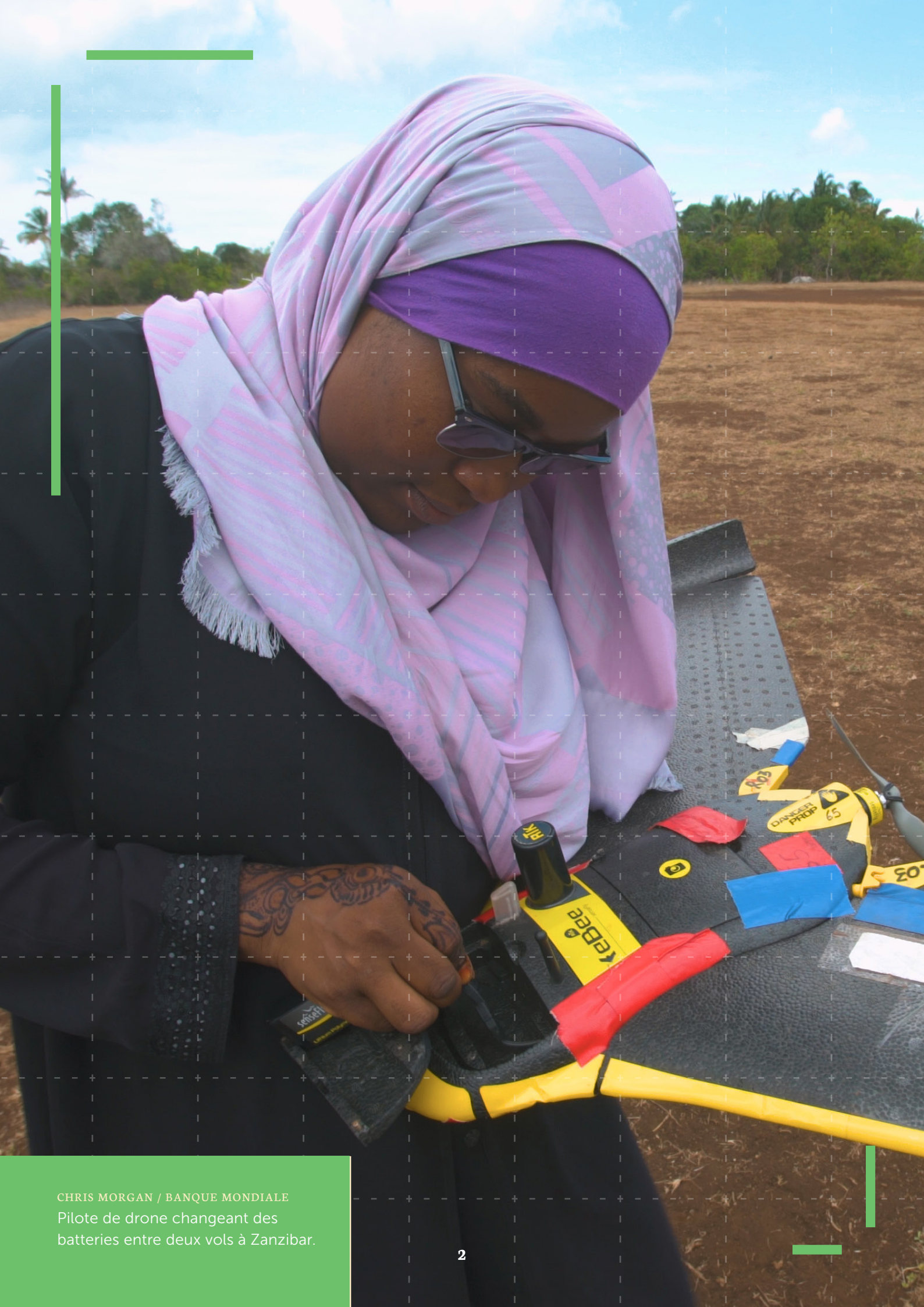
WORLD BANK GROUP | Korea Green Growth Partnership

NOTE D'ORIENTATION :

Gérer les risques des opérations aériennes sans pilotes dans les projets de développement

TECHNOLOGIE DES SYSTÈMES AÉRIENS SANS PILOTES



CHRIS MORGAN / BANQUE MONDIALE

Pilote de drone changeant des batteries entre deux vols à Zanzibar.

La présente publication a été préparée par le personnel et les consultants de la Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque Mondiale. Les résultats, interprétations et conclusions présentés dans ce document ne reflètent pas nécessairement les points de vue des directeurs exécutifs de la Banque Mondiale ou des gouvernements qu'ils représentent. La Banque mondiale ne garantit pas la précision des données qui se trouvent dans le présent document.

La présente note établie par la Banque mondiale est disponible sous la licence Creative Commons-attribution 3.0 non transposée (CC BY 3.0).

Cette note d'orientation est un document évolutif qui peut être modifié sans préavis.

COUVERTURE: MARK ILIFFE

Préparation pour le lancement dans une cour d'école.

TABLE DES MATIÈRES

1. Remerciements 11

2. Introduction 13

3. Utilisation de la technologie UA du WBG 17

4. Cadre réglementaire 21

4.1 Réglementation actuelle sur les aéronefs sans pilote 21

4.2 Passage à une approche de sécurité basée sur les risques 22

4.3 Réglementation future des aéronefs sans équipage 26

5. WBG: Risques et considérations opérationnels potentiels 29

5.1 Risques opérationnels 29

5.2 Progrès de la technologie et atténuation des risques 29

5.3 Autres considérations 31

5.3.1 Perception du public 31

5.3.2 Considérations sociales/environnementales 32

5.3.3Protection des données 35

5.3.4 Cyber sécurité 36

5.3.5 Considérations sur le risque de réputation 38

6. Gestion des risques 39

6.1 Identification des dangers 39

6.2 Calcul du risque 40

6.3 Gestion des risques 41

6.3.1 Limites géographiques 41

TABLE DES MATIÈRES

6.3.2 Systèmes de gestion du trafic UAS (UTM) 42
6.3.3 Prévention des collisions, autonomie et fonctionnement de BVLOS 43
6.3.4 Problèmes de qualité de la communication, de fréquence et de spectre 44
6.3.5 Visibilité, marquage physique et enregistrement 45
6.3.6 Frangibilité 45
7. Recommandations pour les opérations du WBG 47
7.1 Introduction 47
7.2 Considérations pour les opérateurs UA 49
7.2.1 Réglementations 49
7.2.2 Normes opérationnelles 49
7.2.3 Normes de qualité (ISO 9001:0215) 50
7.2.4 Système de gestion de la sécurité (SGS) 50
7.2.5 Assurance 50
7.2.6 Manuel d'exploitation 51
7.2.7 Personnel 52
7.2.8 Formation 52
7.2.9 Sélection de la plate-forme UAS 52
7.2.10 Processus de maintenance des UAS 54
7.2.11 Gestion des batteries 54
7.2.12 Spectre 56
7.3 Actions avant le vol 57
7.3.1 Évaluation des risques liés aux opérations spécifiques 57

TABLE DES MATIÈRES

7.3.2 Plan de travail 59
7.3.3 Évaluation des risques spécifiques à un vol 59
7.3.4 Listes de contrôle 60
7.3.5 Directives pré-vol 60
7.3.6 Taille et composition de l'équipe de vol 60
7.4 Actions en vol 61
7.4.1 Début des opérations aériennes 61
7.4.2 Décollage et atterrissage 61
7.4.3 Profils typiques du décollage et de l'atterrissage des UA 61
7.4.4 Communications 62
7.5 Début des opérations aériennes 62
7.6 Décollage et atterrissage 62
7.7 Profils typiques du décollage et de l'atterrissage des UA 63
7.8 Opérations de ligne de mire visuelle et ligne de mire étendue 63
7.8.1 Opérations hors de la ligne de mire 63
7.8.2 Profils d'échec 63
8. Conclusion 65
Annexe A : Glossaire et définitions 67
Annexe B : Citations et références aux ressources clés 69
Annexe C : Formulaire de liste de contrôle opérationnel d'UAS du WBG 73

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Le vol de drone sensefly eBee.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACAS	Système anti-collision embarqué
ADS-B	Surveillance dépendante en mode diffusion
AGL	Au-dessus du sol
ALARP	Niveau le plus bas pouvant être atteint
ARIES	Autorité/réglementation/assurance/environnement/sécurité
ATC	Contrôle du trafic aérien
ATM	Gestion du trafic aérien
ATZ	Zone de trafic d'aérodrome
BVLOS	Au-delà du champ de vision
C2	Commande/contrôle
CC BY 3.0	Créative commande attribution by 3.0
CCTV	Télévision en circuit fermé
CTR	Zone de contrôle
EASA	Agence européenne de sécurité aérienne
ERSG	Groupe de pilotage européen sur les RPAS
ESF	Environnement et cadre social
É.-U.	Dollar des États-Unis
EUROCAE	Organisation européenne des équipements de l'aviation
EVLOS	Ligne de vision étendue
FAA	Autorité fédérale de l'aviation
FPV	Vue à la première personne
FW	Aile fixe
GPS	Système de positionnement mondial (gps)
ICAO	Organisation de l'aviation civile international
IFR	Règle de vol aux instruments
ISO	Organisation Internationale de normalisation
ITAR	Règlement sur le trafic international de normalisation
JARUS	Autorité commune pour la réglementation des systèmes sans équipage
NAA	Autorité nationale de l'aviation

LISTE DES ABRÉVIATIONS

NASA	Administration nationale de l'espace et de l'aéronautique
OEM	Fabricant d'équipement d'origine
PIA	Évaluation de l'impact sur la vie privée
QE	Entité qualifiée
RA	Évaluation des risques
RFID	Identification radiofréquence
RLP	Connaissances exigées des pilotes de systèmes d'aéronefs télépilotés
RP	Pilote à distance
RPAS	Systèmes d'aéronefs pilotés à distance
RPS	Station de pilotage à distance
RTCA	Commission technique de la radio pour l'aéronautique, Inc.
RW	Aile tournante
SAA/DAA	Sentir et éviter/détecter et éviter
SARPs	Normes SARP et pratiques recommandées
SMS	Système de gestion de la sécurité
SORA	Évaluation du risque d'exploitation spécifique à SORA
SWaP	Taille, poids et consommation d'énergie
TCAS	Système d'alerte routière et de prévention des collisions
TLS	Niveaux de sécurité relatifs à TLS
TOL	Décollage et atterrissage
UA	Avions sans pilotes
UAS	Systèmes d'avions sans pilotes
UASSG	Groupe d'études des systèmes d'avions sans pilotes
UAV	Véhicules aériens sans pilotes
UK CAA	Autorité de l'aviation civile du Royaume-Uni
US	États-Unis
UTM	Gestion du trafic du système des UA
VLOS	Ligne de vue visuelle ou Ligne de mire visuelle
VTOL	Décollage et atterrissage verticaux
WBG	Groupe de la Banque mondiale

CHRIS MORGAN / BANQUE MONDIALE
Compilation d'images dans le laboratoire de drones, State University of Zanzibar.

1. REMERCIEMENTS

La présente note d'orientation a été préparée par une équipe de la Banque mondiale dirigée par Edward Anderson, spécialiste principal de la gestion des risques de catastrophes, et était composée de Craig Lippett, David Guerin, Joseph Muhlhausen, Roza Vasileva et Elisabeth Veit.

L'équipe est reconnaissante à Uwe Deichmann, Andreas Seiter, Christopher de Serio, Christina Engh, Charles Schlumberger, Keith Bell, Aldo Giovannitti, Elena Kvochko, Trevor Monroe, Keith Garrett et Kathrine Kelm, qui ont effectué l'examen par les pairs et fourni des informations techniques inestimables, un examen critique et des conseils.

L'équipe remercie Marianne Fay et Margot Brown qui ont présidé la réunion d'examen par les pairs et Boutheina Guermazi, responsable de la pratique des technologies de l'information et des communications, pour leur soutien.

Nous remercions également le Fonds de la Croissance Vert Coréen (Korea Green Growth Trust) pour sa contribution financière, qui a permis la réalisation de cette recherche.

Le rapport est publié en versions anglaise et française. La version originale, Guidance note: managing the risks of unmanned aircraft operations in development projects, a été publié en 2017. La version anglaise est accessible au http://documents.worldbank.org/curated/en/895861507912703096/Guidance-note-managing-the-risks-of-unmanned-aircraft-operations-in-development-projects.

La version anglaise du rapport a été édité par Linda Klinger. La version française a été traduit par Yasmeen Mc Gettrick et édité par Yves Barthelemy et le Global Corporate Solutions Translation and Interpretation Unit (GCSTI). Les deux versions ont été illustré par la compagnie Dev Design.

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Pilote stagiaire pratiquant à utiliser un DJI Phantom.

2. INTRODUCTION

A l'origine militaire et destinée à des applications de sécurité, l'utilisation de la technologie des avions sans pilotes (UA ou drones) est en train de transformer l'activité commerciale et humanitaire. Son évolution a commencé il y a plusieurs décennies, mais elle était limitée par la technologie de l'époque. Ces dernières années, les progrès dans ce domaine ont facilité une expansion de plus en plus rapide de cette technologie dans les organisations commerciales et gouvernementales qui cherchent à élargir et améliorer leurs services, en les rendant plus propres et plus rentables par rapport aux méthodes plus conventionnelles de collecte de données.

Le rythme lent des changements réglementaires au niveau national, régional et mondial limite actuellement l'activité des UA, qui doit être intégrée de façon transparente dans les systèmes de trafic aérien existant, de sorte qu'une prolifération des UA ne compromette pas les niveaux de sécurité aérienne. Un autre aspect essentiel est la sécurité des biens, des personnes, et des infrastructures sur le terrain et comment ceux-ci peuvent être affectés par les opérations des UA qui n'ont pas toujours les niveaux de fiabilité des aéronefs avec pilote. Enfin, il est aussi nécessaire de respecter la vie privée et protéger les données personnelles, tout en tenant compte de l'impact environnemental de ces technologies.

Tous ces facteurs sont importants pour les utilisateurs, qu'ils aient l'intention d'utiliser les services des UA ou d'exploiter elles-mêmes les UA pour leur activité. Dans les deux cas, il est essentiel de comprendre les risques commerciaux et opérationnels découlant de l'utilisation de cette technologie et de s'assurer que les mesures de réduction des risques sont effectivement mises en place. Comprendre les risques aidera à sélectionner les plate-forme les plus fiables pour permettre une exploitation en toute sécurité. Plus l'activité est vaste et diversifiée, plus les opérations sont proches de zones peuplées, dans un espace aérien plus encombré ou à proximité d'infrastructures terrestres sensibles, plus il faudra veiller à l'application d'une

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Equipe de drone de Zanzibar examinant le statut du vol.

gouvernance efficace et au respect des normes de fonctionnement et de sécurité.

Ces considérations valent d'autant plus lorsqu'elles s'appliquent à une grande organisation qui conduit plusieurs opérations simultanées, auprès de différents organismes de réglementation et différents secteurs de l'industrie au niveau mondial.

Le présent document d'orientation fournit un aperçu de l'émergence rapide et récente ainsi que des utilisations possibles des UA. Il met en avant les risques potentiels

Il n'existe pas de terme universel qui fasse référence à un avion sans pilotes (UA). D'autres termes sont employés tels que véhicules aériens sans pilotes (UAV) ; systèmes d'avions sans pilotes (UAS) ; systèmes d'aéronefs pilotés (RPAS) à distance ; et drone – terme utilisé principalement par les médias. Ce document d'orientation utilisera UA à moins que le contexte n'exige un terme différent. Si cela s'avère nécessaire, le système complet (pilote à distance, système de commande au sol et liaisons de contrôle/communication) sera désigné par le terme UAS. Dans ce cas-là, UA fait référence à la partie volante.

> Il est estimé que la taille du marché commercial mondial des drones était de 552 millions de dollars É.-U. en 2014 et devrait croître à un taux de 16,9 % durant la période de prévision (2014-2022)[1]

et les considérations opérationnelles et réglementaires devant être prises en compte lors de la planification et de l'exécution des opérations UA. Le document fournit également des recommandations sur la façon d'appliquer la technologie UA aux opérations et activités relatives aux clients du Groupe de la Banque mondiale (WBG). Le coût des vols UA étant complexe à calculer, il ne rentre pas dans le champ d'application du présent document d'orientation.

En complément: Annexe C – GBMUAS. La liste de contrôle opérationnel dans le présent document fournit un cadre de planification opérationnelle à appliquer par les opérateurs des UAS avant chaque vol. Il fournit au planificateur une série de questions opérationnelles, d'autorisation, de réglementation, d'assurance, d'environnement et de sécurité auxquelles il faut répondre avant qu'un vol soit effectué.

Il fournit également des pistes pour développer davantage d'applications humanitaires, une revue des études de cas d'utilisation sur le terrain et un aperçu des éléments essentiels du système UA.

Nous espérons que ce document d'orientation fournis une bonne base de discussion sur les UA dans les opérations du Groupe de la Banque mondiale. Des travaux ultérieurs portant sur des sujets comme la politique des données, l'analyse différentielle des coûts, et les manuels opérationnels de l'équipe spéciale, entre autres, seraient les bienvenus, et fourniraient un complément indispensable permettant au WBG d'explorer le plein potentiel de cette technologie émergeante pour la réalisation de objectifs stratégiques du groupe.

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Camera ajustée à un eBee UA.

3. UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE UA DU WBG

Au cours de la dernière décennie, le marché mondial des UA s'est développé de manière exponentielle pour les besoins des opérations commerciales civiles dans plusieurs secteurs de l'industrie. Cette croissance est due à l'accélération de la technologie UA, de telle sorte que les objectifs qui étaient hors d'atteinte il y a seulement trois ou quatre ans sont à présent atteignables.

Les champs d'application possible est très vaste mais jusqu'à présent, bien que des utilisations plus sophistiquées soient lancées, les applications ont été principalement axées sur la prise de vue aérienne pour les activités de suivi, d'inspection et de sécurité. Ces applications sont généralement classées selon les catégories suivantes :

« Surveillance aérienne ou couverture aérienne » et « Autres utilisations » qui incluent :

- La livraison (fournitures médicales, courrier, provisions alimentaires)
- Le transport (y compris de passagers)
- La recherche et le sauvetage ou l'intervention en cas de catastrophe
- La météorologie (capteurs météorologiques aéroportés)
- Détection radiologique
- La détection atmosphérique
- Le suivi environnemental
- L'agriculture (collecte de données et pulvérisation de pesticides)
- La fourniture d'Internet (via un réseau constant aéroporté d'UA)
- La lutte contre les incendies (incendies urbains et de forêts)

Les marchés émergents intéressés par l'utilisation de ces technologies comprennent les services d'urgence, l'agriculture, la sécurité, la collecte de données et d'activités d'inspection des infrastructures dans les domaines de la construction, des services publics, de l'énergie, des assurances et des énergies renouvelables.

