

## **Drones et action humanitaire :**

Guide sur l'utilisation des systèmes embarqués lors de situations de crise  
humanitaire

## Remerciements

Nous souhaitons remercier les nombreuses personnes qui nous ont aidé à réaliser ce rapport et les innombrables études de cas et comptes-rendus de réunions sur lesquels ce rapport est fondé, à savoir : nos collègues, Audrey Lessard-Fontaine, Sylvie deLaborderie, Timo Luege, Martin Noblecourt, Friederike Alschner, Fanny Bas et Jessica Du Plessis de CartONG ; Otto Simonett, Carolyne Daniel, Christina Stuhlberger de Zoï Environment Network pour leur accompagnement en matière de conception et de créativité ; Patrick Meier et Peter Mosur, consultants indépendants de Humanitarian UAV Network ; Kristin Sandvik de Peace Research Institute d'Oslo ; David Guerin à la Fédération internationale des contrôleurs aériens et Bert Rijk à FSD / Aurea Imaging.

Nous tenons également à remercier les nombreux experts de la communauté humanitaire qui ont apporté des informations et des conseils : Joel Kaiser à Medair ; Sebastian Ancavil de l'Organisation internationale pour les migrations (OIM) ; Oriol Lopez de Medecins Sans Frontières ; Edward Anderson à la Banque Mondiale ; Ruslan Bobov à Focus Humanitarian Assistance ; Manuel Fiol à UNITAR / UNOSAT ; Paul Vermeulen de Handicap International, Nate Smith de HOTOSM / OpenAerialMap, Haidar Baqir, Jose Odini et Luca Palermo du Programme alimentaire mondial ; Andrea Cippa à la DDC ; Chris Habib au iMMAP ; Inna Cruz et Olivier Cottray au GICHD, Katy Qutub à l'USAID ; Mark Iliffe, cartographe ; Allison Burtch à l'UNICEF ; Daniel Clauss et Romain Gauduchon de la DG Protection civile et opérations d'aide humanitaire européennes (ECHO).

Nous tenons à remercier les bailleurs de fonds pour leur soutien : DG Protection civile et opérations d'aide humanitaire européennes (ECHO) et Green Cross Suisse.

Ce rapport a été rédigé par Denise Soesilo, Patrick Meier, Audrey Lessard-Fontaine, Jessica Du Plessis et Christina Stuhlberger, sous la direction de Valeria Fabbroni. Denise Soesilo était la directrice de projet. Christina Stuhlberger a géré la production éditoriale. La conception graphique et la mise en page ont été réalisées par Carolyne Daniel et Maria Libert. Merci à Timo Luege pour ses conseils éditoriaux et à Geoff Hughes, secrétaire de rédaction. Merci.

# Sommaire

## Remerciements

## Acronymes et abréviations

## SYNTHÈSE

### 1. INTRODUCTION

### 2. TECHNOLOGIE ET ACTEURS

- 2.1. Types de drones
- 2.2. Partenariats
- 2.3. Les travailleurs humanitaires et l'utilisation des drones
- 2.4. Applications

### 3. CARTOGRAPHIE

- 3.1. Flux de travail cartographique d'un drone
- 3.2. Drones comparés aux autres possibilités
- 3.3. Traitement et analyse des données
- 3.4. Coûts
- 3.5. Cartographie des interventions d'urgence
- 3.6. L'avenir de la cartographie

### 4. LIVRAISON DES CHARGES

- 4.1. Technologie : ultramoderne
- 4.2. Acteurs
- 4.3. Modèles économiques
- 4.4. Drones-cargos dans les zones de conflit
- 4.5. Drones versus hélicoptères et avions
- 4.6. Réglementation
- 4.7. L'avenir des drones-cargos

### 5. AUTRES APPLICATIONS

- 5.1 Recherche et sauvetage
- 5.2. Suivi et information en temps réel

### 6. CONCLUSIONS

## RESSOURCES

## ANNEXE

## Acronymes et abréviations

BVLOS	Beyond Visual Line of Sight
DVLOS	Digital Visual Line of Sight
ELRHA	Enhancing Learning and Research for Humanitarian Assistance
GAHI	Global Alliance for Humanitarian Innovation
GIS (SIG)	Geographic Information System (Système d'information géographique)
GMFRS	Greater Manchester Fire and Rescue Service
GSD	Ground Sample Distance
HERMES	Highly Extensible Resource for Modeling Supply Chains
HOT	Humanitarian OpenStreetMap Team
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICARUS	Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search Operation
IOM	International Organization for Migration
MSF	Médecins Sans Frontières
NGO	Non-governmental Organization
OAM	OpenAerialMap
OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
OSM	OpenStreetMap
PacDID	Pacific Drone Imagery Dashboard
RMA	Belgian Royal Military Academy
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
SAR	Search and Rescue
UAS	Unmanned Aircraft System
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UNDAC	United Nations Disaster Assessment and Coordination
UNFPA	United Nations Population Fund
UNICEF	United Nations Children's Fund
UNITAR	United Nations Institute for Training and Research
UNOSAT	UNITAR Operational Satellite Applications Programme
ASI	United Parcel Service
VLOS	Visual Line of Sight
VTOL	Vertical Take-off and Landing
WFP	United Nations World Food Programme

## SYNTHÈSE

Cette enquête poussée sur l'utilisation de drones lors de crises humanitaires est la première de son genre ; elle vise à déterminer de quelle manière et dans quelles circonstances les drones peuvent valoriser les opérations humanitaires dans les zones sinistrées. Parmi les utilisations les plus prometteuses des drones, figurent :

- La cartographie
- La livraison de produits indispensables dans des lieux éloignés ou difficiles d'accès
- Un soutien pour l'évaluation des dommages
- L'amélioration de la connaissance situationnelle
- L'observation des changements

La cartographie est aujourd'hui la forme la plus aboutie de l'utilisation des drones dans le secteur humanitaire. La technologie est mature, et les utilisateurs qualifiés peuvent rapidement produire des produits d'information à même d'être immédiatement exploités par les programmes humanitaires. Des conceptions légères et conviviales et des flux de travail automatisés rendent possible l'utilisation de drones de cartographie, même pour des utilisateurs sans connaissances techniques particulières. Les drones de cartographie ont prouvé leur grand potentiel en phase de redressement post-catastrophe ou pour les travaux de réduction des risques de catastrophe.

La livraison de charges avec des drones est un domaine en plein essor ; il peut permettre le transport de petits objets à une fréquence élevée, complétant ainsi les moyens traditionnels. La plupart des modèles de drones-cargos en cours de développement sont encore des prototypes, et les projets pilotes sont actuellement limités à des charges légères et de grande valeur.

L'utilisation de drones dans la surveillance et la fourniture d'informations en temps réel reste un sujet controversé, et la communauté humanitaire examine avec prudence les perspectives. Les petits drones diffusent des vidéos en direct, principalement en situations tactiques, pour apprécier les barrages routiers potentiels ou évaluer rapidement les structures et les infrastructures.

Dans le milieu humanitaire, l'intérêt pour des fonctionnalités qui permettraient l'évaluation et l'observation de vastes zones, est contrebalancé par des questions de perceptions. Ces applications nécessiteraient des drones de tailles moyenne à grande, souvent associés à des utilisations militaires. Lorsque de plus grands modèles sont déployés, la distinction entre drones militaires et minidrones – les plus utilisés à ce jour –, n'apparaît plus aussi clairement. La protection de la vie privée des personnes est une préoccupation particulière liée à la surveillance, sans rapport avec la taille du drone.

On constate actuellement un intérêt grandissant pour l'utilisation de drones dans les opérations de recherche et de sauvetage, en particulier lorsque ceux-ci peuvent être équipés de caméras infrarouges ou d'autres caméras spécialisées. Au Royaume-Uni, les pompiers utilisent de plus en plus les drones. Les premiers résultats sont

prometteurs, mais cette application en est encore au stade expérimental ; il y a trop peu d'exemples concrets sur lesquels s'appuyer pour en tirer des conclusions générales.

Dans bien des cas, le déploiement de drones peut générer un meilleur retour sur investissement que les images satellite ou les photos aériennes prises à partir d'hélicoptères ou d'avions. Ceci est particulièrement vrai lorsqu'il faut avoir des images détaillées d'événements isolés, et dans les cas où les images doivent être prises de façon répétée.

Comme les drones sont de plus en plus faciles à utiliser, les défis majeurs se déplacent. Il ne s'agit plus de faire voler les drones. Il s'agit de traiter, d'analyser et de stocker les données capturées par les drones. Cela nécessite un renforcement des capacités des organisations humanitaires ou des accords de coopération avec des ONG ou des entreprises qui fournissent ces services. À l'heure actuelle, les organisations humanitaires choisissent de travailler avec des fournisseurs de services, ou en partenariat avec d'autres acteurs à but non lucratif ou avec des communautés locales qui ont la capacité de déployer des drones sur le terrain.

Les drones arrivent souvent trop tard pour être utiles au lendemain d'une catastrophe. Les organisations peuvent remédier à ce problème en renforçant leurs capacités locales ou régionales, et en intégrant les drones dans leurs panoplies d'instruments d'intervention d'urgence.

Des réglementations inadéquates peuvent être un obstacle majeur au déploiement de drones en période de crise. De nombreux pays ne possèdent pas de réglementations et, là où elles existent, elles ne comportent généralement pas de dispositions pour les situations d'urgence.



## 1. INTRODUCTION

Les drones sont rapidement apparus comme un outil potentiellement utile pour répondre aux besoins des populations qui se trouvent dans des situations de crise humanitaire. À mesure que les prix diminuent et que la technologie devient plus facile à utiliser, beaucoup d'entraves à leur utilisation disparaissent. Mais est-il pour autant logique d'utiliser un drone après un tremblement de terre, une inondation, une tempête ou un glissement de terrain ? Ou le drone n'est-il qu'un jouet de plus qui pompe les ressources organisationnelles ?

« Drones et action humanitaire » est la première enquête poussée du bien-fondé de l'utilisation de drones lors de crises humanitaires, surtout lors de catastrophes naturelles. Elle résume les résultats de plus d'un an de recherches, de consultations auprès de parties prenantes et de déploiements sur le terrain.

Le concept d'utilisation des drones est relativement nouveau dans les discussions générales de l'action humanitaire, et c'est un élément essentiel, bien que controversé, du programme d'innovation humanitaire. L'utilisation de drones humanitaires résulte d'abord de l'intérêt de l'industrie des drones à acquérir une légitimité et une moralité, mais l'attention s'est ensuite portée sur la façon dont les drones pouvaient appuyer l'action humanitaire. Les applications ont dépassé le cadre exclusif des capacités de surveillance, et englobent maintenant toute une palette de drones – petits et moyens – équipés de caméras thermiques et de dispositifs d'écoute, et de capacités d'emport.

Les drones entrent désormais dans le débat plus général sur la technologie et l'innovation humanitaires, sur la gestion à distance et sur les relations entre l'action

humanitaire et le maintien international de la paix. Pour répondre aux défis de gestion inédits dus à la fréquence et à l'ampleur des situations d'urgence humanitaire, le Programme d'action pour l'humanité 2016 du Secrétaire général des Nations Unies indique que, pour produire des résultats collectifs, le secteur humanitaire doit promouvoir l'innovation.<sup>1</sup> On fonde de grands espoirs sur les drones pour améliorer la capacité des humanitaires à évaluer les besoins, à surveiller les changements sur le terrain, voire même à fournir du matériel de secours. Parallèlement, des voix s'élèvent pour exprimer leur scepticisme quant à l'utilité réelle de ceux-ci dans le cadre d'opérations humanitaires.

Ce projet a fait un effort systématique pour comprendre comment, et dans quelles circonstances, l'utilisation de drones pouvait apporter une valeur ajoutée au travail humanitaire dans les zones sinistrées. Alors que l'utilisation des drones se multiplie, c'est la première initiative de ce genre qui parvient à consolider les connaissances existantes sur les applications humanitaires, et à tester, promouvoir et partager l'information sur l'utilisation appropriée et sur les meilleures pratiques au sein de la communauté humanitaire. Une telle approche, fondée sur des données probantes, est essentielle pour réussir une intégration éthique des drones dans le travail humanitaire. Cette initiative comprend les éléments suivants :

- Réalisation d'une enquête sur les perceptions, pour mieux comprendre le ressenti et le niveau d'expérience dans l'utilisation des drones du personnel des organisations impliquées dans l'aide humanitaire et la protection civile
- Création d'une base de connaissances, en documentant les déploiements antérieurs et en déployant des drones en collaboration avec des organisations partenaires
- Organisation de sessions avec les parties prenantes, pour échanger des informations, discuter des questions en suspens et des moyens d'assurer l'intégration sûre et appropriée des drones dans le travail humanitaire
- Recherches sur la réglementation actuelle de 30 des pays les plus touchés par les catastrophes au monde

---

<sup>1</sup> Programme d'action pour l'humanité - Annexe au Rapport du Secrétaire général pour le Sommet humanitaire mondial

## Réglementer l'utilisation des drones

Les intervenants qui veulent obtenir l'autorisation d'utiliser des drones dans des contextes humanitaires, sont à ce jour confrontés à une incertitude concernant l'environnement réglementaire. De nombreux pays n'ont toujours pas de cadre réglementaire clair déterminant l'utilisation des drones, ou lorsque celui-ci existe, les acteurs humanitaires sont dans la quasi-impossibilité de satisfaire aux exigences d'utilisation en situations humanitaires urgentes. Les gouvernements du monde entier travaillent actuellement à la création et à l'adaptation de la législation, pour garantir, à la fois, la sécurité et le développement. Le paysage réglementaire évolue donc rapidement. Une coalition d'acteurs à but non lucratif et de chercheurs fournit des mises à jour réglementaires sur : [www.droneregulations.info](http://www.droneregulations.info).

Le projet englobe la recherche, les consultations, les événements et les déploiements documentés, disponibles sur : <http://drones.fsd.ch>. Ce guide est destiné à servir de base aux documents recueillis, pour donner un aperçu des principaux résultats, des études de cas et des informations générales, et répondre aux questions clés suivantes :

- Quelles sont les utilisations des drones dans l'action humanitaire ?
- Qu'est-ce que les drones apportent de plus aux acteurs de l'humanitaire ?
- Quelles applications peut-on faire de la technologie des drones ?
- Dans quelle mesure est-il difficile d'utiliser des drones dans l'action humanitaire ?

Bien que ce guide vise à faire la lumière sur les meilleures utilisations des drones dans l'action humanitaire en vue d'améliorer l'efficacité et la qualité de l'aide humanitaire, le deuxième objectif est de démystifier la technologie pour la rendre plus compréhensible et accessible à un public plus large d'humanitaires. Ce guide fournit une vue d'ensemble de la technologie actuelle et des tendances potentielles futures, et aborde des problèmes qui peuvent survenir avec l'utilisation de la technologie.

Les informations fournies dans ce document sont le fruit de 14 mois de consultations auprès de parties prenantes, de recherches primaires et secondaires et de travaux sur le terrain. Au total, des représentants issus de 42 organisations humanitaires, y compris des agences des Nations-Unies, ont participé au processus. Dans la mesure où il révèle une vision particulière du monde, ce document est basé sur la conviction que les drones, quelle que soit leur origine, méritent d'être pris en considération à des fins humanitaires lorsque leur utilisation peut soutenir des objectifs humanitaires. Au vu du développement rapide de la technologie, l'équipe du projet espère que ce document pourra influencer positivement l'évolution de l'utilisation des drones, pour améliorer la qualité et l'efficacité de l'aide humanitaire.

Ce guide peut aider les organisations humanitaires et les donateurs à déterminer quand, et comment, les drones peuvent aider les travailleurs humanitaires dans leur travail d'assistance, et à comprendre dans quelles circonstances leur utilisation représente clairement une plus-value ; il peut aider les décideurs à prendre la décision d'utiliser ou non des drones, et fournit des liens vers des ressources supplémentaires.

Il peut également aider les organismes de régulation et les gouvernements à comprendre les utilisations humanitaires des drones, et les encourager à réglementer sur les divers types de drones, et leurs applications, de façon à faciliter une utilisation sûre et responsable de cette technologie. Il peut de même aider les entreprises et les fabricants à mieux comprendre les besoins humanitaires et les applications de la technologie, pour qu'ils puissent mieux soutenir et conseiller les professionnels de l'aide humanitaire sans connaissances techniques particulières.

