



Roadmap Drone Wallonie

En collaboration avec



Avec le soutien de
la



Et du Plan de Relance de la Wallonie

Préface

Dans le cadre de la politique du Gouvernement wallon dédiée au développement des Pôles de compétitivité, un contrat d'objectifs et de financement des Pôles de Compétitivité a été réalisé avec les différentes parties prenantes. Les travaux ont mis en avant, notamment, le besoin de pouvoir réaliser des roadmaps technologiques et stratégiques détaillées pour chacun des secteurs/chaines de valeur de sorte à disposer d'une vision stratégique régionale et à être force de proposition dans la perspective de création de projets fédérateurs synonymes d'effets d'entraînement importants.

Le Gouvernement wallon entend, en particulier, développer la compétitivité de son secteur du drone et une meilleure coordination des acteurs (Administration, Universités et Centres de recherche) avec le secteur industriel pour soutenir les projets de recherche et pour structurer la force de proposition du secteur du drone (UAV, UAS, RPAS...) en Wallonie.

Face à la concurrence accrue des compétiteurs internationaux, exacerbée par la crise COVID, il est indispensable que l'Europe, et plus spécifiquement la Wallonie, puisse renforcer son positionnement dans le secteur du drone et en développant les technologies correspondantes requises. Il est donc primordial que les acteurs wallons soient à la pointe de la technologie requise afin de garder une place de choix dans une industrie européenne en pleine évolution.

Dans ce cadre, le Gouvernement wallon s'est adressé au Pôle Skywin pour réaliser cette étude stratégique et technologique concernant la filière industrielle du drone.

Lexique

AFCN : Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire

AFMPS : Agence Fédérale des Médicaments et Produits de Santé

AFSCA : Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaine Alimentaire

AGL : Above Ground Level, unité de mesure de la hauteur par rapport au sol

ASBL : Association Sans But Lucratif

BE-STS : Scénario standard pour les vols par drone. BE pour la Belgique, UE pour l'Europe

BVLOS : Beyond Visual Line Of Sight, vol hors vue.

COTS : Commercial Off-The-Shelf. Drones commerciaux.

C-UAV : Counter-UAV. Contre-drone

DGTA : Direction Générale des Transports Aériens

EASA : European Aviation Safety Agency

EMC : ElectroMagnetic Compatibility

EUSPA : European Union Agency for the Space Programme

EVLOS : Extended Visual Line of Sight

FPV : First Person View

GNSS : Global Navigation Satellite Systems. Système de géolocalisation par satellite.

HAPS : High-Altitude Platform Station

IA : Intelligence artificielle

IBPT : Institut belge des services postaux et des télécommunications

LUC : Light UAS operator Certificate

MOTS : Military Off the Shelf. Drones commerciaux à finalité militaire

Nando : New Approach Notified and Designated Organisations

OEM : Original Equipment Manufacture

OTAN : Organisation du Traité de l'Atlantique Nord

PME : Petites et Moyennes Entreprises

RPAS : Remotely Piloted Aircraft Systems

SORA : Specific Operations Risk Assessment

SPW EER : Service Public de Wallonie Economie, Emploi, Recherche

CONFIDENTIEL

PDRA : Pre-Defined Risk Assessment. Analyse de risque pré-formatée calquée sur le SORA

TRL : Technology Readiness Level

TTO : Technology Transfer Office

UAM : Urban Air Mobility

UAS : Unmanned Aerial System

UAV : Unmanned Aerial Vehicle

ULB : Université Libre de Bruxelles

UTM : Unmanned Traffic Management

VLOS : Visual Line Of Sight. Vol à vue

Table des matières

Préface.....	2
Lexique	3
1. Etat des lieux.....	7
1.1 Légal	7
1.1.1 La réglementation européenne de 2021.....	7
1.1.2 La stratégie drone européenne 2.0	9
1.1.3 Compétence fédérale	10
1.2 Financier.....	11
1.2.1 Appels à projets européens orientés drone	11
1.2.2 Appels à projets wallons orientés drone.....	12
1.3. Economique	13
1.3.1 Les acteurs en Wallonie.....	13
1.3.2 La chaîne de valeur en Wallonie	18
1.3.2.1 Hardware	19
1.3.2.2 Software (y compris l'Intelligence Artificielle)	21
1.3.2.3 Capteurs	23
1.3.2.4 Electronique	23
1.3.2.5 Propulsion.....	24
1.3.2.6 Charges utiles/cargo.....	25
1.3.2.7 Cybersécurité.....	25
1.3.2.8 Télécommunication.....	26
1.3.2.9 Contre-drone	29
1.3.2.10 Certification.....	30
1.3.2.11 Services.....	31
1.3.2.12 Infrastructures.....	33
1.3.2.13 Innovation	37
1.3.2.14 Applications	38
1.3.2.15 Business model.....	39
1.3.3 SWOT	41
2. Stratégie 2030	42
2.1 Financement	42
2.2 Tests	42
2.3 Accompagnement.....	43
2.4 Influence nationale et européenne.....	43
2.5 Communication.....	43

2.6 Economie circulaire	45
2.7 Drone show	46
2.8 Applications	46
3. Stratégie 2040	48
4. Points d'attention	49
5. Conclusion	50
Sources	51

1. Etat des lieux

1.1 Légal

1.1.1 La réglementation européenne de 2021

Le 1^{er} janvier 2021 est entré en vigueur la double réglementation européenne :

- le règlement délégué 2019/945 relatif aux systèmes d'aéronefs sans équipage à bord et aux exploitants, issus de pays tiers, de systèmes d'aéronefs sans équipage à bord ;
- le règlement d'exécution 2019/947 concernant les règles et procédures applicables à l'exploitation d'aéronefs sans équipage à bord.

Ensemble, ils posent un cadre commun pour l'usage du drone en Europe. Les impacts principaux ont été :

- Un changement de procédure pour l'obtention de la licence de télépilote. Avant 2021, pour obtenir un certificat « Classe 1 », il fallait suivre des cours théoriques et pratiques et passer ensuite un examen en présentiel pour certifier les compétences acquises. Depuis janvier 2021, il est possible de piloter un drone de moins de 250 grammes sans aucune compétence reconnue et sans avoir présenté d'examen. Sur ce point, l'Europe rend l'usage de petits drones accessible à tous. Les machines dans cette catégorie (la gamme DJI mini est la plus répandue) permettent pour 400€ de piloter avec aisance un drone stable grâce à ses multiples capteurs et muni d'une caméra haute définition.

Tout citoyen souhaitant piloter des engins plus lourds peut passer en ligne son examen « A1-A3 » en répondant à 40 questions à choix multiple après avoir suivi une heure de vidéos en ligne. Cet examen peut être repassé autant de fois que nécessaire jusqu'à atteindre 75% de réponses correctes. Il est entièrement gratuit. Comme indiqué dans le tableau ci-dessous, les possibilités de vol en Open A1-A3 sont intéressantes et permettent d'utiliser des drones pesant jusqu'à 25kg.

Pour pouvoir voler à proximité (30 mètres) de personnes au sol avec un drone de maximum 4kg, il est nécessaire de présenter un examen supplémentaire (« A2 ») portant sur la législation, certaines notions aéronautiques et des questions techniques liées aux batteries, à la portance, etc. 30 questions à choix multiple sont posées en présentiel au siège bruxellois du SPF Mobilité ou, depuis 2022, en ligne via une école reconnue au niveau européen. L'acquisition de compétences de pilotage ne doit plus être prouvée. Bien qu'il soit toujours possible de suivre des cours pratiques auprès d'une école reconnue, l'auto-certification est acceptée.

Outre la catégorie « Open », l'Europe a prévu 2 autres niveaux : « Specific » et « Certified ». Cette dernière catégorie est encore vide pour le moment. Elle servira à réglementer, par exemple, le transport de personnes dans des aéronefs sans pilote. Pour pouvoir réaliser des vols plus risqués qui dépassent les conditions d'exploitation de la catégorie Open, il faut obtenir une autorisation d'exploitation Specific sur base de l'évaluation du risque opérationnel auprès de la DGTA via le portail dédié appelé Drone Portal. Afin de simplifier certaines demandes, des « Scénarios standards » existent au niveau belge et à l'échelle européenne. Tout vol respectant scrupuleusement ces scénarios peut profiter de la procédure simplifiée.

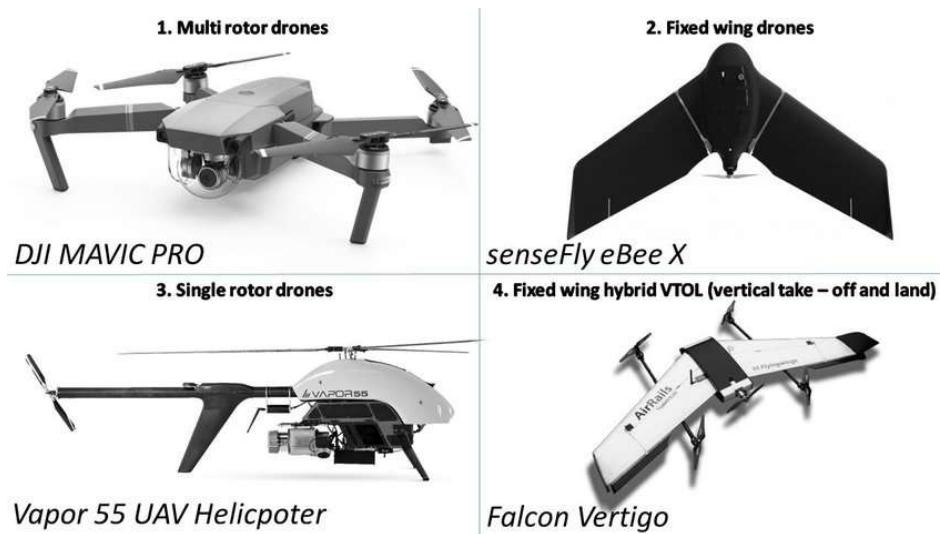
- Les autorisations de vol ont également été revues. Comme expliqué ci-dessus, certaines missions impliquent des risques accrus (survol de personnes, vol hors vue "BVLOS", hauteur supérieure à 120m AGL...) et nécessitent de rédiger un dossier d'analyse de risques « SORA ». Celui-ci va détailler de manière très pointue le scénario envisagé, le matériel utilisé, le risque aérien et le risque au sol potentiel. En Belgique, la compétence étant fédérale, les dossiers sont analysés par la DGTA. Malheureusement, la Belgique ne peut pas se targuer d'être dans le peloton de tête européen pour la gestion de ces demandes. Le manque de personnel, de canevas précis et une informatisation surannée font que très peu de demandes ont été considérées à ce jour. Cela ralenti évidemment le développement des cas pratiques sur le territoire.

Il est également possible pour toute personne morale de demander un document LUC. Celui-ci est un certificat qui démontre la capacité d'analyse de risque de la société. Pour les entreprises belges, il se demande également à la DGTA.

- Le marquage des drones. Cette nouvelle législation implique également un marquage appelé Cx où le x va de 0 à 6 en fonction principalement du poids et de caractéristiques techniques du drone. Comme pour le marquage CE, c'est le fabricant de la machine qui la labellisera. Cette décision entraîne une mise au rebut des drones précédemment sur le marché. A une date plusieurs fois repoussée (nous sommes en 2024 au moment d'écrire ces lignes), les drones non marqués Cx ne pourront plus être légalement utilisé. Cela a pour conséquence de refroidir un grand nombre d'entreprises qui ne souhaitent pas investir dans une machine non marquée Cx qui n'aura plus d'usage et plus de valeur une fois la période de transition à son terme. Les différents reports d'entrée en action ont donc l'avantage de permettre une rentabilisation des machines présentes dans le parc mais ils freinent également les investissements.

Il est à noter que sous la terminologie générique « drone » se retrouvent 2 types d'engins :

- les multirotors dit à voitures tournantes dont le nom est déterminé en fonction du nombre d'hélice. Quadrirotor (4 hélices), pinqacoptère (5 hélices), etc.
- les ailes fixes (*fixed wings* en anglais) qui ressemblent à des petits avions avec des ailes plutôt que des hélices.



Source : ResearchGate

1.1.2 La stratégie drone européenne 2.0

Via l'EASA, l'Europe continue de faire évoluer sa législation. Celle-ci est ensuite mise en œuvre au niveau national par les 31 états membres de l'EASA. Cependant, des disparités existent entre pays où se croisent encore la réglementation nationale en vigueur avant 2021, des exceptions, des périodes de transition élargies et les nouvelles mesures européennes.

La Belgique a décidé par arrêté royal fin 2020 de transposer intégralement la réglementation européenne en 2021. Elle continue à le faire à chaque nouvelle publication.

En novembre 2022, la Commission européenne a présenté sa stratégie pour le drone dite "2.0". On y retrouve le détail chiffré du potentiel que représente le drone en termes financier et d'emploi ainsi que les grandes lignes directrices d'ici à 2030. Le document complet peut être consulté en ligne¹.

En résumé, nous pourrions écrire que l'Europe croit au développement du drone sur son territoire, que l'intérêt pour son usage est reconnu, que les retombées économiques peuvent être importantes mais que la technologie est en avance sur la législation et qu'un gros travail doit encore être effectué pour proposer un cadre réglementaire clair et constructif.

De manière chiffrée, une récente étude (février 2023) de Unmanned Airspace - le portail d'information sur l'UTM, UAM et le C-UAS - annonce un marché pour l'UTM en 2027 de 827 millions de dollars américains (contre 263 MoUSD en 2023). Les raisons évoquées sont la sortie de la pandémie, les nouvelles régulations européennes et un nombre croissant de pays s'y intéressant².

L'enjeu est identique aux Etats-Unis où l'AUVSI (Association for Uncrewed Vehicle Systems International) a déclaré « Les opérations de drones commerciaux fournissent des services précieux au public et à la main-d'œuvre américains - mais d'importants obstacles réglementaires empêchent ces avantages d'atteindre leur plein potentiel et compromettent le leadership mondial des États-Unis dans l'aviation. Les défis réglementaires ne sont pas motivés par la sécurité, ils sont entravés par la bureaucratie ».

Dans ce contexte, il faut mentionner la démarche initiée par l'instance JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems). Il s'agit d'une organisation internationale regroupant des autorités de l'aviation civile à travers le monde (dont la Belgique via la DGTA) qui travaillent à définir de nouveaux cadres réglementaires pour les drones. Point important, ces cadres n'ont formellement aucune valeur réglementaire contraignante ; cependant, ils peuvent être repris par des instances ayant, elles, autorité réglementaire, pour leur donner cette valeur.

¹ COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS 'A Drone Strategy 2.0 for a Smart and Sustainable Unmanned Aircraft Eco-System in Europe' {SWD(2022) 366 final}

² <https://www.unmannedairspace.info/uncategorized/utm-market-will-accelerate-from-usd263-million-in-2023-to-usd827-million-in-2027/>

1.1.3 Compétence fédérale

Ce document étant destiné à la stratégie « drone » du Gouvernement de Wallonie, il est important de rappeler que l'aérien est une compétence fédérale dépendant du ministre de la mobilité. Les instances (para-)publiques qui y sont liées sont donc fédérales également. Nous pouvons citer :

- le SPF Mobilité qui a la compétence générale de la mobilité en Belgique
- la DGTA qui, au sein du SPF Mobilité, gère l'aérien
- Skeyes qui assure la sécurité du trafic aérien belge



Cela signifie que toute décision prise par le gouvernement wallon devra s'intégrer dans un contexte fédéral et être validée juridiquement préalablement sous peine de se retrouver devant le Conseil d'Etat comme cela a déjà eu lieu pour le survol de zones naturelles wallonnes (Arrêt n°106/2021 du 15 juillet 2021).

De plus, bien qu'effectuant ses missions dans les airs, le drone a majoritairement une application terrestre et peut de ce fait rentrer en conflit avec d'autres compétences régionales ou fédérales. Voici quelques exemples déjà connus :

- survol par drone de zones aériennes militaires : Mobilité (fédéral) vs Défense (fédéral) ;
- transport de médicaments ou de prélèvements médicaux : Mobilité (fédéral) vs Santé (fédéral et régional)
- épandage par drone sur des cultures : Mobilité (fédéral) vs Agriculture (régional et européen)
- surveillance aérienne par drone : Mobilité (fédéral) vs Intérieur (fédéral)

Le développement du drone en Belgique passera donc par une bonne coordination entre les différentes compétences et les différents niveaux de pouvoir.

1.2 Financier

1.2.1 Appels à projets européens orientés drone

Les appels à projets européens sont nombreux. Certains semblent directement et explicitement dédiés aux drones quand d'autres sont plus insidieux.