Les UA offrent un nouveau moyen d'effectuer des tâches qui auparavant

nécessitaient l'utilisation d'avions conventionnels et/ou qui comportaient un travail pénible ou dangereux pour les opérateurs. Les applications dans les domaines humanitaires et de la conservation de la nature se sont également multipliées : les champs d'application futurs seront en effet liés à la nécessité de gérer mieux les ressources naturelles, le développement humain et urbain, les catastrophes etc ... Comme l'industrie change de voie pour l'utilisation de la technologie UA, elle doit s'adapter aux nouveaux défis et risques opérationnels.

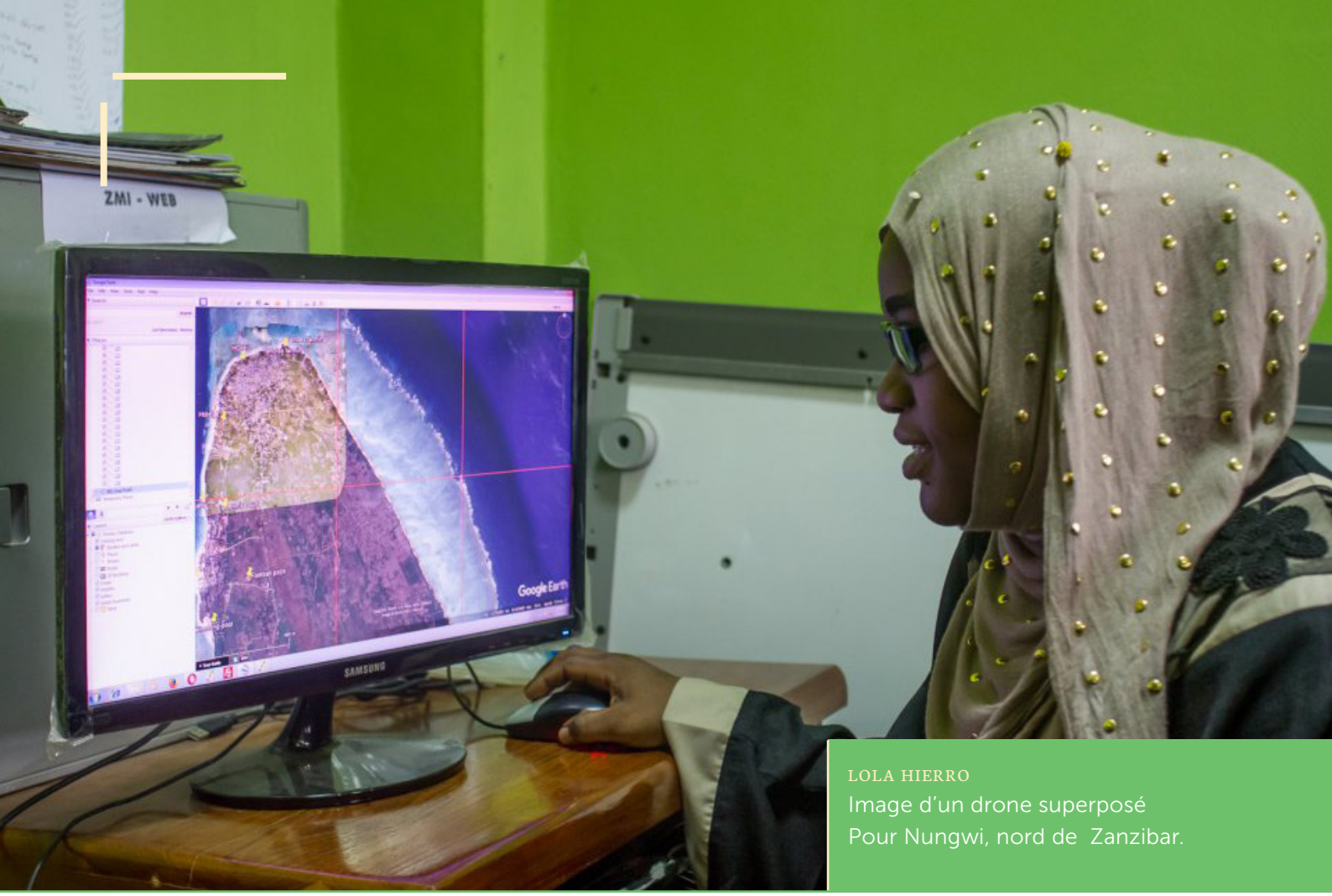
Le WBG pourrait être impliqué dans les opérations UA de deux manières suivantes: comme suit :

1. En cas d'activités réalisée par le client. Le gouvernement client ou l'organisme désigné exploite les UA ou les sous-traite à une organisation adéquatement équipée pour livrer les services, en utilisant les fonds du projet du WBG transités par le gouvernement. Bien que ce ne soit pas obligatoire, l'opérateur UAS devrait être sélectionné à l'aide d'un cadre de sélection structure pour assurer une qualité constante du fournisseur et le respect des processus de gestion des risques liés aux meilleures pratiques. Les documents d'achat devraient couvrir précisément la responsabilité/ l'indemnité, les exigences en matière d'assurance, les garanties et autres tâches de l'entrepreneur.

Les UA sont de toutes formes, tailles et poids, bien que dans le secteur commercial, la plupart d'entre eux soient petits, pesant moins de 20-25 kg. Les UA présentent trois configurations principales · des aéronefs à voilure fixe (FW), à voilure tournante (RW) et des aéronefs hybrides.

FW UA – Configuré comme un avion FW traditionnel, les FW UA requièrent en général une zone d'atterrissage plus grande. Leurs caractéristiques font qu'ils sont plus efficaces sur le plan aérodynamique et ont généralement une plus longue portée et une plus grande autonomie de vol.

RW UA – – Les plates-formes RW utilisent les mêmes principes de vol que les hélicoptères avec pilotes, bien que la grande majorité d'entre eux ait souvent quatre, six ou huit rotors. Par conséquent, les plates-formes ont une capacité de décollage et d'atterrissage verticaux (VTOL) qui les rend plus polyvalentes sur le plan opérationnel.



LOLA HIERRO
Image d'un drone superposé
Pour Nungwi, nord de Zanzibar.

- Solution externalisée : Dans le cas d'un fournisseur externe, les responsabilités et exigences d'assurance connexes seront de la responsabilité de l'organisme désigné. Les documents d'achat devraient couvrir spécifiquement la responsabilité/l'indemnité, les exigences en matière d'assurance, les garanties et les autres tâches de l'entrepreneur.
- En cas d'activités du client financé par le WBG : au cas où les fonds de la Banque seraient destinés à l'achat de l'équipement du client, l'équipe de projet aura besoin d'avoir une latitude plus grande afin d'évaluer la capacité du client à exploiter et à gérer les opérations UA en toute sécurité, la responsabilité et les exigences d'assurance (la Banque exige-t-elle que l'organisation gouvernementale soit assurée ?), la formation nécessaire des opérateurs, la certification, etc. Pour ce qui est du matériel et des logiciels utilisés, les processus d'achat devraient considérer également la réglementation américaine sur le trafic d'armes au niveau international, lequel pourrait s'appliquer pour ce type d'opérations.

2. Les opérations du WBG : La Banque mondiale peut avoir besoin des services de l'UA pour appuyer directement ses activités. Il s'agit généralement d'activités axées sur la formation et le partage des connaissances, ou sur la surveillance, la supervision, les études de faisabilité

et l'évaluation des risques. Les sociétés présélectionnées doivent être soumise à un audit rigoureux, afin de garantir que les services de sous-traitance sont suffisamment sûrs et professionnels. Il est important de pouvoir identifier et sélectionner les fournisseurs de service sur la base de la qualité et la sécurité des prestations.

Les activités du WBG sont considérées comme commerciales et ne sont donc pas régies par le règlement des activités de loisir ou celles des amateurs.

Le WBG doit s'assurer que toutes ses activités sont menées en toute sécurité et que les risques sont gérés correctement. Cette obligation respect des normes dépasse la sécurité opérationnelle et comprend l'engagement ferme du WBG en faveur de la protection des personnes et de l'environnement (souligné par le nouveau cadre social et environnemental (CSE) de la Banque mondiale issu en 2016), ainsi que la protection et la sécurité des données.

L'utilisation de la technologie UA offre des avantages directs pour les activités diverses de la WBG. Ces avantages sont nombreux et variés, et comprennent :

- Des données de meilleure qualité disponibles en plus grande quantité
- Des cycles de planification réduits
- Des procédés de travail plus efficaces
- Des outils de vérification plus souples et plus abordables
- Une réduction des risques pour le personnel et l'infrastructure où est logé le du WBG dans la zone du projet
- Une réduction des coûts

L'évolution des systèmes de technologie UA et de la réglementation permettra le développement d'autres applications bénéfiques en dehors du secteur purement commercial, notamment le développement des applications humanitaires.

> Le WBG doit veiller à ce que toutes ses activités se déroulent dans des conditions de sécurité et à ce que les risques soient gérés de façon adéquate.

4. ÉVOLUTION RÉGLEMENTAIRE

4.1 RÈGLEMENT ACTUEL SUR LES UA

Pour les petits UA (généralement pesant moins de 20 à 25 kg), il existe des principes de fonctionnement de base en place pour réduire (et non pas éliminer) les risques pour d'autres utilisateurs de l'espace aérien, pour des personnes et des propriétés ou biens immobiliers sur le terrain. D'une manière générale, ces principes sont :

- Opération dans le champ de vision (VLOS) de l'opérateur mais pas au-delà de 500m à partir du point de départ
- Vol à une hauteur maximale de 400 pieds (120m)
- Les vols doivent céder le passage à d'autres aéronefs.
- Limitations sur les survols de foules ou à proximité des zones habitées.
- Limitations de la proximité de public pendant le vol et les étapes critiques du vol (décollage/atterrissage).
- L'UA doit être équipé d'une fonction de retour à la maison en cas de perte de liaison radio.
- Dans la plupart des cas, l'UA ne doit pas voler dans un rayon de 5 km autour d'un aéroport

À quelques exceptions près, ces principes ont été largement adoptés dans de nombreux pays émergents comme une étape intermédiaire vers des opérations UA plus évoluées et intégrées. Les règlementations sont essentiellement focalisées sur la mise en place de zones d'exclusion des opérations UA des zones d'activités aériennes classiques ou des zones d'activité et de présence humaine vers des zones à risque relativement faible. L'industrie continue d'évoluer du fait que les UA sont requis (et capables) de voler plus loin, plus haut et plus longtemps, et le nombre de plates-formes et de vols s'intensifie. Seuls des cadres réglementaires fragmentés ou restrictifs empêchent actuellement leur plein développement.

L'organisme de réglementation chargé de l'aviation internationale, l'Organisation de l'aviation civile internationale (ICAO) est un organisme spécialisé des Nations Unies qui comporte 191 États membres. L'ICAO est chargée d'assurer un transport aérien

sûr et efficace à travers la Convention de Chicago, incluant 19 annexes et plus de 10 000 normes et recommandations pratiques (SARPs). L'ICAO ne stipule pas encore de réglementation pour l'UA dans des opérations autonomes ou de bas niveau, mais elle le fait pour les opérations internationales transfrontalières, ou si la mission est certifiée au niveau d'un avion conventionnel (pour voler selon le règlement sur le trafic international de normalisation (IFR), par exemple). La modification des SARPs peut prendre de cinq à sept ans, alors que la mise en œuvre mondiale de nouvelles règles peut prendre des décennies, et des différences peuvent encore subsister dans plusieurs pays. En 2007, l'ICAO a établi le Groupe d'étude sur les UAS (UASSG) avec l'objectif de soutenir la réglementation et d'appuyer le processus de développement. Le groupe de travail des systèmes d'aéronefs télépilotés qui a remplacé l'UASSG en 2014 a été conçu pour faciliter l'intégration des UA dans l'espace aérien non-séparé en garantissant la sûreté, la sécurité et les niveaux de sécurité actuels des avions pilotés. « Séparé » fait référence à l'espace aérien réservé uniquement aux UA, avec un accès refusé ou limité à l'aviation conventionnelle.

Pour combler ce vide réglementaire, plusieurs États membres de l'ICAO ont formulé leurs propres règlements. Cela a conduit à un patchwork de différentes politiques et à un manque de normalisation lors des opérations des UA dans ces pays : l'Europe en est un excellent exemple. Toutefois, depuis 2015, l'Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA), sous la direction de la Commission européenne, a élargi son rôle réglementaire au-delà de son précédent mandat (sur des apareils plus lourds que 150 kg) et est maintenant responsable de toutes les règlementations concernant les avions sans pilotes en Europe. L'EASA est en train d'ajouter avec succès au cadre réglementaire les rapides ajustements nécessaires pour intégrer l'UA en toute sécurité et d'une manière constructive et harmonieuse, afin de créer un marché fort correspondant aux besoins locaux des pays

4.2 PASSAGE À UNE APPROCHE DE SÉCURITÉ BASÉE SUR LE RISQUE

L'EASA entretient de solides relations de travail avec les États-Unis via la Federal Aviation Authority (FAA). Toutes deux participent et sont soutenues par des groupes techniques tels que :

- Les Autorités communes pour la réglementation des systèmes sans équipage (JARUS), qui fournissent des directives faisant loi sur les UA pour que toute autorité en charge de la réglementation les utilise
- La Commission technique de radio pour l'Association aéronautique, Inc. (RTCA) qui développe des normes pour soutenir les programmes de réglementation des autorités axés sur les principes « Détecter, Éviter, Commander et Contrôler (C2) »
- ASTM International, centré sur les systèmes de navigabilité

CHRIS MORGAN / BANQUE MONDIALE

Représentant COLA préparant eBee pour le lancement.

MARK ILIFFE
Préparant un UA eBee sur le terrain.

- L'Organisation européenne pour l'équipement de l'aviation civile (EUROCAE), qui travaille en étroite collaboration avec RTCA et s'occupe de la normalisation de l'électronique dans l'aviation.

L'Europe et les États-Unis ont des comités de pilotage forts, tels que l'European RPAS Steering Group (ERSG), le Drone Advisory Committee et le Focus Area Pathfinder Programme. Parmi ces groupes, la FAA, l'EASA et d'autres ont adopté une approche basée sur le risque par rapport à l'intégration de l'UA dans le système de gestion du trafic aérien (ATM). D'autres pays et régions sont également en train de l'adopter.

Les principales difficultés pour l'intégration de l'UA dépendent du fait qu'ils doivent tout à la fois respecter les mêmes niveaux de sécurité que ceux appliqués aux avions pilotés de façon conventionnelle, s'intégrer en douceur dans la structure ATM actuelle et être transparents vis-à-vis du contrôle du trafic aérien (ATC), sans pénaliser les autres usagers de l'espace aérien. D'autres défis à relever concernent la sécurité, la protection de la vie privée et les questions environnementales, qui doivent également être prises en compte lors des opérations UA.

Target Levels of Safety (TLS) est un terme générique qui indique le niveau de risque considéré comme acceptable. C'est un concept spécifique à l'industrie de l'aviation qui sera - ou devrait être - adopté par le secteur UA. L'objectif de TLS pour l'aviation avec équipage est de protéger l'être humain à bord (l'équipage et/ou

les passagers) en réduisant les risques à un niveau acceptable aussi bas que raisonnablement réalisable (ALARP) par le biais de mesures d'atténuation ou de prévention. De nombreux risques aéronautiques sont atténués par le fait d'avoir une personne dans le cockpit qui pourra par exemple éviter des collisions avec d'autres objets volants, ou éviter de voler au -dessus de zones dangereuses ou lors d'intempéries, ou encore résoudre des dysfonctionnements.

Les choses se compliquent lorsqu'il s'agit de vols au-delà du champ de vision du pilote (RP) car des capteurs à bord adaptés à la détection des éléments extérieurs ou la séparation d'autres utilisateurs de l'espace aérien, le terrain, la météo, la faune, etc., ne sont pas encore disponibles. De plus, les liens de communication et de contrôle entre le RP et l'UA ne sont pas encore considérés fiables hors de portée du signal radio.

Les organismes de réglementation mondiaux et régionaux se débattent avec les défis que représentent les activités des UA en termes d'intégration dans un environnement aéronautique multidimensionnel dynamique.

Ceci est, bien sûr, différent pour les UA, pour lesquels des compromis doivent être envisagés jusqu'à ce que des progrès technologiques suffisants puissent remplacer le pilote à bord. Pour la grande majorité des missions sans équipage actuelles, effectuées par de petits véhicules légers qui fonctionnent à faible altitude et à proximité du pilote à distance (RP), ces compromis sont moins difficiles à trouver, car le RP peut visualiser l'environnement autour de la zone de mission ; il convient cependant dans ce cas de prendre en considération le risque de blessure de personnes ou de dommages aux infrastructures sensibles se trouvant à proximité de l'opération.

Le nombre de plates-formes plus lourdes ou plus rapides, tout comme les opérations sur des zones de forte densité de population ou de trafic aérien complexe/dense, augmentent de manière significative les risques dans l'espace aérien ainsi qu'au sol . Un petit UA qui vole au-dessus d'un rassemblement de personnes pourrait représenter un risque plus élevé qu'une grande plate-forme fonctionnant sur de grandes/longues distances dans une région inhabitée sans autres utilisateurs de l'espace aérien.

Les organismes de réglementation mondiaux et régionaux sont confrontés au défi d'intégration des opérations UA dans un espace aérien multidimensionnel

dynamique.