Les informations présentées dans cette publication sont en grande partie tirées de documents produits dans le cadre de cette initiative. Les documents suivants sont disponibles sur [drones.fsd.ch](http://drones.fsd.ch) :

- Drones et action humanitaire - Enquête sur les perceptions et les applications
  - Drones-cargos dans un contexte humanitaire : compte-rendu des réunions
  - Drones de cartographie dans l'action humanitaire : compte-rendu des réunions
  - Études de cas
1. Cartographie des inondations pour la réduction des risques de catastrophe : obtenir des images haute résolution pour cartographier et modéliser les risques d'inondation à Dar es Salaam
  2. Utilisation de drones pour livrer des colis médicaux en Papouasie-Nouvelle-Guinée
  3. Cartographie à petite échelle avec des drones domestiques au Népal
  4. Déploiement de drones pour la modélisation spatiale de mines terrestres déplacées par les inondations en Bosnie-Herzégovine
  5. Test de l'utilité des drones de cartographie pour un redressement rapide aux Philippines
  6. Cartographie de l'évaluation rapide des dommages à Tabarre et dans les communautés environnantes, en Haïti, suite à l'ouragan Sandy
  7. Utilisation de l'imagerie haute résolution pour appuyer le recensement post-tremblement de terre à Port-au-Prince, en Haïti
  8. Imagerie haute résolution UAV pour la gestion de camps en Haïti
  9. Utilisation de l'imagerie par drone pour des informations en temps réel après le passage du typhon Haiyan, aux Philippines
  10. Utilisation de drones pour l'évaluation des dommages consécutifs à une catastrophe, au Vanuatu
  11. Simulation : utilisation de drones pour appuyer la recherche et le sauvetage
  12. Utilisation de drones au sein des services d'incendie et de secours, au Royaume-Uni
  13. Utilisation de drones pour inspecter les dommages routiers consécutifs à un tremblement de terre, en Équateur
  14. Utilisation de drones pour créer des cartes et évaluer les dommages causés aux bâtiments, en Équateur

**Figure 1 : Drones dans des études de cas sur l'action humanitaire**

Drones in Humanitarian Action - Case studies



**TERMINOLOGIE :**

Les termes les plus courants pour désigner un drone sont : UAV - Véhicule Aérien sans Pilote - et UAS - Système de drones. L'Union Européenne utilise le terme Système d'Aéronef Télépiloté, ou RPAS – un terme plus formel fréquemment utilisé par les agences internationales et nationales de l'aviation, comme l'OACI, l'Organisation de l'aviation civile internationale. Par souci de simplicité, nous utiliserons le terme « drone » dans cette publication.

## **2. TECHNOLOGIE ET ACTEURS**

Jusqu'à présent, les drones utilisés dans les efforts humanitaires étaient des appareils de petite taille, voire de taille mini, qui ne pesaient que quelques kilos, ou moins. Ces modèles sont relativement faciles à manipuler, mais ils ont un rayon d'action et un temps de vol limités. L'utilisation humanitaire a évolué en même temps que le marché grand public et civil. Les modèles fabriqués pour ce marché sont développés en vue de garantir la facilité d'utilisation et la sécurité, et peuvent souvent être utilisés avec une formation minimale. Ces facteurs ont rendu cette technologie accessible aux acteurs civils et humanitaires. Contrairement à ce que pensent certains, les drones à long rayon d'action de la taille d'un aéronef sont rarement utilisés à des fins humanitaires. Ces drones de grande taille demandent des budgets plus importants, une plus grande coordination et du personnel spécialisé, et ils sont généralement pilotés par des acteurs militaires ou étatiques. Au fur et à mesure que le marché du drone civil se développe, on peut s'attendre à ce que des aéronefs de plus grande taille soient, à l'avenir, plus accessibles.

La technologie et la mise en service de drones pour livrer des charges en sont encore à leurs balbutiements dans les applications commerciales et humanitaires, mais le domaine progresse rapidement. Compte-tenu de l'évolution rapide du marché et de la technologie – le marché mondial du drone commercial a été évalué à environ 450 millions d'euro en 2014, et devrait atteindre 1,8 milliard d'euro d'ici à 2022 – la technologie, le coût, les applications et l'accessibilité des drones devraient continuer à se développer à un rythme relativement rapide au cours des années à venir.

### **2.1. Types de drones**

Les modèles de drones déjà utilisés à des fins humanitaires sont très variés, et il faut s'attendre à voir émerger d'autres applications. Aujourd'hui, dans le cadre humanitaire, ce sont les domaines de la cartographie et de la surveillance qui sont les plus explorés dans la pratique. Le choix d'une plateforme de drones et d'une stratégie de déploiement spécifiques est guidé, entre autres choses, par le type d'application, les conditions environnementales, les besoins organisationnels et les coûts afférents. (Voir le tableau 1 en annexe pour un résumé des organisations, des applications et des drones déployés par le passé.)

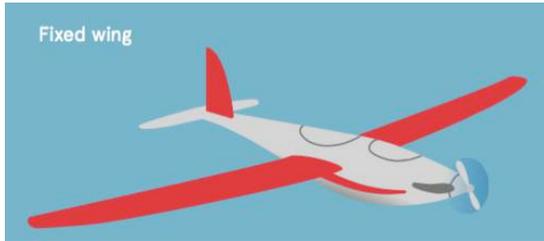
**Figure 2 : Exemples de modèles de drones utilisés dans le cadre d'actions humanitaires**



### 2.1.1. Drones à voilure fixe

Les drones à voilure fixe ont deux ailes, et sont habituellement utilisés pour couvrir des distances plus longues et transporter des charges plus lourdes. On utilise souvent les drones à voilure fixe pour les grands projets de cartographie, ou pour les projets nécessitant le transport de charges sur de longues distances. Ils peuvent voler par des vents atteignant jusqu'à 50 km/heure, et peuvent généralement rester en l'air entre 30 minutes et plusieurs heures, en fonction du modèle. La plupart des drones à voilure fixe volent en pilote automatique, suivant des trajectoires de vol prédéterminées qui sont téléchargées avant le vol. Au sol, un pilote surveille seulement la progression du vol et effectue des ajustements, si nécessaire. Le principal inconvénient de ces drones à voilure fixe, c'est qu'ils ont besoin, en général, d'une bande d'espace ouvert pour l'atterrissage et le décollage. De tels espaces peuvent être difficiles à trouver en zones montagneuse, ou à forte densité de forêts ou de constructions.

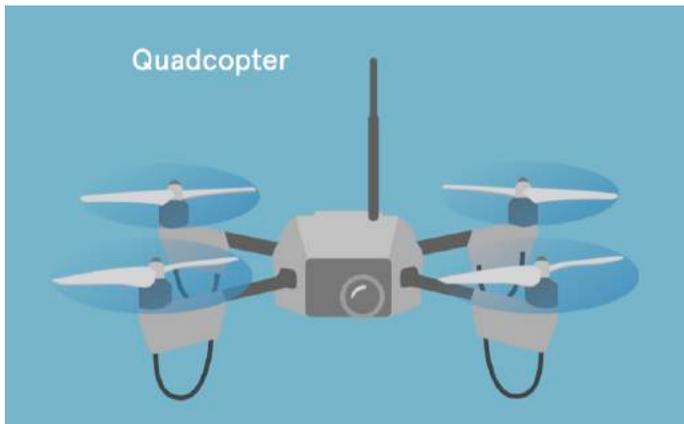
**Figure 3 : Drone à voilure fixe**



### **2.1.2. Drones multirotors**

Les drones multirotors sont généralement utilisés pour des durées de vol et des distances plus courtes, pour enregistrer des images ou transporter des charges légères. Les drones multirotors les plus utilisés ont quatre hélices, voilà pourquoi on les appelle souvent « quadrirotors ». Mais des modèles avec un seul rotor (hélicoptère) ou encore à huit rotors (octocoptères), existent aussi. Leur principal avantage est qu'ils décollent et atterrissent verticalement ; ils n'ont donc pas besoin de beaucoup d'espace. De plus, des commandes et des logiciels améliorés rendent possibles la stabilisation automatique et le pilotage grâce au pilotage à distance ou au pilote automatique. En revanche, les temps de vol sont extrêmement raccourcis : les petits drones grand public sont nombreux à avoir une batterie n'ayant pas plus de 10 minutes d'autonomie. Les modèles qui peuvent voler plus longtemps sont beaucoup plus chers.

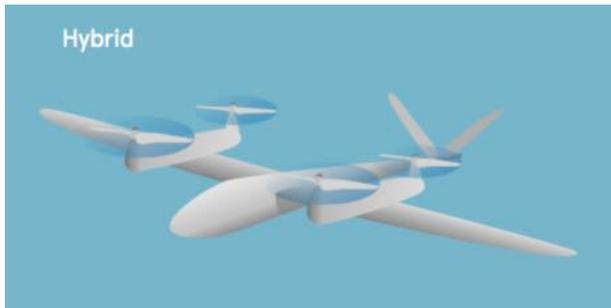
**Figure 4 : Drone multirotors**



### 2.1.3. Drones hybrides

Les drones hybrides sont relativement nouveaux, et équipés d'ailes et de rotors. Cette configuration hybride permet aux drones de décoller et d'atterrir verticalement, et de voler à l'horizontal, comme ceux à voilure fixe. Ils peuvent ainsi couvrir des distances beaucoup plus longues, et transporter des charges plus lourdes que les drones multirotores. Ces drones hybrides semblent être la solution d'avenir pour la livraison de charges dans les cas où la combinaison des contraintes « temps de vol » et « décollage et atterrissage verticaux », est importante.

**Figure 5 : Drone hybride**



## 2.2. Partenariats

Seul un petit nombre d'organisations ayant utilisé des drones dans les efforts humanitaires, ont développé leur propre capacité interne. La plupart des organisations humanitaires ont plutôt choisi de travailler avec des fournisseurs de services, ou en partenariat avec d'autres acteurs à but non lucratif ou des communautés locales qui ont la capacité de déployer des drones sur le terrain. Des agences ayant d'autres domaines de compétence, tels que la géologie, la foresterie et la construction, ont souvent des drones dont les applications pourraient facilement être adaptées aux missions humanitaires.

En outre, les entreprises spécialisées dans la technologie peuvent aussi fournir, à titre gracieux, des services pour certains projets. Ces entreprises, pendant les phases initiales de développement de leurs services, mettent souvent gratuitement leur technologie à disposition des organisations humanitaires, pour qu'elles puissent tester leurs prototypes et perfectionner leur technologie sur le terrain et dans les pays où la réglementation est plus favorable. Ces entreprises pourraient aussi chercher à s'associer avec des organisations humanitaires, pour présenter leurs services et se distinguer de leurs concurrents. Dans ce cas, il est conseillé d'avoir des directives claires pour s'assurer que des cas pratiques d'utilisation sont testés, et que les informations ou données qui en résultent sont partagées équitablement, sans favoriser une entreprise en particulier. Plusieurs organisations et agences ont, en interne, adopté des directives sur la manière de gérer des projets pilotes avec des nouvelles technologies. UAViators a développé un code de conduite exhaustif, qui peut également servir de source d'informations aux organisations qui commenceraient à explorer l'utilisation des drones.

### **2.3. Les travailleurs humanitaires et l'utilisation des drones**

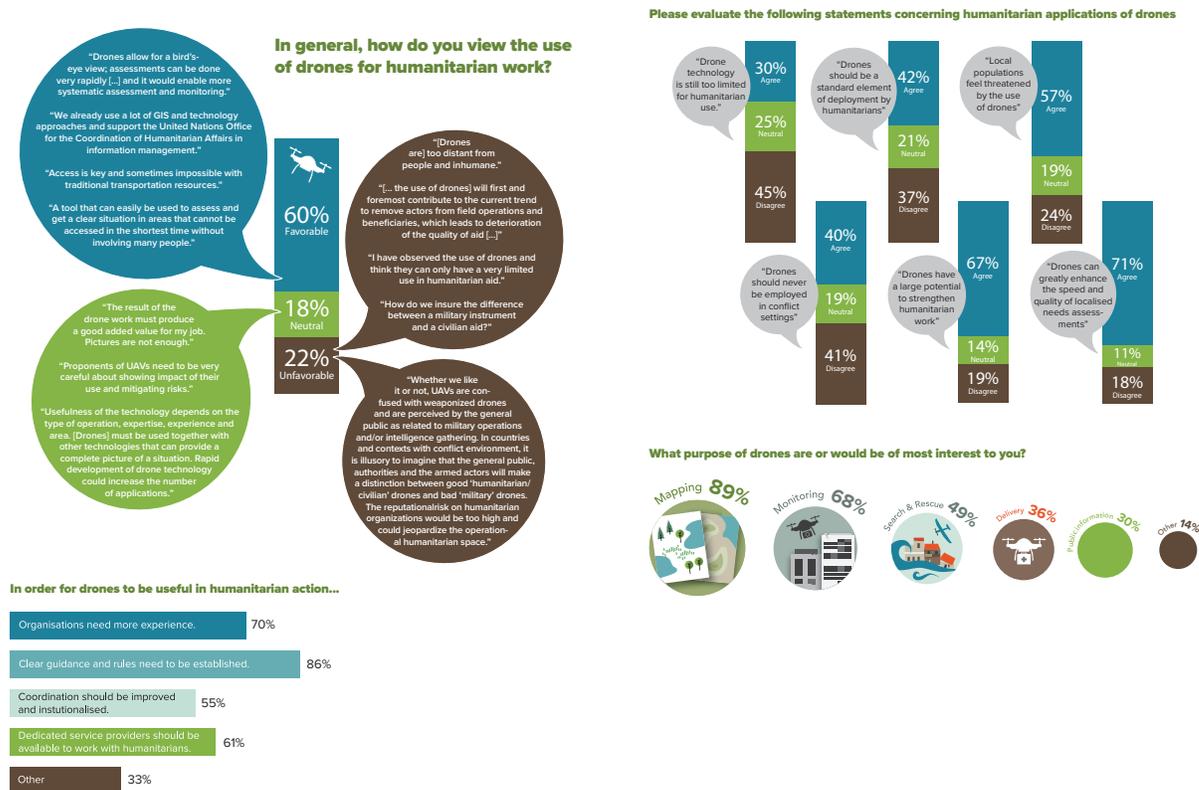
Pour établir une base de référence sur la perception de la prolifération des drones et leur degré d'acceptation dans le secteur humanitaire, les auteurs de cette étude ont mené une enquête exhaustive sur la manière dont les professionnels humanitaires perçoivent les drones. Près de 200 membres d'équipes d'intervention, travaillant dans 61 pays différents, y ont pris part.

Les résultats montrent qu'une grande majorité des répondants (60 %) pensent que les drones peuvent avoir un impact positif sur les opérations de secours en cas de catastrophe, alors que moins d'un quart (22 %) estiment que leur utilisation a un impact négatif. Les avis sur l'utilisation de drones dans les zones de conflit varient énormément. Sur ce point, les travailleurs humanitaires sont fortement divisés : 40 % ont déclaré que les drones ne devraient jamais être utilisés par les organisations humanitaires en situation de conflit ; 41 % ont déclaré qu'ils envisageraient d'utiliser des drones, même pendant les conflits armés.

L'enquête montre également qu'il faut faire beaucoup plus encore, dans le secteur humanitaire, pour renforcer les connaissances sur les avantages, les inconvénients, les capacités et les limites des drones. La grande majorité (87 pour cent) des répondants ont dit qu'ils n'avaient pas de connaissances directes sur l'utilisation des drones. Nombre d'entre eux ont expliqué qu'ils recherchaient des conseils, et qu'ils avaient besoin de pratique pour utiliser au mieux cette technologie.

Dans l'ensemble, les deux tiers des répondants estiment que les drones ont un immense potentiel pour renforcer le travail humanitaire, et surtout, qu'ils peuvent grandement améliorer la rapidité et la qualité des évaluations localisées des besoins.

Figure 6 : résultats de l'enquête



Le rapport complet « Drones et action humanitaire – Une enquête sur les perceptions et les applications », est disponible sur [drones.fsd.ch](http://drones.fsd.ch).

## 2.4. Applications

Les chapitres suivants décrivent les quatre applications les plus courantes : cartographie, recherche et sauvetage, surveillance et livraison. Les drones ont été utilisés pour accélérer ou améliorer la qualité des évaluations localisées des dommages, la planification de la réduction des risques de catastrophe, la planification des interventions humanitaires, l'amélioration des camps et des abris et la livraison de petits produits indispensables. Les drones se montrent très prometteurs en contexte tactique, comme soutenir le travail des équipes de recherche et de sauvetage et des équipes de terrain.