L'initiative SESAR JU est un partenariat public-privé pour utiliser la recherche et l'innovation comme moteur pour créer le ciel de demain (Digital European Sky). Trois projets liés à l'intégration du drone dans l'espace aérien ont déjà été financés dans ce cadre (références PJ.13-W2-111, 115 et 117). Un autre ("Safir-Med") dans lequel plusieurs sociétés belges (Helicus, SABCA, Skeyes, Unifly et SkeyDrone) ont été impliquées visait la mise en œuvre de services médicaux par drone. Autre exemple, CORUS-XUAM, pour le test grandeur nature du transport de personne dans les drones hélicoptères sans pilote. Malgré un consortium construit autour des meilleurs acteurs du domaine, l'objectif de transporter des athlètes lors des Jeux olympiques de Paris 2024 ne sera pas atteint.

Dans le cadre des appels à projets orientés défense (European Defense Fund), plusieurs projets impliquant le drone ont été financés et d'autres le seront encore. A titre d'exemple, voici deux appels 2023 très vastes où le drone doit faire partie de la solution proposée :

- EDF-2023-DA-C4ISR-DAA : Detect and Avoid
- EDF-2023-DA-AIRDEF-CUAS : Counter unmanned aerial systems

Evidemment, le drone peut être intégré dans d'autres propositions qui ne le mentionne pas explicitement. Ainsi, l'Europe annonce que dans le programme Horizon 2020, 320 projets financés pour un budget total de 980 millions d'euros intégraient d'une manière ou l'autre un UAS.

Pour les entreprises impliquées dans le monde du drone, il est souvent difficile de s'y retrouver dans cette marée d'appels à projets européens. D'autant plus quand l'UAS en tant qu'outil peut se retrouver dans de multiples sujets. Voici quelques exemples pour illustrer le propos :

- Le Cluster 3 Horizon Europe a trait à la sécurité au sens large. Les solutions proposées par les répondants peuvent être multiples et le drone peut amener une plus-value dans des projets comme *HORIZON-CL3-2023-BM-01-01 : Capabilities for border surveillance and situational awareness* et *HORIZON-CL3-2023-DRS-01-06 : Increased technology solutions, institutional coordination and decision-support systems for first responders of last-kilometer emergency service delivery*.
- Le Cluster 4 est dédié au numérique. On pourrait imaginer l'utilisation d'un drone pour un Topic comme *HORIZON-CL4-2024-DIGITAL-EMERGING-01-04 : Industrial leadership in AI, Data and Robotics boosting competitiveness and the green transition (AI Data and Robotics Partnership)*.
- Le Cluster 6 de son côté se focalise sur la gouvernance et le Green Deal. Pourquoi ne pas intervenir dans un projet destiné à l'agriculture comme celui-ci *HORIZON-CL6-2023-GOVERNANCE-01-16 : Digital technologies supporting plant health early detection, territory surveillance and phytosanitary measures*.

Une preuve que le drone peut se retrouver partout dans les appels à projets européens est le cas Socio-Bee. Il s'agit d'un projet Horizon 2020 Recherche & Innovation dans le cadre du Green Deal. Le consortium lauréat réunit 18 partenaires de 7 pays (Grèce, Espagne, Italie, Belgique (dont 1 Wallon, ID2Move), Pays-Bas, Norvège, Allemagne) autour de la "science citoyenne" (citizen science en anglais). L'objectif du projet est de changer les mentalités et habitudes des citoyens en les mettant à contribution pour récolter de l'information régulière sur la qualité de l'air dans la région où ils travaillent/habiment. Des capteurs sont donc développés afin de pouvoir être attachés à un sac à dos, un vélo, du mobilier urbain ou encore un balcon. Peu avant le dépôt de la proposition, l'idée est sortie d'intégrer le drone dans le projet. Celui-ci permet en effet d'aller chercher une information à une hauteur supérieure comparativement aux points de fixation terrestres évoqués plus haut. L'objectif est de savoir si la qualité de l'air évolue en fonction de l'altitude et également de récolter de l'information au-dessus de zones difficilement accessibles par d'autres moyens. Au sein de ce consortium, le rôle d'ID2Move est de préparer les villes test à la réglementation en vigueur dans leur pays et de concevoir un système de fixation imprimé en 3D pour attacher le capteur sur le drone utilisé par les opérateurs locaux.

Lors des appels précédents, le constat s'est confirmé avec le financement dans la rubrique Fighting Crime and Terrorism (Cluster 3) d'un consortium (EMERITUS) utilisant le drone en combinaison avec des capteurs et des satellites. Autre exemple dans les appels EUSPA pour le spatial avec l'utilisation de drones pour la gestion des catastrophes naturelles (consortium OVERWATCH).

Dans le cadre du programme Horizon 2020, 28 acteurs wallons ont déposé 44 projets. Parmi ceux-ci, 6 organismes (2 universités, 2 ASBL, 1 centre de recherche et 1 entreprise) ont été financés dans 6 projets différents dans des domaines variés (archéologie, *coating*, positionnement...) pour un budget d'un peu moins de 6 millions d'euros.

Le rôle d'un organisme comme le NCP Wallonie est important pour filtrer les calls et informer les organisations désireuses de s'impliquer dans des appels européens des sujets pouvant rentrer dans leurs compétences.

1.2.2 Appels à projets wallons orientés drone

A côté de cette masse d'appels à projets européens, la Wallonie propose également de financer des projets liés aux drones à travers des outils réguliers ou temporaires. Les interventions financières les plus utilisées sont certainement :

- les aides à la recherche et à l'innovation technologiques gérées par le SPW EER. Il s'agit de subventions ou d'avances récupérables pouvant couvrir 40 à 70% des dépenses admissibles dans le cadre d'un projet de Recherche & Développement.
- Les Appels à projets des Pôles de compétitivité. Ceux-ci sont lancés trois fois par an et ont pour but de financer une innovation proposée par un consortium (minimum deux entreprises et deux unités

de recherche) dans une thématique qui leur est liée. Le Pôle Skywin dédié à l'aéronautique, le spatial, la défense et le drone semble le plus indiqué dans le document présent. Dans 5 des derniers appels à projets pôles, tous pôles confondus, 8% des lettres d'intentions remises concernaient les drones : un peu plus de la moitié chez Skywin, mais également chez Mecatech et Logistics in Wallonia.

Dans ces deux cas, les acteurs considèrent que le processus est long entre la rédaction et la réception d'une réponse finale (presque une année pour les projets Pôles).

Dans des TRL plus bas, le programme Win2WAL finance des projets de recherche industrielle au sein des universités, hautes écoles et centres de recherche agréés pour l'émergence d'un produit, d'un procédé ou d'un service.

D'autres initiatives (liste non exhaustive) ont fait une place au drone ou pourraient le faire :

- Un appel pour que des *Proof of Concepts* (PoC) en lien avec le déploiement de la 5G en Wallonie soient proposés a été lancé en 2022 dans le cadre des programmes Industrie du Futur et Giga Région (avec les moyens financiers du Plan de relance de la Wallonie). Un consortium appelé IMAGE RETINE composé de Proximus, Proximus ADA, Deltrian, GSA Services et ID2Move a remporté un financement (entre 40 et 60% en fonction de la taille de l'entreprise) pour démontrer l'intérêt de la gestion de stock en temps réel par drone avec l'aide de la 5G. Un autre consortium regroupe Infrabel et NRB pour détecter avec des drones des flaques d'eau, de la végétation et des zones froides sur les rails de chemin de fer.
- Stratégie de Spécialisation Intelligente de la Wallonie (S3). Les Domaines d'Innovation Stratégiques DIS 2 (Innovation pour une santé renforcée), DIS 3 (Modes de conception et production agiles et sûrs - dans ses technologies IA, cyber et réalité augmentée et virtuelle) ou 5 (Chaines agroalimentaires du futur et gestion innovante de l'environnement) ouvrent la porte à l'outil drone pour proposer des solutions innovantes.
- BELSPO finance de la recherche expérimentale sur la détection de drones "non collaboratifs" grâce à de l'image multispectrale.

Enfin, certains projets sont des initiatives européennes mais financées par l'Etat ou la Région :

- Projet Important d'Intérêt Européen Commun (IPCEI) : financement d'innovations autour d'une chaîne de valeur stratégique pour l'économie européenne. Des sujets comme les batteries ou l'hydrogène peuvent trouver des applications et des cas d'usage dans le monde des drones.
- Eureka Eurostars pour le financement d'un consortium autour d'innovations au sein de PME. 37 pays sont impliqués dans l'initiative qui fonctionne sur base d'appel à propositions deux fois par an.

1.3. Economique

1.3.1 Les acteurs en Wallonie

Il est assez compliqué de donner un chiffre précis pour les pilotes de drone actifs en Wallonie. Plusieurs éléments en sont la cause :

- tout citoyen peut proposer ses services avec un drone de moins de 250 grammes sans devoir être enregistré ;

CONFIDENTIEL

- les personnes ayant obtenu leur certificat A2 n'exercent pas toutes une activité où le drone est utilisé ;
- il n'existe pas de code NACE spécifique au drone ;
- la compétence aérienne étant fédérale, il n'y a pas de comptage par région (au mieux, on peut savoir dans quelle langue a été passé l'examen).

La cellule UAS du SPF Mobilité renseigne les chiffres suivants au niveau national :

- Pilotes A1/A3 au 21 février 2023 : 13.136
- Pilotes A2 au 21 février 2023 : 2018
- Pilotes « Specific » : il n'y a pas d'examen, le pilote doit posséder les compétences définies par son analyse SORA ou par son PDRA ou par le BE-STS.

Il n'existe pas en Wallonie de Fédération du drone. C'est le Pôle de compétitivité Skywin qui joue ce rôle dans la région à côté des compétences historiques de l'aéronautique, du spatial et, plus récemment, de la défense. A ce titre, le pôle Skywin a été nommé par le Gouvernement wallon pour représenter le secteur du drone au sein du Belgian Civil Drone Council mis en place au niveau fédéral.

Les entreprises membres de Skywin ont la possibilité de s'identifier comme actives dans le monde du drone. On en dénombre 62 au moment d'écrire ces lignes (voir liste ci-dessous). Cependant, cela ne donne qu'une indication partielle de l'écosystème drone wallon car :

- tous les acteurs du drone ne sont pas membres de Skywin ;
- parmi ces 62 membres, certains ne sont pas Wallons ;
- certaines entreprises se sont estampillées « drone » parce qu'elles peuvent potentiellement offrir des produits ou services aux sociétés « drone ». Elles intègrent la chaîne de valeur wallonne au sens large mais sans que leur activité drone soit significative. Par ailleurs, seuls 6 membres se renseignent comme exclusivement « drone ».

Nom	Localisation	Aéro	Espace	Drone	Défense
AERODROME DE NAMUR	Namur				
AGORIA	Bruxelles				
ALKAR TECHNOLOGY	Leval - Trahegnies				
ALX SYSTEMS	Liège				
AMOS - Advanced Mechanical and Optical Systems	Angleur				
AMPACIMON	Grâce-Hollogne				
ANY-SHAPE	Villers-le-Bouillet				
AWEX (WALLONIA FOREIGN TRADE AND INVESTMENT AGENCY)	Brussels				
BeBlue Cryotech	Liège				
BELGIAN DRONE FEDERATION	Bruxelles				

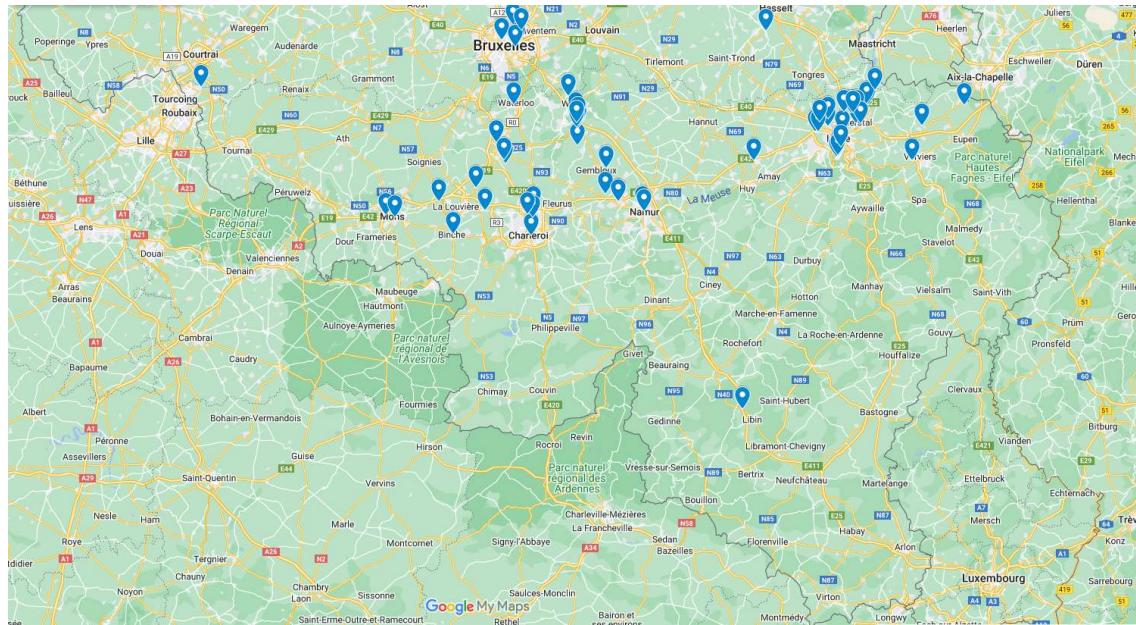
CONFIDENTIEL

Bit and Byte	Mont-Saint-Guibert			
Calyos	Charleroi			
CAPAUL	Eupen			
CASTINGPAR	Seneffe			
CRA-W	Gembloix			
CRM GROUP	Liège			
DECUBE	Strépy-Bracquegnies			
DELTATEC	Ans			
DYNALI HELICOPTER COMPANY	Thines			
FERONYL	Mouscron			
FLYING-CAM	Oupeye			
FN HERSTAL	Herstal			
Gate.31	Waterloo			
GOTECH	Alleur			
GROUPEMECA B-SPRING-CEVEMA-MECASPRING-VANHULEN	Herstal			
HENALLUX - Haute Ecole Namur-Liège-Luxembourg	Namur			
HEXAGON	Mont-Saint-Guibert			
ID2MOVE	Nivelles			
ISOMATEX	Gembloix			
ISSEP	Liège			
JD'C INNOVATION	Grâce-Hollogne			
LAMBDA-X	Nivelles			
LGM BELGIUM	Charleroi			
M3 SYSTEMS	Wavre			
MPP	Herstal			
MULTITEL	Mons			
OPEN ENGINEERING	Angleur			

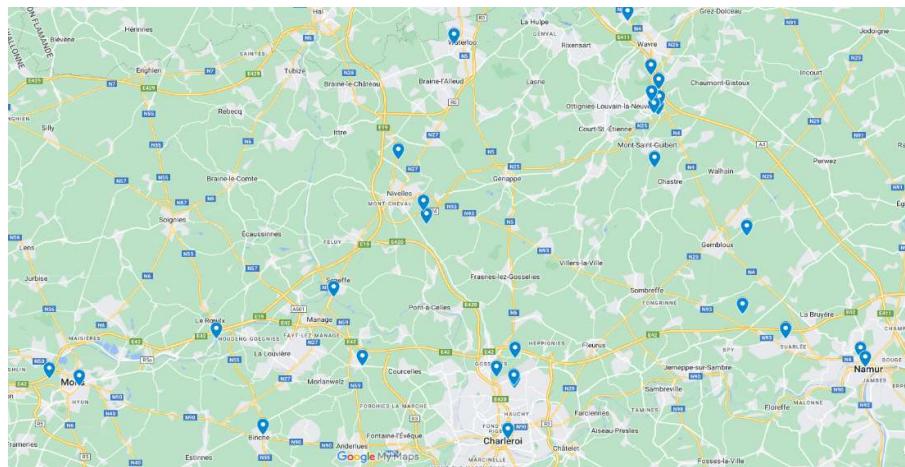
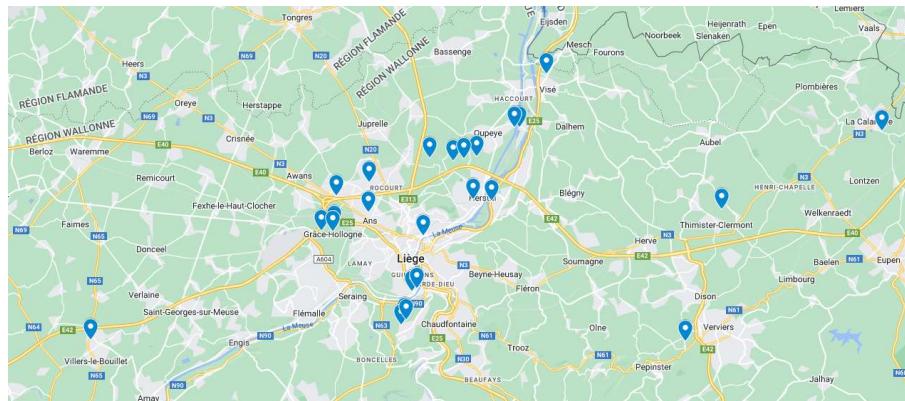
CONFIDENTIEL