La voie à suivre semble se situer dans un cadre réglementaire très différent de celui de l'aviation conventionnelle : une approche de sécurité fondée sur le risque où la réponse est en proportion de l'opération étant réalisée, sans personne à bord, utilisant des missions de vol atypiques. Le fait de laisser tomber des objets d'un avion souligne la nécessité d'une nouvelle approche. Il est illégal de laisser tomber des objets provenant des aéronefs dans la majorité des États ; pourtant, cette capacité pourrait jouer un rôle déterminant dans des missions humanitaires et pourrait fournir de la sécurité pour des opérations spécifiques utilisant de petits UA volant lentement à basse altitude. Les organismes de réglementation mondiaux et régionaux sont aux prises avec les défis que les opérations UA posent en termes d'intégration au sein d'un environnement aéronautique multidimensionnel dynamique et les risques que la technologie UAS présentent aux gens et aux propriétés sur le terrain. Une approche presque similaire est adoptée aux niveaux mondial, régional, et au niveau national avec des autorités aéronautiques nationales individuelles (NAA) en suivant des lignes communes. Certaines, comme l'Autorité de l'aviation civile du Royaume-Uni (UK CAA), appliquent depuis quatre ou cinq ans des réglementations provisoires sur les UA. La FAA des États-Unis a tardé à adopter des réglementations, mais elle est rapidement passée au cadre actuel de la partie 107, qui offre des règles de sécurité pour les UA de moins de 55 livres (environ 25 kg) effectuant des opérations commerciales.

Actuellement, de nombreux pays dans le monde ont à disposition un cadre provisoire limité, principalement en raison de l'augmentation exponentielle des petites opérations UA, ou comptent sur le fait qu'un opérateur a conclu un accord temporaire ad hoc avec la NAA ou les autorités locales. Les réglementations mondiales en vigueur sur les UA sont disponibles sur le site www.droneregulations.info.

Non seulement les réglementations UA doivent être suivies là où elles existent, mais d'autres lois doivent aussi être respectées et les approbations et autorisations recherchées. Parmi ces lois et réglementations, nous citerons celles concernant la confidentialité des données, l'environnement (bruit, effet sur la faune et la flore, émissions), l'accord du propriétaire foncier, les forces de défense/militaires, l'autorité locale / le gouvernement, l'ATC (qui prévoit de contacter le fournisseur de services de navigation aérienne dans un premier temps et l'unité ATC le jour du vol), discutées plus en détail à la section 5.3.

4.3 RÉGLEMENTATION FUTURE DES AÉRONEFS SANS ÉQUIPAGE

Bien qu'il existe quelques légères différences dans l'évolution de la réglementation relative aux UA légers d'une région à l'autre, on remarque une tendance générale à abandonner la catégorisation en fonction du poids ou de la masse et à y

préférer une classification par rapport aux risques.

Dans de nombreux pays, les UA dont le poids ne dépassait pas 150 kg étaient dispensés de se conformer à la réglementation imposée aux avions conventionnels. A titre d'exemple, jusqu'à récemment en Europe, les UA de plus de 150 kg étaient sous la responsabilité du régulateur européen, l'EASA, tandis que ceux de moins de 150 kg relevaient de la compétence de l'autorité nationale. La communauté régulatrice de l'aviation préconise désormais une approche fondée sur les risques, qui associe le niveau de risque au type d'opération UA et aux circonstances dans lesquelles se déroule l'opération.

OUVERT

- Faible risque
- Autorité compétente notifiée par les États membres ; aucune approbation préalable prévue
- Limitations (25 kg; VLOS; altitude maximale; zones de drones absentes ou limitées)
- Règles (pas de vols au-dessus des foules, compétence du pilote)
- Utilisation de la technologie
- • Sous-catégories y compris inoffensives

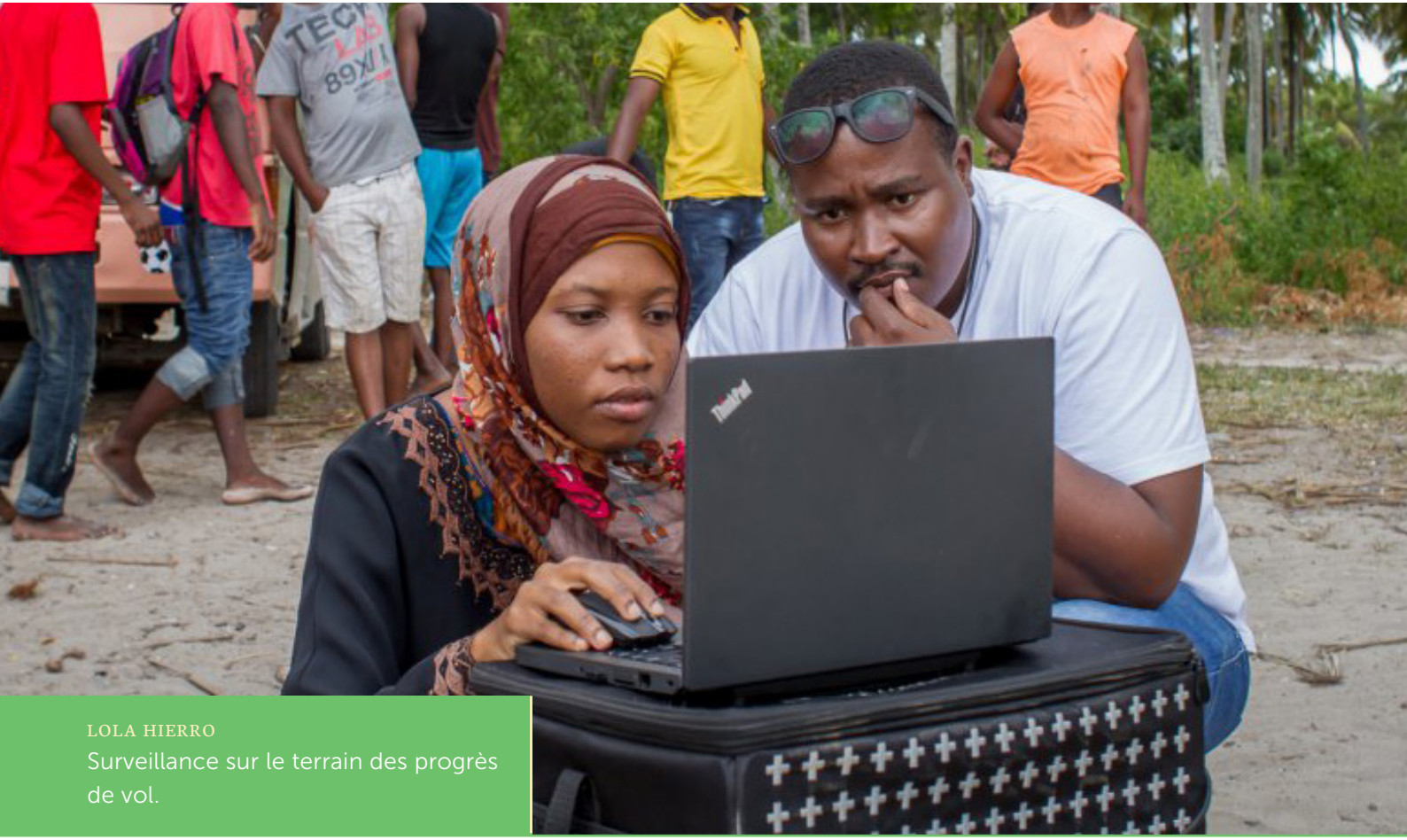
SPÉCIFIQUE

- Risque accru
- Approbation basée sur l'évaluation du risque d'opération spécifique (SORA)
- Scénarios standards
- Approbation possible par NAA, soutenue par une entité qualifiée accréditée (QE), sauf si approuvée par l'opérateur avec privilèg
- Manuel des opérations (défini dans la section 7.2.6) obligatoire pour obtenir l'approbation
- Une approche d'évaluation des risques permet de prendre en compte les nouvelles technologies et opérations

CERTIFIÉ

- Régime réglementaire similaire à celui des avions pilotés
- Opérations certifiées à définir par des règles d'application
- Dans l'attente de la définition des critères, EASA accepte les candidatures dans son mandat actuel
- Certains systèmes (par exemple, Datalink, Detect and Avoid) peuvent recevoir une approbation indépendante

Figure 1: Catégories proposées par EASA[2]



LOLA HIERRO
Surveillance sur le terrain des progrès de vol.

Les risques présentés par les opérations conventionnelles s'amplifient progressivement avec l'augmentation de l'énergie, de la masse, de la taille et de la complexité de l'avion et de l'environnement qui l'entoure. Ces facteurs sont détaillés selon une approche par trois catégories (voir figure 1).

La division entre les catégories Ouverte et Spécifique est jugée plus facile à décrire en termes de complexité opérationnelle. L'outil permettant d'évaluer cette division est connu sous le nom d'Évaluation du risque opérationnel spécifique (SORA) et est décrit plus en détail à la section 7.3.1. Un plus grand UA pourrait transporter du fret en toute sécurité dans la catégorie spécifique au-dessus de l'océan, là où les autres aéronefs sont rares, tandis qu' un petit UA qui survole une zone urbaine peut représenter un risque élevé, inacceptable pour les personnes au sol.

Comme l'engouement pour la technologie et la stratégie n'a pas encore atteint un niveau suffisamment avancé pour justifier l'utilisation d'UA volumineux et sophistiqués dans la catégorie Certifié, on s'attend à ce que les opérations du WBG concernent principalement des opérations dans les catégories « Ouverte » et « Spécifique ». Une partie des projets du WBG qui pourraient bénéficier de l'apport des UA pour la collecte de données vont opérer donc dans la catégorie « Ouvert », où un petit UA peut opérer dans des zones isolées à faible densité de population et où, par conséquent, le risque opérationnel est faible. De plus, il est possible que l'opération présente un degré de difficulté faible et nécessite une trajectoire de vol simple, sans complications particulières. Il est également envisageable, pour les opérations soumises à une réglementation insuffisante, que le WBG veille à ce qu'un SORA soit suivi.

5. RISQUES OPÉRATIONNELS POTENTIELS ET CONSIDÉRATIONS

5.1 RISQUES OPÉRATIONNELS

L'utilisation des technologies émergentes telles que l'UA entraîne de nouveaux risques et dangers qui doivent être parfaitement compris et gérés de manière appropriée pour permettre une utilisation optimale. Les risques pour la sécurité sont intrinsèquement liés à la proximité des personnes et des infrastructures vitales, et il est parfois inévitable que certaines opérations du WBG nécessitent des interventions d'UA au-dessus ou à proximité des zones urbaines. La conduite de telles opérations sera affectée par une gamme de facteurs de risque croissants, qui doivent être suffisamment pris en compte avant le vol et rester ALARP pendant les opérations. Le risque, lorsqu'il est lié à l'UA, est généralement classé en deux catégories : risque aérien, par exemple lorsqu'il y a un conflit ou une collision avec un autre utilisateur de l'espace aérien causés par un aéronef en panne ou une défaillance du système, et risque au sol, pour des personnes ou infrastructures au sol, dans le cas d'une chute accidentelle de débris de l'UA ou de l'UA même.

La gestion des risques est un vaste domaine qui inclut les risques financiers, liés à la réputation ou professionnels. Certains de ces risques non opérationnels sont examinés à la section 5.3.

Les risques possibles incluent :

- Risque opérationnel pour les opérateurs d'UAS au cours de leur travail
- Proximité de personnes non impliquées dans l'opération
- Collision avec des infrastructures adjacentes
- Collision aérienne avec des avions pilotés de manière conventionnelle et d'autres utilisateurs d'UA
- Facteurs environnementaux
- Impact sur la faune locale
- Violation des règles de confidentialité ou de protection des données
- • Susceptibilité au piratage informatique et à la prise de contrôle par une tierce personne[3]

5.2 PROGRÈS DE LA TECHNOLOGIE ET

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Pilote de drone effectuant les derniers contrôles de pré-vol.

ATTÉNUATION DES RISQUES

Les risques pour la sécurité augmentent avec le nombre croissant d'UA qui opèrent plus près des personnes, des infrastructures, des usagers de l'espace aérien conventionnel et à proximité immédiate d'autres UA. En 2016, on comptait environ 3 millions de petits UA en opération en Europe, alors selon les estimations de la FAA on devrait passer, d'ici à 2020, de 2,5 à 7 millions d'UA en fonction aux États-Unis.[4,5]

Les plates-formes de livraison impliquent également des vols hors du champ de vision du pilote manuel (RP), des vols totalement autonomes, ou encore des vols par mauvais temps et dans l'obscurité. Le nombre d'incidents impliquant des UA et des utilisateurs de l'espace aérien conventionnel est en train d'augmenter également. Pour réduire ces risques liés à la sécurité, plusieurs solutions stratégiques et techniques sont nécessaires pour isoler chacun de ces acteurs, comme des éléments du système de gestion du trafic au sol avec une connaissance en temps réel de la position et des intentions de tous les utilisateurs de l'espace aérien et des limites d'espace aérien requises. D'autres mesures comprennent la capacité d'identifier l'UA pendant son vol et grâce à l'immatriculation de l'engin et de son pilote. En outre, les instruments peuvent empêcher un UA de voler hors de contrôle ou de s'écraser dangereusement en cas de perte de contrôle, et la conception de l'aéronef peut être faite de manière à réduire les blessures lors d'un impact.

Un point important pour le WBG est que

> L'inévitabilité de l'utilisation à grande échelle des UAS ne devrait pas être sous-estimée. Comme pour toute opportunité résultant des progrès technologiques, ils vont de pair avec un ensemble de nouveaux risques peu compris.[6]

les technologies d'appui (réseau 3G, internet), en dehors des zones urbaines disposant d'infrastructures étendues ou d'investissements pour soutenir divers programmes (par exemple Amazon Prime Air ou Project Wing de Google), peuvent ne pas exister. Dans de tels environnements, un processus d'identification des dangers et d'évaluation des risques évaluera les risques et proposera éventuellement des stratégies d'atténuation reposant sur des outils moins coûteux.

Enfin, les logiciels open source sont susceptibles d'être piratés et le système de contrôle ou d'automatisation de l'UA peut être remplacé, créant ainsi une arme potentielle ou bien les liaisons de communication depuis les avions peuvent être interceptées, compromettant ainsi la confidentialité.

5.3 AUTRES CONSIDÉRATIONS

5.3.1 Perception du public

La perception du public sur l'utilisation d'UA varie en fonction du pays d'exploitation et de son exposition à la technologie UAS. D'une manière générale, au niveau global, la connaissance et l'intérêt du public pour la technologie des UA sont en train de s'accroître, ainsi que les questions sur le degré de sécurité de leur utilisation. Dans les pays aux économies plus avancées, incluant les États-Unis, le Royaume-Uni, la France et l'Australie, l'opinion publique est fortement influencée par les médias, qui publient facilement des articles sur les « drones » - terme utilisé par les médias mêmes - lorsqu'ils ont un intérêt médiatique. Dans de nombreux cas, en particulier lorsqu'il existe une dimension humanitaire ou l'on traite d'aspects liés aux consommateurs , cette couverture est positive, mais l'accent est mis de plus en plus sur les préoccupations en matière de sécurité et de confidentialité, ce qui génère une publicité négative.

Il est important de noter qu'il existe une forte association entre les UA et les activités militaires. Dans les zones d'activité et de post-conflit où les UA ont été utilisés à des fins militaires, l'opinion publique peut différer considérablement, en particulier dans les affaires très médiatisées où les UA ont joué un rôle actif dans la guerre, y compris des assassinats ou tueries de

masse ciblés. On doit s'attendre à ce que la population ne fasse pas la différence entre les UA utilisés à des fins de développement ou humanitaires et ceux utilisés à des fins militaires. Voler dans des zones où des UA militaires ont été utilisés, ou dont l'utilisation est suspectée ou crainte, est donc une tâche extrêmement complexe et doit être entreprise avec la plus grande sensibilité vis-à-vis de la perception de la population locale.

et, par conséquent, un faible impact sur l'environnement, à moins qu'un plus grand système utilisant un moteur à combustion interne soit utilisé. Le personnel de soutien et les équipements peuvent toutefois avoir un impact significatif sur l'environnement, en fonction de la taille de la tâche à exécuter. Cela devrait être pris en compte dans toutes les considérations environnementales pour les opérations UA.

> Les opérateurs UAS ont la responsabilité de de s'assurer de l'existence de réglementations sur l'environnement au niveau national et local et de rester sensibles à l'impact que leurs opérations peuvent avoir sur l'environnement local.

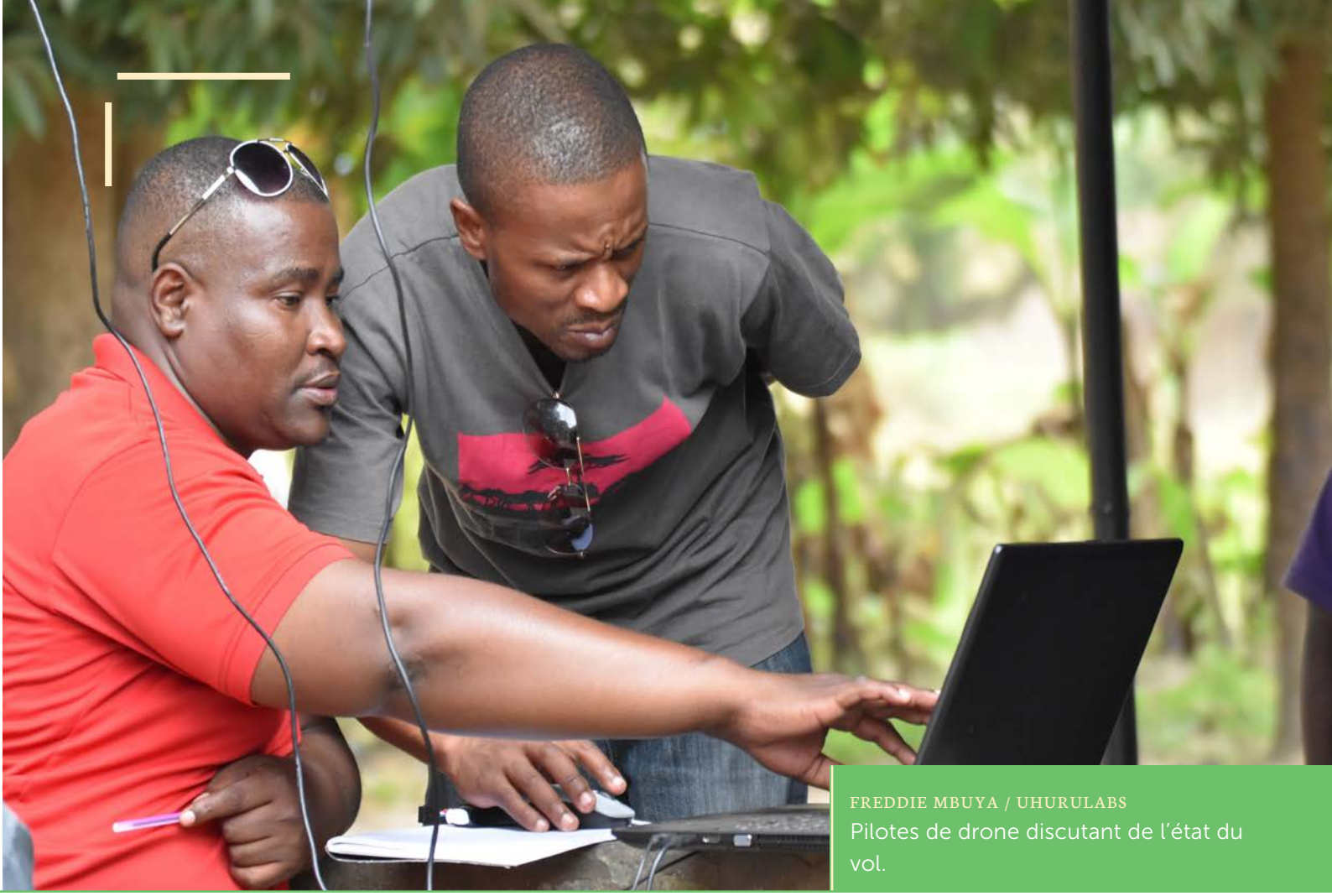
Globalement, il est important que, lors des opérations UA pour l'appui de ses projets, quel que soit le lieu, le WBG s'assure de la bonne réceptivité de la population locale aux UA et cherche à faire connaître les avantages sociétaux, si cela s'avère approprié.

