élément d'un écosystème globalisé où les flux de données circulent sans frontière.

Cette évolution nous invite à penser une nouvelle écologie du regard aérien. Il ne s'agit plus seulement de maîtriser une technique, mais de questionner l'impact culturel, social et écologique de cette prolifération d'images venues du ciel. La multiplication des objets volants, qu'ils soient jouets, outils artistiques ou instruments de surveillance, transforme notre perception du monde autant que notre place en son sein. Dans les années à venir, le ciel ne sera plus un espace vide, mais un véritable territoire habité, traversé de regards, de trajectoires, d'intentions, de mémoires visuelles.



La captation aérienne devient ainsi une interface sensible entre l'humain et le monde, un langage en construction où s'entrelacent technique, poésie et politique. Elle ne se contente plus de montrer : elle interroge, elle agit, elle relie. Ce que nous voyons d'en haut n'est plus un simple panorama, mais une forme d'écriture du réel, où chaque plan trace une ligne dans la mémoire collective. Le ciel, désormais, est une page que nous remplissons en temps réel. Et chaque vol est un acte de narration.

## Conclusion

L'histoire de la captation aérienne est bien plus qu'une simple chronique technique. Elle est une aventure du regard, un long processus de conquête visuelle qui reflète les désirs, les peurs et les ambitions de l'humanité face à l'immensité du ciel. Du premier cliché pris depuis un ballon gonflé à l'hydrogène jusqu'aux trajectoires millimétrées des drones FPV modernes, chaque étape de cette évolution a marqué un tournant dans notre manière de représenter le monde. Ce mémoire a tenté de retracer cette transformation, en mettant en lumière les bouleversements qu'elle a engendrés dans les pratiques audiovisuelles. Ce n'est pas seulement l'outil qui a changé, c'est tout un langage visuel, une sensibilité, une écriture du mouvement qui se sont réinventés. Filmer d'en haut, ce n'est plus dominer c'est plonger, se fondre dans l'espace, le ressentir avec acuité.

Les drones classiques ont démocratisé l'image aérienne. Les drones FPV l'ont rendue incarnée. Ils ont aboli la frontière entre l'œil et la caméra, entre le geste et le plan. Aujourd'hui, on ne regarde plus simplement une image aérienne on la vit. Chaque plan devient une expérience sensorielle, un morceau de vol. Et pour les pilotes dont je fais partie chaque envol est une partition, un tracé dans l'espace qui mêle technique, instinct et émotion.

Mais cette révolution du regard n'est pas exempte de responsabilités. Nous l'avons vu avec l'usage militaire des drones FPV la même technologie qui sublime un décor peut devenir une arme, un outil de destruction chirurgicale. Ce paradoxe entre art et violence, entre poésie et efficacité létale rappelle que toute innovation transporte avec elle des enjeux éthiques majeurs. Il nous faut interroger sans relâche nos usages, nos intentions, notre manière de filmer le monde.

L'avenir, lui, s'écrit déjà. Avec l'IA embarquée, la miniaturisation, la coordination de vols multiples, nous nous apprêtons à franchir une nouvelle étape. Peut-être verrons-nous bientôt des flottes de drones chorégraphiés à l'échelle de l'architecture, des capteurs capables de ressentir la température, l'émotion, la fréquence cardiaque d'un sujet filmé. Peut-être même que le drone ne sera plus un objet visible, mais une interface sensorielle, connectée directement à notre pensée.

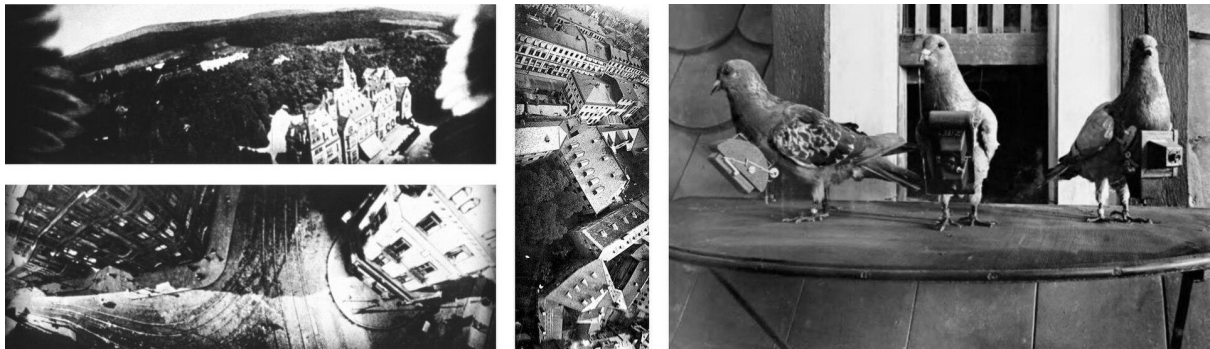
Face à ces mutations, il nous faudra préserver ce qui fait la singularité de l'image : sa capacité à raconter, à émouvoir, à questionner. Le ciel, depuis toujours, a été une surface de projection pour les rêves humains. L'image aérienne doit rester fidèle à cet héritage. Elle ne doit pas devenir un outil de surveillance froide, mais rester un langage vivant, habité, engagé.