PIX COATING	Thimister Clermont				
POLMANS	Vilse				
PULSAART BY AGC	Charleroi				
Q-SQUARE AEROSPACE	Louvain-la-Neuve				
QUALITICS	Ans				
RHEA Group	Wavre				
ROYAL MILITARY ACADEMY	Brussels				
SABCA	Bruxelles				
SABCA TECHNOLOGIES	Ottignies-Louvain-la-Neuve				
SAGITA	Liège				
SENSY LOAD CELLS	Jumet				
SICHEM	Trazegnies				
SIRRIS	Seraing				
SKYANGELS	Chapelle-Lez-Herlaimont				
SOBELCOMP	Loncin				
SONACA	Gosselies				
STEMME BELGIUM	Namur				
TAIPRO	Lambertmont				
TAURI INDUSTRIES	La Calamine				
TECHNICAL AIRBORNE COMPONENTS INDUSTRIES SPRL	Milmort				
TELESPAZIO BELGIUM	Transinne				
UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN	Louvain-la-Neuve				
UNIVERSITÉ DE MONS	Mons				
UNIVERSITÉ DE NAMUR	Namur				
V21	Angleur				
WSL	Liège				
X-RIS	Herstal				

La représentation géographique de ces entreprises est la suivante :

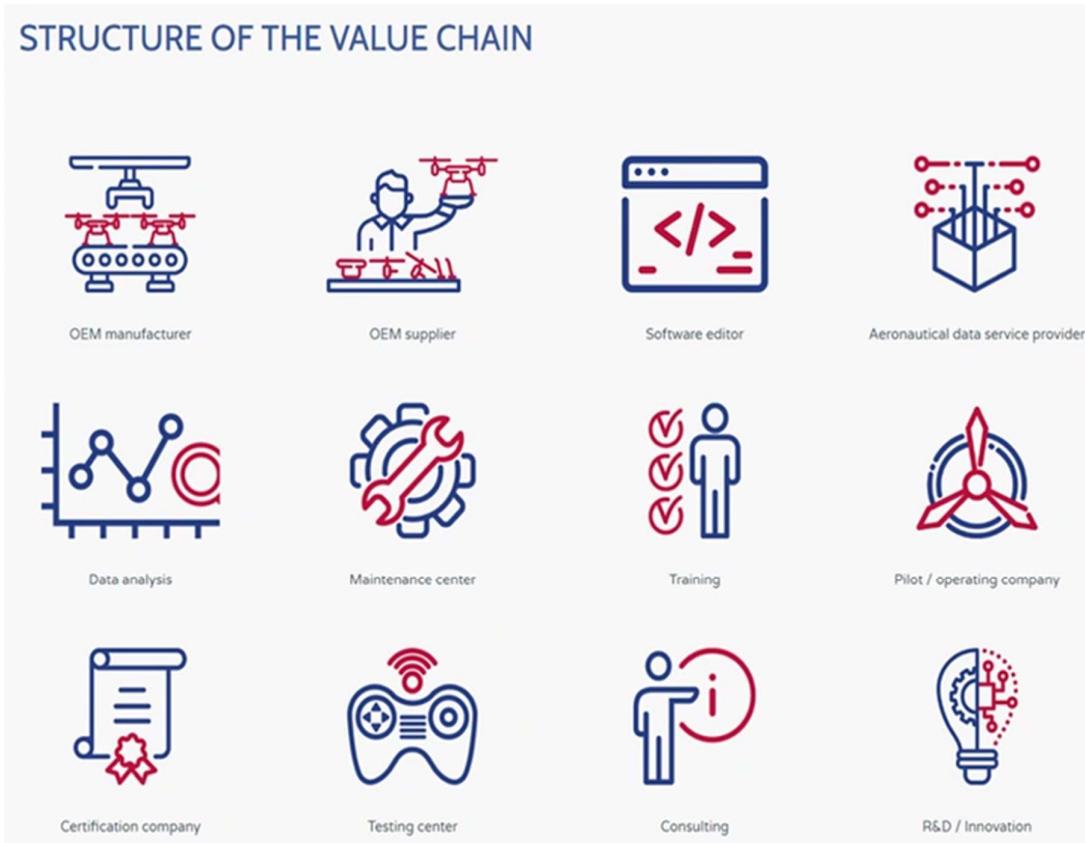


On y aperçoit une forte concentration dans la région liégeoise et dans le triangle Mons-Namur-Bruxelles.



1.3.2 La chaîne de valeur en Wallonie

La chaîne de valeur peut se présenter de la manière suivante :



Ces différents aspects sont approfondis dans les chapitres suivants.

Notons que le rôle d'intégrateur (conception d'un UAS sur-mesure à partir d'éléments provenant de différents fournisseurs) que joue une société comme la S.A.B.C.A. relève des "OEM manufacturer".

Les fournisseurs de solutions pour la gestion du trafic aérien ainsi que les infrastructures de télécommunication font eux partie des "Aeronautical data service provider".

La Wallonie peut se vanter d'avoir des acteurs présents dans chacune de ces 12 mailles de la chaîne de valeur. Comme pour la filière aéronautique "classique", il n'y a pas de grand donneur d'ordres dans la Région. Nous possédons par contre une série de sous-traitants de grandes compétence et flexibilité.

Le chainon manquant actuellement dans la chaîne de valeur reste, comme partout en Europe, la fabrication de petites pièces mécaniques et/ou électroniques produite majoritairement en Asie et la disponibilité de batteries *made in Europe*.

Il est important de noter ici que, à l'heure actuelle, le drone est un outil qui vient compléter un usage professionnel sans remplacer l'expertise humaine en permettant :

- d'aller plus vite,
- de diminuer les coûts,
- d'améliorer la qualité,
- de diminuer les risques encourus par les personnes.

On y découvre une grande majorité des acteurs sur des TRL 8-9 avec assez peu d'entreprises positionnées sur la Recherche & Développement.

Les acteurs les plus nombreux du domaine des drones ne sont pas des acteurs de l'aéronautique classique : ce sont souvent des acteurs de l'informatique, ou encore des divers domaines applicatifs (par exemple l'agriculture, ou la sécurité/surveillance), qui sont venus aux drones par leur domaine d'expertise initial. Ils ne bénéficient donc pas, bien souvent, de la culture de sécurité de l'aéronautique. Cela peut être considéré comme une chance d'un certain point de vue : ils n'ont pas le réflexe de ceux qui portent une très forte culture de sécurité et peuvent écarter d'emblée des idées innovantes, parfois trop vite, parce qu'ils les jugent risquées.

Détaillons cette chaîne de valeur en 15 sections...

1.3.2.1 Hardware

A l'heure actuelle, il existe très peu de fabricants de drone en Wallonie. La raison principale étant qu'une majorité des besoins actuels est couverte par des drones commerciaux produits en série principalement en Chine. La marque chinoise DJI détient plus de 80% de parts de marché en B2B et B2C. Les machines produites sont robustes, pratiques, adaptées à moult scénarios et peu coûteuses. Il ne reste donc de la place que pour la fabrication de drones très spécifiques et à très haute valeur ajoutée. Sur notre territoire régional, nous pouvons citer :

- SkyHero : drones d'intérieur très robustes dédiés aux forces d'intervention spéciales.
- Dynali : fabricant d'hélicoptères ultralégers "habités" proposant des versions pilotées à distance.
- ALX Systems : développement de plateformes sur-mesure adaptées aux besoins du client.
- Altigator : propose des solutions volantes intégrant les capteurs utiles aux clients. Ils développent leurs propres lidars.
- Tauri Industries : 2 modèles d'ailes fixes développées et assemblées en interne. La version la plus imposante permettra (la certification design est en cours auprès de l'EASA) de transporter jusqu'à 150kg à une vitesse de croisière de 200km/h pendant 20h. La version réduite transportera jusqu'à 5kg pendant 2 à 3h à une vitesse de 100km/h.
- Flying-Cam : la société historique du drone en Wallonie (plus de 30 ans d'expérience) a gagné une réputation internationale grâce à la fabrication de drones pour l'industrie du cinéma. L'expérience acquise leur permet aujourd'hui de concevoir et produire des UAS allant de 25 à 150kg.



Une décision politique pourrait cependant rebattre les cartes. Certains pays, dont les Etats-Unis, ont en effet interdit l'usage de drones chinois dans les organismes publics ou pour des sous-traitants dans des marchés publics. Leur crainte réside dans le traitement des données captées par le drone. DJI peine en effet à donner des garanties sur la protection de ces données. Au contraire de TikTok ou Huawei, la Belgique n'a pas encore statué sur le sujet.

Le département de la défense américain a d'ailleurs mis en place un programme nommé "Blue UAS" pour donner une sorte de label aux drones de la défense. Un système souverain européen a déjà été évoqué mais sans action concrète à ce jour.

Dans la section des très gros porteurs, la SONACA a annoncé en mars 2023 un accord de partenariat avec la société française Flying Whales pour la construction d'un dirigeable LCA60T gonflé à l'hélium long de 96 mètres et pouvant embarquer jusqu'à 60 tonnes pour des opérations logistiques. Date de mise en œuvre espérée : 2026.



Le cas des drones FPV (*First Person View*) mérite un paragraphe sans pour autant s'y étendre plus longuement. Ces petits drones sont pilotés grâce à une caméra embarquée sur le drone qui retransmet une image dans un casque et donne l'impression de piloter le drone depuis l'intérieur de la machine.

Cette activité devient de plus en plus populaire. Des tournois et des ligues s'organisent et la dynamique des e-sports favorise l'éclosion de ce sport immersif et impressionnant (les drones atteignent des vitesses de plus de 150km/h). La pratique a d'ailleurs intégré les Jeux mondiaux, la

compétition officielle pour les disciplines non-olympiques. Et un wallon fait bonne figure dans le *ranking mondial*.

Les machines utilisées sont majoritairement chinoises et sont adaptées par le pilote pour en faire un engin sur-mesure adapté aux courses visées ou au pilotage. L'activité est orientée B2C uniquement. Pour cette raison, nous ne nous y attarderons pas dans ce document.



Source: IEEE Spectrum

1.3.2.2 Software (y compris l'Intelligence Artificielle)

DO-178 est un standard de certification utilisé dans l'industrie de l'aviation pour les logiciels embarqués dans les systèmes avioniques. L'objectif principal de ce standard est de garantir que le logiciel des systèmes avioniques répond aux exigences de sécurité et de fiabilité nécessaires pour assurer un fonctionnement sûr de l'aéronef. Sans rentrer dans le détail, les principales exigences tournent autour de la planification du développement du logiciel, la spécification des exigences, la conception du logiciel, la vérification et la validation et la gestion de la configuration.

Toute entreprise impliquée dans la fabrication d'un drone va devoir s'y référer au cours de son développement étant donné qu'une équivalence pour le drone n'existe pas. Et s'y conformer est très coûteux et donc inaccessible pour une PME. Il y a dans ce standard peu de place pour l'intelligence artificielle car elle implique une prise de décision qui peut ne pas être certifiable ou vérifiable. Il est à noter qu'un des 4 'grands défis' de TRAIL (collectif de recherche IA en Wallonie) est le "trusted AI", incluant la démonstrabilité de comportement qui est une base de la certificabilité.

L'intelligence artificielle est une question de spécialité. Ce mot devient fourre-tout dès qu'un système est capable d'apprendre par entraînement. Il est de notoriété que derrière ce concept se cachent des niveaux d'intelligence qui peuvent être fort différents.

L'IA est utilisée dans le monde des drones pour 5 fonctions principales :

- Navigation autonome : les drones équipés d'IA peuvent être programmés pour naviguer de manière autonome, en évitant les obstacles et en suivant des trajectoires prédéfinies. Grâce à des algorithmes d'apprentissage automatique, les drones peuvent analyser leur environnement en temps réel, prendre des décisions en fonction des informations recueillies et ajuster leur vol en conséquence.

- Planification de trajectoires : l'IA permet aux drones de planifier des trajectoires optimales pour atteindre une destination donnée. En analysant les données sur l'environnement, les conditions météorologiques, la congestion du trafic aérien, etc., l'IA peut déterminer la meilleure route à suivre pour accomplir efficacement la mission assignée.
- Détection d'obstacles : l'IA permet aux drones de détecter et d'éviter les obstacles présents sur leur chemin. Les capteurs embarqués, tels que les caméras ou les capteurs LiDAR, capturent les informations sur l'environnement, puis l'IA analyse ces données pour identifier les obstacles et planifier une trajectoire sûre.
- Reconnaissance d'images : les drones équipés de l'IA peuvent être formés pour reconnaître et identifier des objets spécifiques dans les images ou les vidéos capturées par leurs caméras. Cela peut être utilisé dans diverses applications, comme la surveillance, la recherche et le sauvetage, l'agriculture de précision, etc. La société liégeoise Helodrone par exemple détecte les déchets dans les champs afin de permettre à l'agriculteur de les ramasser avant de moissonner.
- Prise de décisions intelligentes : les drones peuvent être équipés d'algorithmes d'apprentissage automatique qui leur permettent de prendre des décisions intelligentes en fonction des données collectées et des objectifs à atteindre. Par exemple, dans des scénarios d'inspection industrielle, un drone peut analyser les images en vol pour détecter les défauts ou les anomalies sur une structure.

Dans le monde du drone, la partie IA est sous-traitée à des sociétés spécialisées du domaine recherché par le constructeur ou le fournisseur de service. Deux limites apparaissent ensuite assez rapidement :

- Trouver ces spécialistes et les mettre en concurrence. En trouver un est déjà parfois vécu comme une victoire. Alors plusieurs... Par manque de mise en concurrence, les prix peuvent très rapidement grimper.
- La société qui vend la solution finale va devoir assumer l'ensemble du produit et ses éventuels problèmes. Il faut donc avoir une confiance absolue dans le développeur de l'IA et sa capacité d'intervenir en cas de souci.

Au vu de ces contraintes, l'histoire nous montre que deux types de décision ont été prises :

- Un abandon du projet ;
- Un développement interne qui, même s'il peut être profitable, coûte énormément d'argent.

L'IA pourrait permettre de répondre à d'autres défis rencontrés lors d'un vol. Actuellement, le niveau de la batterie est renseigné en pourcentage. La précision s'en trouve limitée car une batterie a tendance à se décharger plus rapidement quand elle est presque vide. L'IA pourrait analyser le mode d'utilisation du drone et l'environnement dans lequel la machine évolue (vent, température...) afin de renvoyer une information précise au pilote. Cela implique de chercher comment chaque paramètre interne ou externe à l'UAS impacte la batterie, les mettre en corrélation et entraîner l'IA à estimer la durée restante de la batterie en fonction.

Des structures abordant le sujet à travers le *deep learning* existent en Wallonie. Nous pouvons citer TRAIL (incluant le défi 'embeded AI'), l'inforTech au sein de l'UMons ou INMA de l'UCLouvain tout comme les centres de recherche CETIC et Multitel.

Le terme EVLOS (*Extended Visual Line of Sight*) se réfère à la possibilité pour un opérateur de conserver un contact visuel avec sa machine grâce à l'utilisation d'une technologie spécifique (caméras, lunette de réalité augmentée, etc.). Cela ouvre potentiellement la porte au

développement de nouvelles technologies qui, si elles sont reconnues par l'EASA pourraient grandement changer la manière de piloter et faciliteraient l'obtention d'autorisations auprès de l'autorité compétente.

1.3.2.3 Capteurs

Le niveau d'excellence wallon pour les technologies spatiales peut s'avérer bénéfique pour le monde du drone. Par exemple, les capteurs optiques, multispectraux et infrarouges développés par le Centre Spatial de Liège peuvent trouver des déclinaisons "drone".

D'autres exemples existent mais, renseignements pris, le drone ne semble pas encore vu comme l'eldorado ou le train en marche à ne pas manquer. Certainement parce que la perte de productivité acceptée avec le satellite devra être différente avec un drone. A contrario, le niveau de protection des capteurs sera moins important sur des drones que sur des satellites. Et comme qui peut le plus peut le moins...

L'intérêt du drone comparativement au satellite est qu'il est rapidement déployable, peut voler sous la couverture nuageuse et peut donner une précision plus importante. Dans l'autre sens, la météo peut contraindre un UAV à rester au sol. Et il sera moins pertinent sur de grandes surfaces.