5.3.2 Considérations sociales/ environnementales

Les opérations des UA devraient, le cas échéant, avoir un impact négligeable sur l'environnement, la population et l'écosystème environnants dans le pays dans lequel la tâche est effectuée.

En raison de leur construction, la plupart des UA ont actuellement une empreinte carbone généralement faible

Les opérateurs UAS ont la responsabilité de de s'assurer de l'existence de réglementations sur l'environnement au niveau national et locales, de rester sensibles à l'impact que leurs opérations peuvent avoir sur l'environnement local et de s'assurer de la conformité de leurs opérations en tout temps. La vie privée, le confort et la sécurité des populations locales devraient être préservés autant que raisonnablement possible. Les opérations survolant ou se trouvant à proximité des terres peuplées par des groupes autochtones, en particulier, doivent veiller à ce que leurs activités maintiennent un niveau élevé de sensibilité culturelle et perturber le moins possible la vie des populations autochtones touchées.



FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Pilotes de drone discutant de l'état du vol.

Cette sensibilité à l'environnement ne se limite pas à la population humaine locale : les opérations UA peuvent avoir un impact direct sur la faune locale. La forme, la couleur et le bruit d'un UA ont un impact sur la façon dont la faune perçoit l'appareil, et une sensibilisation à la réaction de la faune doit guider la planification opérationnelle. Les oiseaux de proie et les oiseaux territoriaux, tels que les corbeaux, ont fortement réagi à FW UA, ceux-ci étant relativement silencieux et pouvant ressembler à un oiseau de proie en vol. Les oiseaux se contentent souvent d'observer l'appareil, mais des attaques ont eu lieu. Le plus souvent, les dommages subis par les UA ne sont pas critiques, tels que des dommages aux ailes ou au corps, mais de grands aigles se sont lancés sur les UA et les ont abattus dans le passé. Ces scénarios sont dangereux non seulement pour les UA et leurs utilisateurs, mais pour la faune elle-même.

Dans un cas précis, des employés trop zélés d' un aéroport local ont tiré sur un couple d'aigles en hase de nidification d'une espèce menacée afin d'éviter des dommages à un UA. Il est inutile de dire que de tels incidents vont à l'encontre des intérêts de la Banque mondiale et doivent être évités à tout prix. L'apparence et le son d'un UA, son altitude et son comportement de vol, ainsi que des événements saisonniers tels que les migrations d'oiseaux et les saisons d'accouplement ou de nidification de la faune locale doivent être pris en compte

FREDDIE MBUYA / UHURULABS

L'équipe d'enquête marquant les points de contrôle au sol.

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Les membres de la communauté locale posant des questions sur un drone.

dans le choix du véhicule et lors de la planification.

Les opérateurs UAS devraient comprendre l'impact de leurs activités sur l'environnement au cours de la phase de planification et documenter les risques et les mesures d'atténuation qui seront appliqués. Ceci est particulièrement important dans les situations d'urgence lorsque les UA peuvent se comporter de manière imprévisible. Une telle planification est importante, non seulement pour le bon déroulement des opérations, mais aussi parce que les autorités locales ou nationales peuvent exiger que ce niveau de documentation soit fourni avant l'octroi de l'autorisation d'exploitation et qu'elle doive être établie par l'opérateur UAS avant de voler dans chaque pays d'opération.

En l'absence de législation nationale sur la protection de l'environnement, les opérateurs UAS ont néanmoins l'obligation de veiller à ce que leur exploitation ait à tout moment un effet négligeable sur l'environnement, la population locale et l'écosystème, et à ce que les mesures prises soient documentées tout au long de l'opération et disponibles si nécessaire.

5.3.3 Protection des données

L'utilisation des UA pour la prise de vue présente de nombreux défis en termes de gestion des données, de stockage et de publication des données. Les réglementations en matière de protection

des données existent dans presque tous les pays. La réglementation est conçue pour protéger la vie privée des citoyens, de sorte qu'aucune image ne doit être stockée ou utilisée de manière à pouvoir être attribuée à une personne en particulier. Ceci concerne particulièrement les personnes dans leur propriété privée ou lors de leurs activités quotidiennes. Le stockage devrait recevoir une attention particulière. Les images devraient être stockées de manière sécurisée et résistante aux tentatives extérieures de suppression, tandis que l'accès est limité aux images requises pour les besoins spécifiques du projet.

Les lois sur la protection des données varient d'un pays à l'autre, de même que la sensibilisation des citoyens aux risques et réglementations en vigueur. Jusqu'à tout récemment, la technologie des UAS n'était souvent pas mentionnée dans la protection des données. Seule l'imagerie obtenue à l'aide des systèmes de télévision en circuit fermé (CCTV) était utilisée. Cela a commencé à évoluer à mesure que la technologie émergente a été mieux comprise et que les futures lois sur la protection des données ont intégré ces changements. Dans les cas où les UAS sont référencés dans la réglementation relative à la confidentialité des données, il existe des exemples où « les (UAV) couvrent l'ensemble du système, et pas uniquement, le périphérique en vol. Vous devez donc vous assurer que l'ensemble du système est conforme ».[7] Dans certains pays (en Allemagne, par exemple), une autorisation d'exploitation d'UAS ne peut être délivrée que si l'opérateur peut démontrer que ses opérations ne violent pas les droits de protection des données. Au niveau régional, il existe également une activité similaire, telle que la volonté au sein de l'Union européenne d'harmoniser la compréhension et la gestion de la protection des données dans tous les États membres et de l'aligner sur l'évolution de la réglementation UA.[8]

Les opérateurs UAS doivent se familiariser entièrement avec les lois nationales sur la protection des données dans le pays dans lequel ils opèrent et s'assurer d'être en conformité à tout moment. Il est de la responsabilité de l'opérateur de préparer et documenter quelles mesures ont été prises pour chaque tâche pour assurer le respect des règlements de protection des données aux niveaux local et national. Dans le cas d'absence de réglementation, il est de la responsabilité de l'opérateur UAS de s'assurer qu'un niveau approprié de protection des données sensibles est mis en place, car les vols peuvent causer un certain niveau de sensibilité locale. Cette activité devrait être entreprise durant la phase de planification et une Évaluation des facteurs relatifs à la vie privée (EFVP) réalisée le cas échéant

5.3.4 Cyber sécurité

Tout comme les autres appareils connectés dans l'écosystème de l'Internet des objets, les systèmes UA qui reposent sur des

DARRAGH COWARD / BANQUE MONDIALE
Les analystes travaillant avec des images UA.

connexions Internet peuvent faire l'objet de cyber-violation. Cette interférence peut se produire par la volonté de brouiller un système UA pour l'empêcher de survoler une propriété, d'exfiltrer ou d'effacer les informations que l'UA peut transporter, ou prendre le contrôle actif d'un UA pour avoir des activités néfastes ou criminelles. L'UA peut également être utilisé comme plate-forme pour mener des activités malveillantes visant d'autres appareils connectés.

Alors que les motivations peuvent différer, les fabricants (OEM) doivent intégrer une approche de « sécurité par conception » pour compenser la possibilité d'ingérence dans les systèmes ou les opérations. Le fait même que les systèmes utilisent des liaisons radio et des connexions Internet pour permettre le contrôle à distance entre le pilote et la plate-forme offre un moyen pour une partie externe d'interférer directement avec ce lien.

Le brouillage sert comme moyen d'empêcher un UA de mener l'activité prévue et de revenir à sa position initiale de manière autonome et planifiée. Un jammer du système global de positionnement (GPS) ne coûte pas cher et il est facilement disponible sur Internet, donc cela peut être un moyen abordable d'interférer avec le fonctionnement normal d'un UA. Pour effectuer un piratage plus avancé, il est nécessaire d'avoir accès à une technologie bien plus sophistiquée et une connaissance des processus, donc les risques sont à priori moins importants.

Pour répondre à certaines de ces préoccupations, les opérateurs UAS

devraient se familiariser complètement avec leur système UA, en particulier, ses spécifications opérationnelles et techniques. Le cryptage des données devrait être encouragé le cas échéant, et les opérateurs devraient comprendre le risque de piratage potentiel de leur système dans la zone dans laquelle ils volent avant d'effectuer leur mission.

L'environnement informatique dans lequel l'UA est opéré doit être exempt de tout élément malveillant, régulièrement scanné et doit incorporer des protocoles sécurisés. En utilisant simplement des réseaux virtuels privés, largement disponibles, on peut sécuriser une connexion Internet. Dans les cas décrits ci-dessus, tels que le dysfonctionnement des coordonnées GPS, il est important d'observer les changements de comportement et d'identifier les écarts par rapport à la normale. L'authentification multifactorielle (biométrique et la reconnaissance faciale, par exemple) et les contrôles d'accès peuvent aider à assurer que seules les personnes autorisées y ont accès. En fin de compte, les opérateurs et les propriétaires UAS doivent s'assurer que le cyber-risque est évalué et géré pour que la mission puisse être exécutée de la manière la plus sûre possible.

5.3.5 Considérations sur le risque de réputation

Un opérateur UAS devrait examiner les conséquences pour le WBG et sa réputation, ainsi que pour la communauté et le secteur de l'UA au sens large, d'un accident ou d'un incident causé par une collision en vol avec un autre utilisateur de l'espace aérien ; des dommages causés à l'environnement, à la faune, aux personnes ou aux propriétés dans une région donnée ou des dégâts importants au cours d'une frappe au sol d'un UA en marche. Dans de telles circonstances, il est inévitable qu'un examen minutieux soit placé sur l'opérateur UAS et les processus qu'il/elle a conduits pour s'assurer que la tâche a été effectuée selon les réglementations en vigueur et conformément aux meilleures pratiques de sécurité des principes. Il est important que l'opérateur UAS considère ces risques pendant la phase de planification.

6. GESTION DES RISQUES

La gestion des risques est essentielle pour garantir que les opérations UA du WBG se déroulent de manière sûre en tout temps. L'approche en matière de risque doit reposer sur une structure commune et être appliquée de manière rigoureuse tout au long du processus d'exploitation, et pas seulement en vol. Cela garantit que le processus de gestion des risques englobe toutes les activités et cherche à réduire la possibilité que des défaillances à la fois culturelles et systémiques soient à l'origine d'un événement catastrophique. Le risque est inhérent aux opérations UA et, en réalité, ne peut jamais être véritablement éliminé, mais peut être géré de manière à rendre les opérations réalisables conformément au principe d'ALARP.

6.1 IDENTIFICATION DES DANGERS

Le premier processus de gestion des risques consiste à identifier les dangers susceptibles de causer, directement ou indirectement, un risque opérationnel. Les techniques d'identification des dangers sont trop nombreuses pour être énumérées de manière très détaillée et leur application varie, mais le résultat reste le même : déterminer ce qui déclenche le risque dans l'environnement opérationnel. Au niveau opérationnel, l'identification des dangers fait systématiquement l'objet de moins d'attention que d'autres parties du processus de gestion des risques, ce qui augmente les chances que l'effet de gestion soit réduit.

Ce qui suit est une liste des dangers pris en compte :

- Personnes - client ou piétons de passage ou observateurs
- Obstructions - Mâts, câbles aériens, bâtiments, lignes de train, arbres, cheminées, lignes électriques
- Points d'eau - lacs, rivières, canaux, ruisseaux
- Bétail - animaux ou faune
- Terrain - Pistes, vallées, terres agricoles, zones humides, zones inondables, zones urbaines
- Surface de travail - Béton, herbe, gravier, sable

- Zones locales - Écoles, écoles maternelles, hôpitaux, maisons de retraite, prisons, installations militaires, bâtiments gouvernementaux
- Zones encombrées - Proximité des bâtiments et des personnes
- Considérations relatives à l'espace aérien - classe d'espace aérien, autres utilisateurs aériens, zones interdites, réglementées et dangereuses
- Interférence - Interférence de liaison montante ou de liaison descendante, interférence de commande
- Culturel - Impact sur la population locale

Les dangers identifiés doivent être documentés dans un journal d'«Identification des dangers ».

6.2 CALCUL DU RISQUE

Le calcul d'un risque spécifique ou collectif est déterminé par deux facteurs : probabilité et gravité.

- Probabilité (les chances) - La probabilité détermine la probabilité qu'un événement se produise dans une situation, en fonction des facteurs qui influencent la situation.
- Gravité (Impact) - Si l'événement se produit, la gravité en détermine les conséquences et l'impact sur l'environnement opérationnel.

La figure 2 indique une matrice de base d'évaluation des risques, typique des opérations d'UA.

Le calcul du risque est subjectif et les résultats varieront donc en fonction de la personne chargée de mener l'évaluation. En attribuant une probabilité de risque et la gravité d'une conséquence s'il se produit, nous aboutirons à une valeur démontrant si un risque est acceptable, nécessite un contrôle d'atténuation ou est inacceptable. La plupart des matrices sont codées par couleur selon la méthode « feu de circulation » pour illustrer graphiquement les risques.

Une fois que le niveau a été établi pour un risque particulier, un opérateur peut déterminer si des mesures d'atténuation ultérieures sont nécessaires. Si le résultat est Révision ou Inacceptable (voir figure 2), des mesures d'atténuation sont appliquées et le processus est à nouveau exécuté dans le but de ramener le risque à un niveau acceptable pour une exploitation en toute sécurité. S'il est démontré qu'un risque fait l'objet d'un examen (Révision), les opérateurs doivent toujours appliquer des mesures d'atténuation, le cas échéant. Si un risque a été atténué et reste dans la catégorie « Révision », l'opérateur doit émettre un jugement éclairé sur la question

> L'essentiel est qu'un drone est un ordinateur. Et les ordinateurs peuvent être piratés.[9]

PROBABILITÉ \ SÉVÉRITÉ	Catastrophique (5)	Dangereux (4)	Important (3)	Peu Important (2)	Négligeable (1)
Fréquente (5)	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable	Révision	Révision
Occasionnelle (4)	Inacceptable	Inacceptable	Révision	Révision	Acceptable
Lointaine (3)	Inacceptable	Révision	Révision	Acceptable	Acceptable
Improbable (2)	Révision	Révision	Acceptable	Acceptable	Acceptable
Extrêmement Improbable (1)	Révision	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

Figure 2: Matrice d'évaluation des risques

de savoir si ce risque peut être encouru. Un exemple de risque documenté issu d'un registre des risques opérationnels est présenté à la figure 3. Toutes les activités de gestion des risques doivent être documentées avec diligence dans un processus complet et structuré pouvant être utilisé comme preuve en cas d'accident.

6.3 GESTION DU RISQUE

L'aperçu ci-après des solutions technologiques a pour seul but de fournir des informations sur le processus de traitement des risques et ne constitue pas un guide pour la sélection UA.

6.3.1 Limitation géographique : soit sous la forme de contraintes géographiques (geofencing) ou de contraintes de performance

Le geofencing peut empêcher UA d'accéder involontairement à des zones sensibles telles que les aéroports ou les centrales électriques. Il est souvent lié aux GPS et correspondra en particulier aux opérations à basse altitude, généralement, en dessous de 400 ft (120 m) au-dessus du sol (AGL). Cela peut dépendre d'un système de gestion du trafic, de la soumission d'une intention pour chaque opération, d'un système de navigation

#	Danger identifié	Risk associé	Atténuation existante	Niveau de risque actuel	D'autres mesures d'atténuation	Niveau de risque révisé	ALARP?
1	Parc de stationnement	Atteintes aux endroits destinés aux voitures	Portes probablement inconnues	Révision	Les panneaux de danger doivent être placés à des emplacements bien en vue de l'entrée sur le terrain	Acceptable	Oui

Figure 3: Registre des risques – Évaluation des risques pour un risque spécifique montrant le processus d'atténuation

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Un drone après un autre atterrissage parfait.

fiable et d'une connaissance précise de la position. La fonctionnalité logicielle qui établit les zones dans lesquelles un UA ne peut pas fonctionner est une technologie récente, et actuellement disponible uniquement sur certaines plates-formes, notamment les produits DJI. La plupart des systèmes de geofencing sur le marché sont intégrés dans le logiciel de l'UA et ont une capacité limitée à supprimer ou à adapter la restriction si nécessaire. La plupart des parties prenantes et des organismes de réglementation considèrent le geofencing comme un élément de sécurité légitime s'il est utilisé conformément aux instructions du fabricant et en conjonction avec d'autres mesures de sécurité. Cependant, il convient de souligner qu'il ne devrait jamais être utilisé à la place d'une bonne prise de décision et une maîtrise de l'aviation. Les évaluations des risques devraient considérer que le geofencing peut être enlevé ou renversé, alors que le problème inverse est qu'ils peuvent empêcher le vol même si la mission a été approuvée, en particulier lors d'une mission humanitaire, si l'emplacement se trouve dans la zone géofenced ou si le système est erroné. Des fonctionnalités de système supplémentaires, telles que des commandes « atterrir immédiatement » et des capacités de retour à l'emplacement initial, sont également envisagées, de même que des moyens de positionnement alternatifs tels que la technologie cellulaire ou l'identification par radiofréquence (RFID).