D'autres tâches, comme la fourniture d'Internet et l'utilisation d'images prises par des drones, destinées aux opérations de relations publiques, ne sont pas traitées en détail dans le présent document. Les grandes entreprises technologiques, telles que

Facebook et Google, étudient actuellement la possibilité d'apporter Internet et une connectivité. Ce service sera vraisemblablement disponible pour les humanitaires une fois que la technologie atteindra les marchés civils.<sup>2,3</sup>



### 3. CARTOGRAPHIE

La cartographie est à ce jour l'application la plus courante et la plus populaire. Des design légers et conviviaux, et des flux de travail automatisés, font que cette technologie est accessible, même aux utilisateurs sans connaissances techniques particulières. Des drones de cartographie ont été utilisés pour réaliser des cartes bidimensionnelles, des modèles altimétriques et des modèles de terrain 3D précis. Dans les cas suivants, l'utilisation de drones de cartographie a montré des avantages significatifs par rapport à d'autres méthodes :

- Capture d'images aériennes et création de cartes de référence de zones relativement petites (<15 km<sup>2</sup>)
- Collecte d'images optiques quand la couverture nuageuse empêche l'utilisation de satellites et d'avions
- Vol dans des environnements denses et en évolution rapide, comme les zones urbaines et les camps de réfugiés
- Création de modèles altimétriques précis, nécessaires à la modélisation des crues, des avalanches et des laves torrentielles et aux calculs volumétriques des décombres
- Réalisation de rendus 3D de bâtiments et d'éléments géographiques

<sup>2</sup> Projet Loon. Google X. Consultable sur <https://www.solveforx.com/loon/>

<sup>3</sup> The technology behind Aquila. M. Zuckerberg, 21 Juillet 2016. Consultable sur <https://www.facebook.com/notes/mark-zuckerberg/the-technology-behind-aquila/10153916136506634/>

Au cours de la dernière décennie, les humanitaires et les acteurs de la protection civile ont commencé à utiliser des drones dans le cadre de la cartographie et de l'imagerie aérienne. En Haïti, l'Organisation internationale pour les migrations (OIM) a créé des cartes pour préparer le recensement<sup>4</sup> et gérer les camps de personnes déplacées<sup>5</sup> après le séisme de 2010. Depuis, l'OIM a institutionnalisé l'utilisation des drones pour la gestion des camps, en Haïti. La Banque mondiale, en collaboration avec la communauté humanitaire OpenStreetMap (OSM), a emboîté le pas en Tanzanie, cartographiant des zones d'habitation informelles pour accroître la résilience face aux inondations saisonnières<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Utilisation de l'imagerie haute résolution pour appuyer le recensement post-tremblement de terre à Port-au-Prince, en Haïti. Étude de cas. FSD. 2016. <http://drones.fsd.ch/en/homepage/>

<sup>5</sup> Imagerie haute résolution UAV pour la gestion de camps en Haïti. Étude de cas. FSD. 2016. <http://drones.fsd.ch/en/homepage/>

<sup>6</sup> Cartographie des inondations pour la réduction des risques de catastrophe : obtention d'images haute résolution pour cartographier et modéliser les risques d'inondation à Dar es Salaam. Étude de cas. FSD. 2016. <http://drones.fsd.ch/en/homepage/>

## **Expériences sur le terrain : recensement post-tremblement de terre en Haïti**

Type de système : drone de cartographie à voilure fixe Swinglet

Agence de déploiement : OIM

Agence pilote : OIM

Dates de déploiement : mai 2012

En collaboration avec l'Institut Haïtien de Statistique et d'informatique, l'OIM a recensé les zones et les populations touchées par le séisme de 2010. Ils ont d'abord utilisé l'imagerie satellite et le GPS, mais ce dernier n'était pas suffisamment précis dans les zones urbaines à forte densité de population, et les images de référence disponibles étaient largement dépassées.

L'OIM a donc effectué des vols de drones pour réaliser des cartes de référence, essentielles pour préparer les évaluations dans les bidonvilles d'Haïti. L'imagerie par drone a permis de créer des cartes précises des districts de recensement, lesquelles ont permis aux enquêteurs de déterminer avec exactitude les bâtiments à évaluer, et de relier les immeubles individuels à leurs propriétaires. Le soutien local comprenait des bénévoles de la communauté OpenStreetMap d'Haïti, qui ont directement contribué au projet en numérisant les bâtiments et les routes, et en téléchargeant les cartes de la ville sur OpenStreetMap.

Pour l'OIM, les drones ont le grand avantage de pouvoir prendre des images aériennes à tout moment. La disponibilité de l'imagerie ne dépend pas d'une connexion Internet stable (contrairement aux images satellitaires qui doivent être téléchargées), et l'utilisation de drones pourrait s'avérer moins coûteuse à long terme, car de nouvelles images aériennes sont nécessaires à intervalles réguliers pour représenter une réalité qui évolue rapidement sur le terrain. En effet, le coût d'achat et l'entretien d'un drone s'élèvent à environ 23 000 € (hors frais de réparation). En revanche, une image satellite d'une zone spécifique, à une certaine date et avec une bonne résolution, peut coûter jusqu'à 4 500 €.

Quant à l'acceptation sociale, l'OIM s'est rendu compte qu'il était important d'être en contact direct avec la communauté locale, et d'expliquer et de montrer comment les drones s'utilisent. L'OIM rapporte qu'ils n'ont ressenti aucune animosité à l'égard des drones sur le terrain, mais plutôt un certain enthousiasme pour cette nouvelle technologie.

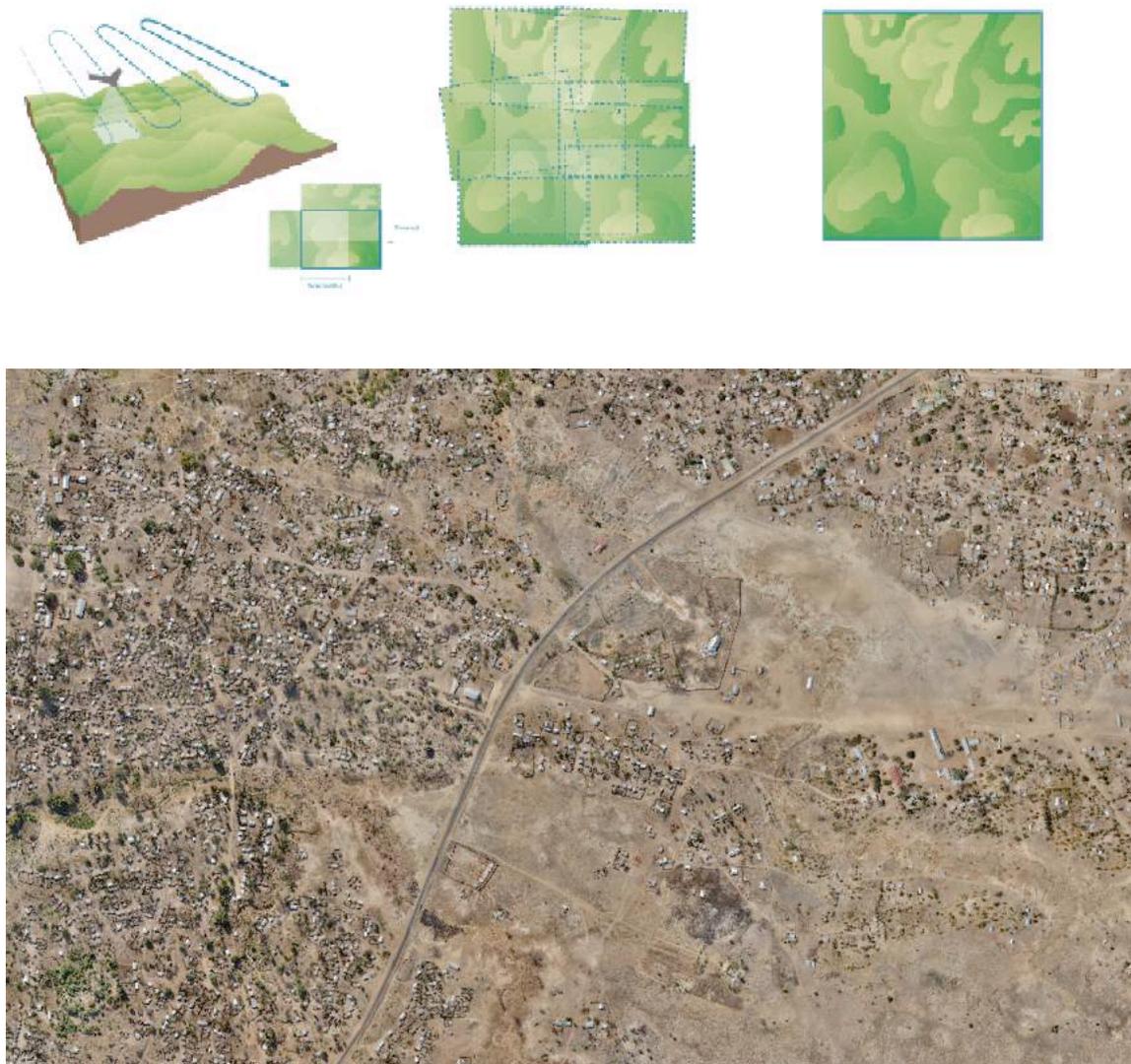
<http://drones.fsd.ch/wp-content/uploads/2016/03/7Case-Study.Census.25April2016.pdf>

### 3.1. Flux de travail cartographique par drone

Dans la plupart des cas, l'utilisation de drones pour créer des cartes suppose d'adapter des appareils photos (compacts) ordinaires, et de les monter sur un petit drone piloté automatiquement, selon des schémas prédéterminés, prenant des photos à intervalles définis. Le pilote lance simplement le drone et surveille la progression du vol depuis un ordinateur portable ou une tablette, car toutes les autres fonctions sont entièrement automatisées.

Pour des cartes plus détaillées, le drone doit voler plus près du sol ou être équipé d'une caméra haute résolution. Pour les cartes moins détaillées, le drone vole à des altitudes plus élevées, ainsi, chaque image couvre une zone plus large. Les altitudes typiques pour un drone de cartographie peuvent varier entre 80 et 300 mètres, et être encore plus élevées dans certains cas.

Figure 7 : flux de travail cartographique par drone



### 3.1.1. Cartographie de la surface de la zone et résolution de l'image

Un ou plusieurs vols de drones sont nécessaires pour couvrir une zone cartographique spécifique. Plus la surface est grande et plus la résolution est élevée, plus la collecte et le traitement des données prennent du temps. Des zones plus grandes ou des résolutions plus élevées augmentent également la quantité de données produites. Ceci implique d'avoir une capacité de stockage, une capacité de traitement et de durée de traitement adéquates, des exigences qui peuvent augmenter les coûts.

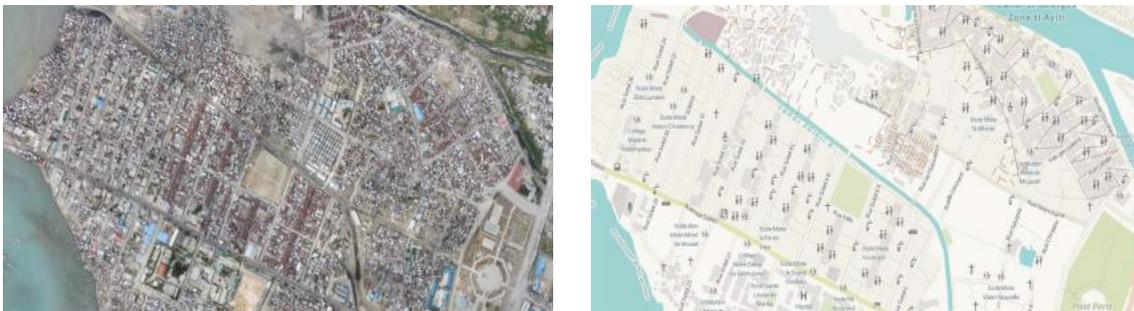
La résolution spatiale est mesurée en Résolution au sol (ou en distance d'échantillonnage au sol) (GSD), et fait référence à la distance mesurée au sol entre les centres des pixels. Pour une image avec un GSD de un mètre, par exemple, les positions des pixels adjacents sont espacés d'un mètre sur le terrain.

### 3.1.2. Résultats

Les images prises des airs sont « cousues » ensemble pour créer une grande image, appelée aussi « orthomosaïque ». Il s'agit d'une série de photos aériennes superposées, qui ont été corrigées géométriquement (orthorectifiées) pour leur donner une même échelle. Ce procédé élimine les distorsions de perspective des photos aériennes, qui peuvent être utilisées en l'état comme cartes de référence, ou traitées ultérieurement dans d'autres cartes et produits d'information. Les spécialistes en systèmes d'information géographique (SIG) peuvent utiliser les orthomosaïques pour générer différents produits d'information avancés dans des processus similaires à ceux qui seraient appliqués aux images satellites. La communauté humanitaire OpenStreetMap, notamment, a utilisé des orthomosaïques dérivées d'images capturées par des drones dans un certain nombre de projets internationaux.

**Figure 8 : produits cartographiques**

#### Orthomosaïque et carte



*Images de drones à Port-au-Prince, Haïti, et carte humanitaire de OpenStreetMap de la même zone.*

## Modèle tridimensionnel



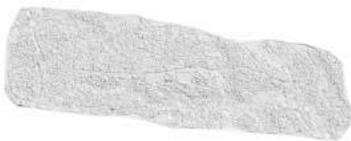
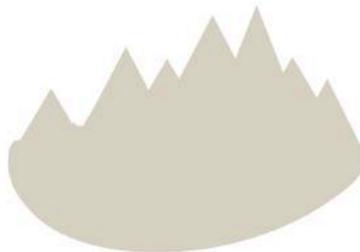
*L'un des plus grands avantages de cette méthode de cartographie avec des drones, c'est de pouvoir créer facilement des modèles de surface 3D.*

## Modèle de surface par rapport au modèle de terrain

Modèle de surface



Modèle de terrain



*Les modèles de surface numériques montrent la surface avec tous ses éléments, y compris les arbres et les maisons. Le modèle de terrain numérique de la même zone a été créé pour la modélisation des inondations.*

Les drones peuvent utiliser différents types de capteurs, en plus des caméras qui fonctionnent dans le spectre de lumière visible. Les capteurs en proche infrarouge sont utilisés pour créer les cartes d'indice d'activité végétale normalisé (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), qui indiquent le degré d'activité physiologique d'une zone végétalisée, en fonction de la quantité de lumière infrarouge réfléchi par les plantes vivantes. Ces cartes sont le plus souvent utilisées dans le secteur agricole pour surveiller le rendement de la croissance des plantes, mais cette information peut également être utilisée à d'autres fins, comme la détection de changements dans le couvert végétal. Pour l'imagerie thermique, le drone est équipé d'un capteur infrarouge. Les cartes thermiques sont utilisées pour détecter des dommages structurels aux routes, ou pour identifier la source d'une résurgence. Dans les opérations de recherche et de sauvetage, les vidéos en direct d'images thermiques peuvent être utilisées pour trouver des personnes dans des zones inaccessibles, ou la nuit.

Les données d'un vol de drone ne sont que les premières données d'un projet, et sont adaptées à un besoin technique spécifique. Un hydrologue, un géologue, un expert en aménagement de territoire ou un géomaticien traiteront les données de façon à ce qu'elles aient un intérêt opérationnel en tant qu'outil pour les décideurs.

### **Expériences sur le terrain : modélisation spatiale de mines terrestres déplacées en Bosnie-Herzégovine**

Type de système : Microdrone multicoptère MD4-1000  
Agence de déploiement : Belgian Royal Military Academy  
Agence pilote : Belgian First Aid and Support Team  
Dates de déploiement : mai et juin 2014

Les fortes inondations et les glissements de terrain, en Bosnie-Herzégovine, ont déplacé des champs de mines et des restes explosifs de la guerre dans les zones habitées. L'équipe de l'École Royale Militaire (RMA) de Belgique a travaillé avec le Centre de déminage de Bosnie-Herzégovine, en utilisant des images prises par des drones pour modéliser leurs possibles nouveaux emplacements. Les drones devaient réduire la zone de recherche – particulièrement importante – en créant des modèles 3D haute résolution, pour prévoir le déplacement des restes explosifs de guerre et délimiter ainsi la zone de recherche à une taille plus gérable.

L'équipe a utilisé le logiciel Agisoft Photoscan pour créer une mosaïque 2D orthorectifiée d'une zone de glissement de terrain, ainsi que des modèles de surface numériques et des modèles altimétriques numériques. Les résultats ont ensuite été partagés avec le Département de géodésie de l'Université de Sarajevo, où des modèles statistiques permettant d'évaluer l'impact des inondations sur l'érosion ont permis à l'équipe de déterminer si les mines avaient pu être déplacées des champs de mines connus. Ces approches conjointes ont permis à la RMA et à l'Université de Sarajevo d'identifier les zones où les mines pouvaient se trouver, et donc de les déclarer zones à risque.