Dans beaucoup de cas "d'observation de la Terre", le drone est un complément du satellite et d'autres outils d'acquisition depuis le plancher des vaches.

Un besoin plusieurs fois exprimé est celui de jouir d'un système avancé de *Detection & Avoidance*. A l'heure actuelle, la plupart des drones commerciaux possèdent des capteurs permettant d'éviter un obstacle fixe. Dans le futur, afin d'assurer une plus grande sécurité, il sera nécessaire de pouvoir également s'adapter à des objets/personnes/animaux en mouvement. Une intégration sécurisée du drone dans l'espace aérien en dépend.

1.3.2.4 Electronique

Il n'y a pas d'électronique spécifique pour le drone. Les connaissances actuelles utilisées dans d'autres secteurs doivent "simplement" être adaptées au contexte du drone (taille, poids, forme, sécurité). Posé ce constat, l'électronique hybride peut amener une réelle plus-value dans la construction d'un drone. En effet, un design électronique hybride permet d'élargir le champ des possibles comparativement au design traditionnel.

Par électronique hybride, nous entendons un système ou sous-systèmes électroniques utilisant tout ou en partie les puces électroniques non emballée/non packagée/non encapsulée (en silicium le plus souvent).

Cette technique permet notamment d'épurer la structure autour de la puce et ainsi diminuer le poids de la pièce et souvent d'améliorer les performances de certains systèmes. A titre d'exemple, un spot de LED « hybrides » permet un gain en rendement d'une dizaine de pourcent, ce qui permet par exemple pour la même fonction de réduire la taille des batteries. Et quand on sait que la contrainte de masse est un enjeu majeur dans le monde du drone...

L'hybride offre en outre une protection contre la copie. Le reverse engineering est en effet rendu plus complexe qu'avec l'électronique traditionnelle.

Le prérequis est néanmoins d'intégrer l'hybride dès le début du projet. Car autant il est facile et peu coûteux de repasser sur du traditionnel autant l'inverse coûte beaucoup d'argent.

Un aspect primordial pour mener à bien des projets de développement est l'accès rapide, sécurisé et à un prix abordable à des composants électroniques. L'information n'est pas neuve et s'étend bien au-delà du monde des drones. Le constat a déjà été fait dans un projet international appelé *Prestigious*³ - dans lequel Skywin était partenaire - et a été renforcé lors de la période de confinement. En effet, ces composants sont essentiellement fabriqués en Asie. L'Europe devient donc dépendante de pays comme la Chine pour continuer à développer ses produits.

Autre aspect lié à l'électronique, les ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) ou circuit intégré spécialisé. Ils sont technologiquement très intéressants car ils regroupent sur une même puce toute une série de fonctionnalités (pression, décharge électrique, etc.). Ils permettent également de diminuer les coûts de production et d'augmenter la fiabilité. Malheureusement, ils sont compliqués à obtenir car il faut acheter des licences très coûteuses auprès d'acteurs internationaux comme Siemens. Les alternatives libres d'accès ne sont pas encore développées.

1.3.2.5 Propulsion

A l'heure actuelle, la grande majorité des drones, qu'ils soient multirotors ou à ailes fixes sont propulsés par des batteries « LiPo » (Lithium-Polymère). Elles sont de volume et de masse variables en fonction du poids du drone, de ses éventuelles charges à transporter (capteurs, caméra ou colis (à maintenir à température)), de leur demande de puissance et, évidemment, de l'autonomie du drone et de sa vitesse de vol.

Des drones à combustion fonctionnant avec des carburants fossiles se trouvent également sur le marché. Ils sont réservés essentiellement à des machines de grande taille dont la masse des batteries nécessaires rendrait incohérent les vols envisagés et/ou pour des drones nécessitant une longue durée de vol et pour lesquels les performances actuelles des batteries sont insuffisantes (énergie spécifique trop faible). Un exemple d'usage de ce type de machine est la surveillance des frontières territoriales. Ces drones devraient rapidement être capables de voler avec des SAF (*Sustainable Aviation Fuel*, c'est-à-dire du carburant « durable » développé pour l'aéronautique).

Certains drones peuvent être câblés (*tethered drones* en anglais) afin d'être alimentés en permanence par une source électrique. Il s'agit d'un câble rigide qui va relier le drone à une batterie à bord du drone. La durée d'un vol n'a donc plus de limite mais la superficie couverte est dépendante de la longueur du câble. Ce système est utilisé essentiellement pour de la surveillance (point d'entrée d'une propriété privée, rassemblement de personnes).

Il existe certains drones (de taille moyenne) avec des turbines à gaz (comme chez Flying Cam) quand le besoin de compacité et de légèreté du moteur est indispensable. Mais la consommation en carburant est élevée car la turbine à gaz est de petite taille.

Comme pour l'automobile, l'hydrogène (gazeux ou même liquide) est également étudié comme carburant. L'intérêt est multiple. Il réside dans le faible poids de l'hydrogène emporté et dans ses capacités à être utilisé dans une ou des piles à combustible (de très longs vols peuvent être envisagés). Avec du H₂ bas carbone, cette solution est aussi peu polluante, fort silencieuse et quasi exempte de vibration à bord. Des prototypes existent et démontrent leur intérêt mais un cadre légal est encore manquant pour permettre leur déploiement.

³ <https://www.prestigious-drones.eu/>

D'autres solutions sont également à l'étude comme les cellules photovoltaïques recouvrant le drone, développées et mises sur le marché grâce aux vols du Solar Impulse, ou des piles à combustible réversibles.

1.3.2.6 Charges utiles/cargo

Le transport par drone fait partie des cas d'usage futurs les plus souvent cités. Qu'il soit médical (transport de poches de sang de/vers un hôpital, de tissus ou fluides à analyser...), logistique (déplacement d'objets entre deux sites), humanitaire (approvisionnement dans des zones touchées par une catastrophe naturelle) ou récréatif (livraison de colis, repas), les drones ont la capacité de transporter une multitude de choses d'un point A à un point B.

Les critères à prendre en compte sont la taille de l'objet à déplacer, son poids et sa dangerosité (produit inflammable, chimique...). A ce titre, le transport est strictement interdit sur le sol européen dans la catégorie OPEN.

Il est permis en SPECIFIC moyennant une demande d'autorisation basée sur une analyse de risques (SORA). Dans la catégorie CERTIFIED encore à légiférer, le transport de personnes et cargo fait partie intégrante du processus.

Techniquement, plus le colis à transporter est lourd et/ou encombrant, plus le drone devra être grand et puissant. L'état de l'art actuel nous montre qu'il n'y aura pas de contrainte insurmontable pour le hardware.

L'enjeu se situe à deux autres niveaux :

- L'obtention des autorisations pour de tels vols par les autorités nationales compétentes. Il ne s'agit pas uniquement de pouvoir utiliser l'espace aérien mais également d'être en conformité avec les règles liées à l'objet transporté (AFMPS pour les médicaments et produits de santé, AFSCA pour l'alimentaire, AFCN pour le nucléaire, etc.). On peut donc imaginer l'ajout d'une couche de complexité pour les entreprises se lançant dans ce genre de business et pour les Agences fédérales dont le drone ne fait pas forcément partie de leur législation. Sans oublier les compétences ministérielles divisées qui en découlent.
- L'usage de containers adaptés aux types de transport. Le maintien de la température est primordial pour le transport médical et alimentaire. Une robustesse adaptée en cas de choc ou chute est une condition *sine qua non* pour transporter des produits dangereux. La légèreté de l'emballage restera dans tous les cas primordiale pour optimiser la taille et la puissance des drones.

A ce jour, peu d'entreprises européennes se focalisent sur ce besoin. Nous faisons l'hypothèse que cela est dû à la grande diversité des applications et à la demande encore trop faible pour ce genre de solution.

1.3.2.7 Cybersécurité

La cybersécurité est une préoccupation majeure dans le monde des drones car ces appareils sont de plus en plus connectés et utilisent des technologies de communication sans fil pour le contrôle et la transmission de données. La sécurité des drones est essentielle pour prévenir les cyberattaques qui pourraient compromettre leur fonctionnement, leur intégrité ou la confidentialité des données.

Voici quelques aspects clés de la cybersécurité dans le monde des drones :

- Authentification et accès sécurisé : il est crucial d'authentifier et d'autoriser les utilisateurs et les systèmes qui ont accès au contrôle des drones. Des mécanismes tels que l'identification à deux facteurs, les certificats numériques et les protocoles d'échange de clés sécurisés peuvent être utilisés pour renforcer l'authentification et garantir un accès sécurisé aux drones.
- Chiffrement des données : les données transmises entre le drone et les systèmes de commande ou les serveurs au sol doivent être chiffrées pour empêcher toute interception ou altération par des acteurs malveillants. L'utilisation de protocoles de chiffrement robustes permet de garantir la confidentialité et l'intégrité des données.
- Protection contre les attaques par déni de service : les drones peuvent être vulnérables aux attaques par déni de service (*Denial of Service attack* en anglais - DoS) qui visent à perturber ou à bloquer les communications ou les systèmes de contrôle. Des mécanismes de détection des attaques DoS et de protection, tels que la limitation de bande passante et les pare-feux, peuvent être mis en place pour prévenir de telles attaques.
- Sécurité des systèmes embarqués : les drones utilisent des systèmes embarqués, tels que les autopilotes et les capteurs, qui doivent être protégés contre les compromissions. Cela implique l'utilisation de techniques de développement sécurisées, la mise à jour régulière des logiciels avec les correctifs de sécurité et la vérification de l'intégrité des composants matériels et logiciels.

La surveillance constante des menaces de cybersécurité est essentielle pour détecter les activités suspectes ou les attaques en temps réel. Une réponse rapide et efficace aux incidents de cybersécurité, y compris l'isolement des drones compromis, la collecte de preuves et la récupération des systèmes, est essentielle pour minimiser les dommages potentiels.

La cybersécurité dans le monde des drones est un domaine en constante évolution, et il est important de rester à jour sur les dernières avancées technologiques et les meilleures pratiques de sécurité. Les fabricants de drones, les exploitants et les régulateurs jouent un rôle essentiel dans la mise en œuvre de mesures de sécurité robustes pour protéger les drones et les systèmes liés.

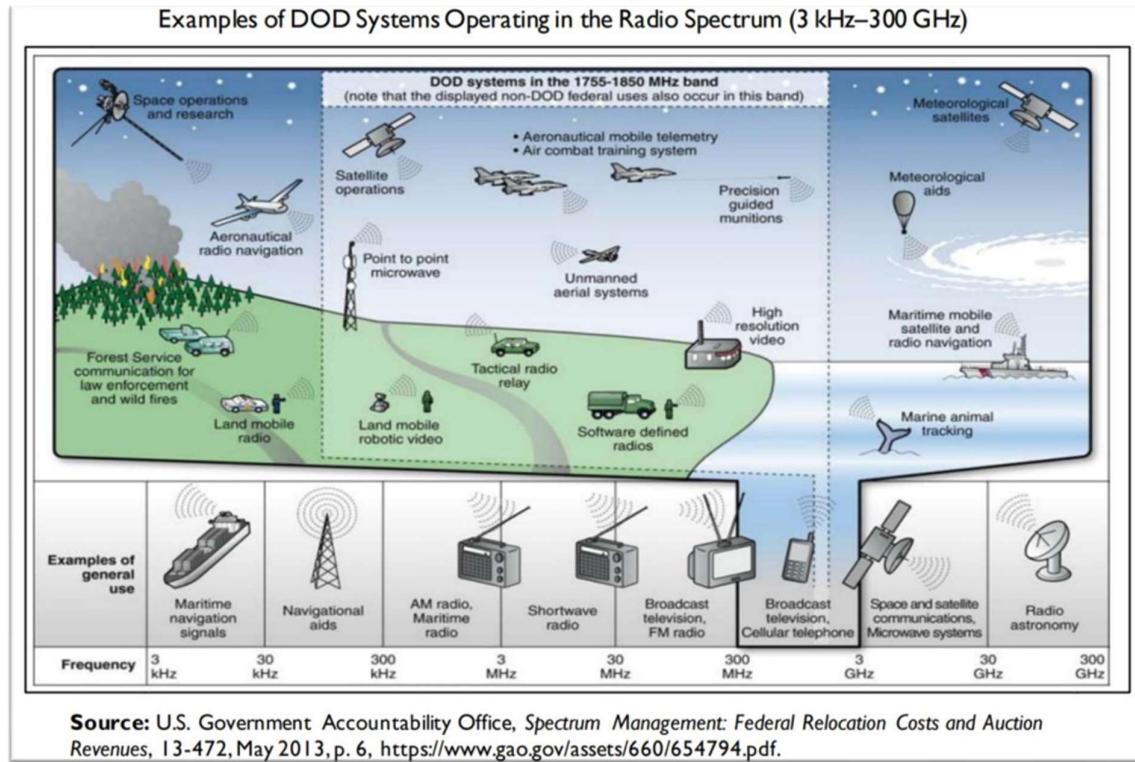
A la lecture de ces remarques, les initiatives wallonnes comme l'IIS Cyberwal⁴ ou le travail des universités (Computing Science and Engineering Department à l'UCLouvain et NaDI à l'UNamur) sont essentielles.

Après cette approche “défensive”, le sujet sera abordé par le côté “attaque” dans le chapitre dédié au “Contre-drone”.

1.3.2.8 Télécommunication

Le principe même d'un UAS suppose qu'il y ait une interaction entre un pilote au sol et un engin dans les airs grâce à une télécommande. Si la télécommunication n'est pas bonne, le drone ne pourra effectuer sa mission comme espéré. Dans la filière drone, la télécommunication est une composante importante de l'innovation. De nombreux centres de recherche et entreprises réclament un accès à d'autres fréquences pour mettre en œuvre leurs développements. Ce besoin de “nouvelles” fréquences est d'autant plus nécessaire que le spectre de fréquence radio est de plus en plus saturé comme le montre l'illustration ci-dessous.

⁴ <https://s3.wallonie.be/home/domaines-dinnovation-strategiques/dis3-modes-de-conception-et-productions-agiles-et-surs/les-iis-du-dis-3/cyberwal.html>



Les travaux nécessitant des longueurs d'onde spécifiques requièrent une autorisation de l'organe compétent en la matière en Belgique, l'IBPT (Institut Belge des services Postaux et des Télécommunications). Des dérogations sont possibles pour des périodes courtes dans un cadre défini en termes de durée et de types d'usage. Cela n'est malheureusement pas suffisant.

La communication entre le drone et l'opérateur devient et deviendra de plus en plus importante avec l'augmentation des vols BVLOS. En effet, étant donné que le pilote n'a plus sa machine à vue, ses yeux deviennent la communication entre la télécommande et le drone. Il est donc inenvisageable que cette interaction soit lacunaire ou défaillante. Les zones dites blanches (sans couverture de réseau) sont un cauchemar pour la sécurité d'un vol.

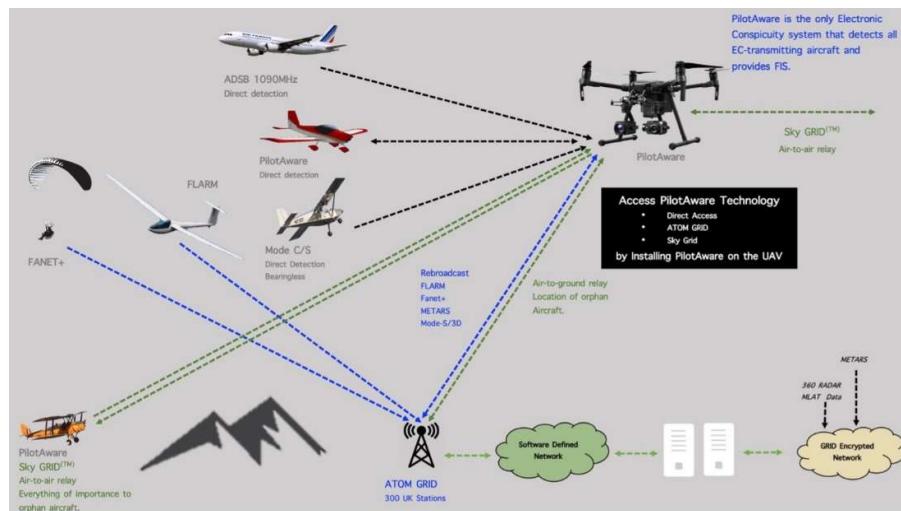
A l'heure actuelle, le satellite ("satcom") offre la meilleure solution. Mais elle reste très coûteuse et diminue les performances du drone. Au niveau des réseaux terrestres (4G, 5G et plus tard 6G), une solution est de multiplier les fournisseurs afin d'espérer une couverture globale en sélectionnant l'opérateur télécom le plus puissant à tout instant. Néanmoins, la concurrence actuelle des fournisseurs d'accès internet cache un quasi-monopole concernant les installations. Cela s'explique par les coûts gigantesques pour installer et maintenir de telles installations sur l'ensemble du territoire. L'accord récent pour la mutualisation des antennes entre Proximus et Orange n'en est qu'une illustration supplémentaire. Des alternatives doivent donc être trouvées. Cela ne doit cependant pas diminuer l'importance de la 5G et le besoin d'une accélération de son déploiement. Certains pays ont mis en place des zones de test pour les drones et la 5G (Telia en Suède, British Telecom en Angleterre ou Nokia en Finlande). Le problème est que les ondes 4G et 5G sont dirigées vers le sol et pas vers le ciel où circulent les drones. La 6G prendra ce sujet à bras le corps mais en attendant des alternatives doivent être trouvées pour proposer une "couche de communication" spécifique aux drones.