6.3.2 Systèmes de gestion du trafic UAS (UTM)

La mise en place des systèmes de gestion du trafic UAS (UTM), permettant de gérer le nombre élevé des opérations UA comme prévu, constitue un pas en avant pour relever le défi de l'augmentation du trafic en UA et du nombre d'opérations UA, la prise en charge des opérations aelà de la ligne de vue visuelle (BVLOS) et la création d'une interface avec les systèmes ATM actuels.[10]

L'Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA) et la FAA semblent être parmi les premiers leaders en matière de recherche sur l'UTM à compter de 2015, à travers quatre systèmes, les décisions concernant les délais définitifs étant fixées à 2019. L'un des objectifs est de rechercher des systèmes UTM portables et persistants, soit pour soutenir des opérations telles que la gestion des catastrophes, soit pour fournir une couverture continue dans les zones urbaines ou les zones encombrées. Les travaux européens se concentreront principalement sur UA dans la catégorie ouverte (Open) qui se réfère à UTM comme U-space. Il s'agira d'étudier une série de capteurs en interaction adaptés à de petites plates-formes et capables d'éviter d'autres UA, des aéronefs pilotés, ainsi que tous les obstacles et terrains. Le secteur de la téléphonie mobile est reconnu à titre de comparaison, car il a généré une propagation inégalée dans les composants électroniques de petite taille et à faible consommation, parmi les capteurs de positionnement, la connectivité, les processeurs d'images et les dispositifs de communication. Un UTM/U-space interactif et robuste, basé sur l'Internet ou potentiellement connecté via l'Internet of Things, est prévu pour résoudre les conflits impliquant à la fois des utilisateurs de l'espace aérien collaboratif et connu ainsi que des plates-formes inconnues ou non collaboratives [11, 12].

6.3.3 Prévention des collusions, opérations autonomes de BVLOS

La majorité des UA sont petits et discrets et sont donc difficiles à voir et à éviter pour les pilotes d'aéronefs pilotés de façon conventionnelle. En raison du manque de systèmes de Detect and Avoid d'UA appropriés, il est difficile pour les opérations UA de rester à l'écart des autres utilisateurs de l'espace aérien, et vice versa, en toute sécurité. Ce problème est exacerbé lors des missions BVLOS ou automatisées. Les aéronefs invisibles aux systèmes de surveillance ATC, tels que les systèmes de surveillance radar ou de surveillance dépendante automatique (ADS-B), sont souvent qualifiés de non coopératifs.

L'intégration de transpondeurs miniaturisés ADS-B/mode est une solution envisageable, car elle accroît la netteté de l'UA et sa visibilité par rapport aux autres utilisateurs de l'espace aérien. Ces technologies sont en train de se développer rapidement. Cela devrait aider les petits UA à s'intégrer à la circulation

aérienne conventionnelle et aux autres UA dans un environnement dynamique. La menace de saturation des fréquences actuelles de l'ADS-B doit cependant être prise en compte. À l'heure actuelle, aucun système n'est entièrement certifié, bien que plusieurs options commerciales soient disponibles[13]. La taille, le poids et la consommation d'énergie (SWAPs), ainsi que la possibilité de retarder le traitement des capteurs embarqués, la menace d'événements de (cyber) sécurité et les carences en bande passante sont des obstacles omniprésents dans la conception des UAS. Encore une fois, ces obstacles peuvent être surmontés par des options basées sur le sol via UTM. ADS-B dépend des informations de position précises, telles que le GPS, et de rapports d'altitude ou d'altimétrie précis. Sans ces informations, l'UTM et le système ATM peuvent contenir des données incorrectes conduisant à des avertissements faux ou dangereux sur les systèmes d'alerte de trafic et de prévention des collisions (TCAS) ou de système de prévention des collisions aériennes (ACAS), ainsi que sur une séparation ATC erronée. La solution consiste probablement en un ensemble de technologies de surveillance différentes intégrées dans un système, tel qu'un UTM.

6.3.4 Problèmes de qualité de la communication, de fréquence et de spectre

Dans de nombreux pays, l'infrastructure et la disponibilité des satellites nécessaires à une performance de communication acceptable pour les liaisons UAS C2 peuvent être inexistantes ou ne pas être prescrites. Les UAS ont des liens différents entre la station au sol et l'aéronef, ayant des exigences de performance et des niveaux de qualité de service pour le transfert des données et d'informations. Lorsqu'un UA opère au-delà de la ligne de vue visuelle, comme BVLOS, les liens entre la station de contrôle et l'aéronef doivent être relayés, par exemple, via des réseaux satellitaires ou mobiles. Les liens de C2 soutiennent :

- L'augmentation du contrôle de l'aéronef, sentir et éviter/détecter et éviter (SAA/DAA), détection, données de limitation géographique
- Les données de liaison descendante pour surveiller la position et l'état de l'aéronef
- La passation du contrôle d'un RP à un autre
- Les tâches de communication vocale et de données
- La surveillance de l'état de la liaison de données

Ceux-ci peuvent être des liaisons de données redondantes simples ou multiples et devraient rendre les opérations de BVLOS plus sûres. La santé de ce système s'appelle Connaissances exigées des pilotes de systèmes d'aéronefs (RLP) et des notes conceptuelles sont disponibles à titre de référence. Historiquement, il y avait un manque d'allocation de fréquence pour prendre en charge l'utilisation de données C2 et de données utiles. Des bandes de fréquences doivent être attribuées pour l'utilisation des systèmes UAS et cette attribution du spectre peut différer selon les pays. Il est nécessaire de traiter ce risque.

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Futurs pilotes de drones.

6.3.5 Visibilité, marquage physique et enregistrement

Outre la visibilité électronique via des systèmes tels que l'ADS-B, il convient également de rendre les UA plus visibles pour le public et décelables également après un incident ou en cas de non-respect de la réglementation. Un éclairage à bord, des alertes stroboscopiques ou sonores peuvent rendre les UA plus discernables, de sorte qu'un conflit aérien puisse être moins probable. Bien entendu, l'équilibre consiste en l'interférence de lumières brillantes sur le public. L'identification permettrait aux forces de l'ordre, aux contrôleurs UTM et ATM de prendre des mesures opportunes en cas de gaffes, d'examiner de près les opérations irresponsables et de gérer les infractions aux lois sur la protection de la vie privée ou sur l'environnement. De nombreuses opérations nécessiteront que les UA s'enregistrent et que cette inscription soit physiquement jointe et affichée, avec une identification électronique. L'opérateur ou le pilote devra souvent aussi être certifié ou licencié.

6.3.6 Frangibilité

Grâce à la recherche, nous comprenons davantage les conséquences complexes d'une collision entre un UA et des personnes ou une infrastructure sur le terrain ou d'autres utilisateurs de l'espace aérien. Les paramètres ci-après affectent le résultat :

- Masse, composants et vitesse des UA, ou vitesses relatives (énergie cinétique effective)
- Emplacement de l'impact (tête, moteur, pare-brise)

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Système de navigation globale par satellite (GNSS) utilisé lors du marquage des points de contrôle au sol.

- Comportement (marche, vélo, approche finale de l'avion) de la personne/de l'appareil touché
- Type de destinataire (hélicoptère, grand avion à réaction, enfant)
- Danger dû à la batterie embarquée, au carburant, aux liquides ou aux marchandises dangereuses

Les dommages peuvent être réduits si l'UA est plus malléable ou fragile, de sorte qu'il ait une tendance latente à se briser en fragments plutôt qu'à se déformer élastiquement lors d'un impact.[14]

7. RECOMMANDATIONS POUR LES OPÉRATIONS DU WBG

7.1 INTRODUCTION

La présente section est conçue comme un guide pour comprendre le niveau de base sur lequel il faut compter lors du choix d'un opérateur UAS pour le compte du WBG. Les recommandations ci-dessous sont fondées uniquement sur les meilleures pratiques de l'industrie issues des opérations mondiales à ce jour. Cela ne doit pas remplacer les processus spécifiques déjà existants au sein d'un service, mais informer le processus de sélection pour des opérations sûres et efficaces utilisant UA dans des environnements d'opérations plus complexes.

Les considérations générales ci-après doivent être prises en compte pour un opérateur UAS prenant en charge les opérations du WBG.

- Les opérateurs doivent connaître les réglementations de la NAA et des autorités locales en vigueur dans leur environnement opérationnel. Au cas où il n'existerait aucune réglementation nationale dans le pays d'exploitation, l'opérateur se conformerait aux directives énumérées ci-dessous, le cas échéant.
- Les opérateurs doivent pouvoir se mettre en contact de manière efficace avec les autorités aéronautiques locales et nationales, tout en respectant toutes les exigences en matière d'autorisation en cours d'opération et garantir que le RP possède les qualifications nationales appropriées.
- Par défaut, l'opérateur doit procéder à une évaluation appropriée des risques de l'impact de l'opération sur la population et les infrastructures locales, tout en tenant compte des sensibilités culturelles locales.
- Les opérateurs doivent être en mesure d'évaluer et d'appliquer des processus d'atténuation appropriés afin de réduire les risques d'ALARP. Les opérateurs doivent également pouvoir déterminer selon les conditions si le risque présenté sur un site d'opération est trop important, si la tâche ne doit pas être accomplie ou si la mission a immédiatement pris fin.
- Les opérateurs doivent se familiariser avec la performance et les fonctions de

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Deux UA Phantom DJI partageant un espace aérien.

sécurité des UAS afin de pouvoir établir un plan de réduction des risques qui s'intègre dans l'ensemble des tâches.

- À moins d'être stipulée, l'utilisation d'un manuel d'opérations n'est pas exigée, mais elle est recommandée.
- Les opérations VLOS doivent être alignées sur les limites opérationnelles reconnues du VLOS, telles que :
- L'UA doit peser moins de 25 kg.
- L'UA ne doit pas fonctionner dans un rayon de plus de 500 m de distance du pilote.
- L'UA ne doit pas fonctionner à plus de 400 pieds (120m) AGL.
- L'UA ne doit pas opérer et doit rester à au moins 50 m de toute personne non impliquée dans l'opération.
- L'UA doit rester à l'écart des autres utilisateurs de l'espace aérien et ne pas nuire aux aéronefs pilotés de manière conventionnelle.
- L'UA doit être visible, en particulier la nuit, grâce à l'utilisation d'un éclairage approprié et/ou des surfaces extérieures colorées.
- L'UA ne doit pas voler à moins de 5 km d'un aéroport, y compris un port de mer, un héliport, etc.
- Les opérateurs ne doivent piloter qu'un seul UA à la fois et il est préférable d'utiliser du personnel au sol supplémentaire pour gérer toute charge utile, telle que l'utilisation d'un équipement de capture vidéo.
- Les opérateurs ne doivent pas exploiter l'UA à partir d'un aéronef classique en mouvement.
- Les opérateurs ne doivent pas utiliser l'UA à partir d'un véhicule en mouvement, sauf si l'opération est

effectuée dans une zone peu peuplée.

- Les opérateurs ne doivent pas autoriser le transport de matières dangereuses.
- L'UA doit toujours rester à l'écart des efforts d'intervention en situation d'urgence, tels que la lutte contre les incendies, etc.
- L'UA devrait être doté d'une fonction de retour à sa position « home » en cas de perte de la liaison de données entre l'UA et l'émetteur.
- Les UAS devraient être équipés de fonctions de géolimitation.

L'opérateur UAS et le RP sont toujours responsables de la décision finale concernant la sécurité du vol et de l'utilisation de l'UA.

7.2 CONSIDÉRATIONS POUR LES OPÉRATEURS UAS

7.2.1 Réglementation

Un opérateur UAS doit se conformer à toutes les exigences réglementaires nationales applicables spécifiées par les organismes gouvernementaux et les autorités de l'aviation appropriés. En particulier, les réglementations et la procédure d'autorisation du pays d'exploitation doivent être respectées sauf indication contraire. En l'absence d'exigences réglementaires nationales ou internationales applicables, il est recommandé qu'un opérateur UAS respecte et applique les meilleures pratiques adoptées par les principales autorités de l'aviation.

7.2.2 Normes opérationnelles

L'organisation internationale de normalisation (ISO) élabore actuellement, par le biais des travaux du comité ISO/TC 20/SC 16 UAS, des normes mondiales ayant la portée suivante :

> « La normalisation dans le domaine des systèmes d'avions sans pilote, en ce qui concerne leur conception et leur développement, leur fabrication, leur livraison, leur entretien ; les classification et caractéristiques des systèmes d'aéronefs sans équipage ; les matériaux, composants et équipements utilisés au cours de leur fabrication, ainsi que dans le domaine de la sécurité dans l'utilisation conjointe de l'espace aérien par des avions sans ou avec équipage ».[15]

Ce travail était achevé à environ 20 % en juin 2017. Il reste donc encore beaucoup

Un opérateur UAS doit se conformer à toutes les exigences réglementaires nationales applicables spécifiées par les organismes gouvernementaux et les autorités de l'aviation appropriés.

à faire avant l'échéance. Cependant, ses composants doivent être pris en compte lors des opérations UA.

7.2.3 Normes de qualité (ISO 9001 : 2015)

Il est recommandé à un opérateur UAS sélectionné d'avoir obtenu l'accréditation ISO 9001 : 2015. Dans ce cas, un opérateur peut :

- Démontrer des niveaux cohérents de prestation de services afin de répondre aux attentes des clients, y compris la conformité aux exigences légales et réglementaires.
- Démontrer un système de gestion de qualité documenté et reconnu, incluant les processus établis pour l'amélioration continue et une garantie de conformité au client et aux exigences légales et réglementaires applicables. Cela inclut des examens de qualité réguliers et un responsable qualifié nommé à cet effet.

Si un opérateur UAS n'a pas obtenu l'accréditation ISO 9001, il est recommandé à cet utilisateur de suivre des processus et contrôles du système de gestion de la qualité équivalents.

7.2.4 Système de gestion de la sécurité (SMS)

Il est recommandé qu'un opérateur UAS dispose d'un système de gestion de la sécurité (SMS) complet et bien établi, qui documente et met en évidence une approche organisée de la gestion de la sécurité aérienne et intègre les structures, politiques et procédures organisationnelles appropriées.

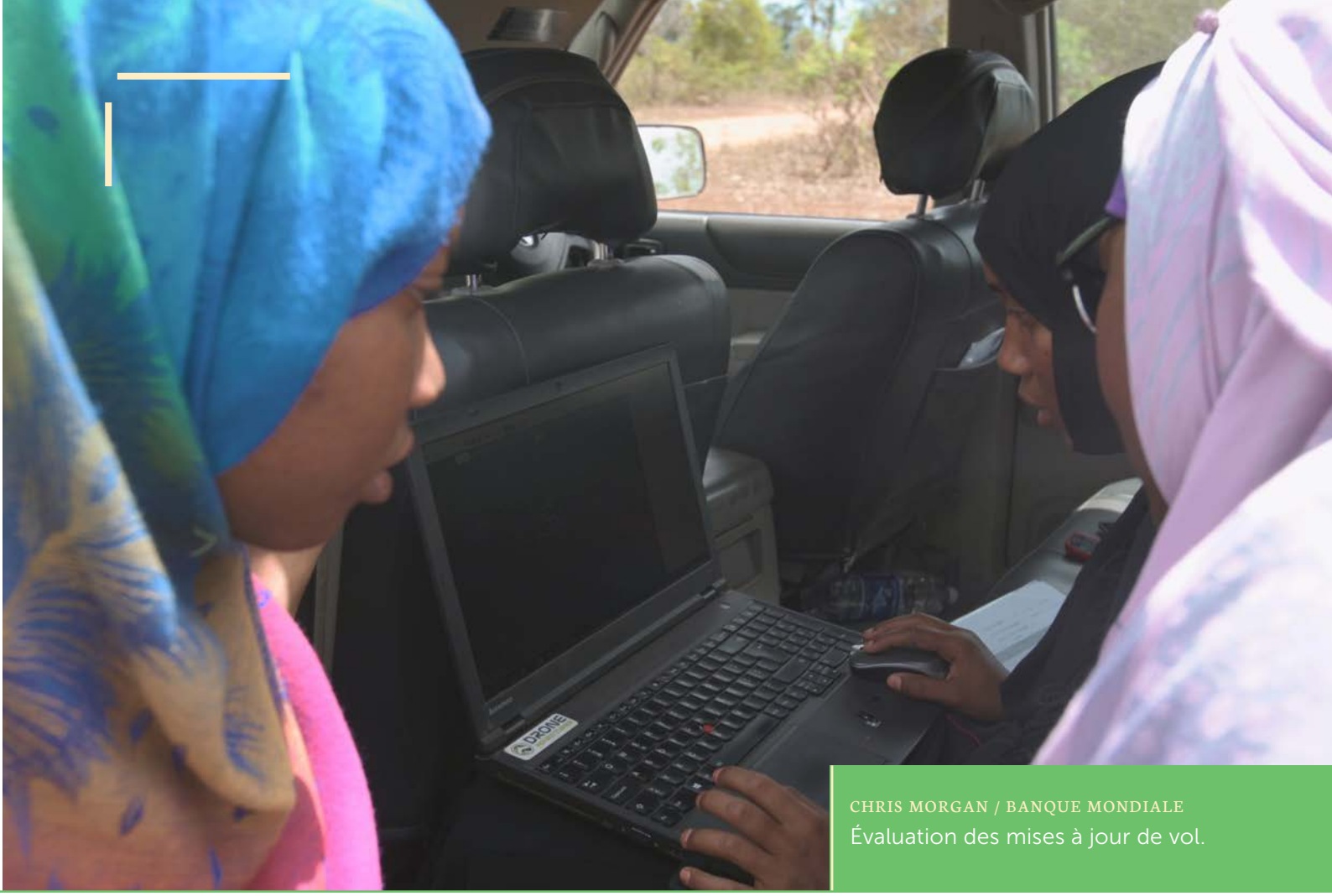
Un processus organisationnel d'évaluation et de gestion des risques ainsi qu'un registre des risques devraient être mis en place et maintenus pour toutes les opérations UA. Le processus devrait être géré par un responsable de la sécurité désigné et dûment qualifié, doté d'un SMS reconnu dans les qualifications aéronautiques.