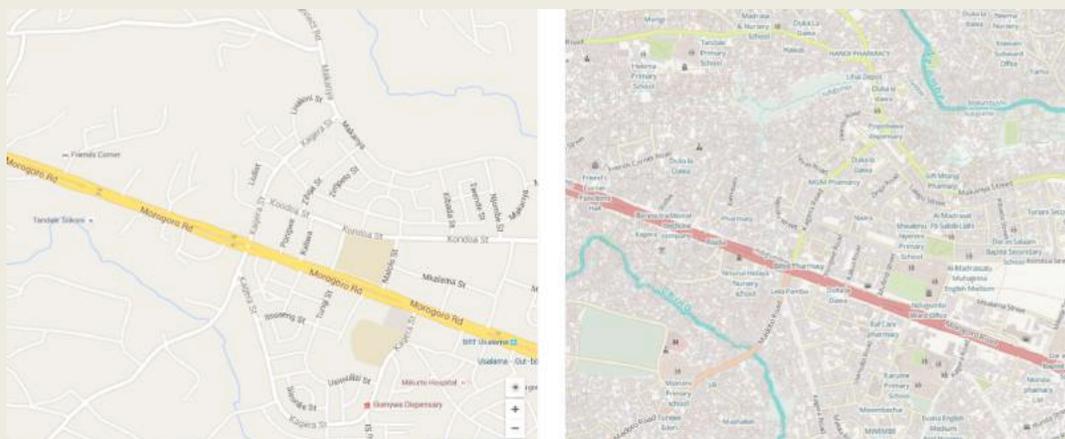
Source : <http://drones.fsd.ch/wp-content/uploads/2016/04/Case-Study-Balkans.14April2016.pdf>

## Expériences sur le terrain : cartographie des inondations en vue de réduire les risques de catastrophe

Type de système : microdrone de cartographie à voilure fixe eBee  
Agence de déploiement : Banque mondiale et équipe humanitaire OpenStreetMap  
Agence pilote : Drone Adventures  
Dates de déploiement : février et mars 2015

Avec une population estimée à 5 millions d'habitants et un taux de croissance annuel de 8 %, Dar es Salaam, en Tanzanie, est la ville d'Afrique qui connaît la croissance la plus rapide. Plus de 70 pour cent de la population vit dans des zones d'habitation informelles et non planifiées, avec une infrastructure inadéquate. En outre, deux fois par an, de fortes pluies se traduisent par des risques d'inondation importants. L'actualisation de la carte de la ville de Dar es-Salaam a été bénéfique, car elle est le reflet exact de la ville et ne montre pas simplement les routes et les limites officielles. Une coalition regroupant les autorités locales, la Commission tanzanienne des sciences et des technologies, deux universités et le Buni Innovation Hub, a mené un projet visant à produire une carte détaillée de la ville au début de 2015. La carte a été réalisée à partir d'images aériennes, capturées par des drones eBee qui étaient pilotés par l'organisation bénévole, Drone Adventures. La majorité des données ont été recueillies sur deux semaines de travail cartographique, dont 20 000 images optiques couvrant une superficie de 88 km<sup>2</sup> avec une résolution moyenne d'environ 5 cm. À la fin de l'année, et avec le soutien supplémentaire de l'équipe Humanitaire OpenStreetMap, les données d'imagerie aérienne avaient été converties en une carte complète de la ville, avec ses maisons et d'autres infrastructures cartographiées à des niveaux de détail sans précédent. La carte détaillée vient soutenir la planification urbaine, notamment en ce qui concerne la réduction des risques de catastrophe et la préparation aux catastrophes naturelles, comme les inondations et les urgences sanitaires (maladies telles que le choléra).

Figure 9 : comparaison de la même zone de Dar es Salam entre Google maps (à gauche) et OpenStreetMap (à droite) après le projet, qui montre un niveau de détail bien plus grand.



## 3.2. Drones comparés aux autres solutions

Satellites, avions et hélicoptères sont les trois solutions les plus couramment utilisées, par rapport aux drones, dans la cartographie aérienne et les évaluations. Elles ne sont pas considérées comme étant des méthodes contradictoires. Ces outils sont plutôt complémentaires et, parfois, les données recueillies se cumulent pour renforcer les cartes et la qualité des informations. Par exemple, suite aux inondations, en Bosnie, les drones se sont révélés plus efficaces et appropriés que les hélicoptères ou les petits avions disponibles lorsqu'il s'agissait de cartographier de petites zones de champs de mines déplacés, les hélicoptères étant déployés pour des zones plus grandes.<sup>7</sup>

L'imagerie satellite est une autre solution très répandue pour créer les cartes de référence. En général, les images satellite ont une résolution plus faible, mais elles couvrent des zones plus grandes que les drones de cartographie. Lorsqu'une imagerie à très haute résolution n'est pas nécessaire, les satellites peuvent fournir des images à un coût bien inférieur. Les résolutions vont de 30 cm à 30 m, et les images couvrent une surface minimale de 25 à 100 km<sup>2</sup>. Les fournisseurs de services proposent à l'achat des archives d'images à haute résolution, qui peuvent être vieilles de plusieurs jours, voire de plusieurs semaines. Leur prix varie de 250 € à 400 € pour 25 km<sup>2</sup>, et il faut compter entre une demi-journée et 4 jours pour la livraison. Les clients peuvent aussi commander de nouvelles images que le satellite capturera en passant sur la zone en question, si les conditions météorologiques le permettent. Les prix de ces services varient entre 1 400 € et 6 000 € pour des superficies de 25 à 100 km<sup>2</sup> minimum. Le délai de livraison dépend de la disponibilité du satellite et de la couverture nuageuse au niveau de la zone d'imagerie. Pour les catastrophes à grande échelle, il est possible d'activer la Charte Internationale Espace et Catastrophes Majeures. Les informations obtenues par satellite sont alors disponibles en libre accès pour appuyer les interventions en cas de catastrophe.

D'autre part, la plupart des drones de cartographie peuvent couvrir jusqu'à 3 km<sup>2</sup> en une journée ou 10 km<sup>2</sup> en une semaine, pour collecter et traiter des données. Leur résolution d'image est comprise entre 3,5 et 8 cm. Les opérateurs individuels font aussi voler, de plus en souvent, plusieurs drones en même temps, pour couvrir de plus grandes zones en moins de temps. Le coût des images par drones dépend en grande partie des conditions de production, et son estimation ne peut être généralisée.

En plus d'une résolution plus élevée, les drones sont capables de capturer des images au-dessous des nuages, une capacité qui offre une flexibilité supplémentaire et un temps de réponse plus rapide que celui des satellites. Par exemple, en Haïti, suite à l'ouragan Sandy, la couverture nuageuse a empêché la capture d'images par satellites, alors que les drones pouvaient voler. Des phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les typhons, les cyclones et les ouragans, sont souvent à l'origine d'une forte couverture nuageuse qui persiste plusieurs jours.

---

<sup>7</sup> Déploiement de drones pour la modélisation spatiale des mines terrestres déplacées après les inondations en Bosnie-Herzégovine. Étude de cas. FSD. 2016 <http://drones.fsd.ch/en/homepage/>

**Figure 10 : images de drones à haute résolution et images satellites à basse résolution**



Imagerie par drones

Données d'imagerie : Drone Swinglet CAM  
Dates d'imagerie : 10 février 2012  
Résolution : 5 cm  
Copyright : UNITAR/UNOSAT 2012  
Analyse : UNITAR/UNOSAT



Imagerie satellite

Données d'imagerie : DigitalGlobe WorldView-02  
Dates d'imagerie : 8 février 2012  
Résolution : 50 cm  
Copyright : 2012 DigitalGlobe  
Analyse : UNITAR/UNOSAT

### **3.3. Traitement et analyse des données**

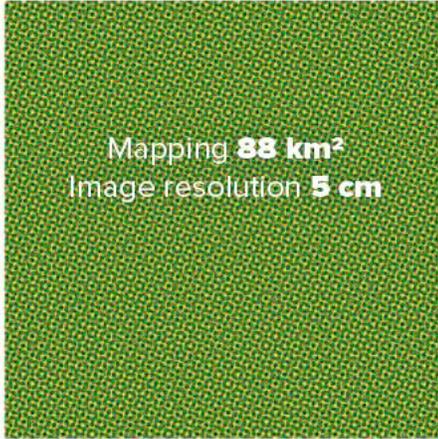
À mesure que la technologie progresse et que l'utilisation des drones devient plus facile, davantage de données sont collectées. En conséquence, le traitement et l'analyse des données demandent une plus grande attention - en particulier pour les projets de grande envergure. Les données recueillies pour la carte des risques d'inondation de Dar-es-Salaam, par exemple, ont dû être traitées en externe, et cela a pris six semaines avec des processeurs à grande vitesse. L'opération de cartographie d'une superficie de 88 km<sup>2</sup> avec une résolution moyenne de 5 cm, a créé un ensemble de données contenant 20 000 images optiques. Une fois le traitement terminé, les fichiers obtenus atteignaient 700 giga-octets de données, lesquelles ne pouvaient pas être simplement déplacées physiquement sur un disque dur. De toute évidence, des exigences comme celles-ci compliquent la mise en œuvre de la technologie en cas de crise. D'autre part, dans les cas où les informations sont requises pour des zones plus petites, à basse résolution et avec un traitement moins élaboré - photographie aérienne au lieu de cartes compatibles avec les SIG, par exemple - les résultats peuvent être obtenus en

beaucoup moins de temps. La figure suivante compare les cartes des études de cas mentionnés plus haut, avec leurs temps de collecte et de traitement respectifs des données, pour mieux illustrer la manière dont les dimensions cartographiques influencent les efforts connexes :

**Figure 11 : exemples de temps de traitement et de tailles des données**

## Mapping work load from selected case studies

### Flood Mapping for Disaster Risk Reduction in Tanzania (case study 1)



Data volume **700 GB**  
Processing time **6 weeks**  
Flight time **Unknown**  
Products **Digital street map, District drainage system map, 3D surface model**

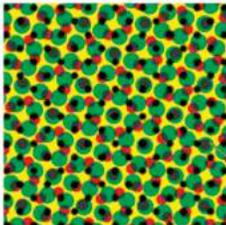
### Post Earthquake Mapping in Nepal (case study 3)



Mapping **1.5 km<sup>2</sup>**  
Image resolution **3.4 cm**

Data volume **1-2 GB**  
Processing time **2 days overnight**  
Flight time **Unknown**  
Products **Orthorectified aerial photograph**

### Disaster Risk Reduction Tajikistan (case study 15)



Data volume **37 GB**  
Processing time **2 weeks**  
Flight time **11.6h**  
Products **Orthorectified aerial photograph, DSM**

### Hurricane flood damage analysis Haiti (case study 6)



Mapping **2 km<sup>2</sup>**  
Image resolution **4 cm**

Data volume **3 GB**  
Processing time **few hours**  
Flight time **2 hours**  
Products **Orthorectified aerial photograph, 3D surface model**

Le bon fonctionnement des drones de cartographie nécessite de définir clairement les besoins du projet, l'évaluation des capacités disponibles et la prise en compte des questions de sécurité, de la pertinence conjoncturelle ainsi que les facteurs externes,

comme la météo. Ces étapes aident les humanitaires à confirmer que les drones sont en effet les meilleurs outils comparés aux autres solutions.

### **3.4. Facteurs de coûts**

Même si le marché évolue rapidement et que les spécificités de chaque cas déterminent les coûts de déploiement des drones, un certain nombre de facteurs généraux ont une incidence sur les budgets :

- Préparation - demande de licences, négociations avec les ministères ou autorités compétentes, et engagement avec les communautés locales
- Collecte des données - préparation des plans de vol, pilotage et maintenance des équipements
- Traitement des données - téléchargement, traitement et rendu des données recueillies pour créer des orthomosaïques, des cartes de référence et des modèles 3D où l'accès à l'énergie, à l'Internet et aux plateformes de traitement peut être restreint
- Analyse des données - obtention d'informations utiles à partir de données analysées par des spécialistes

## **Expériences sur le terrain : cartographie à petite échelle avec des drones grand public, au Népal**

Type de système : DJI Phantom 3 Advanced avec l'application mobile Pix4Dcapture  
Agence de déploiement : UAViators  
Agence pilote : DJI  
Dates de déploiement : septembre 2015

Après le tremblement de terre de magnitude 7,8 qui a eu lieu au Népal, en 2015, le manque d'images actualisées et à haute résolution est devenu manifeste, les communautés et les organisations non gouvernementales ayant travaillé avec des images de qualité insuffisante. UAViators et leurs partenaires technologiques ont été impliqués, avec pour objectif de dispenser des sessions de formation et d'effectuer des missions sur le terrain à l'aide de drones grand public, et de démontrer leur potentiel dans les missions humanitaires. L'équipe, composée de pilotes et d'étudiants, a pris des images aériennes de l'une des communautés les plus touchées de Katmandou. Il a fallu près de deux jours, avec six drones grand public (DJI Phantoms), d'une résolution de 3,4 cm, pour cartographier la communauté d'une superficie de 1,5 km<sup>2</sup>. À titre de comparaison, il faut environ 1 à 2 heures pour obtenir les mêmes résultats avec un seul drone professionnel de cartographie.

Les images ont ensuite été traitées toute la nuit, avec des ordinateurs portables, par le personnel Pix4D. Les orthomosaïques obtenues ont ensuite été imprimées sur de simples kakemonos rollup, remis par la suite au Comité communal de gestion des risques et des catastrophes local, qui a travaillé directement avec la communauté pour utiliser ces cartes aux fins de planification locale.

Source : <http://drones.fsd.ch/wp-content/uploads/2016/04/Case-Study-Nepal.14April2016.pdf>

### **3.5. Cartographie des interventions d'urgence**

Même s'il apparaît clairement que les drones ont leur place dans les instruments d'intervention d'urgence humanitaire, ils ne sont pas encore utilisés de façon systématique pendant les phases de sauvetage et de secours tout de suite après une situation d'urgence, c'est-à-dire dans les 48 à 72 heures<sup>8</sup> suivant la catastrophe. Des exemples sont toutefois disponibles : lors de l'intervention suite à l'ouragan Sandy en 2012, en Haïti, des drones de cartographie ont été utilisés avec succès pour évaluer les dommages causés par les inondations. Cette évaluation s'est faite plus rapidement que si elle avait été faite par des images satellite.<sup>9</sup> La réussite de ce déploiement vient en partie du fait qu'Haïti est souvent touché par des phénomènes météorologiques et autres catastrophes, et que la communauté humanitaire (OIM et OSM) est composée d'experts spécialisés dans la mobilisation d'une intervention d'urgence locale et dans le déploiement de drones de soutien existants. Des efforts similaires pour rationaliser

---

8 OCHA. Véhicule Aérien sans Pilote dans l'intervention humanitaire 2014

9 Évaluation des dommages à Tabarre

l'évaluation des dégâts en utilisant des drones, parmi d'autres outils, sont en cours dans des îles du Pacifique.

Les utilisations de drones de cartographie les plus performantes dans les situations d'urgence, humanitaire impliquent généralement une organisation possédant déjà l'équipement nécessaire, l'autorisation de voler et des ressources humaines qualifiées au moment de la catastrophe, comme en Haïti, en 2012. Jusqu'à présent, seules quelques organisations ont investi dans de telles capacités internes, et la majorité travaille avec des fournisseurs de services externes pour les déploiements de drones.

Des études montrent qu'il faut en moyenne 6,5 jours<sup>10</sup> à un drone pour arriver sur les lieux d'une catastrophe, ce qui est bien au delà de la fenêtre critique de 72 heures. Dans la plupart des pays en développement, les capacités locales en matière de cartographie par drone sont encore limitées, mais une fois que ce secteur d'activité se sera développé, il y a de fortes chances pour que les organisations puissent réduire les temps d'intervention en collaborant avec les fournisseurs de services locaux au lieu de faire appel à des opérateurs de drones d'autres pays, ou en mettant en place des procédures simplifiées pour obtenir les autorisations. C'est à la fois économique pour les organisations et bénéfique pour le développement local. Parallèlement, l'efficacité opérationnelle augmente grâce aux connaissances, à l'expérience et aux réseaux et infrastructures existants.