En tant que pilote FPV, je mesure chaque jour la chance de pouvoir m'élever, de tracer des lignes dans l'espace, de raconter des fragments de monde depuis les airs. Ce mémoire est né de cette expérience, de ce vertige. Il est un hommage à ceux qui ont osé lever les yeux, puis les caméras, vers le ciel. Un hommage à cette façon nouvelle d'habiter le monde, par l'image et par le vol. Une manière, peut-être, d'apprendre à voir autrement.

## Annexe



Portrait de Félix Nadar dans sa montgolfière. Il fut le premier à réaliser des photographies aériennes, dès 1858.



Photographies aériennes réalisées par des pigeons équipés de mini-caméras, selon l'invention de Julius Neubronner (1907).

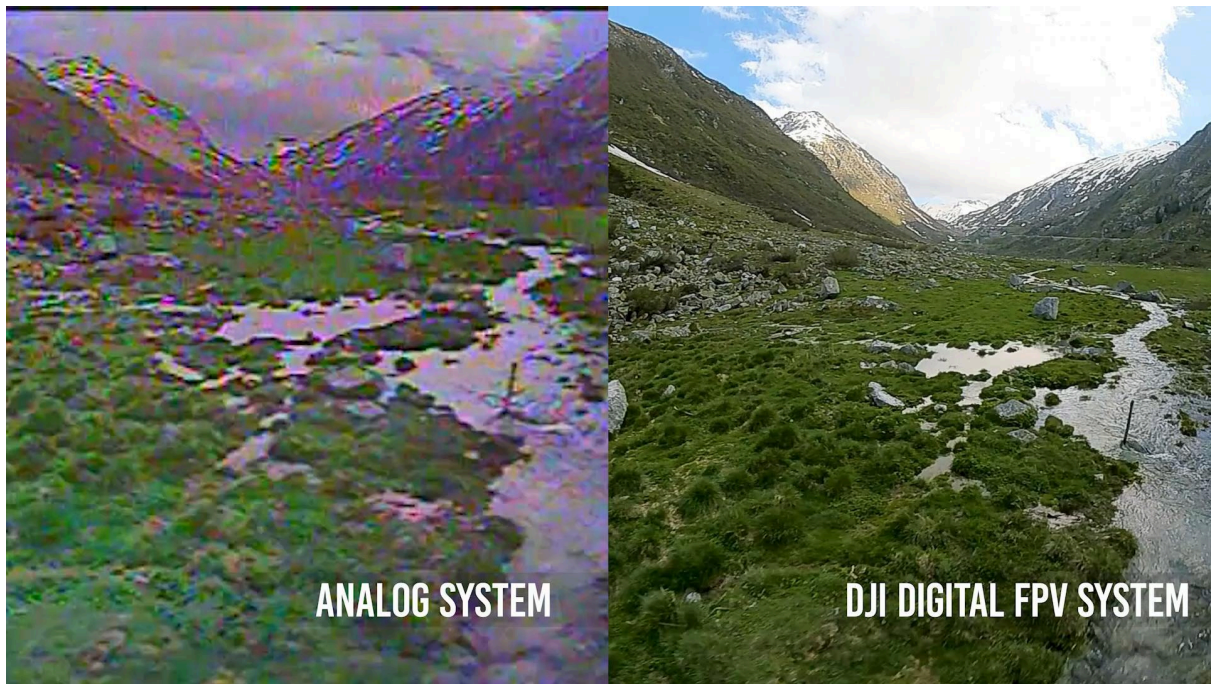


Ballon d'observation militaire captif utilisé pendant la Première Guerre mondiale pour des missions de reconnaissance visuelle.



Drones DJI Phantom 4 et DJI Mavic Pro. Ces modèles ont marqué la démocratisation des prises de vues aériennes professionnelles.





Comparaison entre la qualité d'image d'un système FPV analogique et celle d'un système numérique DJI Digital FPV.



Une photographie d'un drone FPV équipé d'une caméra GoPro, accompagné de sa radiocommande

# Bibliographie

## Ouvrages théoriques:

Walter Benjamin, L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique, Denoël, 2000.

Lev Manovich, The Language of New Media, MIT Press, 2001.

Paul Virilio, La machine de vision, Galilée, 1988.

## Documents institutionnels et techniques:

Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), Guide des scénarios pour l'usage professionnel des drones civils, France, 2023.

DJI Enterprise, White Paper: DJI FPV and Cinematic Drones, DJI.com, 2022.

Betaflight Wiki, Flight Controller Configuration & PID Tuning Guide, betaflight.com, 2024.

## Articles et sources en ligne:

Wired, "How FPV drones are changing war in Ukraine", février 2023.

The Verge, "DJI and the transformation of aerial storytelling", juillet 2022.

No Film School, "FPV Drones: The Next Big Thing in Cinematic Storytelling?", septembre 2021.

Les Numériques, "DJI Mavic 3 : un tournant dans la captation aérienne", décembre 2021.

## Œuvres audiovisuelles citées:

Ambulance, réalisé par Michael Bay, 2022.

The Bear, série télévisée, FX, saison 2 (épisode 1), 2023.

Clips de Travis Scott et Woodkid (séquences FPV analysées).

Publicité FPV : Porsche, Red Bull FPV (2021–2023).

Films de Jay Christensen (City drone séquence, 2022).

## Sources personnelles:

Lozach, Mattis. Expérience personnelle en FPV.