7.2.5 Assurance

L'assurance est une dimension de l'activité de l'UA qui est en passe de devenir un élément important des opérations en sûreté et professionnelles. Le choix d'une assurance complète et appropriée est essentiel pour garantir que les activités de l'UA du WBG sont suffisamment protégées. Il faut veiller à ce que les dispositions correspondent à la complexité de la tâche et à tous les risques qui y sont inhérents. La couverture recommandée est la suivante :

- Responsabilité civile (couvrant l'utilisation de l'UA et son impact sur des tiers)
- Responsabilité de l'employeur (couvrant les opérateurs de l'UAS et le personnel associé)
- Indemnité professionnelle (couvrant tout conseil ou recommandation donné au client lors de l'utilisation des données UA)

Il est recommandé qu'un opérateur UAS dispose d'un niveau de couverture approprié pour garantir que la ou les tâches est (sont) suffisamment assurée(s), conformément à la couverture recommandée ci-dessus.



CHRIS MORGAN / BANQUE MONDIALE
Évaluation des mises à jour de vol.

Les opérateurs UAS peuvent choisir de souscrire une couverture pour les dommages ou pertes de la coque afin de limiter leurs risques, mais cela est à leur discrétion. Les assurances doivent également prendre en compte les différences régionales et les considérations supplémentaires si elles opèrent dans des environnements austères ou en présence de risques supplémentaires. Par exemple, l'exploitant d'UAS peut participer à une opération de secours en cas de catastrophe dans une zone gravement endommagée, ce qui présente un risque supplémentaire pour l'équipe de vol, au-delà de celui rencontré dans les tâches de vol de routine. Il peut exister des risques supplémentaires.

7.2.6 Manuel d'opérations

Il est recommandé qu'un opérateur de système UAS dispose d'un manuel d'opérations complet décrivant son fonctionnement. Le manuel d'opérations est une déclaration d'intention dans les opérations aériennes qui devrait inclure les points suivants :

- Structure organisationnelle (y compris les personnes clés désignées)
- Déclaration de conformité à la réglementation dans les zones d'opération concernées
- Politiques opérationnelles
- Politique du personnel
    - Qualifications RP
    - Exigences médicales

  - Exigences de devises
  - Politique et structure de formation
- Politique SMS
- Politique de gestion des risques
- Politique de gestion de la qualité
- Spécifications UAS et procédures d'urgence
- Processus de déclaration d'accident et d'incident

7.2.7 Personnel

Il est nécessaire qu'un opérateur UAS fournisse des preuves que son personnel de RP a les qualifications et les compétences essentielles pour exécuter et maintenir les services relatifs aux opérations UA. Cela doit être conforme aux exigences nationales du pays et à celles du pays dans lequel la tâche sera exécutée. Les RPs doivent avoir au minimum une qualification reconnue au niveau national qui peut ensuite être admissible pour un transfert dans d'autres pays.

Les opérateurs UAS devraient avoir les dossiers du personnel suivants :

- Certificat médical/contrôles
- Formations scolaires et certificats
- Registres officiels de formation initiale et de recyclage
- Qualifications et certifications de sécurité officielles
- Curriculum vitae
- Pièce d'identité avec photo
- Journaux d'expérience/de vol

7.2.8 Formation

La formation constitue un aspect essentiel d'information des nouveautés et de maintien de la compétence du personnel. Un opérateur UAS devrait être responsable de la qualification et de la formation de son personnel conformément aux réglementations nationales, internationales ou sectorielles reconnues, ou aux normes concernant directement les opérations UA ou y étant nécessaires. Il est également recommandé aux opérateurs UAS de respecter les exigences supplémentaires en matière de qualifications et de formation spécifiées au niveau national, le cas échéant. Sous réserve de la complexité des tâches à accomplir, les opérateurs UAS doivent s'assurer que la formation est adaptée à leurs capacités attendues. Il est essentiel de fournir une formation ciblée appropriée si les tâches doivent être effectuées dans des environnements difficiles.

7.2.9 Sélection de la plate-forme UAS

Les plates-formes UAS sont disponibles dans différentes formes, tailles et configurations. Le choix de la plate-forme appropriée pour mener l'activité de vol requise est important pour garantir que la tâche est complétée à temps, dans les limites du budget et en toute sécurité.

Il est recommandé aux opérateurs UAS d'envisager les informations ci-dessous comme critère minimum pour la sélection

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Ancien de la communauté posant des questions sur un drone.

d'un dispositif UAS :

- Le fabricant d'équipement d'origine (OEM) des UAS devrait mener et documenter un test en vol de système complet pour les nouveaux produits afin de garantir l'entrée sur le marché de plates-formes fiables et acceptables.
- Le dispositif UAS doit avoir des capacités d'autodiagnostic.
- Selon la configuration, le système UAS doit disposer de plusieurs modes de vol permettant d'atténuer les pannes en vol, notamment la possibilité de passer en mode de sauvegarde manuelle et la redondance des autres composants critiques.
- Le système UAS doit avoir une fonction de redondance « return home » s'activant si la liaison de données entre UA et l'émetteur est perdue. Cela devrait garantir que l'UA diagnostique une situation de lien perdu et respecte un ensemble de comportements prédéterminés afin de revenir au point de lancement enregistré par GPS sans intervention du pilote.
- La plate-forme UA devrait pouvoir transmettre des informations de hauteur au pilote via une liaison de données télémétrique.
- Les batteries et les logements UA doivent être résistants aux chocs et à la dégradation afin de limiter les risques de dommages catastrophiques en cas d'accident.
- L'UA devrait avoir une grande visibilité.
- L'UA doit être généralement cassable pour réduire les conséquences d'une collision en vol ou d'un impact au sol.

7.2.10 Processus d'entretien des UAS

L'entretien du matériel de drones, y compris tous les équipements auxiliaires, est essentiel pour garantir le fonctionnement sûr et fiable d'un système UA dans tous les environnements. Pour faciliter cela, une structure de maintenance complète doit être appliquée de manière cohérente dans l'ensemble de l'organisation de l'opérateur UAS et décrite dans le manuel d'opérations.

- Référence à tous les bulletins de sécurité et techniques de fabrication

Il est recommandé que l'OEM de tout équipement UAS fournisse une formation à la maintenance et des bulletins techniques documentant tous les changements ou problèmes à connaître et encourageant les opérateurs UAS à faire part de leurs commentaires afin de faciliter l'amélioration continue.

> La maintenance est essentielle pour garantir qu'un système UA peut être utilisé de manière sûre et fiable dans tous les environnements

Le système de maintenance doit inclure toutes les phases d'opérations et d'acquisition initiale, la maintenance continue et les mises à jour logicielles/matérielles. Le processus devrait énumérer les éléments suivants :

- Spécifications du produit UAS
- Fiche de données de sécurité/spécifications
- Limites opérationnelles et de conception connues/découvertes
- Dysfonctionnements et anomalies opérationnels et de test
- Actions de maintenance préventive et réactive
- Calendrier des actions de maintenance préventive
- Actions de personnalisation du matériel
- Toutes les versions de logiciels, les modifications et les correctifs
- Heures totales de vol UAS/UA

Tous les processus et pratiques de maintenance, qu'ils aient été développés par l'OEM ou par l'opérateur UAS, doivent être documentés et tenus à jour.

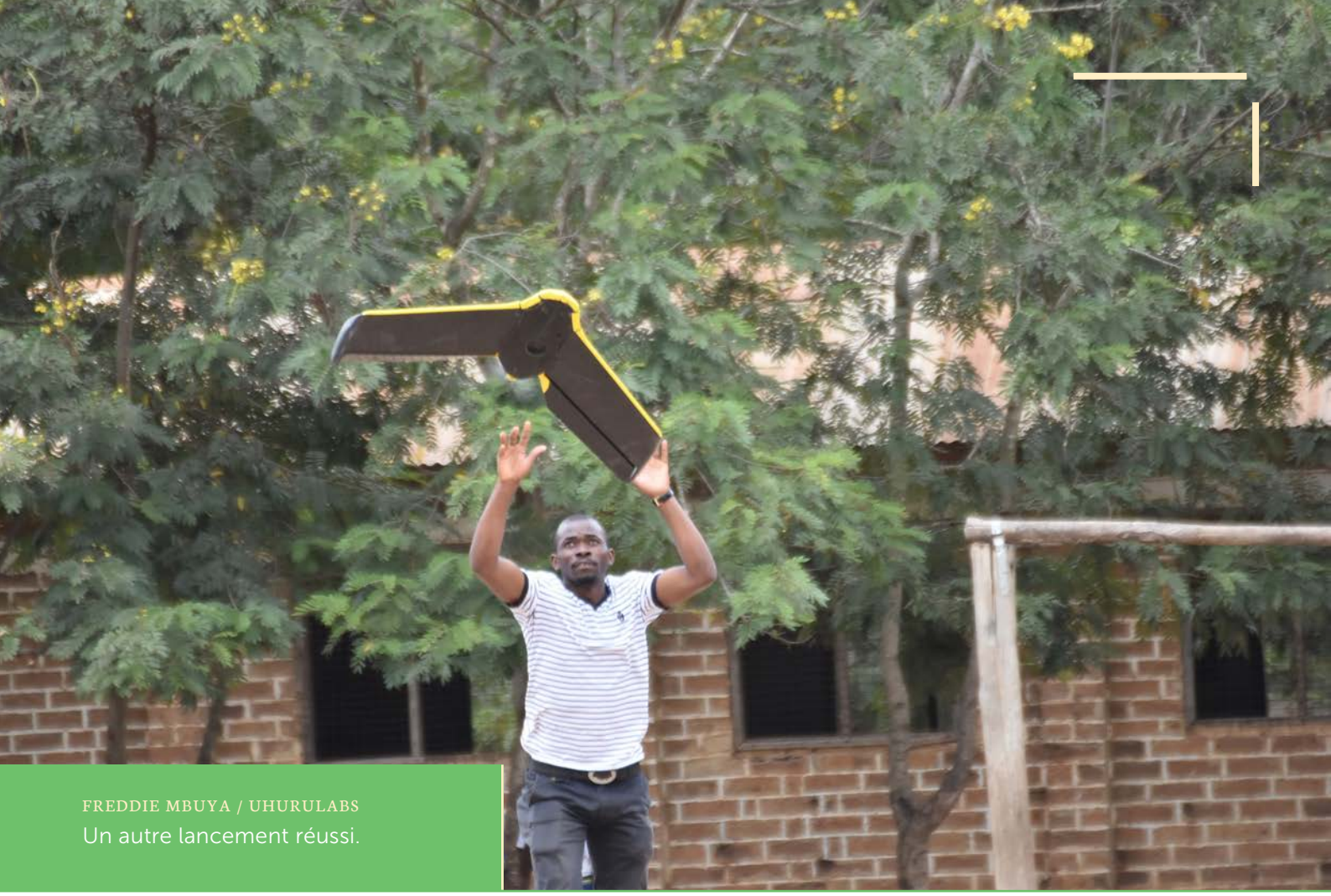
Il est impératif qu'un opérateur UAS se conforme à tous les bulletins techniques et de sécurité publiés par un OEM.

Tout UAS ayant subi des modifications susceptibles d'affecter ses opérations (personnalisation ou modification du matériel, versions de logiciel, modifications ou correctifs) doit être soumis à un vol d'essai fonctionnel, à une analyse des risques et à une formation pour garantir que les modifications permettent des opérations en toute sécurité et avec efficacité.

7.2.11 Gestion de la batterie

Les piles font partie intégrante des UAS et comportent des risques considérables

CHRIS MORGAN / BANQUE MONDIALE
Les enfants regardant le lancement d'un UA.



FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Un autre lancement réussi.

nécessitant une gestion prudente. Il est recommandé qu'un opérateur UAS dispose d'une politique de gestion de la batterie établie et documentée, comprenant les éléments suivants :

- Battery storage procedures
- Battery charging procedures that are considerate of task site requirements
- Battery charging record
- Battery transportation procedure
- Actions in the event of battery emergency
- Support equipment (fire extinguisher, first-aid kit, cordon equipment, signage)

7.2.12 Spectre

Le spectre est un élément essentiel de l'activité UA et régit le contrôle de la plate-forme, la liaison descendante de l'image et le GPS. Il représentera une caractéristique de l'utilisation réussie des technologies futures telles que Sense and Avoid et UTM. À l'instar de la réglementation, l'utilisation du spectre pour les opérations UA n'est pas harmonisée à l'échelle mondiale et les règles en vigueur varient d'un pays à l'autre.

L'attribution de spectre n'a pas encore été pleinement prise en compte. La maturité actuelle des technologies UA signifie que, dans des circonstances normales, UA conservera principalement le lien avec son émetteur, de sorte que l'impact sera minime. Le risque réside dans les zones où le spectre est susceptible d'interférences pouvant perturber le fonctionnement du

système, ce qui peut affecter le succès de la tâche et sa sécurité. Les opérateurs UAS doivent être informés de la réglementation en matière de spectre dans le pays dans lequel ils opèrent et des conditions ou actions qu'ils peuvent être amenés à prendre pour se conformer.

En outre, les opérateurs UAS doivent s'équiper d'un analyseur de spectre et procéder à des analyses avant vol des interférences sur les fréquences pertinentes avant le vol.

7.3 ACTIONS AVANT LE VOL

L'activité préalable au vol doit être axée sur la planification des tâches, l'évaluation des risques et la détermination de la manière dont la tâche sera exécutée de manière efficace et sûre pour atteindre l'objectif. Cela implique une activité de planification spécifique, l'allocation de ressources et de bons niveaux de communication avec les parties impliquées ou touchées par la tâche.

7.3.1 Évaluation du risque d'exploitation spécifique (SORA)

Conformément à la proposition de l'EASA relative à une catégorie d'opérations spécifique, il est recommandé qu'avant toute opération UA, l'opérateur UAS procède à une évaluation des risques. Comme décrit aux chapitres 4.2 et 4.3, JARUS a mis au point le SORA (évaluation du risque d'exploitation UASs.SPEC.60 [16]) et l'EASA a adopté ce processus comme moyen acceptable de se conformer aux exigences en matière d'évaluation du risque. Le processus SORA a pour objectif de définir des considérations opérationnelles de base afin de permettre un processus d'évaluation et de réduction des risques suffisamment exhaustif pour chaque tâche.

SORA permet à l'opérateur UAS de confirmer, par une action documentée, que chaque risque a été identifié et pris en compte et que des mesures d'atténuation ont été appliquées, le cas échéant. De plus, la gouvernance du WBG et les autorités nationales peuvent exiger des documents avant le début de la tâche ou après le vol, si nécessaire.

SORA peut être appliqué à un nombre spécifique de vols dans une zone donnée s'ils concernent la même tâche, à condition que toutes les considérations aient été appliquées. SORA peut également être réalisée pour traiter une complexité accrue ou un risque plus élevé, comme dans les exemples suivants :

- Les opérations UA dans des endroits où les réglementations sont insuffisantes
- Vols utilisant un UAS fabriqué sur place
- Le transport de marchandises dangereuses ou la chute d'objets depuis un UA
- Les vols BVLOS
- De plus grands vols d'UA au-dessus d'une zone dépourvue de population,

CHRIS MORGAN / BANQUE MONDIALE
Un autre lancement réussi.

d'infrastructures et libre d'autres utilisateurs de l'espace aérien

Les considérations à utiliser dans SORA sont les suivantes :

- Zone et conditions d'orientation – Comment est le terrain ? Comment allez-vous accéder au site ? Où allez-vous lancer/récupérer ? Où allez-vous atterrir en cas d'urgence ? Quel temps fait-il sur le site ?
- Catégorie d'espace aérien et effets sur les autres trafics aériens et ATM - Sommes-nous susceptibles de rencontrer d'autres trafics aériens ? Sommes-nous proches d'un aérodrome ou d'un aéroport ?
- Caractéristiques de conception et performances du système d'exploitation - Quelles sont les performances du système d'exploitation utilisé ? Est-ce un giravion ou FW ? De quelles fonctions d'urgence dispose-t-il ? Comment sera-t-il utilisé ?
- Type d'opération - Quelle tâche est effectuée ? Quel est l'objectif final ? Implique-t-il une ligne de mire visuelle (VLOS), une ligne de mire visuelle étendue (EVLOS) ou au-delà de la ligne de mire visuelle (BVLOS) ?
- Niveau de compétence du RP - Le pilote, est-il qualifié ? Est-il compétent?
- Est-il formé sur le type d'avion ? Actuel?
- Facteurs organisationnels - L'opérateur UAS dispose-t-il de la structure organisationnelle et de la compétence pour mener la tâche de manière sûre et efficace?
- Effets sur l'environnement - Quels

effets la tâche aura-t-elle sur l'environnement et la population locaux ?

- Conséquences d'une perte de contrôle - Quels sont les effets d'un opérateur UA non contrôlé lors d'un événement survol sur le système ATM?

7.3.2 Plan de travail SORA

Chaque SORA devrait être soutenu par un plan de tâches permettant à l'opérateur UAS de préciser la manière dont le vol sera effectué afin d'atteindre les objectifs de la tâche.

Le plan d'activités devrait inclure au moins les éléments suivants :

- Nature/objectifs des vols
- Dates et heures prévues pour tous les vols
- Nom et coordonnées des points de contact et de la direction de l'opérateur UAS
- Nom et coordonnées de l'équipe de vol de l'opération UAS
- Détails du système et numéro de série de l'UA à utiliser
- Rapport de visite/inspection du site (si possible)
- Description de l'activité de la tâche, y compris :
    - Cartes ou schémas de la zone de vol
    - Trajectoire de vol prévue de l'UA
    - Altitudes prévues de l'UA
    - Emplacements prévus pour le décollage, la récupération et le retour à position (Return to home)
- Scénarios et procédures d'urgence pour :
    - Perte de contrôle
    - Collision
    - Défaillance mécanique ou électrique
    - Perte de la ligne de mire
    - Changements brusques des conditions environnementales (c'est-à-dire des conditions météorologiques)
- Situations d'urgence sur le site (accès aux services d'urgence, par exemple)
- Opérations de nuit (le cas échéant)
- Opérations de visibilité limitée
- Utilisation de VLOS
- Utilisation de EVLOS
- Utilisation de BVLOS

7.3.3 Évaluation des risques spécifiques à un vol (RA)

Il est recommandé que les opérateurs UAS effectuent une évaluation des risques spécifiques à chaque vol afin de refléter les différences rencontrées sur chaque site de décollage et d'atterrissage, et de s'assurer que les risques spécifiques sont identifiés et atténués de manière appropriée. RA doit être documenté de manière à ce que les opérateurs UAS puissent s'y référer directement à l'arrivée sur le site TOL et après le vol afin de déterminer le déroulement du processus RA en cas d'accident ou d'incident.