---

10 Disaster Robotics. The MIT Press. Robin R. Murphy. 2014

## **Expériences sur le terrain : utilisation de drones pour l'évaluation des dommages consécutifs à une catastrophe, à Vanuatu**

Type de système : microdrones multicoptères Indago par Lockheed Martin, 960L par Allign, Phantom Vision+ par DJI et modèle à voilure fixe UX-5 par Trimble  
Agence de déploiement : Banque mondiale avec UAViators  
Agence pilote : Heliwest, Australie, et X-Craft, Nouvelle-Zélande  
Dates de déploiement : du 28 mars au 12 avril 2015

Le cyclone Pam a frappé le Vanuatu, détruisant des milliers de maisons, d'écoles et d'autres bâtiments. Un groupe de pilotes de drones du Humanitarian UAV Network a effectué des relevés aériens en tant que premier projet opérationnel lié au programme UAVs for Resilience de la Banque mondiale. L'équipe en charge des drones a établi des procédures opérationnelles et des mécanismes de coordination classiques, et a effectué environ 200 vols. Les défis logistiques et de communication, le manque de clarté concernant les exigences spécifiques en matière de données, et l'absence d'un format de fichier normalisé, ont limité le succès du projet. Mais les drones ont cartographié les zones plus rapidement que toute autre méthode disponible. Des connaissances ont été acquises grâce à leur mission.

Selon la Banque mondiale, les équipes d'évaluation des dommages ont utilisé l'imagerie par drone pour vérifier les données au sol et estimer le coût des dommages. La Banque mondiale considère les drones comme un moyen efficace et peu coûteux pour procéder rapidement aux évaluations des dommages post-catastrophe, immédiatement après un événement.

### **3.6. L'avenir de la cartographie**

Les drones de cartographie ont prouvé leur grand potentiel en phase de redressement post-catastrophe ou pour les travaux de réduction des risques de catastrophe. Ces résultats n'empêchent pas l'utilisation de drones en cas d'urgence, mais cette utilisation pousse généralement plus loin la préparation et la coordination, que de nombreux acteurs et processus commencent aujourd'hui à aborder.

Les décideurs d'organismes gouvernementaux et humanitaires sont parfois très méfiants à l'égard de l'utilisation des drones de cartographie, une réticence qui peut être due, en partie, à l'utilisation militaire des drones. Cependant, cette perception militaire des drones ne tient pas compte de la réalité : de nombreux drones de cartographie pèsent moins d'un kilo et sont de la taille d'un grand oiseau. En même temps, les civils utilisent souvent ces technologies dans les mêmes contextes ou dans des contextes semblables où les humanitaires proposent de déployer la technologie.

Les questions relatives à la protection de la vie privée, à la collecte et à l'utilisation éthiques des données se sont posées, d'autant plus que de nombreux projets de cartographie ont lieu dans des endroits à forte densité de population et qu'ils capturent

des images haute résolution. À ce jour, une seule étude a été menée sur la perception locale de l'utilisation de drones de cartographie : à Dar es Salaam,<sup>11</sup> l'organisation de développement humanitaire à but non lucratif, FHI 360, a constaté que, dans l'ensemble, les « témoins de la communauté et les responsables gouvernementaux avaient une vision positive du potentiel de la technologie [drones] en Tanzanie. » Néanmoins, l'étude sur les perceptions humanitaires indique que l'utilisation de drones est toujours associée à des usages militaires.<sup>12</sup> C'est pour cette raison qu'il est très important d'être transparent et de bien informer les parties prenantes sur la technologie, les utilisations et les résultats escomptés.

Aujourd'hui, les principaux enjeux au niveau technique sont la gestion et le partage des données, y compris le temps nécessaire à l'analyse des données. Les professionnels doivent renforcer et aider au développement d'un écosystème de données ouvert mis à la disposition de tous les acteurs humanitaires, et d'une capacité cartographique locale similaire à celle d'OpenStreetMap, en Haïti. Lorsque les informations collectées seront plus nombreuses, il faudra porter une attention accrue au stockage et à l'analyse des données aériennes. Le projet OpenAerialMap (OAM) fournit des outils et un service ouvert pour stocker, rechercher et trouver des images qui tentent de répondre à ces enjeux. En outre, le projet Pacific Drone Imagery Dashboard (PacDID), dirigé par l'équipe humanitaire OpenStreetMap (HOT), développe l'idée d'une application du concept OAM, avec des conseils, pour améliorer les flux de travail cartographique sur les catastrophes survenues dans les îles du Pacifique.

---

<sup>11</sup> Eichleay M, Mercer S, Murashani J, Evens E. Using Unmanned Aerial Vehicles for Development: Perspectives from Citizens and Government Officials in Tanzania. FHI 360. 2016. Publié sur les travaux de ICT en janvier 2016 : <http://www.ictworks.org/wp-content/uploads/2016/02/UAV-public-perceptions-tanzania.pdf>

<sup>12</sup> Drones et action humanitaire - Enquête sur les perceptions et les applications FSD 2016. <http://drones.fsd.ch/en/homepage/>



## 4. LIVRAISON DE CHARGES

La livraison de charges avec des drones est un domaine qui connaît une expansion rapide, mais - contrairement aux drones de cartographie - la technologie n'a pas mûri au point d'être disponible en tant que matériel courant. Alors que la plupart des modèles en cours de développement sont encore des prototypes, et grâce à l'évolution rapide de ces dernières années et à l'intérêt de l'industrie dans cette application, on peut s'attendre, dans les années à venir, à des progrès dans cette technologie. Le secteur humanitaire ne sera pas le principal moteur de celle-ci, mais d'autres domaines peuvent conduire les humanitaires à l'adapter aux situations d'urgence.

La livraison rapide, fiable et rentable de fournitures vitales aux communautés frappées par des catastrophes majeures, est un élément central des secours humanitaires. Le succès ou l'échec d'une intervention dépend, en grande partie, de la chaîne d'approvisionnement humanitaire, en tant qu'« épine dorsale des opérations humanitaires, dont les fonctions sont essentielles pour atteindre les populations bénéficiaires. »<sup>13</sup> Cependant, le transport de charges peut être entravé par un certain nombre de facteurs. Il s'agit notamment des infrastructures terrestres endommagées ou non fiables, des barrages routiers dus aux glissements de terrain et aux inondations, et de la disponibilité limitée des solutions de transport, sans parler de l'accès restreint dû aux problèmes de sécurité. La livraison de charges par des aéronefs pilotés, bien que relativement coûteuse, est souvent la seule autre option post-catastrophe majeure. Cela explique en partie pourquoi la chaîne d'approvisionnement humanitaire représente 60 à 80 % des dépenses humanitaires.<sup>14</sup> Les drones peuvent permettre le transport de petites charges utiles sur des distances plus courtes et à un rythme élevé, complétant ainsi les moyens traditionnels.

Le développement des drones-cargos est l'un des secteurs d'activité qui connaîtront la plus forte croissance. Un tiers de la population mondiale n'a pas régulièrement accès aux médicaments essentiels. Les causes incluent : des infrastructures insuffisantes dans les pays en développement, une logistique complexe et l'insuffisance financière. Une logistique de livraison insuffisante sur le « dernier kilomètre » est la contrainte majeure qui empêche les fournitures médicales d'atteindre ces zones, avec pour conséquence l'expiration de la date limite d'utilisation pour 40 % des vaccins destinés à des pays en voie de développement avant leur arrivée sur zone. En ce qui concerne tout particulièrement le dernier kilomètre, l'utilisation de drones pourrait aider à optimiser la chaîne d'approvisionnement et accroître son efficacité dans le secteur humanitaire

Parce que les drones sont polyvalents et se déploient rapidement (une fois que l'infrastructure appropriée existe), ils peuvent jouer un rôle important dans la livraison du dernier kilomètre. Le personnel sanitaire peut transmettre aux fournisseurs ses besoins précis basés sur la demande réelle. En retour, les drones livrent exactement ce qui est nécessaire, éliminant toute conjecture sur l'approvisionnement requis. Le rythme des

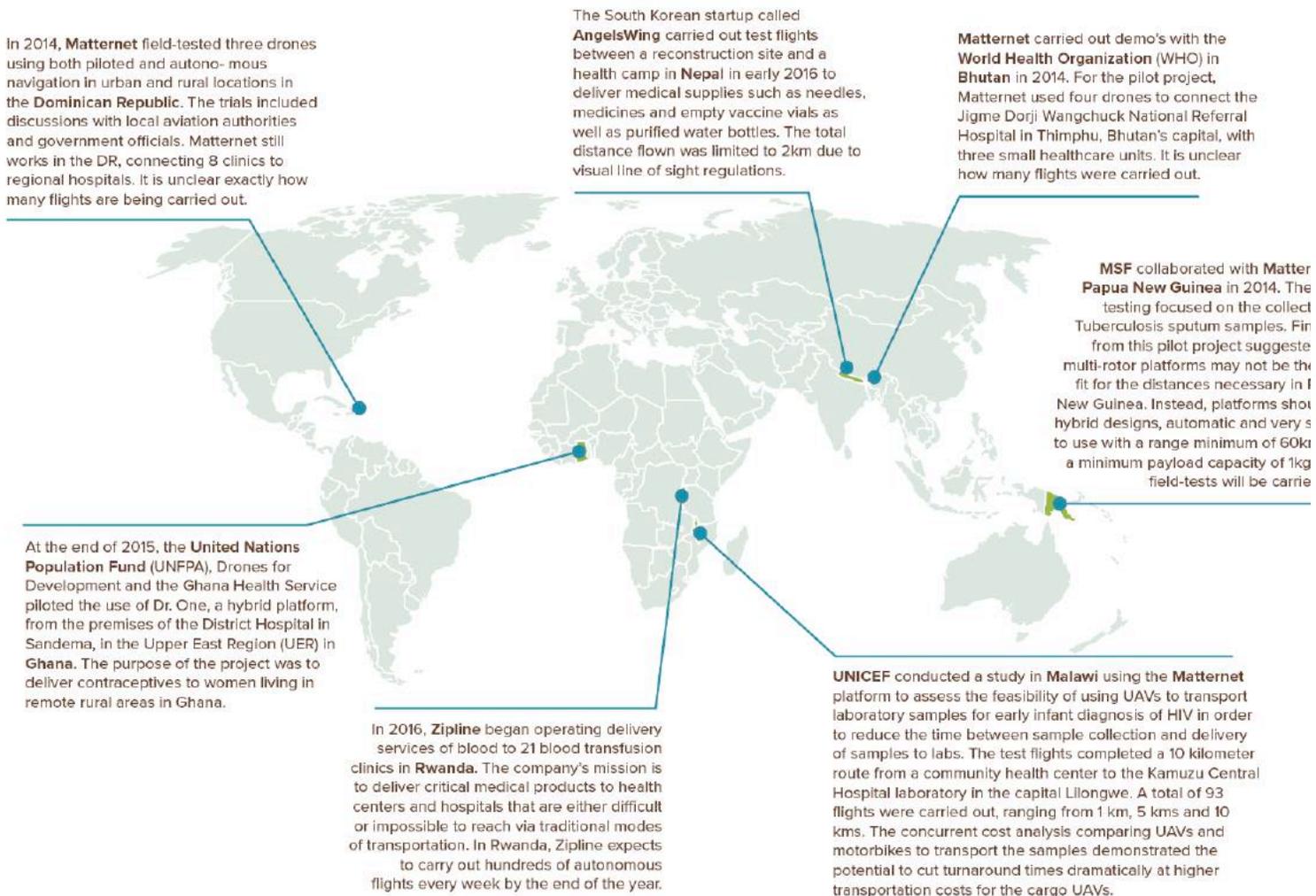
---

<sup>13</sup> [http://www.logcluster.org/sites/default/files/gm\\_files/whs\\_humanitarian\\_supply\\_chain\\_paper\\_final\\_160524.pdf](http://www.logcluster.org/sites/default/files/gm_files/whs_humanitarian_supply_chain_paper_final_160524.pdf)

<sup>14</sup> Peter Tatham, et S.J. Pettit, "Transforming humanitarian logistics: the journey to supply network management", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 40 No. 8/9 (2010), pp. 609-622.

livraisons peut être intensifié, quelles que soient les conditions de terrain ou les infrastructures. Des conditions climatiques sévères représentent toujours des défis importants pour la plupart des plateformes, mais même avec des retards dus aux conditions météorologiques, les drones peuvent générer des économies par rapport aux méthodes de livraison traditionnelles. Ils peuvent effectuer des livraisons plus fiables et plus cohérentes, et plusieurs livraisons par jour peuvent améliorer la réactivité du système de livraison.

**Figure 12 : exemples de projets pilotes humanitaires et de développement**



## 4.1. Technologie : ultramoderne

Alors que la technologie des drones civils évolue rapidement, la technologie des drones-cargos à des fins humanitaires est encore naissante et dispose d'éléments peu probants. Cependant, un grand nombre d'acteurs – des start-up aux entreprises logistiques mondiales, nombreuses à avoir noué des partenariats avec des universités, des ONG et des organisations humanitaires – travaillent avec enthousiasme à faire du drone-cargo une réalité. Sur le terrain, plusieurs essais de livraisons et de services de livraison par drones humanitaires sont déjà en cours, notamment au Ghana, au Malawi, au Rwanda, en Tanzanie, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, au Pérou, au Népal, aux Philippines, et ailleurs. En outre, des études visant à optimiser la chaîne d'approvisionnement, et axées spécifiquement sur les drones, sont actuellement menées dans une demi-douzaine de pays.

Les drones utilisés aujourd'hui pour ces tests sur le terrain, peuvent transporter quelques kilos de charge utile et parcourir 150 km. À ce jour, la plupart des applications concernent des marchandises de grande valeur ou de petit volume, comme des médicaments et des vaccins. D'autres produits appropriés pourraient être des trousseaux de premiers secours, de la nourriture, de l'eau, des informations (dépliants), des prothèses et des technologies de communication, comme les téléphones mobiles. Les plus grands drones-cargos pourraient aussi transporter des objets plus lourds, comme des petits générateurs et des réservoirs d'eau pliables. Avec l'évolution rapide de cette technologie, les types de marchandises et les destinations sont susceptibles de s'élargir.

Pour la livraison de charges, deux grandes approches sont actuellement suivies : soit faire atterrir le drone pour qu'il livre son colis, soit parachuter le colis. Les deux approches présentent des avantages et des inconvénients en termes de fiabilité et de sécurité, et de nombreux pays ne permettent pas actuellement le parachutage de colis. Bien que les règlements soient en cours de révision et d'adaptation dans le monde entier, il apparaît difficile d'avancer dans cette direction, à moins que la valeur d'un largage de colis soit exprimée. Le fait de pouvoir larguer des colis est un point potentiellement important dans la livraison de charges. Des décisions réfléchies sur la technologie appropriée, les mesures de sécurité et leur applicabilité générale, exigeront des tests sur le terrain appropriés, dans les environnements contrôlés.

Les drones-cargos disponibles à ce jour, comprennent des modèles à voilure fixe, à rotor et hybride, chacun ayant ses propres capacités et caractéristiques. Le drone Zipline à voilure fixe a une capacité de charge de 1,5 kg et un rayon d'action pouvant atteindre 150 kilomètres, à une vitesse de 100 km/h. Le Zip a besoin d'une catapulte pour être lancé, mais n'a pas besoin de piste d'atterrissage. Le mécanisme de livraison est automatisé, il n'utilise qu'un parachute simple en papier largué à basse altitude. Les plans de vol du Zip sont préprogrammés et surveillés au sol au moyen de tablettes. Les plans de vol sont stockés sur des cartes SIM. Pour la navigation, les Zips utilisent le système GPS via le réseau cellulaire disponible.

Les entreprises Matternet et DHL utilisent des quadrirotors pour la livraison de charges. Le dernier modèle de Matternet emporte une charge utile de 1 kg, sur une distance de 20 kilomètres. Au départ, DHL a utilisé une version modifiée du Microdrones MD4-1000 pour transporter jusqu'à 1,2 kg sur 12 kilomètres.

Les drones à voilure fixe utilisés pour le transport de charges ont souvent besoin d'une catapulte ou d'une piste de lancement dédiée. En revanche, les drones hybrides affichent de bonnes performances en matière de vitesse et de temps de vol, de facilité de manutention, et de décollage et atterrissage verticaux (VTOL). Les entreprises Amazon, Vayu et Quantum Systems s'intéressent à la construction de drones hybrides. L'objectif des drones de Vayu est de transporter jusqu'à 2 kg sur 80 kilomètres, tandis que celui de Quantum est de transporter jusqu'à 2 kg sur 100 kilomètres.