Les réflexions sur le sujet ont lieu au niveau international à travers l'initiative 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) qui est une collaboration entre différentes organisations de normalisation dans

le domaine des télécommunications mobiles. Les spécifications techniques développées par le 3GPP couvrent divers aspects des réseaux mobiles, tels que les interfaces radio, les protocoles de signalisation, les codecs audio et vidéo, la sécurité, l'interopérabilité des réseaux, etc. Ces spécifications servent de référence pour les fabricants d'équipements, les opérateurs de réseaux et les développeurs d'applications afin d'assurer une compatibilité et une interopérabilité optimales entre les différents systèmes de téléphonie mobile. La *release 17* de 3GPP s'intéresse à la communication pour/avec les drones. Il est déjà prévu que les *release 18* et *19* détailleront les fonctionnalités du futur "Aerial Mobile Network"⁵.

Dans ce domaine, les opérateurs télécom ont évidemment un rôle à jouer, voire même une nouvelle source de revenus à développer. Concrètement, un pilote de drone qui assure une prestation pour un client doit s'assurer que le vol va se passer au mieux. Cela inclut une bonne couverture réseau sur l'ensemble de la mission afin que le drone ne passe pas en mode « urgence » et cherchent à se poser en interrompant la mission. Connaitre les bornes réseau sur le parcours, leur puissance en temps réel, les éventuelles opérations de maintenance prévues a une valeur pour laquelle le pilote est prêt à payer.

Il nous semble intéressant de mentionner ici l'initiative anglaise PilotAware⁶. Ce système détecte tous les transpondeurs européens et permet à un pilote de drone de prendre connaissance de tous les engins volants dans l'espace aérien dans lequel il évolue. Crée au départ pour les aérodromes en Grande-Bretagne, il permet aujourd'hui également à tout objet volant avec ce système embarqué de devenir lui-même antenne relais.



Même si elle est capitale, la communication drone-télécommande n'est pas tout. Dans ce chapitre dédié à la communication nous devons également parler du transfert des données capturées par le drone et transmises au sol (« data link »). Si le drone est utilisé c'est pour capter des données qui pourront ensuite être traitées pour offrir une image « différente » et permettre de prendre une décision. Si l'information captée n'arrive pas ou mal, l'outil drone perd tout son intérêt.

Comme détaillé dans le chapitre suivant, la télécommunication doit également s'envisager dans l'autre sens en permettant la détection de sources radio.

⁵ <https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2022/03/Leveraging-3GPP-Cellular-Network-Mechanisms-to-support-UAS-operations-March-2022-002-1.pdf>

⁶ <https://fr.pilotaware.com/post/using-pilotaware-data-for-uav-risk-assessments>

1.3.2.9 Contre-drone

Toute nouvelle technologie amène malheureusement son lot de mauvaises utilisations, volontaires ou involontaires. Le drone n'échappe pas à la règle.

Les zones de guerre ont démontré que l'usage du drone pouvait être détourné afin de transporter des armes létales. Les prisons font également face à des "largages" de produits psychotropes, d'argent ou d'armes blanches dans les préaux.

Parfois, la volonté de nuire est absente. Par négligence ou méconnaissance, certains particuliers font voler leur drone à proximité de zones interdites car dangereuses (aéroport, zones Seveso, domaines militaires...) ou fortement fréquentées (concert, rassemblement sportif) faisant courir un risque aux participants et visiteurs en cas de défaut ou de panne. Pour citer le cas le plus emblématique, l'aéroport de Gatwick en Angleterre a interrompu ses activités en décembre 2018 pendant 33 heures à cause d'un drone repéré dans les alentours. Outre les 82.000 passagers impactés, cet arrêt a engendré un coût de 64,5 millions d'euros.

Développer des solutions "anti-drones" est donc un enjeu important socialement et économiquement. Une série d'entreprises et de centres de recherche y travaillent d'ailleurs aux quatre coins du globe.

A l'heure actuelle, les options possibles sont :

- le *jamming* ou brouillage ou *hacking* : le signal de communication entre la télécommande et le drone va être perturbé afin d'obliger le drone à retourner à son point de décollage ou à s'écraser. Un dérivé est le *spoofing* (usurpation d'identité pour prendre le contrôle de la machine).
- L'interception (dénommée "soft kill") : un drone va prendre en charge l'appareil volant non désiré. Une fois à proximité, il pourra soit le capturer à l'aide d'un filet soit le détruire (méthode dite kamikaze). Un filet peut également être tiré depuis le sol.
- La destruction à distance ("hard kill") : par le tir de munition ou l'envoi d'énergie laser (destruction électronique), l'opérateur pourra détruire le drone.

Toutes ces options ont des avantages et des inconvénients. A l'heure actuelle, aucune ne fait l'unanimité. Cela signifie qu'une série d'armées à travers le monde investissent de grosses sommes d'argent pour élaborer et tester de nouvelles solutions. A titre d'exemple, la Défense américaine a dépensé en 2022 50 millions de dollars pour contrecarrer des petits drones dont 18,73 millions pour le développement d'un nouveau système basé sur des micro-ondes super puissantes (HPM en anglais pour *High Power Microwaves*)⁷.

De plus, avant de pouvoir espérer une intervention, il faut pouvoir détecter le drone dans l'espace aérien, le suivre continuellement, déterminer s'il s'agit d'un oiseau ou d'une machine et définir si l'UAS est ami (dit coopératif, son signal est détectable et lisible) ou ennemi (dit non-coopératif). Chacune de ces étapes nécessite des technologies propres et leur intégration les unes avec les autres.

La Commission européenne a également marqué son intérêt pour le sujet et éditera prochainement 2 documents (*handbooks*) sur la question et un projet de loi "Counter-UAS Policy" devrait être voté

⁷ <https://idstch.com/threats/counter-drone-swarm-technologies-required-as-drone-swarms-being-employed-for-surveillance-and-delivering-weaponized-explosives/>

au deuxième semestre 2023. De plus, via la DG Home, un groupe d'intérêt a été créé et un programme pour tester les systèmes C-UAS a été mis sur pied (nom de code: Courageous). Enfin, des financements pour ce genre de projet peuvent être obtenus à travers l'Internal Security Fund (ISF) et le programme Horizon Europe.

Un niveau belge, l'IBPT a récemment fait une proposition au gouvernement fédéral pour autoriser le travail sur des fréquences spécifiques et le *jamming*. Cette facilité (pas encore entrée en vigueur au moment d'écrire ces lignes) est réservée, moyennant autorisation, à la Police, aux projets de l'OTAN pour la protection d'infrastructures, à l'Ecole Royale Militaire pour de la recherche et aux entreprises fabricantes de solutions pour des besoins de Recherche & Développement et de démonstration.

1.3.2.10 Certification

Avec l'entrée en vigueur de la réglementation européenne de 2021 (2019/945), tout nouveau drone qui souhaite être vendu sur le marché européen doit disposer d'une étiquette de classe de C0 à C4 dans la catégorie OPEN et C5 à C6 pour le SPECIFIC comme défini par l'EASA (voir chapitre 1.1.1). Ce processus nécessite d'opérer le drone dans "toutes les conditions de fonctionnement prévues et prévisibles" et de faire reconnaître sa conformité à la loi par :

- un contrôle interne de la fabrication (Module A);
- un "examen UE de type" réalisé par un organisme notifié (Module B);
- sur base de l'assurance complète de la qualité (Module H) où le fabricant applique un système de qualité approuvé pour la conception, la fabrication, l'inspection finale et l'essai du produit concerné.

Ce dernier point permet de se sortir de situations parfois ubuesques. A titre d'exemple, afin de diminuer le risque lors d'une opération aérienne, il est vivement conseillé d'ajouter au drone un parachute déclenchable automatiquement ou à distance. Ce parachute doit être certifié. Or, il n'existe pas d'organisme de certification de parachute en Europe... La parade fut alors de rédiger une procédure de vérification du bon fonctionnement du parachute, d'effectuer et documenter des dizaines de déploiements et d'ensuite faire certifier la procédure.

A cela s'ajoute la règle "classique" du marquage CE nécessaire pour tout produit public vendu sur le sol de l'Union européenne (règlement CE 765/2008). Cela comprend, et c'est important pour le monde du drone, l'indication du niveau de puissance acoustique.

C'est aux Etats membres de notifier à la Commission et aux autres Etats membres les organismes autorisés à effectuer des tâches d'évaluation de la conformité (article 18).

En Belgique, pour la norme acoustique (2000/14/EC), seule la société Vinçotte est habilitée.

Si une société belge souhaite faire valider un instrument de mesure, elle ne trouvera pas d'organisme certifiant sur son territoire.

Les équipements radio de leur côté peuvent être approuvés par le Laboratoire De Nayer. C'est le seul sur le territoire belge.

Et pour les drones? D'après la liste européenne Nando des organismes certifiés, c'est le néant. Il faut se tourner vers

- l'Espagne : LGAI Technological Center (le seul qui annonce travailler dans les 3 catégories), Alter Technology-TÜV NORD (uniquement catégorie OPEN);

- l'Allemagne : TÜV Rheinland LGA Products (aucune info sur leur site internet), NavCert (uniquement catégorie OPEN);
- la Hongrie : CerTrust (uniquement catégorie OPEN).

Cependant, il est très difficile de savoir sur quelle(s) base(s) ces organismes sont certifiés car l'EASA n'a, à ce jour, publié aucune règle liée à la certification. La seule base légale à laquelle se référer vient de l'OTAN et de ses accords de standardisation (STANAG) datés de mai 2019 (4670) et d'avril 2019 (4671) et liés aux requis de formation minimum pour les UAS et les exigences de navigabilité ("airworthiness").

Un rôle à jouer pour la Wallonie? Cela nécessite une zone de certification unique où peuvent se réaliser les tests, un équipement de pointe pour chaque partie à certifier (tous les équipements doivent être certifiés séparément), du personnel compétent pour faire fonctionner les équipements et rédiger les rapports de certification. Et il faut évidemment se faire reconnaître au niveau national pour être renseigné au niveau européen.

Certains acteurs wallons possèdent déjà des infrastructures mais elles sont plutôt utilisées pour tester ce qui doit l'être avant une procédure de certification. A titre d'exemple, citons la sphère pour les tests EMC (compatibilité électromagnétique) chez Multitel ou la chambre anéchoïque de Pulsaart (spin out d'AGC).

Il est à noter que la catégorie CERTIFIED n'étant pas encore définie dans la réglementation européenne actuelle, tout constructeur de ce type de drone doit s'adresser directement à l'EASA.

1.3.2.11 Services

Les services qui peuvent être proposés tout au long de la chaîne de valeur du drone sont nombreux. Dans ce chapitre, nous allons nous focaliser sur 3 aspects : l'enseignement, la maintenance et les assurances. D'autres sujets seront évoqués plus bas dans le chapitre consacré aux *business models*.

L'enseignement

Au sein des universités, de nombreuses compétences peuvent trouver de nouveaux débouchés dans le monde des UAS. Les expériences menées dans le domaine spatial (CSL), les matériaux, la thermodynamique (ATM à l'ULB, iMMC à l'UCLouvain, A&M à l'ULiège), la communication (Beams-EE à l'ULB, icteam de l'UCLouvain, inforTech à l'UMons) ou l'énergie (Energie à l'UMons) pour citer les principaux doivent nourrir le développement de nouvelles fonctionnalités pour les utilisateurs du drone.

Les outils de simulation et d'optimisation en possession des universités et centres de recherche doivent pouvoir rendre des avis à des entreprises dévelopeuses de solutions. La simulation sur ordinateur est la base nécessaire avant un test grandeur nature en milieu ouvert ou fermé.

Ce point est stratégique pour certains car la simulation (aérodynamique par exemple) va leur permettre d'avancer sur un projet sans devoir attendre que le produit fini soit analysé et validé par l'EASA. Ils vont donc pouvoir itérer beaucoup plus rapidement.

D'un autre côté, les applications sur lesquelles travaillent certains centres de recherche et universités doivent également pouvoir être pensés avec/sur un système volant. Par exemple, la gestion de la qualité de l'air (projet Grone de l'ULiège), la gestion de ressources naturelles (ILEE à l'UNamur, Earth & Life Institute et CREAT à l'UCLouvain), l'archéologie (INCAL à l'UCLouvain, PaTHs-Acanthus à l'UNamur).

CONFIDENTIEL

Concernant les compétences purement liées au pilotage d'un drone, il existe 3 écoles en Wallonie :

- Espace Drone : le précurseur au niveau wallon. Basés à l'aérodrome de Templeux, ils proposent des formations pour obtenir le certificat A1-A2-A3, le Spécific et l'acquisition de compétences techniques comme la thermographie ou la photogrammétrie.
- European Drone School a la particularité de proposer la majorité des cours en ligne. Possède un réseau d'experts international et se positionne dans plusieurs pays européens.
- L'Ecole du Drone est principalement active dans les Provinces de Liège et du Luxembourg. Les cours proposés sont similaires aux 2 autres écoles.

A côté de ces spécialistes, le WAN (Wallonie Aerotraining Network) à Gosselies propose des formations spécifiques pour le drone à des demandeurs d'emploi et à des employés souhaitant se spécialiser dans l'utilisation d'engins volants.

L'Institut d'Enseignement Technique Secondaire de Promotion Sociale du Hainaut propose une sensibilisation de 6 semaines parcourant les connaissances techniques et le télépilotage.

Enfin, la Haute Ecole Condorcet à Charleroi propose une formation certifiante de 6 mois au pilotage et à la maintenance de drone.

A côté de ces écoles, une structure comme Buildwise qui soutient les entreprises actives dans le secteur de la construction, a acquis des compétences en photogrammétrie qu'elle met à disposition de ceux qui le souhaitent dans une formation dédiée. Elle se limite néanmoins à 15 personnes et n'a lieu qu'une seule fois par an.

Il existe d'autres formations plus anecdotiques car très ciblées au sein de certaines structures. Par exemple, tout pilote souhaitant travailler pour la société wallonne Qualitics doit être formée aux usages du drone pour effectuer des missions pour Elia le gestionnaire du réseau de transport de l'électricité.

Evidemment, les profils universitaires plus généralistes comme des ingénieurs en aéronautique restent et resteront fort demandés. L'offre existe en Wallonie à l'ULiège, UCLouvain, l'ULB ou Condorcet. Le défi sera de conserver ces talents sur le sol wallon en faisant face à la grande attractivité d'autres régions comme Toulouse pour n'en citer qu'une qui ont l'aéronautique dans leur ADN.

Un retour du terrain est qu'il manque de formations applicatives à des domaines précis. Tout un chacun peut suivre une session sur la photogrammétrie mais la mise en œuvre est différente si on travaille en architecture, en archéologie ou en gestion du patrimoine. Les expertises existent mais sont cependant inconnues de l'extérieur car non promues.

La maintenance

La maintenance d'un drone est primordiale pour des raisons de sécurité évidentes. Elle permet également de s'assurer que les performances seront conformes aux spécificités de la machine. Les fabricants de drones suggèrent tous des échéances de maintenance (en jours ou en heures de vol) mais il revient à chaque pilote de la mettre en œuvre.

Sur des drones commerciaux type DJI, c'est le fabricant ou son représentant formé et délégué qui peut se charger de la maintenance. Le fabricant définit en effet des processus pour effectuer ce

travail. Il en va de même pour une réparation. Néanmoins, si une société indépendante se charge de la maintenance, elle doit supporter et assumer le travail effectué jusqu'au terme d'une période qu'elle détermine sous la forme d'une garantie. Des sociétés spécialisées comme PIM Consult (basée à Gembloux et Nivelles) proposent ce service.

Dans le cas de drones fabriqués sur mesure pour des usages spécifiques, la question de la maintenance se pose. Est-elle à charge du fabricant? Si oui, pendant combien de temps? Est-elle externalisée à une société tierce ou est-ce internalisé?