Les facteurs de risque devraient inclure :

- Prévisions météorologiques pendant les opérations UA et effets sur les conditions de l'équipe de vol
- Obstacles qui présentent un risque pour les opérations de TOL
- Sensibilisation des communautés locales : Sont-elles au courant de la tâche ? Si non, comment allez-vous communiquer et assurer la liaison avant le vol ou le jour du vol pour répondre aux questions et préoccupations locales ?
- Comment le vol UA va-t-il affecter l'environnement local ?
- Comment l'environnement local affectera-t-il le vol UA, c'est-à-dire, y a- t-il un terrain qui affectera les opérations VLOS ou des lacunes dans la couverture du GPS à prendre en compte ?

7.3.4 Liste de contrôle

Il est recommandé d'utiliser les types de listes de contrôle ci-après pendant les opérations et de les réviser, de les compléter et de les vérifier avant le vol, ainsi que pendant les interventions en cas d'opérations complexes et d'événements impliquant une charge de travail importante :

- Annexe C
- Inspection de l'emplacement/sur place
- Inspection et test des UAS et des équipements
- Inspection et test des systèmes de contrôle au sol
- Opérations non courantes et urgences

7.3.5 Directives pré-vol

L'équipage de conduite devrait organiser une séance d'information avant le vol au plus tard 30 minutes avant le début des opérations UA afin de minimiser les risques de changements ultérieurs des conditions et des circonstances pouvant affecter les opérations UAS. Le briefing doit avoir pour but de prendre en compte tout changement de circonstances ou de conditions qui n'a pas été pris en compte dans l'évaluation des risques ; d'appliquer toute modification requise au plan de vol et aux opérations UA ; de reconfirmer les actions en cas d'urgence ; et de reconfirmer les rôles et responsabilités de l'équipe de vol.

7.3.6 Taille et composition de l'équipe de vol

Il est recommandé que toutes les opérations UAS incluent un minimum de deux personnes :

- RP (qualifié et à jour sur l'UA en train d'être utilisé)
- Opérateur de caméra/charge utile ou observateur (responsable du contrôle de tout équipement d'inspection attaché)

L'équipage de vol devrait être formé de manière appropriée à des tâches définies et avoir effectué suffisamment de vols pour être au courant et avoir de l'expérience du vol du drone. Tout le personnel impliqué dans des opérations ou à proximité de l'équipage de conduite devrait éviter de distraire inutilement le pilote (par exemple, communication, mouvement),

en particulier pendant les phases critiques du vol. Le cas échéant, un équipement de communication approprié, tel qu'une radio, devrait être envisagé.

7.4 ACTIONS EN VOL

7.4.1 Début des opérations aériennes

Il incombe au RP d'évaluer toutes les informations disponibles et les listes de contrôle avant de décider de commencer les opérations UA. La décision de voler doit appartenir entièrement au RP en charge de la tâche et ne doit pas être influencée par des facteurs externes ni par la pression des clients ou des autorités compétentes.

7.4.2 Décollage et atterrissage (TOL)

Les profils de TOL de l'UA opérés par WBG varieront considérablement en fonction de la taille, du poids et des caractéristiques de performance de la plate-forme. Les zones de TOL doivent être clairement délimitées de manière appropriée afin de gérer efficacement le risque de distraction pendant les phases critiques du vol. Il est prévu que les opérations attirent l'attention, et le cordon et le personnel doivent être suffisants pour garantir que les opérations de vol sont entreprises sans être affectés par des facteurs externes, tels que la population locale. Pour les UA dont le décollage n'est pas vertical, et en particulier pour les UAS nécessitant des pistes plus longues compte tenu de la charge utile, des facteurs tels que les exigences de longueur et de largeur du TOL (géométrie), la charge de l'aéronef (capacité portante) et la rugosité de la piste d'atterrissage (qualité de conduite) sont importants pour garantir que ces UA ne seront pas endommagés pendant les opérations et incapables de remplir leurs missions respectives. Il est important de prendre en compte des mesures de protection sociales et environnementales lorsque de plus longues pistes sont nécessaires.

7.4.3 Profils typiques du décollage et de l'atterrissage des UA

Par définition, un RW UA est conçu pour effectuer des opérations VTOL à partir d'une zone dont l'empreinte au sol est juste supérieure aux dimensions latérales de la plate-forme. Cela le rend plus polyvalent dans les espaces confinés.

FW UA utilisent différentes méthodes de lancement et de récupération, notamment:

Décollage

- Lancement à la main
- Lancement de bungee ou de catapulte
- Lancement ferroviaire

Atterrissage

- Récupération en parachute
- Atterrissage conventionnel
- Atterrissage en stalle profonde
- Récupération nette

Par conséquent, chaque profil a une empreinte différente dans un espace tridimensionnel et peut nécessiter des conditions spécifiques sur le terrain pour réduire les risques et faciliter la sécurité des opérations, aussi bien pour l'UA que pour les actifs externes.

7.4.4 Communications

Au minimum, le pilote et l'opérateur de caméra/charge utile doivent rester en communication constante tout au long de la période de la tâche. Les communications verbales face à face sont préférables à moins que l'équipe de vol ne soit divisée, auquel cas un système radio robuste est recommandé. Les téléphones cellulaires/mobiles ne sont pas considérés comme fiables pour cette communication, mais ils peuvent également jouer un rôle de secours.

S'il arrive que la communication entre le pilote et l'opérateur caméra/charge utile se perde ou se déforme considérablement pendant un certain temps, il est nécessaire de suivre la procédure d'urgence prédéterminée.

7.5 DÉBUT DES OPÉRATIONS AÉRIENNES

Toutes les opérations UA de routine doivent normalement se dérouler dans les paramètres VLOS indiqués pour le pays dans lequel la tâche est exécutée. Les exigences relatives à la tâche peuvent toutefois différer et, dans certains cas, obliger l'opérateur de service UAS à utiliser les principes EVLOS ou BVLOS. Dans ce cas, l'opération est soumise à l'acceptation réglementaire et à l'évaluation du risque, ainsi qu'à l'autorisation des autorités gouvernementales et locales compétentes. Cela devrait également être soumis à un processus exhaustif SORA.

7.6 DÉCOLLAGE ET ATTERRISSAGE

L'opération d'un UA au-delà d'une distance permettant au RP de répondre ou d'éviter les autres utilisateurs de l'espace aérien par des moyens visuels est considérée comme un vol BVLOS. En raison des obstacles technologiques et réglementaires que les opérations BVLOS doivent surmonter pour devenir ordinaires dans un environnement commercial, ces opérations sont actuellement limitées, même si un certain nombre de projets de recherche commerciale sont en cours dans le monde entier. Les opérations BVLOS se passent habituellement dans un contexte militaire depuis de nombreuses années mais se déroulent dans des conditions opérationnelles où différents cadres réglementaires s'appliquent souvent.

Les opérations BVLOS constituent un niveau de risque accru et doivent être gérées avec soin. Si les opérateurs UAS du WBG ont l'obligation de mener BVLOS, ils doivent faire en sorte qu'ils connaissent les réglementations en vigueur et qu'ils respectent toutes les exigences du fonctionnement de BVLOS dans le pays dans lequel ils opèrent. Pour permettre

aux vols BVLOS de se dérouler en toute sécurité, les opérateurs UAS doivent s'assurer qu'ils sont suffisamment équipés des technologies et des processus permettant de réduire les risques liés à l'opération pour ALARP.

7.7 PROFILS TYPIQUES DU DÉCOLLAGE ET DE L'ATTERRISSAGE DES UA

Les opérateurs devraient envisager des éventualités à appliquer en cas de panne en vol. En voici quelques exemples :

- Échec lors du lancement - Certains UA, en particulier les plates-formes FW, volent à grande vitesse et utilisent des principes aérodynamiques complexes lors du lancement. Par conséquent, il convient de tenir en compte les mesures à prendre en cas d'échec du lancement. Dans ce cas-là, lors du lancement, qu'arrivera-t-il au profil de descente de la plate-forme et, par conséquent, où atterrira-t-il ?
- Panne en vol - Les opérateurs doivent prendre en compte les caractéristiques de vol de l'UA en vol afin de déterminer les éventualités potentielles en cas de défaillance de l'UA. Ces éventualités peuvent inclure l'identification des zones d'atterrissage d'urgence et, dans le cas d'un UA FW, le profil de descente qui pourrait permettre à une plate-forme sans puissance d'atterrir en toute sécurité dans un emplacement indiqué.
- Échec lors de l'atterrissage - si l'UA s'en remet à l'aide d'un système de parachute, il conviendra donc de prévoir une éventualité en cas de défaillance du système.

7.8 OPÉRATIONS DE LIGNE DE MIRE VISUELLE ET LIGNE DE MIRE ÉTENDUE

7.8.1 Opérations hors de la ligne de mire

Le pilote doit rédiger dans un journal (copie en papier ou électronique) un compte rendu de chaque opération UA, y compris les rapports sur les formations, pour les présenter aux autorités de réglementation si nécessaires.

7.8.2 Profils d'échec

Tous les accidents et incidents doivent être documentés et signalés au représentant du client et aux autorités compétentes, sous réserve des exigences nationales. Tous les accidents et incidents évités de justesse devraient être signalés et conservés par l'opérateur UAS dans un journal concernant des problèmes de vol.

COMMISSION FOR LANDS, ZANZIBAR

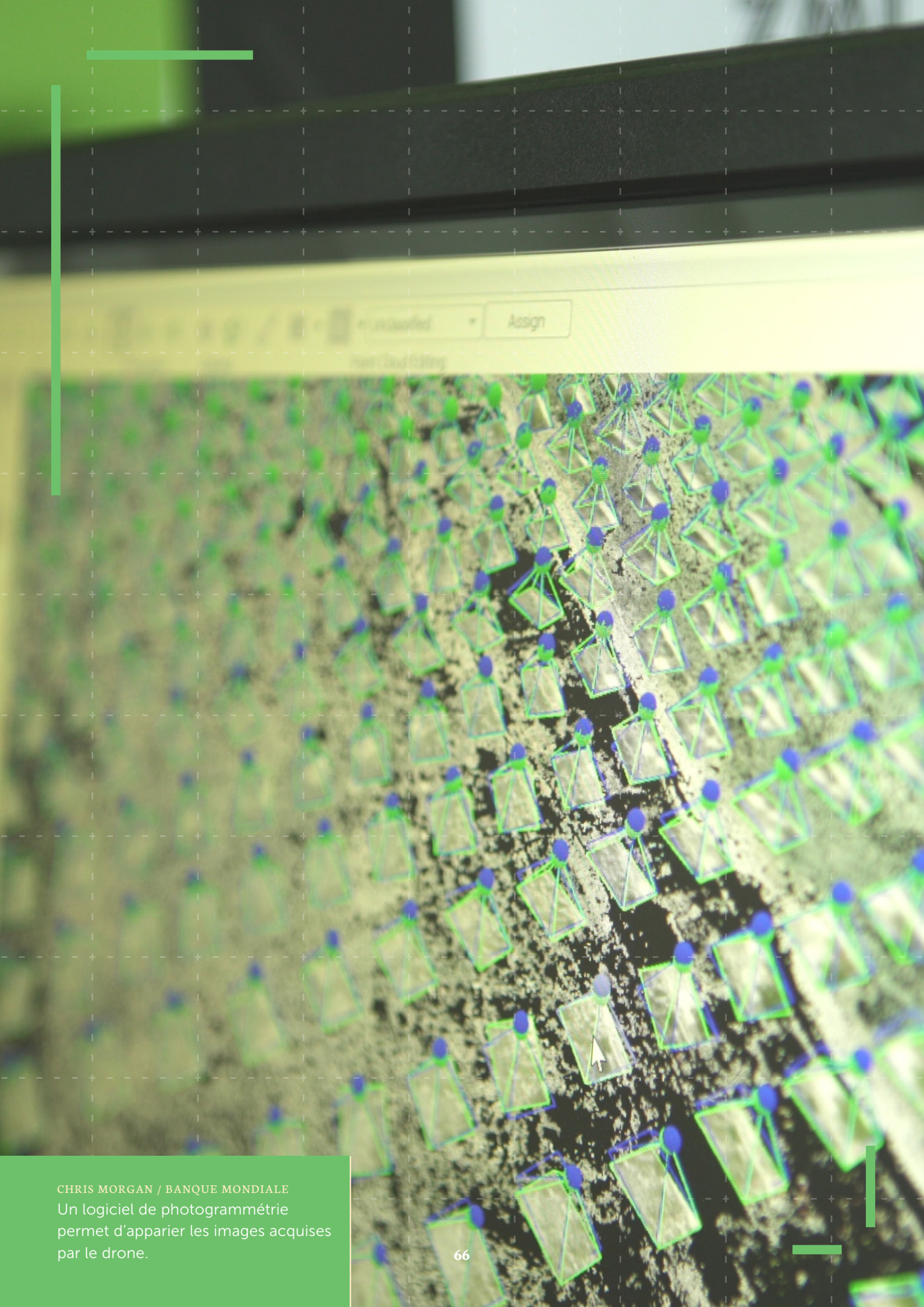
Maisons en construction à Zanzibar.

8. CONCLUSION

A mesure que le WBG élargit son utilisation des UA pour soutenir ses projets dans le monde entier, il devrait chercher à adopter une série de principes promouvant une approche responsable de l'utilisation de cette technologie. Les opérateurs UAS agissant pour le compte du WBG doivent adopter les meilleures pratiques pour assurer un niveau approprié de sécurité et de professionnalisme lors des vols. Cela nécessitera de mettre l'accent sur l'atteinte et le maintien des niveaux de sécurité définis, s'il en existe, tout en gérant les impacts sur l'environnement et en répondant aux préoccupations relatives au stockage des données et au respect de la vie privée.

La technologie UA augmente plus rapidement que la plupart des cadres réglementaires ne peuvent évoluer. Les opérations UA du WBG sont de plus en plus nombreuses et diversifiées et sont menées dans des contextes réglementaires à différents niveaux de maturité. Les difficultés rencontrées peuvent être atténuées par la connaissance approfondie et le respect de la réglementation en vigueur dans le pays où la tâche est exécutée. Dans les cas où les réglementations ne sont pas bien définies, il faudrait effectuer des opérations selon une approche responsable et sans dangerqui soit soutenue par un cadre de gestion des risques robuste et bien appliqué.

Les recommandations de la présente note d'orientation sont conçues pour introduire un cadre qui peut être appliqué à toutes les opérations UA du WBG, où qu'elles soient effectuées. La mise en œuvre cohérente et responsable de ces recommandations contribuera à instaurer une culture de la sécurité au sein du WBG et à le propulser en tant qu'organisme qui adopte les UA en appui à ses projets de façon généralisée . Il est à espérer que ce document ouvre la voie à une recherche plus approfondie des utilisations des UA pour les opérations du WBG ainsi que des facteurs et considérations connexes. Des travaux supplémentaires sur la politique de collecte des données, l'analyse différentielle des coûts et les manuels opérationnels seraient utiles pour guider les équipes du WBG à concevoir des projets tirant le meilleur parti de cette technologie prometteuse. L'ensemble de ces efforts permettra au WBG d'exploiter pleinement les avantages de cette technologie et d'aider à la réalisation de ses objectifs stratégiques.



CHRIS MORGAN / BANQUE MONDIALE
Un logiciel de photogrammétrie permet d'apparier les images acquises par le drone.

ANNEXE A. GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS[17, 18, 19, 20]

Vol automatique	Un vol suivant des instructions préprogrammées, chargées dans le système de contrôle de vol UAS que les UA effectuent
Au-delà de la ligne de mire visuelle (BVLOS)	Opération UA au-delà d'une distance où le RP est en mesure de répondre à - ou d'éviter - d'autres utilisateurs de l'espace aérien par des moyens visuels
Opération commerciale UAS	Opérations de vol conduites pour le travail, à des fins commerciales, ou de compensation ou de location
Drone	Le terme utilisé par le grand public ou les médias pour désigner un UA
Mode d'affichage à la première personne (FPV)	Un mode de fonctionnement UAS où le RP surveille la position de l'UA à l'aide d'une caméra installée sur l'avion
La frangibilité	La frangibilité indique la capacité d'un objet à conserver son intégrité structurelle et sa rigidité jusqu'à une charge maximale spécifiée mais Lorsque l'objet est soumis à une charge supérieure à celle-ci ou qu'il est heurté par un aéronef, il se brise, se déforme ou cède de manière à présenter un risque minimal pour un aéronef
Geofence	Une clôture géographique ou une frontière virtuelle à deux dimensions définies par des coordonnées géographiques
Geofencing	Fonction permettant à un UA de respecter automatiquement une ou plusieurs géolimitations basées sur des clôtures géographiques ; la fonction peut être exécutée uniquement dans l'UA ou répartie entre l'UA et un système externe (par exemple, système UTM)
Géo-limitation	Une limitation géographique ; toute limitation appliquée à un UAS pour forcer l'UA à accéder ou à sortird'une zone ou d'un volume d'espace aérien défini ; une géo-limitation peut être construite avec des éléments de géorepérage ou limitation de performance
Danger	Une condition ou un objet qui menace la sûreté – l'existence-de quelqu'un ou de quelque chose provoquant des dégâts, des blessures ou la mort
Opérateur amateur	Opération effectuée uniquement à des fins récréatives ou de loisirs (voir : Opération commerciale d'UAS)
Pilote à distance (RP)	La personne qui manipule les commandes d'un UAS pendant le vol, si pertinent, et est responsable de la sécurité de l'ensemble des opérations ; l'opérateur UAS en vol autonome

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Trois radios pour trois UA en vol.