Quantum Systems a développé le drone Quanton TRON VTOL, d'une portée de 150 km pour une charge utile de 2,5 kg. Quantum Systems a récemment collaboré avec la Garde côtière allemande pour tester l'atterrissage du TRON sur un de leurs navires, au large des côtes allemandes. Le coût d'un TRON s'élève à 60 000 € environ. La location du TRON par l'intermédiaire de tiers est envisagée.

Ces drones utilisent tous des batteries rechargeables pour alimenter leurs moteurs, mais il existe aussi des drones dotés de moteurs à essence qui permettent de parcourir des distances plus longues et de transporter des charges plus lourdes. Des organisations comme UAVaid et Wings for Aid étudient la possibilité d'utiliser des drones à essence, et UAVaid prévoit que cette solution lui permettra de transporter jusqu'à 10 kg sur 150 kilomètres avant la fin 2016. Voir le tableau 2 en annexe pour un résumé des paramètres opérationnels des plateformes de drones-cargos.

## **Expériences sur le terrain : livraison de charges médicales utiles en Papouasie-Nouvelle-Guinée**

Type de système : Prototype Matternet One, microdrone multirotors

Agence de déploiement : Médecins Sans Frontières (France)

Agence pilote : Matternet

Dates de déploiement : septembre 2014

En 2014, Médecins Sans Frontières (MSF) a été l'une des premières organisations humanitaires à tester les drones-cargos en Papouasie-Nouvelle-Guinée, car les contraintes logistiques limitaient l'accès au diagnostic sanitaire.

MSF et Matternet ont effectué des vols d'essai pour transporter, le plus vite possible, des échantillons diagnostiques depuis des centres de santé éloignés vers un laboratoire MSF. La distance entre les deux points sélectionnés est de 63 km par la route, soit quatre heures de trajet. Par avion, la distance est de 43 km. Compte tenu des drones de Matternet pouvant parcourir 28 km, l'équipe a décidé d'effectuer un échange de batteries dans un village situé à mi-chemin. Le drone a parcouru la distance entre l'hôpital et la clinique en 55 minutes, y compris le temps nécessaire au remplacement des batteries. Selon Matternet, 35 vols ont été effectués au total, dont 30 en autonomie complète. Le drone transportait une charge utile de 200-500 grammes, et a pu voler par des vents atteignant jusqu'à 36 km/heure. MSF a déclaré que la population locale a réservé un excellent accueil à cette technologie, et précise que sur les deux drones Matternet qui s'étaient perdus dans la jungle, un a été récupéré par la communauté locale et retourné à MSF.

Le projet pilote a montré que le rayon d'action maximal de 28 km du drone, était une contrainte importante. Le fait d'avoir besoin de quelqu'un pour changer les batteries à mi-chemin a, par la suite, été considéré comme un inconvénient important. À l'époque, le drone Matternet utilisé était encore en développement, et donc pas aussi mature que la version Matternet One. MSF a considéré ce projet pilote comme un simple essai de la technologie, et n'a pas effectué une analyse comparative des coûts pour déterminer si la livraison de charges par drone était moins coûteuse que par voiture. MSF note également que la question de l'efficacité va au-delà des coûts, et prend en compte le temps nécessaire à la livraison de la charge et les risques potentiels liés à l'impossibilité d'accéder à certaines cliniques par la route en cas de fortes pluies. L'équipe de Matternet a souligné le caractère très important des connaissances et des compétences locales, déterminantes pour garantir le bon fonctionnement d'un projet utilisant des drones. Elle a aussi souligné l'importance de développer une technologie robuste et fiable, plutôt que d'utiliser des gadgets fantaisistes issus de la Silicon Valley.

Source : <http://drones.fsd.ch/en/2016/04/13/using-drones-for-medical-payload-delivery-in-papua-new-guinea-case-study/>

## 4.2. Acteurs

Dans ce domaine, la diversité des acteurs est relativement nouvelle. Les fabricants d'aéronefs et de drones, les régulateurs de l'espace aérien, les compagnies d'assurance, ainsi que les experts de la santé publique, du développement et de l'assistance humanitaire n'ont jamais eu, auparavant, à travailler en si étroite collaboration. Les ministres de la Santé et les autorités aéronautiques nationales n'interagissent généralement pas entre eux. Ce qui pose sans doute un défi en termes de communication, compte tenu des différents domaines d'expertise et de vocabulaire.

Les organisations qui sont actives dans le domaine humanitaire, comme Médecins Sans Frontières (MSF), le Fonds des Nations Unies pour la population (FNUAP) et le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), étudient activement la possibilité d'utiliser des drones pour acheminer des marchandises. Les bailleurs de fonds, dont l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), la Fondation Gates et la Fondation Rockefeller, ont aussi des donataires qui travaillent sur des projets portant sur les drones-cargos. Dans le cadre du grand défi de plusieurs milliards de dollars de l'USAID pour lutter contre le virus Zika, plusieurs applications ont spécifiquement porté sur l'utilisation de drones-cargos pour éradiquer le virus Zika et d'autres menaces futures. Les solutions proposées incluent l'utilisation de drones pour disperser des pesticides et pour libérer des moustiques stérilisés qui empêcheraient les moustiques sauvages de se reproduire. Un ou plusieurs de ces projets drones devraient débuter en 2017.

Des services commerciaux utilisant des drones-cargos, sont développés par de grandes sociétés telles qu'Amazon, DHL, Google et United Parcel Service (UPS), ainsi que par des start-up, dont Flirtey, Matternet, Vayu et Zipline. UPS collabore directement avec Zipline, au Rwanda. L'équipe d'Amazon Drone et Google continuent à travailler sur le développement de leurs plateformes sans que l'on sache vraiment s'ils seront impliqués ou pas dans des utilisations humanitaires.

En attendant, les start-up sont de plus en plus engagées : en avril 2016, Zipline a dévoilé ses plans pour effectuer des livraisons fréquentes à long rayon d'action, au Rwanda. Matternet a testé sur le terrain des prototypes au Bhoutan, en République dominicaine, en Haïti et en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Quantum Systems a réalisé des essais sur le terrain à Dubaï et en Allemagne, et espère effectuer, cette année, des tests de terrain supplémentaires avec Médecins Sans Frontières, en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Quantum Systems pourrait aussi effectuer des essais sur le terrain aux Philippines et au Pérou dans les six prochains mois. UAVaid étudie actuellement un projet pilote aux Philippines pour 2016. Vayu prévoit aussi de tester sa plateforme, avant fin 2016, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, au Népal, aux Philippines et en Afrique (dans un pays tenu secret).

## Travail de pionnier

Zipline est une start-up de la Silicon Valley qui travaille avec UPS et l'Alliance mondiale pour les vaccins et la vaccination (GAVI), pour déployer une flotte de drones au Rwanda visant à livrer des fournitures médicales. L'objectif est de disposer de 15 aéronefs autonomes s'envolant d'une plateforme centralisée, pour effectuer 150 livraisons par jour vers 21 stations médicales situées dans la moitié ouest du pays. Leur drone, qui s'appelle un Zip, permet des livraisons aériennes rapides, et à la demande, avec une charge utile allant jusqu'à 1,5 kg. Les Zips larguent leur charge à 5 mètres d'altitude, puis rentrent à leur base. Le plan prévoit que chaque Zip fera jusqu'à 15 livraisons de sang par jour aux cliniques rurales de transfusion, dans tout le Rwanda. En fin de compte, Zipline a pour objectif, à terme, de livrer des produits médicaux aux 11 millions de citoyens rwandais en 30 minutes. Les Zips n'ont pas besoin d'une piste pour atterrir ou décoller. Ils utilisent une catapulte pour le décollage, et selon une méthode spéciale, atterrissent sur un espace équivalent à deux places de stationnement. Les Zips sont pilotés depuis une plateforme, qui est un conteneur de transport modifié. Ces plateformes sont situées à côté des entrepôts médicaux gouvernementaux existants. Chaque plateforme, exploitée par 2 ou 3 employés, a un rayon de couverture de 75 km. Zipline a obtenu un partenariat avec une entreprise qui lui permet de déployer une plateforme partout dans le monde, dans les 24 heures, afin de soutenir les efforts d'intervention mis rapidement en place en cas d'épidémies majeures, telles que le virus Ebola. Pour ses autorisations réglementaires, Zipline a conclu des accords directs avec le Gouvernement rwandais et l'Autorité aéronautique civile du pays.

Certaines entreprises se spécialisent dans la conception de meilleures chaînes d'approvisionnement destinées aux drones. Llamasoft, par exemple, quantifie le coût du transport, de l'infrastructure, la valeur et la durée de vie des stocks, ainsi que du temps de réponse et de la disponibilité des stocks, afin de quantifier et d'améliorer les avantages de la chaîne d'approvisionnement. Ces modèles fournissent ensuite une plateforme d'aide à la décision, pour l'optimisation de la logistique. Llamasoft mène des recherches poussées au Rwanda, en Tanzanie, au Mozambique et en République démocratique du Congo, en modélisant les possibilités pour les drones-cargos. Selon l'entreprise, il reste encore à voir si les drones peuvent effectivement apporter des avantages opérationnels aux chaînes d'approvisionnement existantes.

D'autres entreprises procèdent à des analyses de coûts. VillageReach, par exemple, pour le projet UNICEF et Matternet au Malawi, a comparé la valeur ajoutée de l'utilisation de drones par rapport aux solutions de transport existantes. Le projet a examiné différents scénarios de livraison d'échantillons de sang séché du VIH. Selon leur analyse des coûts, dans tous les scénarios sauf un, le coût de transport était plus élevé pour les drones-cargos que pour le système actuel qui fait appel à des motos. Les motos peuvent transporter plus de marchandises, et donc, desservir plus d'installations dans une même tournée, tandis que les drones, qui empruntent le chemin le plus court entre deux points, sont plus rapides. Cette vitesse réduit les coûts liés au véhicule et au personnel, mais l'analyse n'a pas quantifié dans quelle mesure une livraison plus rapide a amélioré l'efficacité globale du système logistique.

## Travaux visionnaires

Afrotech est un projet d'innovation technologique mis en place par l'École polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse. Afrotech cherche à ouvrir des itinéraires de drones-cargos à forte fréquence et à basse altitude, en Afrique et dans d'autres économies émergentes, mais ce projet est moins avancé que celui de Zipline pour le moment. Son objectif est de développer et d'exploiter deux lignes de transport. La Ligne Rouge sera utilisée par les drones-cargos pour des situations médicales et d'urgence, et la Ligne Bleue sera une voie commerciale à l'intérieur et en périphérie des villes. Une fois que la Ligne Rouge humanitaire aura été créée et fait ses preuves, le projet pourra ouvrir la voie aux services commerciaux dans les villes. Afrotech développe aussi des « Droneports » pour assurer, dans le futur, l'accueil de la prochaine génération de drones-cargos. Les Droneports disposeront d'une piste dédiée pour accueillir les drones des diverses entreprises, y compris pour la Ligne Rouge et la Ligne Bleue. Ils sont destinés à être ouverts à plusieurs compagnies de drones, tout comme les aéroports le sont pour plusieurs compagnies aériennes. Alors que l'idée de Droneports peut paraître futuriste, la société s'est engagée à construire le premier des trois Droneports, au Rwanda, d'ici mi-2017. L'objectif est de desservir, grâce à ces trois Droneports, 44 % de la population du pays. Les livraisons de sang ne seront effectuées que dans les grands hôpitaux de district, et non pas dans les petites cliniques rurales.

Figure 13 : vision d'un Droneport Afrotech



Un certain nombre d'universités participent activement à la robotique aérienne et à la modélisation de la chaîne d'approvisionnement. Parmi celles-ci se trouvent l'École polytechnique fédérale de Lausanne, l'Institut fédéral suisse de technologie, à Zurich, l'Université de Sheffield, du Massachusetts Institute of Technology, et l'Université Johns Hopkins. Johns Hopkins et Carnegie Mellon's Pittsburgh Supercomputing Center ont récemment modélisé la valeur ajoutée de la livraison de vaccins par drones, au

Mozambique, dans le cadre de leur programme HERMES. Les calculs ont montré que la livraison de vaccins par drones pourrait réduire les coûts d'environ 20 pour cent par rapport aux solutions de transport terrestre traditionnelles.<sup>15</sup>

L'environnement réglementaire des vols de drones peut constituer un obstacle majeur à la fourniture de services par drones-cargos. Certaines régions n'ont pas de réglementation, et d'autres ont des cadres réglementaires restrictifs. Dans tous les cas, les gouvernements sont des acteurs importants, et ils doivent évaluer les problèmes de sécurité, les impacts macroéconomiques et la répartition équitable des avantages, en adaptant les exigences légales face au développement rapide de la technologie et à l'augmentation des applications humanitaires. À ce jour, les pays en développement qui ont créé les environnements réglementaires les plus propices à la livraison de charges par drones, sont le Rwanda, la Tanzanie et le Malawi.

Alors que dans certains cas les drones sont capables d'effectuer leur travail sans autorisation de vol officielle, les acteurs humanitaires doivent prendre des mesures de précaution, car l'utilisation spontanée de drones pour les interventions en cas de catastrophes, peut perturber les activités d'intervention, et même mettre en danger les premiers intervenants.

### **4.3. Modèles économiques**

Deux modèles commerciaux de gestion des transports portant sur l'utilisation de drones-cargos, sont actuellement en développement. Le premier comprend des entreprises qui vendent leur technologie et forment leurs clients à l'exploitation de ces plateformes de livraison de charges. Le second concerne des entreprises qui exploitent elles-mêmes leurs propres plateformes, tout en facturant des frais par kilo livré. Dans l'un ou l'autre scénario, le coût pour les organisations d'aide humanitaire peut représenter un obstacle important à l'utilisation des drones-cargos dans les efforts humanitaires et de développement. Comme les technologies, les infrastructures, les réglementations et les marchés sont encore en développement, les services de drones-cargos sont dans une phase de précommercialisation, et déterminer des coûts pour les organisations humanitaires est encore difficile à ce stade.

La concurrence est susceptible de se développer entre les opérateurs de drones-cargos, lorsque des avancées sur les questions-clés auront été faites dans le domaine. Les entreprises pionnières pourraient s'assurer un avantage concurrentiel important concernant la sécurisation des droits sur certains couloirs aériens et dans un pays donné.

À terme, il pourrait être nécessaire d'avoir un système permettant à des dizaines de drones différents de voler en même temps dans un corridor aérien donné, mais la demande pour une telle fréquentation et fréquence de livraison aérienne de charges devra être une nécessité évidente.

---

<sup>15</sup> Les drones pourraient être des solutions économiques pour livrer les vaccins dans les pays en développement. Johns Hopkins University Bloomberg School of Public Health. Publication : 21 juin 2016 Consultable sur <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/06/160621112101.htm>

#### **4.4. Drones-cargos dans les zones de conflit**

Bien que certaines tentatives aient été faites pour mettre en place la livraison de biens humanitaires dans des zones de conflit (par exemple, le projet de transport aérien en Syrie), il n'y a aujourd'hui pas d'exemples publics relatifs à l'utilisation de drones dans les zones de conflit pour acheminer des charges. Ceci en dépit du fait que les zones de conflit sont de plus en plus des lieux où travaillent les agences impliquées dans l'aide humanitaire aux communautés civiles. Au cours des cinq dernières années, la Syrie a été l'exemple le plus criant concernant la façon dont l'assistance pouvait être déployée dans un conflit impliquant de multiples forces combattantes, avec des lignes de front changeantes, faisant pression sur les agences pour adapter leurs réponses aux conditions du champ de bataille.

Il est certain que « les conflits actuels en Syrie montrent les difficultés à maintenir des lignes d'approvisionnement sécurisées et l'accès aux bénéficiaires en cas d'urgences complexes ». <sup>16</sup> Des solutions innovantes telles que l'utilisation de drones, méritent d'être étudiées plus avant, mais l'utilisation de nouvelles technologies dans les zones de conflit présente de nombreux risques et d'éventuelles complications. Lorsque les combattants et les observateurs internationaux utilisent des drones dans des conflits asymétriques, comme en Syrie et au Yémen, leur utilisation pourrait susciter des soupçons quant à l'impartialité des organismes humanitaires qui les utilisent. Le déploiement de drones par les organismes humanitaires dans les zones de conflit nécessiterait une formation et une dotation en personnel substantielles, et devrait être pleinement soutenu par la communauté internationale des donateurs. Malgré ces risques et ces défis, certains soutiennent que l'aide communautaire ne peut pas se permettre de rejeter l'utilisation d'une technologie, quelle qu'elle soit, susceptible d'apporter les moyens de sauver des vies et de maintenir l'aide humanitaire aux civils pris au piège dans un conflit.