Un coup d'œil aux formations proposées par les organismes mentionnés ci-dessus nous montre que le sujet est déjà abordé. Assez sommairement (2 jours chez Espace Drone) ou de manière plus approfondie (70 périodes en Ecole de Promotion Sociale et 12 semaines au WAN avec un stage industriel de 6 semaines supplémentaires).

Ces compétences seront toujours utiles pour un pilote. Qu'il soit amateur ou professionnel, indépendant ou salarié. Néanmoins, se pose la question de l'œuf et la poule... Les demandes d'entreprises à la recherche de profils de maintenance drone sont très rares. Principalement parce que, comme évoqué plus haut, le nombre de fabricants de drone est très faible en Belgique. Ceci dit, si la demande devait arriver, avoir un panel de spécialistes formés serait un atout pour la Wallonie.

Les assurances

Le secteur des assurances se positionne timidement actuellement sur le marché du drone. Par méconnaissance et désintérêt. Pour les particuliers, l'assurance familiale semble suffire mais mieux vaut s'en assurer auprès de sa compagnie. Du côté des professionnels, le courtier belge Van Dessel s'est clairement positionné sur le sujet. Leurs confrères proposent des solutions au cas par cas.

Avec l'évolution attendue du secteur, les assureurs vont cependant être fortement sollicités. Et la question de la responsabilité va se poser comme c'est le cas pour les voitures disposant d'un pilotage automatique. Lors d'un vol autonome, qui sera responsable? Le fournisseur de service? Le fabricant du drone? Le développeur du logiciel? Le gestionnaire de l'espace aérien? Il est grand temps que les compagnies d'assurance se penchent sur la question pour ne pas créer un frein supplémentaire dans le déploiement du drone à grande échelle. Pour les aider à mesurer les risques, il serait judicieux d'intégrer au moins un assureur ou Assuralia (Union professionnelle des entreprises d'assurance et de réassurances belges et étrangères opérant sur le marché belge) dans les projets innovants impliquant le drone.

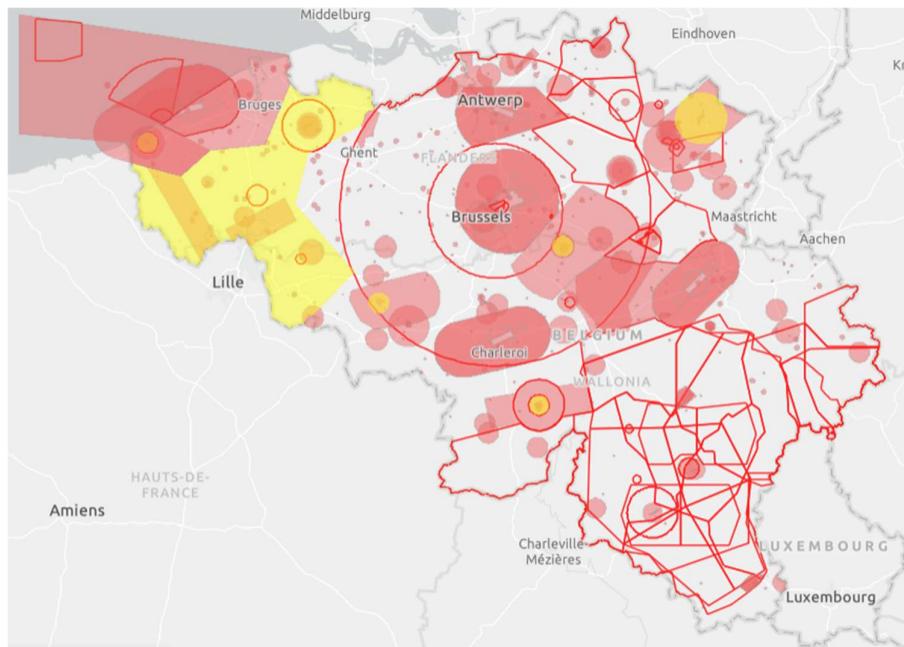
1.3.2.12 Infrastructures

Comme évoqué dans le chapitre dédié à la certification, il n'existe pas en Belgique de zone dévolue à la certification de nouvelles machines qui seraient mises sur le marché. Certains organismes comme la société Vinçotte et les centres de recherche agréés peuvent effectuer des tests en interne. Ceux-ci ne couvrent cependant qu'une toute petite partie du processus dépendant de la spécialité de chacun.

L'idée même de tester un nouveau drone en Wallonie est mise à l'épreuve, pour deux raisons:

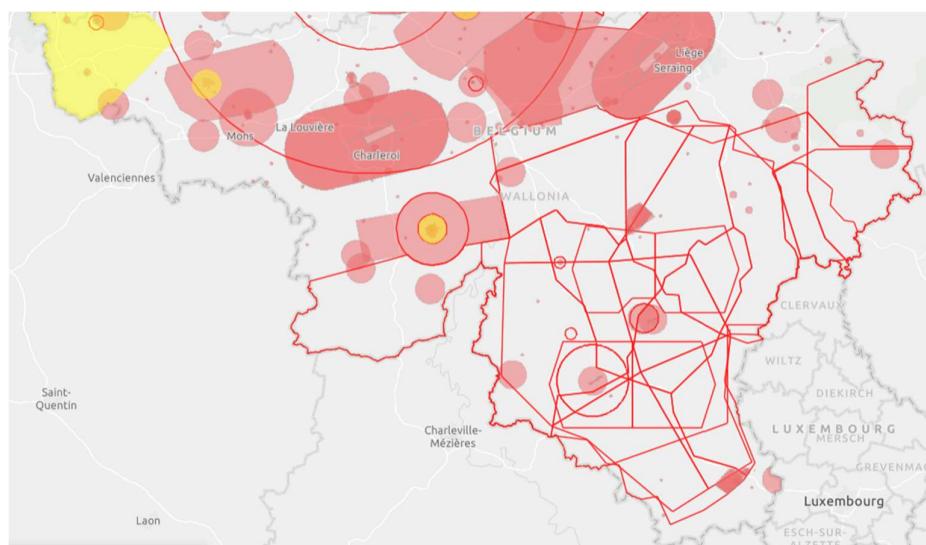
- Il est légalement interdit de faire voler un UAS qui ne serait pas certifié. Les entreprises rentrent donc dans un cercle vicieux où l'innovation est tuée dans l'œuf vu que tout nouveau développement ne pourra être testé.

- La Belgique est couverte de zones aériennes interdites temporairement (zones militaires, aérodromes...) ou en permanence pour des questions de sécurité (aéroports, sites Seveso, prisons, etc.). La carte des zones où les vols sont permis/interdits ci-dessous est assez parlante.

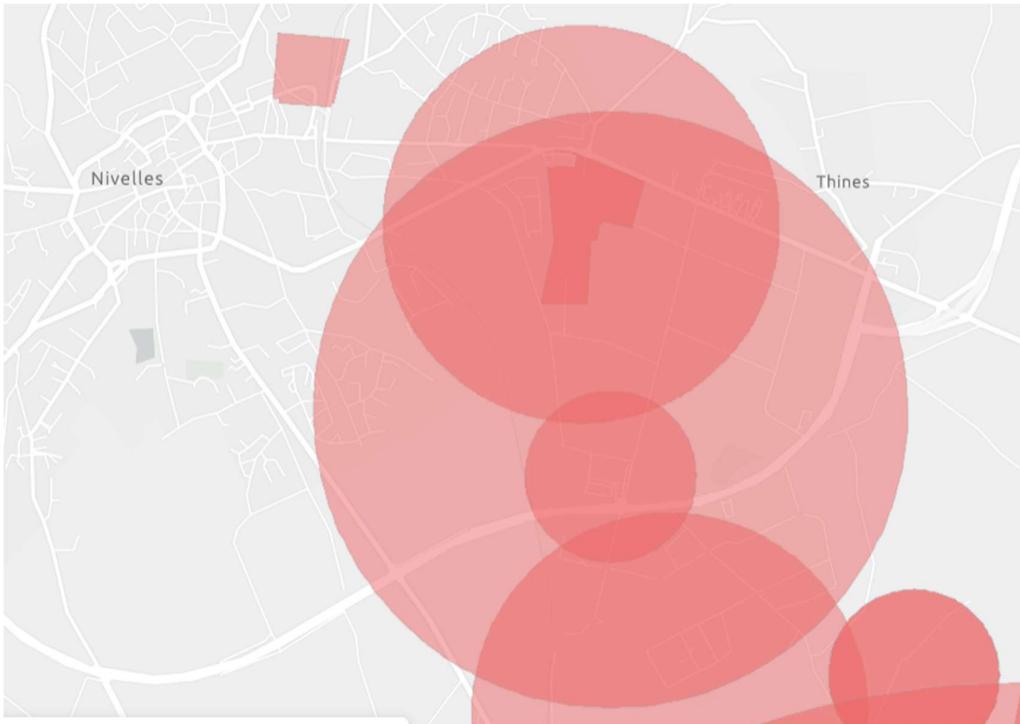


Source: <https://map.droneguide.be/>

Si nous nous focalisons sur la Wallonie (voir carte ci-dessous), entre les zones militaires principalement au sud de la Région, les aéroports militaires (Chièvres, Florennes, Beauvechain...), les aéroports civils (Charleroi, Liège et le rayonnement de Bruxelles), les aérodromes et les sites sensibles, il ne reste plus beaucoup de place pour faire voler légalement un drone.



La seule alternative en Wallonie est la zone EBR67 de 606 hectares gérée par CAP Innove asbl/ID2Move au départ du zoning sud de Nivelles.



Avant la réglementation européenne de 2021, il était possible sur simple notification à la DGTA de réaliser tout type de tests (vol de nuit, vol hors vue, épandage, transport, etc.) dans une zone autoproclamée comme la plus diversifiée d'Europe. Il y est en effet possible de survoler des zones agricoles, industrielles, militaires et urbaines en plus de voies de chemin de fer et d'une autoroute.

Depuis janvier 2021, ID2Move tout comme la quarantaine de zones de tests en Europe, est en zone grise. Le texte n'évoque en effet plus ces zones, les privant ainsi de leurs "privileges" mais ne les interdisant cependant pas non plus. Cette situation ajoute un flou aux entreprises qui développent et construisent des drones.

Les Etats membres ont la possibilité d'aller plus loin que la réglementation européenne sur le plan national. En 2022, ID2Move, en partenariat avec ses équivalents flamands, s'est adressé au Cabinet du Secrétaire d'Etat à la Digitalisation Mathieu Michel afin de déposer un projet d'arrêté permettant à nouveau aux centres de test d'accueillir des universités, centres de recherche et entreprises désireux de développer de nouvelles solutions.

Ce texte est basé sur une Circulaire ministérielle de la Ministre de l'Intérieur Annelies Verlinden réglant l'usage de drones par les services de police et de secours. Ces services d'intervention peuvent, grâce à ce texte, utiliser leurs "drones d'Etat" pour contourner les règles en vigueur.

A ce stade, le projet d'exemption pour les zones de test n'a toujours pas abouti.

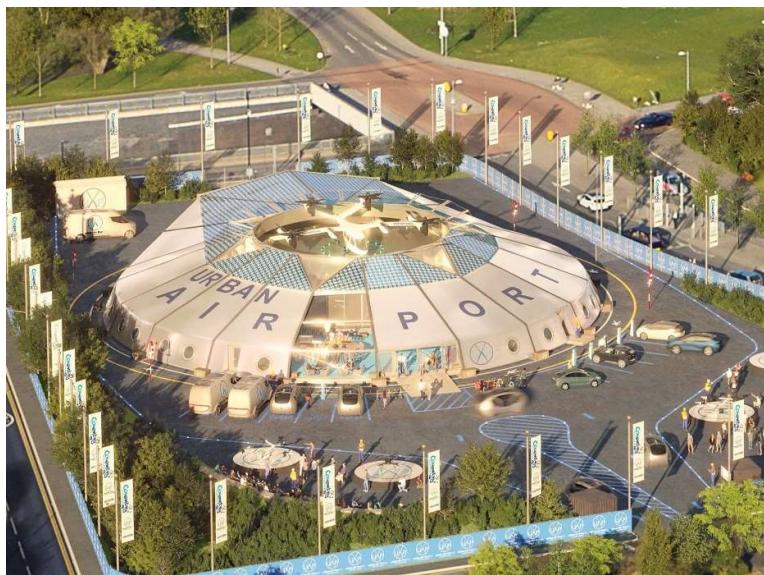
D'autres lieux pour tester des parties intégrées dans le drone ont déjà été évoqués dans le chapitre Certification. Nous pouvons ici en détailler une autre... Dans le cadre des programmes ESA Navisp, le projet CYTEF pour Cyber security Test & Evaluation Facility a été mis sur pied à Saint-Trond et à Redu par un consortium belge composé de l'Ecole Royale Militaire, Telespazio, Unifly, M3Systems, Airobot et Rhea. L'objectif est de tester la robustesse et la résilience de drones



à des attaques multiples pouvant porter sur les radiofréquences de communication, la cybersécurité ou la navigation (GNSS). Ces tests s'adaptent aussi bien aux drones commerciaux (COTS) et militaires (MOTS) qu'aux fabriqués maison. Un rapport évaluant le niveau de sécurité et les réponses aux attaques perpétrées est fourni. Ce centre a reçu de gros investissements publics belges et pourrait intégrer un réseau de centres de test.

Dans un autre registre, des structures de développement propres à une entreprise pourraient par la suite servir de plateforme de test pour d'autres. Prenons l'exemple de la société Stratos Solution basée à Namur. Ils développent un planeur d'observation de la Terre depuis la stratosphère. La machine utilisée actuellement doit permettre d'évoluer dans cette couche aux caractéristiques particulières. Nous pourrions imaginer qu'une fois les validations effectuées, l'avion puisse être mis à disposition d'autres entreprises qui souhaitent tester, par exemple, des capteurs dans la stratosphère sans devoir développer le "lanceur" adapté.

Quand on parle d'infrastructures, une tendance apparaît doucement aux quatre coins du monde et est liée aux moyens nécessaires pour assurer une logistique efficace. Le nom de code est : vertiport. Le nom vient des similitudes avec un aéroport mais pour des engins à décollage vertical. Dans les premiers modèles présentés au public (AirOne de la société anglo-autrichienne Urban Airport Limited à Coventry, Angleterre au premier semestre 2022), il s'agit d'une plateforme multimodale contenant en son centre une piste de décollage/atterrissement. On y retrouve une zone logistique de stockage pour le transport de matériel, une zone pour le transport de passagers avec portique de sécurité et zone d'attente dédiée à l'HoReCa, une partie protégée dédiée aux mouvements pour la défense et évidemment, pour gérer l'ensemble une tour de contrôle permettant de garder un œil sur la fréquentation aérienne par l'aviation "habitée" ou non.



Urban Airport Limited prétend avoir déjà vendu plusieurs infrastructures pour un budget d'environ 6 millions d'euros l'unité. L'enjeu n'est pas vraiment dans la construction d'un tel bâtiment mais dans la possibilité de faire voler des drones. On en revient donc à notre chapitre concernant la législation.

Quoi qu'il en soit, ce genre d'infrastructure possède un bel avenir car il faudra, comme c'est le cas pour des hubs maritimes, routiers ou ferroviaires, gérer intelligemment et efficacement le flux de drones et leurs usages multiples et variés.

1.3.2.13 Innovation

Comme le montre la chaîne de valeur ci-dessus, la Wallonie ne compte presque pas de fabricant de drone. L'innovation sur les structures ou hardware développée dans les départements R&D d'entreprises wallonnes dont il est question dans ce chapitre ne concerne donc qu'une poignée d'entités. Une nuance peut néanmoins être apportée. Certaines universités vont tenir compte du design de l'appareil et des matériaux utilisés dans leurs études liées à la mécanique des fluides.

Avec le drone, l'innovation « technique » peut venir de partout : nouveaux matériaux, capteurs plus précis, système de géolocalisation, progression en milieux hostiles, logiciel d'automatisation des vols, etc.

Mais l'innovation la plus intéressante en termes d'impact financier est l'innovation « commerciale ». En effet, comme détaillé plus haut, le drone permet de renforcer un métier existant. Il est donc primordial pour le futur du drone que des acteurs de terrain provenant de multiples domaines puissent se demander de quelle manière un drone pourrait amener une plus-value dans le fonctionnement de leur business. C'est de la rencontre d'un besoin de terrain et de compétences de pilotage/fabrication/intégration que naîtront les nouvelles applications. Et donc des nouveaux marchés.