Station de pilotage à distance (RPS)	Composante de l'UAS qui contient l'équipement utilisé pour contrôler l'UA
Risque	La probabilité que survienne un élément dangereux et la sévérité de ses conséquences.
Observateur UA	Une personne qui, par contact visuel de l'UA, aide le RP à effectuer le vol en toute sécurité
Opérateur UAS	Toute personne qui utilise ou a l'intention d'utiliser un UAS
Avion sans pilote	Tout aéronef utilisé ou conçu pour être utilisé sans pilote à bord
Système d'avion sans pilote	L'UA, ainsi que tout équipement, appareil, logiciel ou accessoire nécessaire à son bon fonctionnement, en toute sécurité
Vol à vue (VLOS)	Un type d'opération dans lequel le RP maintient un contact visuel continu, sans obstacle ni aide, avec l'UA, permettant au RP de surveiller la trajectoire de vol de l'UA et de tout équipement, (appareil, annexe, logiciel, ou accessoire) nécessaire à la sécurité des opérations de l'UA vis-à-vis d'autres aéronefs, des personnes et des obstacles, dans le but de maintenir séparé l'UA et d'éviter des collisions

ANNEXE B. CITATIONS ET RÉFÉRENCES AUX RESSOURCES CLÉS

	Citations
1	Commercial Drone Market Analysis By Product (Fixed Wing, Rotary Blade, Nano, Hybrid), By Application (Agriculture, Energy, Government, Media & Entertainment) And Segment Forecasts To 2022. Grand View Research, Jan 2016, "Commercial Drone Market Worth $2.07 Billion By 2022" https://www.grandviewresearch.com/press-release/commercial-drone-market.
2	EASA, Aug 2016, "'Prototype' Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations" https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/ UAS%20Prototype%20Regulation%20final.pdf.
3	http://www.popsci.com/technology/article/2012-06/researchers-hack-government-drone-1000-parts.
4	Qi3, 2014, "Qi3 Insight: Unmanned Aircraft systems Growing Markets in a Changing World".
5	https://www.faa.gov/news/updates/?newsId=85227 accessed 11 May 2017.
6	EASA/NAA TASK FORCE Report, 2 Sept 2016: "Study and Recommendations regarding Unmanned Aircraft System Geo-Limitations".
7	UK Information Commissioner's Office, May 2015, "In the picture: A data protection code of practice for surveillance cameras and personal information", Section 7.3, Unmanned Aerial Systems https://ico.org.uk/ media/for-organisations/documents/1542/cctv-code-of-practice.pdf.
8	European Parliament, 2015, "European Parliament Report: Privacy and Data Protection Implications of the Civil Use of Drones".
9	BBC Future Website, 6 Feb 2014, "Are drones the next target for hackers?" http://www.bbc.com/future/story/20140206-can-drones-be-hacked.
10	NASA, "Unmanned Aircraft System (UAS) Traffic Management (UTM)" https://utm.arc.nasa.gov/.
11	2016: Low-Altitude Unmanned Aircraft Systems-Based Internet of Things Services: Comprehensive Survey and Future Perspectives,Naser Hossein Motlagh, Tarik Taleb, Osama Arouk: http://ieeexplore.ieee. org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7572034&isnumber=7811160.
12	Single European Sky, ATM Research: SESAR UTM Concept Definition: https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/rpas-01.html
13	Such as Echo ATU-20 and ping200S, see uAvionix, http://www.uavionix. com/products/.
14	EASA, October 2016, "Drone collision task force, Final Report",: https:// www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/drone-collision-task-force.
15	DIN 5452-1, 2017-06, "Draft standard, Unmanned aircraft systems (UAS) - Part 1: Terms and definitions; Text in German and English".
16	EASA, NPA-2017-05 "Introduction of a regulatory framework for the operation of drones — Unmanned aircraft system operations in the open and specific category", 2.3.1.9. Pp. 12, 109. https://www.easa.europa.eu/document-library/notices-of-proposed-amendment/npa-2017-05 .
17	EASA/NAA: Report: Study and Recommendations regarding Unmanned Aircraft System Geo-Limitations 2016.
18	FAA 2016: "Electronic Code of Federal Regulations".
19	EASA Feb 2014 "Certification Specifications (CS) and Guidance Material (GM) for Aerodromes Design CS-ADR-DSN".
20	ASA 'Prototype' Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations, 2016, P. 5.

FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Échange de batteries sur le terrain.

Ressources

1 The World Bank, "UAV State of Play in Development" https:// worldbank.github.io/uav-development/index.html or https://www. scribd.com/document/320974919/UAV-State-of-Play-for-Development.

2 "20 things they don't tell you about UAVs", Anthony Wallace on the article by Mark Deuter: http://www.spatialsource.com.au/emailnewsletter/20-things-they-dont-tell-you-about-uavs.

3 European-RPAS-Roadmap, Jun 2013, "Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System".

4 Lloyds Register, Mar 2016, "Guidance Notes for Inspection using Unmanned Aircraft Systems (UAS)".

5 European Aviation Safety Agency (EASA), Dec 2015, "Technical Opinion: Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft".

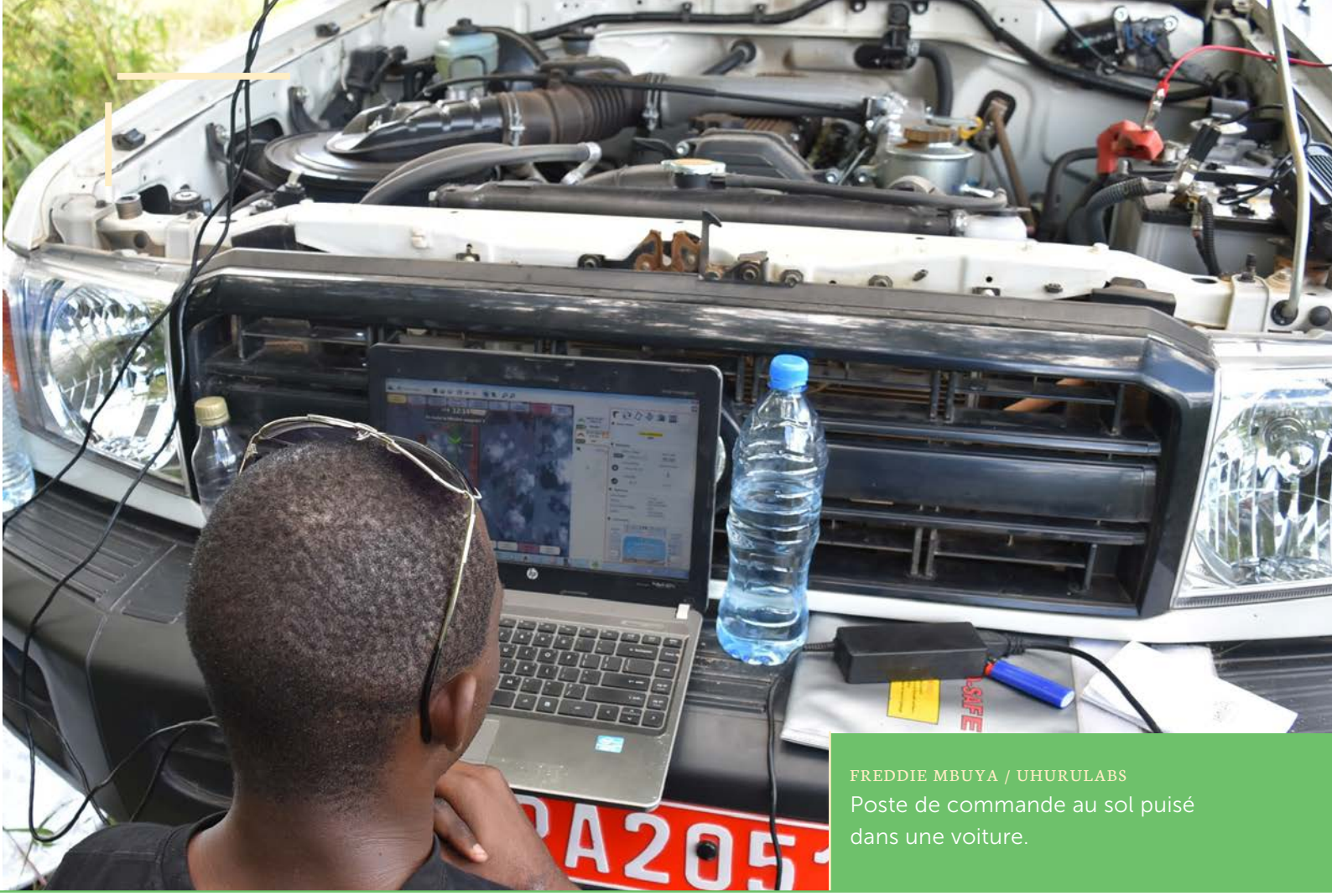
6 EASA, Oct. 2016, "UAS Safety Risk Portfolio and Analysis" https://www. easa.europa.eu/document-library/general-publications/uas-safety-risk-portfolio-and-analysis.

7 UK CAA, 2009&2016, "CAP393: Air Navigation Order (ANO)".

8 European Parliament, 2015, "European Parliament Report: Privacy and Data Protection Implications of the Civil Use of Drones".

9 "Drones: Commissioner Bulc presents plans for the creation of a European drone services market" https://ec.europa.eu/transport/modes/ air/news/2016-11-23-drones-commissioner-bulc-presents-plans-creation- european-drone-services_en.

10 UAViators, 2014, "Humanitarian Code of Conduct" https://docs.google.com/document/d/1Uez75_qmIVMxY35OzqMd_ HPzSf-Ey43lJ_mye-kEEpQ/edit.



FREDDIE MBUYA / UHURULABS
Poste de commande au sol puisé dans une voiture.

Ressources

11 FAA News, 21 Jun 2016, "Summary of Small Unmanned Aircraft Rule (PART 107)" https://www.faa.gov/uas/media/Part_107_Summary.pdf.

12 UK Information Commissioner's Office, May 2015, "In the picture: A data protection code of practice for surveillance cameras and personal information", Section 7.3, Unmanned Aerial Systems: https://ico.org.uk/media/for-organisations/documents/1542/cctv-code-of-practice.pdf

13 Ann Cavoukian Ph.D., Information and Privacy Commissioner, Ontario, Aug 2012, "Privacy and Drones: Unmanned Aircraft systems (UAVs)".

14 FSD, UAViators, et al., "Global Drone Regulations Database" https://www. droneregulations.info/.

15 FSD, Nov 2016, "Drone in Humanitarian Action: A Guide to the Use of Airborne Systems in Humanitarian Crises" http://drones.fsd.ch/wp-content/uploads/2016/11/Drones-in-Humanitarian-Action.pdf.

16 International Civil Aviation Organization (ICAO) Annex 19 - Safety Management, 1st edn. Montreal, Canada. July 2013,: http://www. skybrary.aero/bookshelf/books/2422.pdf.

17 ICAO 2013, Safety Management Manual (SMM), Document 9859, 3rd edn.: https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/ Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf.

18 ICAO 2015, Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) Document 10019, 1st edn.

19 Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems JARUS, "RPAS Required C2 Performance (RLP) concept": http://jarus-rpas.org/publications.

FREDDIE MBUYA / UHURULABS

Deogratias Minja signant le registre dans un bureau de quartier.

ANNEXE C. FORMULAIRE POUR LA LISTE DE VÉRIFICATION OPÉRATIONNELLE DE UAS DU WBG

Le présent document a pour objectif de faciliter un processus de planification préalable au vol complet afin de garantir que les opérations sont menées en toute sécurité, en synergie avec l'autorité appropriée et conformément à la réglementation en vigueur. Ceci devrait s'appliquer de manière générale à tous les pays dans lesquels les tâches sont exécutées au sein de projets du WBG.

Le formulaire est divisé en plusieurs sections et est conçu pour servir de registre de la planification opérationnelle. Il devrait être conservé et présenté aux autorités compétentes, si demandé. Le formulaire doit être entièrement complété par des notes détaillées et des réponses aux questions principales.

Téléchargez et imprimez un exemplaire de ce formulaire à l'adresse suivante : www.bit.ly/UASWBGChecklist-French.

INFORMATIONS SUR LE PROJET

Numéro de référence du projet	
Date	
Nom de l'auteur	
Nom de l'opérateur	
Nom du pilote à distance (RP)	

INFORMATIONS DU CLIENT

Nom du client	
Adresse	
Coordonnées	

Banque Mondiale (2017)

INFORMATIONS SUR LA TÂCHE

Date / heure		
Pays		
Lieu de la tâche		
Coordonnées géographiques		
Accès de véhicules	OUI	NON
NOTES D'ACCÈSS		
Brève description de la tâche		

INFORMATIONS SUR L'ÉQUIPEMENT

Type UA	
UA à voilure fixe / UA à voilure tournante	
Heure de vol	
Gamme	
Modes de redondance	

Banque Mondiale (2017)

AUTORITÉ, RÉGLEMENTATION, ASSURANCES, ENVIRONNEMENT ET SÉCURITÉ (ARIES) – PLANIFICATION

Considération	Questions	Résultats / notes
Règlements d'opération UAS	Est-ce qu'une autorisation d'opération UASest requise ? Est-ce qu'il en existe une? https://www.droneregulations.info/	
Autorité locale	Avez-vous besoin de la permission de l'autorité locale pour opérer ? Est-ce que l'autorité existe?	
Perceptions sociales	Comment la communauté va-t-elle réagir aux opérations de l'UA ? Aura-t-elle besoin d'être informée sur l'impact/les avantages des opérations des UA ? Comment l'information sera-t-elle fournie ?	

Banque Mondiale (2017)

Environnemental / faune	Y a-t-il des règlements sur l'environnement à respecter? La tâche doit-elle être effectuée près des sites d'intérêt scientifique ? Les opérations seront-elles affectées par la faune ? Si oui, comment pouvez- vous réduire cet impact ? Avez-vous informé les autorités appropriées au sujet de l'impact sur la faune et de la façon dont la tâche sera effectuée pour réduire cet impact ?	
Vie privée / données	Est-ce qu'il existe un règlement sur la protection de la vie privée et des données ? Quelles mesures doivent être appliquées pour se conformer aux règlements ? Quelles exigences concernant la collecte de données doivent être respectées avant le vol ? Quel contrôle qualité des données doit être réalisé ?	

Banque Mondiale (2017)

Assurance	Votre assurance, couvre-t-elle bien les opérations aériennes dans la zone concernée ? (Votre assurance devrait inclure l'assurance responsabilité civile et l'indemnité professionnelle.) Y a-t-il d'autres considérations concernant l'assurance nécessaires pour effectuer la tâche ?	
Sécurité	Existe-t-il des menaces de sécurité pour l'équipe des opérations ou pour l'équipement UAS ?	
Cybersécurité	Quels sont les risques potentiels de cybersécurité pour votre système dans la zone concernée ? Quelles mesures de contrôle votre UAS possède-t-il en matière de cybersécurité ?	
Risques liés à la réputation	La tâche présente-t-elle des risques liés à la réputation pour le WBG ? Si oui, comment ces risques seront-ils réduits ?	

Banque Mondiale (2017)

PLANIFICATION DES TÂCHES OPÉRATIONNELLES AVANT LE DÉPLOIEMENT

Considération	Questions	Résultats / notes
Classification aérienne	Dans quel espace aérien avez-vous l'intention d'effectuer des opérations ? Cet espace nécessite-t-il des contacts avec ATC ?	
Espace encombré **OUI NON**	Considérer la proximité de gens, des bâtiments et routes, de l'équipement supplémentaire / les mesures d'atténuation nécessaires, la taille des équipes (Terminer le sondage du site avec un diagramme de site)	
EVLOS **OUI NON**	Est-ce que vous respectez les réglementations nationales EVLOS (si elles existent) ? EVLOS : Combien d'observateurs de l'espace aérien sont nécessaires? Quelle est la durée maximale du vol pour achever la tâche ?	
Opérations de nuit **OUI NON**	(Prendre en considération le fait d'avoir un équipement supplémentaire, des enquêtes et observateurs aériens obligatoires pour accomplir une opération de nuit)	
D'autres restrictions dans l'espace aérien	Zone de contrôle (CTR), zone de trafic d'aérodromes (ATZ), zones militaires et civiles dangereuses, zones àaccès limité...	

Banque Mondiale (2017)

ATC locale	(si pertinent) Qui s'occupe de l'unité ATC locale dans la zone des opérations ?	
Fréquence ATC	(si pertinent) A quelle fréquence opère l'unité ATC locale?	
Proximité aux usagers de l'espace aérien	Clubs de vol à voile, parapente, ULM, cerfs-volants, aéromodélisme, terrains pour hélicoptères privés...	
Dangers potentiels liés à l'espace aérien	Gammes d'armes légères, sites de dégazage, zone de transmission de radio à haute intensité, refuges d'oiseaux...	
Autorisation d'atterrir	Autorités locales, propriétaire du terrain, armée	
Restrictions	Centrale nucléaire, prisons, zones scolaires, hôpitaux, maisons de retraite, bâtiments administratifs...	
Sensibilités	Même chose mentionnée plus haut, avec les réserves naturelles, les fermes d'élevage, les espèces protégées...	
Terrain	Quel est le genre du terrain? (terres agricoles, forêts, déserts, marais, territoires montagneux...)	
Dangers au sol	Lacs, rivières, autoroutes, voies ferrées	

Banque Mondiale (2017)

Accès public	Espace public, portails, sentiers, allées...	
Gens	Zones embouteillées / trafiquées	
Prévention des risques	Est-ce que le travail peut-il être fait à un autre moment afin d'éviter les rassemblements de gens, par ex. les heures de sortie d' écoles, les heures de pointe, etc. ?	
Météo	(Prendre en compte les statistiques météorologiques de la zone d'intervention)	

NOTIFICATIONS (LE CAS ÉCHÉANT)

Mise en place	Jour de notification	Contact	Coordonnées
Unité ATC locale			
Contrôle militaire			
Police			
Hôpital			
Incendie			

Banque Mondiale (2017)

NOTE D'ORIENTATION :

Gérer les risques des opérations aériennes sans pilotes dans les projets de développement

TECHNOLOGIE DES SYSTÈMES AÉRIENS SANS PILOTES

ARRIÈRE : FREDDIE MBUYA / UHURULABS

Récupérant un UA d'un champ où il a atterri.

WORLD BANK GROUP

Korea
Green Growth
Trust Fund