#### **4.5. Drones face aux hélicoptères et aux avions**

Les hélicoptères et les avions sont indispensables pour livrer des vivres, comme l'eau, la nourriture, les médicaments et des abris, dans des zones où le transport terrestre est difficile ou lent. Mais, parfois, ils coûtent cher et doivent faire face à un certain nombre de défis. Par exemple, suite aux tremblements de terre, au Népal, en 2015, les pilotes d'hélicoptères du Programme alimentaire mondial (PAM) ont enregistré près de 2 500 heures de vol pour transporter plus de 2,5 millions de kilos de produits humanitaires. Et encore, le PAM fait état d'un arriéré important de cargaisons devant être transportées un peu partout au Népal, à cause d'un manque d'hélicoptères disponibles. Parmi les autres défis auxquels le PAM est confronté, figurent le besoin de pièces de rechange, d'autorisations douanières et de vol pour les aéronefs, d'accès à l'approvisionnement en carburant, d'hébergements disponibles pour les équipages et d'obtention de visas. L'usure et la disponibilité des appareils sont aussi des défis. Par exemple, lorsqu'un aéronef n'est plus disponible pour desservir une ligne en raison de problèmes techniques, cela peut causer de graves perturbations dans toute la chaîne d'approvisionnement, car la recherche d'aéronefs de remplacement est particulièrement difficile dans un délai très court. Dans des pays comme la République démocratique du

---

<sup>16</sup> Delivering in a Moving World...looking to our supply chains to meet the increasing scale, cost and complexity of humanitarian needs. WHS Supply Chain Paper. Mai 2016 Consultable sur [http://www.logcluster.org/sites/default/files/whs\\_humanitarian\\_supply\\_chain\\_paper\\_final\\_24\\_may.pdf](http://www.logcluster.org/sites/default/files/whs_humanitarian_supply_chain_paper_final_24_may.pdf)

Congo, certains des pilotes ont refusé d'emprunter certaines lignes en raison de problèmes de sécurité sur le terrain, une décision qui perturbe également la chaîne d'approvisionnement.

En revanche, les drones peuvent effectuer des livraisons à une fréquence beaucoup plus grande et, dans certains cas, à moindre coût, mais leurs charges sont aujourd'hui limitées à quelques kilos, et leur rayon d'action, en général, n'est pas supérieur à 150 km. Le fret humanitaire, cependant, est le plus souvent exprimé en tonnes métriques plutôt qu'en kilogrammes, et est généralement transporté sur des centaines, sinon des milliers, de kilomètres. Compte tenu de ces compromis relatifs à l'aviation habitée, les cas particuliers dans lesquels les drones-cargos peuvent actuellement apporter de la valeur ajoutée sont particulièrement restreints dans le contexte de l'univers des besoins auxquels font généralement face les organisations humanitaires.

Le Programme alimentaire mondial, par exemple, affirme que pour utiliser des drones-cargos, il faudrait élaborer un concept opérationnel interne et des procédures opérationnelles normalisées. L'utilisation de drones-cargos devrait garantir une précision optimale de la zone de parachutage (si des parachutes sont utilisés), et des plans de vol, en particulier quand ils opèrent dans un espace aérien complexe. Le rayon d'action et la capacité de charges utiles actuels des drones limitent l'espace où les drones peuvent apporter une valeur ajoutée à la desserte de zones non sécurisées situées à moins de 100 km, mais l'adoption de cette application pourrait avoir un impact positif important sur l'ensemble des efforts logistiques. Dans l'idéal, cependant, le PAM souhaiterait utiliser des drones avec un rayon d'action de 100 à 500 km et une capacité de charges utiles de 200 à 500 kg.<sup>17</sup>

L'utilisation de drones pour le transport des denrées alimentaires devra tenir compte des meilleures pratiques relatives aux parachutages alimentaires, élaborées par le PAM et d'autres organisations humanitaires. Cela inclut d'avoir du personnel sur la zone de largage. Les parachutages sans présence humaine sur le terrain ne pourraient être qu'une mesure de dernier recours, en raison notamment de la grande difficulté de s'assurer que les denrées sont bien distribuées aux plus démunis.<sup>18</sup> Les livraisons par drones ne changeraient pas cet élément vital et humain de la chaîne de distribution alimentaire.

MSF travaille dans certains endroits isolés et difficiles d'accès. Par conséquent, et contrairement au PAM, la possibilité d'envoyer des petites marchandises à l'aide de drones pourrait permettre à l'organisation de sauver plus de vies et de devenir plus efficace avec ses ressources. En plus du transport des échantillons de laboratoire, MSF s'intéresse également à l'utilisation des drones pour le transport de sang, de vaccins, de sérum anti-venin et de médicaments. En 2014, en collaboration avec Matternet, MSF a effectué, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, des tests sur le terrain pour la collecte d'échantillons de crachats tuberculeux. Les résultats de ce projet pilote indiquent que les drones multirotores ne sont peut-être pas les mieux adaptés aux distances observées en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Les drones devraient être plutôt de conception hybride, automatique et simple à utiliser, avec un rayon d'action de 60 km minimum et une

---

<sup>17</sup> Drones-cargos dans un contexte humanitaire : Compte-rendu de réunions. FSD. 2016.

<http://drones.fsd.ch/en/homepage/>

<sup>18</sup> What you need to know about humanitarian airdrops. Giugni, P. ICRC. 13 avril 2016 Consultable sur <http://intercrossblog.icrc.org/blog/what-you-need-to-know-about-humanitarian-airdrops>

capacité de charge utile de 1 kg au moins.

## 4.6. Réglementation

Les problèmes réglementaires représentent un grand défi pour l'utilisation des drones à des fins commerciales et humanitaires. Souvent, les réglementations concernant les drones n'incluent pas encore de dispositions sur la livraison de charges, et celles qui incluent de telles dispositions rendent la livraison difficile ou illégale. Certaines réglementations autorisent la livraison de charges, mais seulement lorsque celles-ci ne sont pas larguées ou parachutées. À ce jour, de nombreux pays n'autorisent pas le largage d'articles, et cela ne peut donc pas être pris en compte lors de la révision des réglementations, à moins de démontrer une certaine valeur pour les groupes d'aide humanitaire. Le fait de pouvoir larguer des charges est un élément potentiellement important dans les livraisons de charges.

Un autre défi réglementaire concerne les limitations imposées aux opérateurs de garder en permanence un contact visuel avec le drone. Les opérations appelées Visual Line of Sight (VLOS) (Vol en vue) nécessitent de garder, à tout moment, le drone en vue. Cela implique de ne pas faire voler un aéronef sans pilote dans les nuages ou le brouillard, derrière des arbres, des bâtiments ou d'autres obstacles (même partiels). Le VLOS implique aussi une vision non assistée, à l'exception des lunettes de vue ou des lunettes de soleil médicalement prescrites, et ne pas devoir utiliser des jumelles, des télescopes ou des objectifs à focale réglable pour voir l'aéronef sans pilote.

Un certain nombre de réglementations nationales permettent l'exploitation de petits drones en VLOS, mais obtenir des autorisations pour des vols hors vue (Beyond Visual Line of View - BVLOS) est presque toujours un processus plus long, plus spécifique et plus compliqué. Certains ont fait la promotion de la notion de Vol en vue numérique (Digital Visual Line of View - DVLOS) portant sur l'utilisation de technologies numériques, comme les appareils photo numériques, pour garder les drones dans la ligne de vision. Les autorisations BVLOS sont beaucoup plus importantes pour les drones-cargos que pour les drones de cartographie. Sans modifications réglementaires, l'utilisation sur le terrain des drones-cargos sera fortement limitée.

Les experts interrogés dans le cadre de ce projet soulignent que l'industrie du drone évolue à un rythme spectaculaire, se réinventant tous les huit ans. En revanche, l'industrie de l'aviation conventionnelle évolue beaucoup plus lentement. Les autorités de l'aviation civile sont habituées à adapter leurs lignes directrices à un rythme qui correspond aux nouveaux développements de l'industrie de l'aviation, mais ils doivent maintenant aussi réglementer les drones. Malheureusement, le rythme réglementaire traditionnel de l'aviation conventionnelle ne peut pas suivre les innovations et les exigences du secteur des drones, et les autorités sont poussées à agir rapidement. Les entreprises puissantes qui ont des intérêts économiques importants, peuvent tenter d'exploiter cette situation en essayant d'influencer, à leur avantage exclusif, le développement de la réglementation relative aux drones, et la prise de décision des autorités doit rester rigoureuse et axée sur la sécurité publique et l'équité. La façon dont les autorités de l'aviation civile peuvent fournir les meilleures orientations est actuellement discutée au sein de la communauté des drones, certains participants préconisant un engagement plus proactif et une prise de décision plus rapide de la part des autorités.

L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), l'organe chargé de la réglementation de l'aviation internationale, ne prévoit pas encore de réglementation pour les opérations autonomes ou à basse altitude, mais uniquement pour les opérations transfrontalières. Par conséquent, les États membres sont en train d'élaborer leurs propres réglementations, une situation qui mène à un patchwork de politiques différentes et à un manque de normalisation entre les pays.

#### **4.7. L'avenir des drones-cargos**

La technologie n'en est encore qu'à ses débuts, et bon nombre de grands fabricants de drones - dont beaucoup développent des drones pour des applications militaires - ne sont pas encore entrés sur le marché du drone civil, peut-être à cause de l'environnement réglementaire restrictif. Une situation qui pourrait changer si ces grands fabricants pouvaient adapter leur technologie très avancée à des applications humanitaires. L'arrivée de ces acteurs sur le marché civil pourrait être problématique sur le plan éthique pour les partenaires humanitaires.

En attendant, il faut faire beaucoup plus d'essais sur le terrain, avec des indicateurs de performance comparables, pour évaluer les plateformes. Les organisations humanitaires qui envisagent d'utiliser des drones-cargos ont besoin de statistiques sur les vols effectués, le nombre d'heures de vol consignées, les taux d'échec et autres mesures de rendement.

## 5. AUTRES APPLICATIONS

Deux autres fonctions suscitent de plus en plus d'intérêt, et des recherches limitées sur le terrain sont en cours. L'utilisation de drones pour des opérations de recherche et de sauvetage (SAR) commence à gagner en popularité au Royaume-Uni, et les premiers résultats sont prometteurs. En revanche, l'utilisation de drones dans la surveillance reste controversée. Cela s'explique en partie par le fait que les équipements existants pouvant être utilisés pour la surveillance à grande échelle et les informations en temps réel, sont encore réservés aux militaires. C'est avec prudence que la communauté humanitaire examine ces perspectives.

### 5.1. Recherche et sauvetage

L'intérêt envers l'utilisation des drones pour appuyer les opérations de recherche et de sauvetage (SAR) ne cesse de s'accroître, surtout s'ils sont équipés de systèmes à infrarouge ou autres caméras spécialisées. Les opérations SAR ne sont traditionnellement pas une activité réalisée par des ONG humanitaires, mais plutôt une tâche technique effectuée par des organismes de protection civile ou par les membres des communautés touchées. Le déploiement de drones pour la recherche et le sauvetage vise notamment à accroître les capacités d'observation des équipes au sol pour améliorer leur sécurité et aider à la localisation de personnes disparues.

**Figure 14 : image thermique prise par un drone**



Jusqu'à présent, peu de missions SAR ont été menées sur le terrain à l'aide de drones, et encore moins ont été documentées. La plupart étaient des simulations ayant pour objectif de localiser des personnes disparues, et elles ont été menées par des organes

de sécurité civile locaux dans les pays industrialisés : États-Unis, Australie, ou en Europe. Les équipes SAR se déploient dès les premières étapes d'une urgence, et c'est justement à ce moment-là que les équipes ont le moins de temps disponible pour intégrer les nouvelles technologies et exécuter des tests. Les opérations SAR sont en effet très codifiées et planifiées, pour garantir un impact optimal malgré les environnements complexes des interventions d'urgence. Dans ce contexte, la meilleure utilisation des drones ne peut être faite que s'ils sont correctement intégrés, et lorsque les équipes SAR sont formées à leur utilisation avant de se déployer dans des situations d'urgence réelles.

À titre d'investissement pour soutenir l'utilisation de drones dans les interventions d'urgence, la Commission européenne a financé un projet de recherche de 17,5 millions d'euro, pour développer des outils robotisés pouvant aider les équipes d'intervention d'urgence humanitaire dans les opérations de recherche et sauvetage. The Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search (ICARUS) project<sup>19</sup> seeks to equip first responders with drones and other robots that qualify as unmanned search and rescue tools to reduce response times and costs. Le projet ICARUS (Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search) vise à doter les premiers intervenants de drones et d'autres robots qualifiés d'outils de SAR sans pilote pour réduire les temps de réponse et les coûts. ICARUS se concentre sur le développement de robots de SAR et d'autres technologies capables de détecter, de localiser et de sauver des vies humaines dans le cadre d'un effort global de recherche et de sauvetage. Le projet vise également à intégrer ces outils dans les procédures opérationnelles standard des acteurs humanitaires et des organes nationaux de protection civile, comblant ainsi l'écart entre les développeurs techniques et les professionnels.

Le projet ICARUS a étudié l'utilisation et l'intégration des drones pour les activités de SAR, et a développé des drones pour qu'ils soient déployés aux côtés des équipes de recherche et de sauvetage. Les drones déployés par ICARUS visent à fournir des informations aériennes rapides et fiables aux équipes de SAR lors de leur phase de planification et de mission, améliorant le temps de sauvetage et l'allocation efficace des ressources de SAR.

---

<sup>19</sup> <http://www.fp7-icarus.eu/sites/fp7-icarus.eu/files/publications/Public%20Report%20-%20ICARUS.pdf>

## Expériences sur le terrain : Greater Manchester Fire and Rescue Service

Type de système : Aeryon Skyranger

Agence de déploiement : Greater Manchester Fire and Rescue Service

Agence pilote : Greater Manchester Fire and Rescue Service

Dates de déploiement : de juillet 2015 à aujourd'hui

Le Service d'incendie et de sauvetage du Grand Manchester (The Greater Manchester Fire and Rescue Service - GMFRS) a ajouté un drone à sa panoplie d'intervention d'urgence en juillet 2015. L'objectif principal était d'améliorer la sécurité du personnel. Le GMFRS est l'un des premiers services d'incendie et de sauvetage au monde à avoir adopté une capacité de drones 24 heures sur 24 pour répondre à toutes sortes de situations de crise, et ils semblent encourager d'autres services d'incendie du Royaume-Uni à faire de même.

L'Unité de reconnaissance des images aériennes, connue sous le nom d'Unité AIR (Aerial Imagery Reconnaissance Unit), est la seule du genre au Royaume-Uni, et peut-être dans le monde. L'Unité AIR intervient presque tous les jours, pour fournir des images aériennes des incidents impliquant d'effectuer des recherches et des sauvetages avec des caméras thermiques. Les GMFRS sont habitués à avoir des drones dans leur panoplie d'outils de recherche et de sauvetage. Entre juillet 2015 et mai 2016, l'unité AIR a effectué 161 missions avec jusqu'à trois vols par jour.

Pour déterminer si un drone ajouterait de la valeur aux équipes de lutte contre les incendies, et pour déterminer s'il serait possible ou non d'en justifier le coût, le GMFRS a effectué un premier essai avec un drone et quelques pilotes formés. Au début, le GMFRS avait des contrats temporaires avec des compagnies de drones pour louer du matériel. Les pompiers ont été formés pour faire fonctionner le drone et analyser les données recueillies.

Pendant l'essai, un drone a accompagné plusieurs pompiers à l'intérieur d'un bâtiment, et a pu détecter que des pompiers travaillaient sur un mur non soutenu, ce qui aurait pu avoir des conséquences désastreuses. L'opérateur du drone a averti l'équipe, qui a pris des mesures pour assurer sa sécurité. Pour le GMFRS, cet épisode a démontré l'intérêt des drones dans la lutte contre les incendies.