Aujourd'hui, beaucoup de gestionnaires d'entreprise voient le drone comme un gadget dont il ne saurait que faire dans leurs sociétés. Très souvent ce constat vient d'une méconnaissance du potentiel du drone car trop régulièrement assimilé à des jouets ou à des appareils photo volant. De l'autre côté de la chaîne, on retrouve des pilotes de drone qui se contentent de proposer des services qui sont à l'origine de leur volonté de passer l'examen A2 (photographe, géomètre, architecte...). Sans réfléchir à ce que leurs compétences acquises peuvent ouvrir comme nouvelles portes. Et au milieu de ces 2 extrêmes, nous retrouvons des fabricants/développeurs d'éléments pouvant être intégrés sur un drone (logiciel, capteur...) mais qui se retrouvent démunis quant à la marche à suivre vers ce nouveau débouché (comment démarcher un nouveau client si je n'ai pas le drone à proposer ? Quel fabricant aller voir pour tester la faisabilité de mon idée ? Quel va être le coût (en argent et en temps) d'une telle démarche ?).

Dans ce contexte, en Belgique, l'innovation vient dès lors des universités et centres de recherche. Dans le cadre de projets de recherche, de financement de doctorat, de réponse à des appels à projet régionaux, nationaux ou européens, ils parviennent à financer des chercheurs qui prendront le temps nécessaire pour penser et mettre en œuvre une nouvelle technologie.

Mais ici aussi un croissement des compétences est essentiel. Comment faire savoir à un géologue qu'un drone avec une caméra multispectrale embarquée pourrait lui permettre des analyses de terrain plus précises ? A quel(s) problème(s) un archéologue est-il confronté et de quelle manière un drone pourrait répondre partiellement ou totalement à ce besoin ? Comment assurer au département juridique que les images aériennes demandées par les collègues de la communication respectent la législation en vigueur ?

L'Université Libre de Bruxelles a commencé à répondre à ce besoin de croisement en créant une cellule drone multi-départements appelée Panorama⁸. S'y retrouvent des machines, des pilotes et tout étudiant/chercheur/professeur souhaitant analyser/tester/mettre en œuvre une solution par drone. Le SPW a pris la même initiative dès 2018 avec le Pool Drone qui compte aujourd'hui une douzaine de Directions.

Pour se développer, ces innovations ont également besoin de zones d'expérimentation. Or, ces tests étant réalisés majoritairement en extérieur, ils rentrent obligatoirement dans le giron de la réglementation aérienne belge et européenne. Le long parcours légal à entreprendre pour obtenir une autorisation de vol a été détaillé en amont. De plus, quand il est question d'innovation, on parle de prototypes qui ne disposent d'aucune certification ou homologation. Et dans ce cas, les démarches nécessaires prennent une tournure rédhibitoire qui tuent littéralement le projet dans l'œuf.

1.3.2.14 Applications

Les applications sont multiples et peuvent se trouver dans tous les secteurs. Du primaire au tertiaire. Le drone aérien peut principalement permettre quatre choses :

- réaliser une tâche plus rapidement,
- diminuer les coûts,
- accéder à des zones difficiles d'accès pour l'être humain et donc améliorer la qualité,
- diminuer le risque d'accident pour l'humain.

Sur cette base, il semble difficile d'envisager une activité qui, à aucun moment dans la chaîne de valeur, ne pourrait bénéficier de l'apport d'un drone.

Le problème actuel réside dans la méconnaissance du potentiel du drone. En effet, pour beaucoup de responsables d'entreprise, le drone est vu soit comme un jouet soit comme de la science-fiction soit comme une arme de guerre. Le chemin intellectuel est long et sinuieux pour leur faire prendre conscience de l'impact que cela pourrait avoir sur leurs affaires.

De l'autre côté de la relation commerciale, les pilotes de drone savent rarement se vendre correctement. Ils viennent avec leur catalogue de réalisation et oublient d'écouter les besoins du client (qui n'ont aucun lien avec le drone). Or, on estime dans le milieu (sans aucune recherche scientifique liée) que 85% des applications doivent encore être développées. Et que cet input ne peut venir que des bénéficiaires.

Il est donc important de garder deux éléments en tête :

- Les médias, le politique, les organisations professionnelles doivent relayer les cas d'usage du drone afin de démontrer l'usage positif de cet outil et de rendre la société wallonne "drone-ready".
- Les entreprises de tout secteur doivent être challengées sur leurs défis actuels et futurs et confrontées au potentiel qu'amènerait un drone dans la structure.

⁸ <https://panorama.ulb.ac.be/>

Ceci étant dit, il est primordial de mesurer le rapport coût/bénéfice de l'usage d'un drone en entreprise. Il y a fort à parier que dans certains cas, le gain en productivité ne vaille pas l'investissement à consentir.

Prenons un exemple réel...

Un domaine viticole wallon est approché par un pilote de drone pour réaliser une vidéo aérienne des vignes qui pourra être utilisée sur le site internet et les réseaux sociaux du domaine. La réponse du gérant est cinglante "je n'ai pas attendu le drone pour communiquer". Relation terminée.

L'autre approche fut de demander à ce gérant d'expliquer les éléments qui l'ennuient profondément au quotidien. Les réponses sont :

- la gestion des parcelles : le domaine couvre plusieurs hectares répartis sur différentes zones,
- l'épandage : il faut passer partout y compris dans des zones difficiles d'accès,
- le suivi des maladies invisibles qui une fois détectées obligent à couper le pied de vigne (avec la perte financière que cela représente) et à traiter préventivement les plants à coups de produits phytosanitaires (coûteux et nocifs).

Quelques recherches et contacts plus tard, des solutions incluant le drone sont trouvées pour les trois problématiques sur base d'expériences menées en France, en Suisse et au Portugal. Les gains en temps et en argent annoncés laissent pantois le viticulteur et lui ouvrent de nouvelles perspectives.

Pour rester sur la pulvérisation, les démarches requises pour un agriculteur belge sont tout simplement ingérables. La réglementation sur le sujet date de 2013, une époque où le drone était réservé aux amateurs d'aéromodélisme. En plus des autorisations liées aux drones, il y a celles concernant les produits phytosanitaires. S'y ajoutent des conditions d'utilisations très strictes et l'autorisation du...Ministre compétent.

Certains pays ont pris des mesures locales pour cependant permettre la pulvérisation par drone. En France par exemple pour les domaines viticoles à très forte pentes ($>30\%$). C'est avec ce genre d'exception et de cas d'usage que la Wallonie pourra se positionner dans le peloton de tête de l'innovation par et pour le drone.

1.3.2.15 Business model

Les chapitres précédents peuvent être vus comme très techniques. Mais quoi qu'il en soit, qu'importe la solution développée, il faut trouver des clients et la vendre. Il nous semble donc intéressant d'évoquer quelques modèles d'affaires qui sont/seront utilisés dans le monde du drone...

- *Drone as a Service* (DaaS): librement inspiré du modèle bien connu des SaaS (*Software as a Service*), l'objectif est de mettre à disposition une machine volante adaptée à l'usage requis. Plus besoin d'investir dans du matériel qui serait sous-utilisé, inadapté à différentes tâches ou trop vite dépassé. En sus, ce business model comprend l'accès à des plateformes virtuelles dans le cloud où les données pourront être transférées, stockées et analysées. En 2019, Agoria estimait que le DaaS représenterait 80% du potentiel commercial du drone.⁹

⁹ https://www.proximus.be/fr/id_b_cl_belgium_drone_economy/entreprises-et-secteur-public/news/news-blog/inspiration/drone-economy-in-belgium.html

Cela semble se confirmer avec l'annonce en mai 2023 d'une collaboration sur le sujet entre Capgemini et IBM.¹⁰

- *Dry lease* (location nue) versus *Wet lease* (location avec services) : inspirés de l'aéronautique civile, les deux systèmes mettent en contact une société de leasing avec un locataire. Le premier mettra à disposition du deuxième un ou plusieurs drone(s) pour une période déterminée moyennant un coût fixe mensuel. Cela évite au locataire d'investir dans une machine souvent coûteuse et de "variabiliser" cette charge financière qui, comptablement, ne sera pas considérée comme un investissement mais comme une charge variable.

Dans un *Wet lease*, le leaser fournit à la fois l'UAS et le pilote/l'équipe opérationnelle pour effectuer une mission commandée par le locataire. Dans le cadre d'un *Dry lease*, le leaser ne fournit que le drone. Au locataire de mettre sur pied son équipe et de garder le contrôle opérationnel de ses vols.

- Certaines sociétés informatiques sans lien apparent avec le monde du drone développent des solutions basées sur le traitement de données. Il est important de rappeler ici que le drone est un outil qui va permettre de capter toute une série de données de différents types (photos, vidéos, nuages de points, températures, etc.). Toutes ces informations vont devoir être traitées et "traduites" dans un langage utilisable par le client. Celui-ci ayant besoin d'une information pertinente pour l'aider dans sa prise de décision. Des notions de cloud, big data, intelligence artificielle, data management débarquent à ce stade.

Financièrement, ce service se monétise par un abonnement et/ou un prix à l'analyse.

- Services/opérations : nous retrouvons dans cette catégorie les pilotes de drone qui offrent leurs compétences pour réaliser une prestation convenue avec le client. Ils sont majoritairement payés à la prestation même si certains peuvent négocier un contrat long terme avec des prestations en régie.
- Démantèlement/recyclage/réparation : s'insérer dans une démarche d'économie circulaire peut s'avérer profitable. Actuellement, les drones n'ont pas de filière de recyclage officielle. Des acteurs comme Drone Clinic proposent des réparations de machines endommagées, le démantèlement des drones irrécupérables et la revente/réutilisation des pièces détachées qui pourraient encore servir. Dans ce business model, les prestations de réparation sont facturées selon le travail fourni comme chez un garagiste tandis que le démantèlement se finance par la revente des pièces fonctionnelles récupérées sur des drones hors d'usage.
- Les plateformes de gestion des vols et d'intégration dans l'espace aérien (UTM pour Unmanned Traffic Management) attirent un grand nombre d'acteurs à travers le monde. Le partage sécurisé de l'espace aérien entre drones, aviation civile habitée et aviation militaire est un enjeu clé pour le futur du drone. Le besoin de telles interfaces est donc validé. Reste la mise en œuvre qui doit se faire en collaboration avec de multiples acteurs privés et institutionnels. Des sociétés belges comme SkeyDrone ou Unifly sont sur le créneau. Le service se vend par abonnement.

¹⁰ <https://www.ibm.com/blog/capgemini-and-ibm-ecosystem-strengthen-partnership-for-drone-as-a-service/>

1.3.3 SWOT

FORCES	<ul style="list-style-type: none"> - Chaine de valeur presque entièrement couverte - Nombreux acteurs réactifs - Expérience de l'aéronautique habitée et du spatial 	FAIBLESSES	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de gros donneurs d'ordres wallons - Manque de maturité relatif (sous-capitalisation et mauvaise gestion) de beaucoup d'acteurs wallons - Méconnaissance du drone et de ses acteurs - Faible réactivité de la DGTA - Complexité institutionnelle de la Belgique avec des compétences impliquant le drone partagées entre pouvoir régional et fédéral
OPPORTUNITÉS	<ul style="list-style-type: none"> - Législation aérienne (DGTA, EASA), liées aux télécommunications (IBPT) et aux zones de test (Gouvernement wallon et fédéral) plus permissive - Eclosion d'un agrégateur de compétences d'envergure - Prise de conscience de l'industrie hors drone des opportunités offertes par le drone 	MENACES	<ul style="list-style-type: none"> - Désintérêt des entreprises et du politique - Communication négative autour du drone - Absence de financement dans la filière - Cas d'usage non relevant

2. Stratégie 2030

Le drone est un outil qu'il faut pouvoir gérer dans son intégralité. Construire un drone nécessite des compétences verticales (quasiment toutes celles évoquées dans les chapitres précédents). Il est nécessaire ne pas se limiter à 2 ou 3 de ces compétences tout en restant indépendant de solutions tierces qui pourraient être contraignantes ou bloquantes au fil de l'évolution d'une entreprise.

Sur base des expériences de terrain, de la littérature et des rencontres avec des acteurs de la filière drone wallonne, nous avons regroupé les recommandations en 8 sections.

2.1 Financement

Il n'est plus à démontrer que les entreprises et les unités de recherche dans le monde du drone ont et auront besoin de financement. L'investissement privé est encore trop rare alors que les interventions publiques sont trop complexes et trop lentes. La mise en place d'un fonds d'investissement avec un comité d'experts orientés drone aussi bien technique que marché est essentiel. Le financement de projets innovants et/ou porteurs d'emploi doit pouvoir être analysé par des personnes ayant des compétences orientées drone (et pas uniquement aviation civile ou industrie).

Le dossier à rédiger par l'entreprise/l'université/le centre de recherche/le consortium doit être court et précis. Afin de garder une longueur d'avance sur la concurrence, le processus de financement doit être rapide (un mois maximum) et peut se faire par tranche en respectant des étapes à franchir pour libérer le montant suivant.

Afin de sécuriser l'argent public, il faut y ajouter une obligation d'un business model qui démontre l'intérêt du marché ou l'implication d'un utilisateur final dans le projet.

Il est également primordial de se focaliser sur des cas d'usage concrets plutôt que des projets trop orientés R&D et potentiellement sans débouché. Dans le jargon, on parle de "built to purpose".

2.2 Tests

Une fois ces projets validés sur papier, il est nécessaire de disposer de zones de test définies, libres de toute contrainte et connues des acteurs régionaux. Nous parlons ici de zones aériennes autorisées, de bancs de test (pour les vibrations, l'aérodynamisme, l'énergie dégagée, etc.) et de simulateurs.

La création d'un couloir aérien de plusieurs kilomètres est une nécessité. Celui-ci peut se trouver dans un espace dépourvu de zones aériennes contrôlées ou au contraire faire le lien entre un aéroport et un aérodrome afin de bénéficier des structures déjà en place. Il doit permettre des vols BVLOS sur de longues distances et répondre aux demandes de plus en plus fréquentes mais très difficile à mettre en œuvre d'inspections linéaires (voies de chemin de fer, lignes à haute tension, conduites de gaz...).

2.3 Accompagnement

Force est de constater que les industriels et la DGTA ne parlent pas le même langage. L'activité drone n'est qu'un petit département d'un secteur aéronautique très réglementé et procédurier. Le pragmatisme de l'industrie et la structuration de l'administration causent des frustrations et brident le développement d'innovations. La Wallonie pourrait créer une interface entre les entreprises et la DGTA. L'objectif serait double : valider la pertinence économique et technique de la demande de SORA et la "traduire" dans le langage attendu par l'Administration. Ce système a été mis en place avec succès en Suisse.

Comme détaillé tout au long du point 1.3, une somme de compétences existe en Wallonie. Bien que reconnues au niveau international, certaines peinent encore à s'imposer face à la concurrence féroce. Comme pour l'aéronautique, il est nécessaire d'avoir sur le territoire des entreprises d'une taille plus importante qui vont pouvoir jouer le rôle d'intégrateur et d'assembler pour offrir une force de vente à ces PME et à la Wallonie de manière générale. Il est question ici aussi bien de hardware (avec la fabrication de drones sur-mesure embarquant des équipements de pointe) que de software où les drones devront s'intégrer dans une multitude de solutions logicielles existantes déjà implémentées chez les clients. Des acteurs comme la S.A.B.C.A. (hardware) et Thales Belgium (software) peuvent être les étendards de la Région à condition que le drone fasse partie de leur stratégie et qu'ils puissent avoir connaissance des initiatives existantes.

La construction de drones de grande taille en fixed wing peut également permettre à certains acteurs d'importance en aéronautique de se positionner comme fournisseur. L'expérience acquise et reconnue par des sociétés comme Airbus ou Boeing doit servir pour intégrer la chaîne de valeur de la construction de gros porteurs. Si certains achats devaient se faire par les pouvoirs publics, le système de compensation négocié dans d'autres cas (F35, MQ-9B) pourrait être reproduit.

2.4 Influence nationale et européenne

Concernant la DGTA, il est essentiel que la Région et le Fédéral s'impliquent dans les groupes de travail régulatoire de l'EASA pour faire avancer par corolaire les règles nationales.

Comme évoqué dans le chapitre consacré au "contre-drone", ce sujet devient brûlant pour les institutions stratégiques (zones Seveso, prisons, zones militaires...) et la sécurité intérieure des Etats. Nous recommandons la création d'un groupe de travail "C-UAS" avec les acteurs impliqués afin d'être prêt et réactif en cas de besoin. Ce groupe de travail doit s'envisager au niveau national.

Sur le sujet de la télécommunication, la Wallonie doit accélérer le développement de la 5G sur son territoire car elle est un enjeu pour le développement de solutions innovantes.

La Région doit également mettre la pression sur l'IBPT afin que des bandes de fréquences soient disponibles pour l'insertion de nouvelles possibilités intégrant le drone.