Source : <http://drones.fsd.ch/wp-content/uploads/2016/11/12.Manchester.pdf>

## 5.2. Suivi et information en temps réel

L'utilisation de drones pour obtenir des informations en temps réel - flux vidéo en direct diffusés directement depuis le drone vers l'opérateur, par exemple - présente des possibilités supplémentaires qui n'ont pas encore été suffisamment explorées sur le terrain. Les petits drones diffusent des vidéos en direct, principalement en situations tactiques, afin de permettre de comprendre les barrages routiers potentiels ou d'évaluer rapidement les structures et les infrastructures. Au sein de la communauté humanitaire, cependant, l'intérêt se porte davantage sur des fonctionnalités qui permettraient l'évaluation et la surveillance de grandes zones, en particulier :

- Identifier et suivre les populations déplacées, leurs mouvements et les campements provisoires
- Faire des évaluations à grande échelle d'une région touchée ou évaluer des zones éloignées et difficiles à atteindre
- Suivre des convois logistiques en temps réel

Ces fonctionnalités nécessiteraient des drones de tailles moyenne à grande et une technologie de transmission de données sophistiquée. À ce jour, il n'existe pas de preuves de l'utilisation de tels drones à des fins humanitaires. Dans un cas, celui de la Mission de stabilisation de l'Organisation des Nations Unies en République démocratique du Congo (United Nations Organization Stabilization Mission in the Democratic Republic of the Congo), le déploiement d'un drone militaire de surveillance a été sujet à controverse dans la communauté humanitaire, et beaucoup ont rejeté les données fournies par ce déploiement en raison de ses liens avec des acteurs militaires.<sup>20</sup>

L'utilisation de drones pour la surveillance est toujours en cours de développement en tant qu'application, et le secteur humanitaire lui porte beaucoup d'intérêt. Quand de plus grands modèles seront déployés, la distinction entre drones militaires et minidrones – les plus utilisés jusqu'ici –, n'apparaîtra plus aussi clairement.

---

<sup>20</sup> Drones et action humanitaire - Enquête sur les perceptions et les applications FSD 2016.  
<http://drones.fsd.ch/en/homepage/>

## **Expériences sur le terrain : informations en temps réel après le passage du typhon Haiyan, aux Philippines**

Type de système : Huginn X1 Quad-copter

Agence de déploiement : Danoffice IT (avec le soutien de Team Rubicon et Palantir)

Agence pilote : Danoffice IT

Dates de déploiement : novembre 2013

Suite au passage du typhon Haiyan, aux Philippines, en 2013, Danoffice IT a soutenu des activités d'intervention d'urgence dans la ville de Tacloban, particulièrement touchée, en collaboration avec des ONG, comme Team Rubicon, et d'autres organisations, dont une équipe de recherche et de sauvetage sud-coréenne, et en collaboration avec les équipes des Nations Unies chargées de l'évaluation et de la coordination en cas de catastrophe (UNDAC).

Le drone quadricoptère Huginn X1 est équipé de deux caméras, l'une en couleurs haute définition et l'autre avec des bandes thermiques, ce qui permet d'observer en direct, sur l'écran, la zone capturée par la caméra. Il peut voler sur une distance de 2 kilomètres à partir de son dispositif de commande, et a une autonomie de vol maximale de 25 minutes. Danoffice IT a effectué un certain nombre de missions à l'intérieur et en périphérie de la ville de Tacloban, et a fourni, en temps réel, des vues aériennes des chaussées, des bâtiments endommagés et d'autres informations importantes. Une de ses missions consistait à survoler un hôpital qui aurait été endommagé par la tempête. Les voies d'accès à l'hôpital étaient encombrées, et on s'inquiétait de la sécurité des équipes qui devaient être envoyées pour évaluer l'état du bâtiment. Le déploiement du quadricoptère Huginn X1 a fourni des images aériennes de l'hôpital, a permis à Team Rubicon d'évaluer, depuis les airs, les dommages causés, et a fourni des informations précises sur les besoins en réparations et en matériaux. Il s'agit ici d'exemples utiles de déploiement de drones dans le contexte du typhon Haiyan, qui fournissent un cadre pour une utilisation ultérieure des drones dans des activités d'intervention d'urgence. L'un des principaux enseignements tirés de ce déploiement est l'importance du facteur temps. Dans cet exemple, les drones ont été déployés plus tard que prévu, limitant ainsi l'impact de leur utilisation dans la prise de décision ou la planification. Au moment où le drone a été autorisé à voler, la plupart des routes avaient déjà été dégagées, et les principaux travaux de recherche et de sauvetage se terminaient. L'UNDAC était déjà passé à une phase d'urgence où les avantages du drone étaient moins probants.

Source : <http://drones.fsd.ch/wp-content/uploads/2016/06/9Case-Study.Philippine.SearchRescue.3May2016.pdf>

## 6. CONCLUSIONS

Les preuves que les drones peuvent vraiment aider les professionnels de l'humanitaire à améliorer la qualité et l'efficacité de l'aide dans des applications spécifiques, s'accumulent. Parmi les utilisations les plus prometteuses des drones dans l'action humanitaire, figurent :

- La cartographie
- La livraison de produits indispensables dans des lieux éloignés ou difficiles d'accès
- Le soutien pour évaluer les dommages
- L'amélioration de la connaissance situationnelle
- Le suivi des changements

Certains des drones déployés pour ces usages ne nécessitent que des compétences techniques limitées, surtout s'ils sont utilisés à petite échelle pour soutenir des évaluations de dommages localisées ou d'autres processus au moyen de photographies aériennes simples et de séquences vidéo. Un plus grand choix de drones conviviaux sera disponible dans un proche avenir, rendant la technologie plus accessible aux utilisateurs humanitaires.

Le succès des consultations dans le cadre de ce projet suggère que le partage et la coordination continus au sein des forums existants permettront de faciliter le processus d'innovation. Le projet identifie un grand choix d'utilisations qui couvrent maintenant plusieurs domaines d'expertise, et conclut que le partage des cas et des expériences avec l'ensemble de la communauté humanitaire et ses différentes parties prenantes aiderait à progresser.

Parallèlement, les humanitaires et leurs partenaires potentiels doivent continuer à évaluer les véritables impacts de l'utilisation de la technologie drone, en accordant une attention particulière aux coûts d'opportunité. L'aide humanitaire requiert des interactions humaines efficaces et une compréhension adaptée au contexte de la situation sur le terrain. Même si les drones, avec leur vision aérienne, peuvent contribuer de manière significative à la compréhension des conditions dans les situations de crise, ils ne peuvent pas remplacer les professionnels qui travaillent directement avec les communautés touchées.

La confidentialité, la sécurité et les préoccupations éthiques liées à l'utilisation des données peuvent exister dans certains scénarios, en particulier au moment de la collecte, de l'agrégation et du partage de grandes quantités de données. Les acteurs humanitaires doivent répondre à ces préoccupations au cas par cas et s'attaquer aux problèmes dans l'intérêt général de toute la communauté. Ces discussions doivent être intégrées dans d'autres discours sur l'éthique des données, qui ont actuellement lieu dans la communauté humanitaire. Les exemples incluent des programmes de Elhra, de Harvard Humanitarian Initiative et de la nouvelle Alliance mondiale pour l'innovation humanitaire.

Les drones sont un outil, et ne sont pas les seules solutions à aucun des grands problèmes auxquels les humanitaires sont confrontés aujourd'hui. C'est une technologie qui se développe rapidement, et la communauté humanitaire a une expérience limitée de son utilisation. L'impact de l'utilisation des drones sur le terrain n'est pas encore connu, ou prévisible. Cette incertitude ne doit pas gêner le processus d'innovation, au fur et à mesure des progrès de l'exploration des applications humanitaires des drones. Les déploiements pilotes doivent et peuvent respecter les principes humanitaires fondamentaux, et les décisions de procéder à de tels déploiements peuvent et doivent être basées sur une confiance raisonnable dans le potentiel en termes d'avantages substantiels.

La communauté humanitaire doit partager ouvertement les réussites et les échecs dans le cadre de ses efforts continus d'information des pratiques futures. L'utilisation la plus efficace des drones est généralement liée à des déploiements bien coordonnés avec les communautés locales et intégrés dans des contextes locaux.

En raison des connotations militaires persistantes, tous les processus devraient être mis en œuvre de la manière la plus transparente possible, en communiquant ouvertement les raisons et les résultats de l'utilisation de la technologie des drones. Les connotations de « secret », de « furtivité » et « d'espionnage » précèdent les drones, peut-être plus que n'importe quel autre outil nouveau, et une approche ouverte, partagée et transparente peut modérer les préjugés persistants. Chose étonnante, les évaluations ont montré que l'utilisation de drones de cartographie a suscité beaucoup d'intérêt dans les communautés, et a influencé des processus participatifs fructueux pour améliorer les communautés grâce à la cartographie communautaire.

La valeur ajoutée humanitaire potentielle doit être clairement exprimée et communiquée aux régulateurs, en particulier dans les prochaines années, lorsque le paysage des utilisations possibles de drones commencera à se dessiner. Pour accroître les chances d'un environnement réglementaire réceptif aux utilisations humanitaires, les humanitaires et leurs partenaires doivent s'exprimer et continuer à s'engager auprès des organes de réglementation nationaux ou internationaux.

La collaboration est la clé. Selon le Bureau des Nations Unies pour la coordination des affaires humanitaires (OCHA), « Ce que de nombreux acteurs demandent aujourd'hui, ce n'est pas un mécanisme traditionnel de coordination, mais plutôt un écosystème fonctionnel dans lequel les acteurs peuvent collaborer ensemble ».<sup>21</sup>

Cet écosystème d'acteurs est déjà bien placé pour répondre à toutes les questions qui découlent de l'utilisation de drones dans des contextes humanitaires, et la communauté est tout à fait capable de continuer à soutenir et à encourager un cadre d'apprentissage ouvert dans ce processus évolutif.

---

<sup>21</sup> Humanitarian Innovation: The State of the Art. UN OCHA. Consultable sur [https://docs.unocha.org/sites/dms/Documents/OP9\\_Understanding%20Innovation\\_web.pdf](https://docs.unocha.org/sites/dms/Documents/OP9_Understanding%20Innovation_web.pdf)

## RESSOURCES

### ICARUS

ICARUS est un projet de recherche financé par l'UE visant à développer des outils robotiques qui peuvent aider les équipes de recherche et de sauvetage sur le terrain. ICARUS se concentre sur le développement de technologies SAR sans pilote pour détecter, localiser et sauver des vies humaines en cas de catastrophes, tant en milieu urbain que maritime. Durée du projet : 2012-2016 – [www.fp7-icarus.eu](http://www.fp7-icarus.eu)

### Code de conduite de UAViators

Le Code de conduite humanitaire des UAV vise à informer sur l'utilisation sûre, coordonnée et efficace des UAV dans des contextes humanitaires et de développement variés. Il s'agit d'un guide à destination de tous les acteurs impliqués dans l'utilisation des drones pour soutenir l'assistance humanitaire dans les situations de catastrophe et de conflit. L'acceptation et le respect de ce code contribueront à la sécurité, au professionnalisme et à un impact accru tout en renforçant la confiance du public dans l'utilisation des UAV. – <http://uaviators.org/docs>

### Humanitarian OpenStreetMap Team

Le tableau de bord Pacific Drone Imagery (PacDID) de HOT supporte l'imagerie aérienne utilisée dans les communautés insulaires du Pacifique, grâce à la création d'outils et de conseils destinés au processus de travail cartographique des UAV. Dans des endroits comme les îles Fidji et Vanuatu, qui ont connu, ces dernières années, des dégâts importants dus aux typhons, les vues fournies par les satellites, les aéronefs et, plus récemment, par les drones sont une ressource importante pour toute phase de gestion des risques de catastrophe. – [www.hotosm.org](http://www.hotosm.org)

### OpenAerialMap (OAM)

OpenAerialMap est un service ouvert géré par l'équipe humanitaire OpenStreetMap avec les partenaires Development Seed, Azavea et Stamen, donnant accès à tout un ensemble de services d'imageries et de couches cartographiques courantes et publiques. Les images par satellite et par drone sont accessibles à partir de ce référentiel. – <https://openaerialmap.org/>

### Disaster Robotics

Écrit par Robin R. Murphy, ce livre propose un guide sur la théorie et la pratique de la robotique en cas de catastrophe. Il peut servir d'introduction pour les chercheurs et les technologues, de référence pour les gestionnaires de situations d'urgence, et de manuel sur la robotique de terrain.

### Base de données réglementaires de Global Drone

C'est la base de données publique la plus récente et la plus complète sur les réglementations des drones. Au début, en 2014, UAViators a lancé la base de données en wiki ouvert. De 2015 à 2016, elle a été renforcée grâce au financement fourni par la DG ECHO, dans le cadre de l'initiative Drones in Humanitarian Action. D'autres projets et collaborateurs complètent aujourd'hui la base de données avec des informations réglementaires. – [www.droneregulations.info](http://www.droneregulations.info)

## ANNEXE

Tableau 1 : Drones dans des études de cas sur l'action humanitaire

Études de cas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Application</b>	Cartographier des inondations en vue de réduire les risques de catastrophe	Livraison de charges médicales utiles	Analyse des dommages causés par le séisme	Modélisation spatiale des mines terrestres déplacées	Analyse des dommages causés par les ouragans	Analyse des dommages causés par les ouragans	Recensement post-séisme	Gestion du camp	Information en temps réel après le typhon Haiyan	Évaluation des dommages causés par des catastrophes	Simulation d'intervention d'urgence
<b>Pays</b>	Tanzanie	Papouasie-Nouvelle-Guinée	Népal	Bosnie-Herzégovine	Philippines	Haïti	Haïti	Haïti	Philippines	Vanatu	France
<b>Portée</b>	Zone de cartographie :	Distance couverte par vol :	Zone de cartographie :	13 mapping locations, the largest with 2.5 km2 13 sites de cartographie, 2.5 km <sup>2</sup> pour le plus grand	Zone de cartographie :	Zone de cartographie :	Zone de cartographie :	En cours	Plusieurs missions	Zone de cartographie	Zone de cartographie
	88 km2	23km	1,5 km2		48,6 km2	2 km2	30 km2		10 km2	s/o	s/o
<b>Résultats</b>	Plans de ville numérique Modèles de surface 3D	Livraisons de fournitures médicales	Photographies et cartes aériennes	Photographies aériennes Modèles 3D	Photographies et cartes aériennes	Photographies aériennes Modèles 3D	Photographies et cartes aériennes	Photographies aériennes et modèles 3D	Vidéos HD diffusées en direct et images thermiques	Vidéos, photographies aériennes, modèles 3D	Recherche et sauvetage
<b>Agences de déploiement</b>	World Bank et Humanitarian OpenStreetMap Team	Médecins Sans Frontières	UAViators	Belgian Royal Military Academy	Medair	IOM	IOM	IOM	Danoffice IT (with Team Rubicon and Palantir)	World Bank	Carto
<b>Agences pilotes</b>	Drone Adventures	Matternet	Formation d'étudiants de l'université de Kathmandu et de Kathmandu Living Labs	Belgian First Aid and Support Team (B-FAST)	Drone Adventures	IOM	IOM	IOM	Danoffice IT	Heliwest, Australia, and X-Craft, New Zealand, coordinated by UAViators	Omnis Adventure
<b>Types de drones</b>	Sensefly eBee	Matternet One Prototype, Multi-copter Microdrone	DJI Phantom 3 Advanced	MD4-1000 Multi-copter Microdrone	Sensefly eBee	Sensefly Swinglet	Sensefly Swinglet and eBee	Sensefly Swinglet and eBee	Huginn X1 Quad-copter	Indago Multi-copter, 960L, DJI Phantom 2 Vision+, UX-5	albris, eBee,

**Tableau 2 : Paramètres opérationnels pour des services de drones-cargos en cours de développement**

Société	Type	Cargo	Gamme*	Energie	Livraison	Nombre d'heures de vol consignées
Amazon	Hybride	25 kg	16 km	Batterie	Terrains	1 000s
DHL	Hybride	1,2 kg	12 km	Batterie	Terrains	100s
Drones for Development	Hybride	Inconnu	Inconnu	Batterie	Terrains	100s
Flirtey	Multirotors	2,2 kg	16 km	Batterie	Vol stationnaire	Données confidentielles
Google	Hybride	25 kg	16 km	Batterie	Terrains	1 000s
Matternet	Multirotors	1 kg	20 km	Batterie	Terrains	1 000s
Quantum Systems	Hybride	2,5 kg	100 km	Batterie	Terrains	100s
Wings for Aid	Drone à voilure fixe	100 kg	500 km	Essence	Parachute	0
UAVaid	Drone à voilure fixe	10 kg	150 km	Essence	Parachute	100s
Vayu	Hybride	2 kg	80 km	Batterie	Terrains	100s
Zipline	Hybride	25 kg	16 km	Batterie	Terrains	1 000s

\* Rayon d'action maximal, en supposant que le drone peut atterrir pour être rechargé/rempli et envoyé sur la destination. Si un drone doit revenir à son point de départ sans atterrir, le rayon d'action opérationnel effectif correspond à la moitié du rayon d'action maximal.