2.5 Communication

Ce travail a permis de constater que les acteurs du monde du drone wallon ne se connaissent pas. Faut-il intensifier les rencontres par l'organisation d'événements (conférence, réseautage...) ou de visites d'entreprises ? Si oui, via quelle organisation (Skywin, Fédération belge du drone) ? Des initiatives semblables ont déjà été prises dès l'émergence du drone vers 2016 et plus récemment via

des organismes comme ID2Move. Ce dernier rencontre un certain succès dans ses organisations mais il est malheureusement encore trop difficile de faire bouger les entrepreneurs à travers la Région.

Une base de données centralisant les compétences sur notre territoire pourrait aider virtuellement à mettre les acteurs en contact à travers des appels à projets/compétences qui pourraient trouver leur bonheur dans cette base de données. Encore faut-il que quelqu'un la maintienne à jour régulièrement.

Beaucoup de sociétés orientées drone et de pilotes sont tout simplement incapables de se vendre. Trop techniques, concentrés sur ce qu'ils savent déjà faire et pas sur ce qu'ils pourraient faire ou incapables d'écouter les besoins industriels. A plusieurs égards, le parallèle peut être fait avec des chercheurs dans des laboratoires universitaires. Afin de connecter le monde de la recherche universitaire et le monde des entreprises, des TTO (*Technology Transfer Office*) ont été créés. Nous pourrions envisager de créer une équivalence pour accompagner les entreprises avant, pendant et après leurs démarches commerciales.

En parlant des universités, comme dans d'autres secteurs, la Région gagnerait à de meilleures collaborations entre universités. Aujourd'hui, nous avons l'impression que toutes les institutions se positionnent sur les sujets tendances (dont le drone fait partie) mais sans concertation. Il semble clair que les TTO se parlent mais il est interpellant de constater que, à titre d'exemple, la thermodynamique soit travaillée dans toutes les universités francophones belges.

Le drone est présent dans un plus grand nombre de structures qu'on ne pourrait l'imaginer mais il manque cruellement de visibilité. Il est parfois intégré dans des départements Innovation ou Industrie du Futur ou est utilisé comme outil mais sans aucune publicité. Cela signifie également que les entreprises et administrations qui ont développé en interne des compétences valorisables liées aux drones ne communiquent pas sur le sujet et perdent une source de revenu potentielle.

Créer une fonction de "Drone Manager" dans les administrations et structures supportées (financièrement ou pas) par la Wallonie là où cela se justifie pourrait amener cette visibilité. Ces personnes de référence pourraient alors s'échanger des bonnes pratiques, du matériel, des bénéficiaires voire mutualiser certains investissements. Le décloisonnement est important car certaines thématiques trouvent des applications dans de multiples secteurs. Certains tests ou codes informatiques sont mis en œuvre par plusieurs organismes alors que l'expérience des uns permettrait aux autres d'avancer plus rapidement.

Toujours en matière de communication mais en direction du grand public, l'acceptance sociale est un enjeu de taille pour permettre à la filière drone de se développer efficacement. Une étude non officielle récente réalisée à Nivelles sur un panel de 20 personnes de tout âge et milieu social démontrait qu'une large majorité de citoyens savent ce qu'est un drone même si les représentations diffèrent en fonction des expériences de chacun. Sont-ils pour autant prêts à en voir régulièrement voler dans leurs lieux de vie ? Non. Cependant, certaines applications semblent plus "acceptables" si elles ciblent la santé ou la sécurité. Ce n'est pas pour rien que les *use-cases* proposés mettent plutôt l'accent sur le transport médical ou la surveillance que sur la livraison de pizzas.

Le politique et les médias ont ici un rôle important à jouer. Par la mise en lumière d'initiatives positives, de cas d'usage impactant, ils vont préparer le citoyen à l'usage du drone, le rassurer sur les usages et démontrer leur pertinence.

Cette acceptance sociale n'a pas encore été réellement étudiée en Europe. Au Canada, l'École Max Bell de politiques publiques de l'Université McGill a réalisé un travail sur le sujet en 2021¹¹. L'EASA a de son côté réalisé une étude en 2021¹² qui mérite un approfondissement et une vision nationale. Il serait intéressant de proposer à un (groupe de) chercheur(s) de travailler sur le sujet.

Il existe évidemment des défis techniques en corolaire. Le bruit par exemple semble être une crainte qui pourrait mettre à mal le développement du drone en milieu résidentiel. Les causes sont multiples (moteur, charge, hélices, signaux, design, environnement...). Un organisme comme le Von Karman Institute en a fait sa spécialité. Faut-il imposer une limite sonore dans les projets financés par de l'argent public ? Peut-être en fonction des usages (zone résidentielle par exemple) mais il faut aussi tenir compte de l'aspect psychologique. En effet, s'agissant d'humains, dans ce domaine comme souvent, la dimension psychologique compte, c'est pourquoi l'on parle de psychoacoustique. Le caractère de la personne, le moment de la journée, la relation ouïe-vue sont des aspects influençant la perception acoustique.

Le drone est de plus en plus mentionné dans des cahiers des charges publics. Malheureusement, souvent avec une connaissance partielle du rédacteur. Par exemple, l'analyse d'un ouvrage d'art peut se faire à l'aide d'un drone pour déterminer sa détérioration. Néanmoins, d'autres outils sont nécessaires et plus efficaces pour venir compléter l'UAS. Le risque, s'il est requis uniquement l'usage d'un drone dans le cahier des charges, est d'écartier certains acteurs très compétents au courant que le drone ne suffira pas. Cela laissera le champ libre à des pilotes de drone avec moins de compétences techniques et un résultat qui sera inférieur au niveau espéré lors de la rédaction. Il semble dès lors important d'intégrer des gens compétents dans la rédaction des cahiers des charges. Et de former les administrations locales et régionales à ce que permet un drone, ses règles d'usage de base, etc.

2.6 Economie circulaire

Renforcer une filière de démantèlement et de recyclage des drones. Des points de collecte existants comme les Recyparc pourraient récupérer les machines dont les propriétaires souhaitent se débarrasser selon la formule mise en place avec Récupel. Ensuite, des sociétés spécialisées (il en existe une actuellement en Wallonie, Drone Clinic) pourraient :

- Reconditionner les drones qui le peuvent afin de leur donner une nouvelle vie en seconde main,
- Si ce n'est pas possible, récupérer les pièces en bon état pour les revendre ou les réutiliser par ailleurs.
- Répartir les pièces irrécupérables vers les acteurs du recyclage.

¹¹ <https://www.mcgill.ca/maxbellschool/article/articles-policy-lab-2021/strategies-improve-social-acceptability-drones>

¹² <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-results-first-eu-study-citizens-acceptance-urban>

2.7 Drone show

Le sujet peut sembler plus léger et moins stratégique mais il pourrait être d'une grande influence sur le développement de la filière drone en Wallonie. Les *drone light show* sont de plus en plus populaires et remplacent les feux d'artifice lors de célébrations. Concrètement, une flotte de petits drones lumineux (le record au moment d'écrire ces lignes est de 5184 drones coordonnés) sont programmés pour effectuer une chorégraphie dans les airs afin de proposer une scénographie bluffante aux spectateurs au sol. Le spectacle proposé pour la St-Patrick à Dublin en 2021 est emblématique du potentiel de ce genre de divertissement¹³. Une opportunité pour la Wallonie serait d'organiser un "drone light show challenge", une compétition où s'affronteraient les meilleures entreprises mondiales proposant ce genre d'événement. Les retombées seraient multiples : tourisme, HoReCa, divertissement pour les citoyens et visibilité mondiale pour la Région. Les retombées indirectes permettraient également de préparer le citoyen à la présence de drone à travers une activité vue positivement.

2.8 Applications

Comme cela a été explicité dans la partie dédiée aux applications, il est difficile de prévoir quels usages seront plébiscités dans les prochaines années. Ces nouvelles manières d'utiliser le drone dépendront des rencontres entre les prestataires et les industriels et de l'ouverture des règles européennes et nationales.

Ceci étant dit, nous pouvons tout de même dégager quelques pistes générales :

- Drone articulé : à ce jour, le drone permet d'inspecter des zones, de repérer des défauts (fissure, corrosion...) mais pas de les réparer. Or, certains de ces problèmes pourraient être facilement réparés par un UAS muni de bras articulés. Colmater une brèche avec précision pourra se faire grâce à la gestion à distance des bras articulés par un opérateur (comme cela se réalise déjà en médecine) ou sera automatisé grâce à l'intelligence artificielle embarquée.
- Les "gros porteurs" sont un enjeu intéressant pour les années à venir. L'ouverture de la catégorie "Certified" va permettre le transport de personnes et de matières lourdes. La grande majorité des drones actuellement sur le marché se contente de transporter des petites charges (moins de 5kg). Des trajets longues distances nécessitant un grand nombre de batteries ou de carburant, des zones de travail très étendues (épandage, analyse de mouvements, surveillance...), le transport cargo, la présence de plusieurs capteurs lourds et volumineux ne sont que des exemples démontrant l'intérêt pour des drones de grande taille.

La croissance de ce segment s'est établi aujourd'hui dans les pays d'Asie et du Moyen Orient où les règles aériennes sont plus permissives mais elle s'annonce exponentielle avec la diminution à venir des limites légales en Europe et en Amérique du Nord. Evidemment, il ne suffira pas de construire ce drone. Il devra proposer une prise en main simple et rapide, une facilité de maintenance et à un coût d'acquisition et d'utilisation acceptable. De plus, il devra être certifié auprès de l'EASA. Ce domaine représente une opportunité réelle de diversification pour certains acteurs structurels de l'aéronautique wallonne.

- Vol en essaim : aujourd'hui, un pilote égal un drone. Dans les prochaines années, un pilote ou un software pourra gérer plusieurs machines simultanément. Ces essaims de drones ont de l'intérêt pour, par exemple, surveiller de grandes surfaces continuellement. En cas de

¹³ <https://www.youtube.com/watch?v=-7g-ZvfVVjk>

nuage nocif, une flotte de drones équipés de capteurs capables de détecter le(s) produit(s) toxique(s) pourrait “encadrer” le nuage et permettre de suivre visuellement son déplacement. Le département Iridia de l’ULB travaille sur le sujet.

Faire voler un essaim de drones supposent une bonne interaction entre eux. Ils doivent être paramétrés pour agir de concert et réagir correctement en cas de mouvement non prévu d’un membre de la flotte ou de l’intervention non prévue d’un élément externe (humain, animal, drone externe). Les caméras de *motion capture* présentes chez ID2Move permettent ce genre d’analyse.

- Maintenance : comme détaillé dans le chapitre y consacré, la demande de maintenance risque d’augmenter avec la croissance du marché du drone. Le business model sera à construire en fonction de la charge de la responsabilité.
- *Morphing*: ce terme anglais désigne la capacité d’un drone de changer la configuration de ses ailes pour, par exemple, s’adapter au vent ou réaliser une inspection de manière sécurisée. Si la tendance va vers des drones multifonctions, le *morphing* sera un élément déterminant pour offrir au drone une grande adaptabilité aux terrains et aux missions à effectuer.

3. Stratégie 2040

L'objectif de ce document n'est pas d'estimer un potentiel de chiffre d'affaires réalisé dans le secteur du drone ou les emplois qui y seront créés. Beaucoup s'y essaient depuis 2014 avec une exactitude à postériori très faible liée à des suppositions dans un monde versatile et balbutiant.

Essayons donc plutôt de donner des pistes de réflexion sur ce que sera le drone après 2030.

Pour commencer, concernant la thématique contre-drone, la Commission européenne prévoit de faire un état des lieux des initiatives prises sur le territoire à partir de 2027 pour une mise en œuvre en 2030. Les conclusions qui en seront tirées pourraient influencer la stratégie 2030-2040.

Ensuite, le transport de personnes et le transport cargo évoqués dans la stratégie 2030 seront renforcés. A ce titre, les impacts seront :

- L'implantation de vertiports à différents endroits stratégiques sur le territoire afin de créer un maillage renforçant la réputation de nœud logistique de la Wallonie.
- Le développement de drones hypersoniques afin d'accélérer encore le transport de personnes et d'objets entre 2 points pouvant être très éloignés.

L'observation de la Terre, pour être efficace, précise et réactive doit être multicouche. On remarque aujourd'hui que le drone vient compléter le satellite. Comme évoqué dans le chapitre sur les capteurs, les deux systèmes se renforcent en termes de précision/vue très large ou de météo. Entre ces deux niveaux, la stratosphère et les HAPS pourraient être la pièce manquante du puzzle. Y placer des capteurs permettrait en effet de faire le lien entre satellites et drones pour l'observation de la Terre et la télécommunication. Couplé à de l'intelligence artificielle, la détection par un satellite d'un feu de forêt par exemple pourrait automatiquement déclencher une analyse plus fine d'un drone stratosphérique sans attendre que le premier fasse le tour du globe. Et dans la même idée, l'engin dans la stratosphère pourrait ensuite déclencher l'action d'un drone pour obtenir une plus grande précision et des images des zones de départ de feu.

A ce jour, il est encore difficile de savoir comment pourront évoluer les capteurs et leurs supports volants dans la stratosphère. Mais les compétences wallonnes sur le sujet pourraient permettre de développer des solutions adéquates et d'en faire un eldorado financier et technologique.

D'autant plus qu'à l'heure actuelle la stratosphère est libre de tout mouvement aérien. Ce qui simplifie la réflexion sur l'intégration dans l'espace aérien qui pénalise le drone de nos jours. Cela nécessitera évidemment une législation propre (collaboration EASA-ESA?) et prendra donc du temps.

Enfin, la biodiversité est en souffrance en 2023 et le sera malheureusement encore après 2030. Le drone pourra amener une réponse partielle, par exemple, à la diminution de la population d'abeilles en servant de pollinisateur pour les plantes grâce à des micro-drones.

4. Points d'attention

- Avant de conclure cette roadmap consacrée aux drones, un point mérite l'attention du lecteur. La guerre en Ukraine a démontré que des UAV commerciaux inoffensifs pouvaient devenir des armes létales dans un conflit armé. Sur le marché international, cela pousse certains Etats à vérifier plus intensivement la nature et la destination du drone ou de ses éléments qui seront importés et/ou exportés. Nous voyons déjà arriver le besoin pour un fabricant de se mettre en conformité avec les licences d'exportation nécessaires pour la vente d'armes. Même si cette démarche se justifie pour éviter que des engins potentiellement dangereux se retrouvent dans de mauvaises mains, cela peut aussi fortement ralentir l'expansion internationale de sociétés wallonnes voire l'annihiler si la PME n'a pas les moyens humains et/ou financiers pour s'engager dans une telle démarche à l'issue incertaine.
- Le Pôle de compétitivité Skywin a réalisé 3 autres roadmaps sur les sujets Aéronautique, Spatial et Défense. Des liens avec le drone et les sujets évoqués dans ce document sont évidents. L'objectif de cette roadmap drone n'étant pas de tisser des liens avec les autres domaines, le lecteur sera libre de s'y référer pour approfondir les sujets souhaités.
- Le cas particulier des drones marins a également été volontairement délaissé dans ce travail. Même si une partie de la chaîne de valeur peut s'avérer identique, les cas d'usage sont très différents et s'éloignent du champ d'action de Skywin.
- Enfin, le monde du drone est en évolution constante. Chaque jour amène son lot d'innovations et d'évolutions. De ce fait, cette roadmap aurait intérêt à être mise à jour régulièrement.

5. Conclusion

Ce document démontre le potentiel commercial du drone et la richesse des acteurs wallons dans la chaîne de valeur. Son avènement semble inéluctable même si le parcours est semé d'embûches. Beaucoup de décisions importantes pour l'évolution future de ce marché sont et seront prises au niveau européen mais la Wallonie a un rôle à jouer en étant partie prenante dans le processus et en mettant en place des exceptions régionales et des sources de financement de cas d'usage concrets. Ces opportunités ne manqueront pas d'attirer des sociétés étrangères sur le sol wallon. Et avec elles des retombées financières, technologiques et sociétales porteuses d'emplois et de revenus.

Le défi est de taille mais la Wallonie, par des actions précises et ciblées peut devenir un acteur majeur dans le monde du drone.

Sources

- Résilience des drones - Capacité à dépasser les aléas en sécurité, Henry DE PLINVAL
- RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2019/945 DE LA COMMISSION du 12 mars 2019 relatif aux systèmes d'aéronefs sans équipage à bord et aux exploitants, issus de pays tiers, de systèmes d'aéronefs sans équipage à bord.
- <https://www.fortunebusinessinsights.com/commercial-drone-market-102171>
- COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS 'A Drone Strategy 2.0 for a Smart and Sustainable Unmanned Aircraft Eco-System in Europe' {SWD(2022) 366 final}
- Report of the Drone Leader's Group in support of the preparation of "A Drone Strategy 2.0 for a Smart and Sustainable Unmanned Aircraft Eco-System in Europe", 26 avril 2022
- <https://droneii.com/drone-industry-whitepapers>