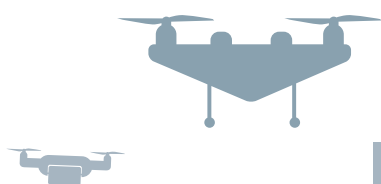
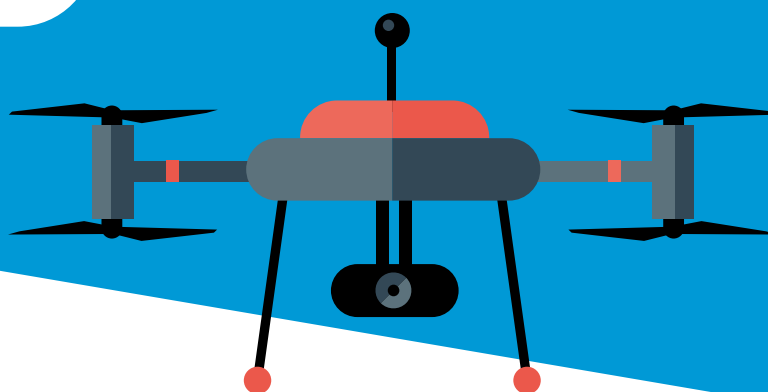




Engins volants télécommandés

Synthèse de l'étude « Zivile Drohnen - Herausforderungen und Perspektiven »



TA-SWISS, Fondation pour l'évaluation des choix technologiques et centre de compétence des Académies suisses des sciences, entend mener une réflexion sur les répercussions – opportunités et risques – de l'utilisation de nouvelles technologies.

Ce résumé se base sur une étude scientifique réalisée pour le compte de TA-SWISS par un groupe de projet interdisciplinaire dirigé par Dr Michel Guillaume de la Haute école spécialisée de Zurich (Zentrum für Aviatik). Il présente les principaux résultats et les recommandations de l'étude sous forme condensée et s'adresse à un large public.

Zivile Drohnen – Herausforderungen und Perspektiven

Markus Christen, Michel Guillaume, Maximilian Jablonowski, Peter Lenhart und Kurt Moll
TA-SWISS, Stiftung für Technologiefolgen-Abschätzung (éd.)

Vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, 2018
ISBN 978-3-7281-3893-4

L'étude est également disponible en open access :
www.vdf.ethz.ch

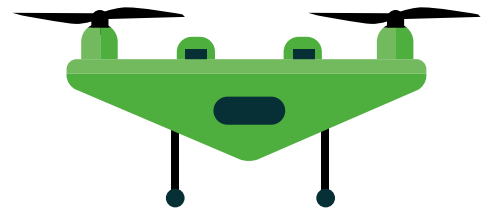
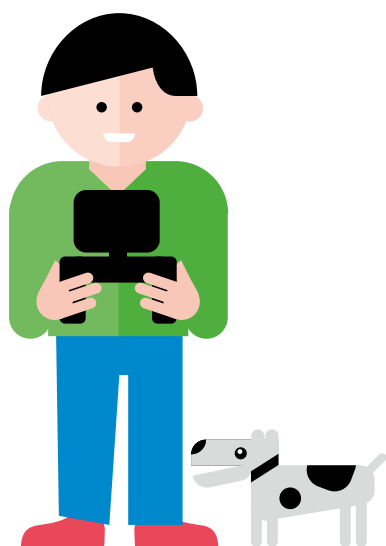
Le résumé peut être téléchargé gratuitement :
www.ta-swiss.ch



L'étude en bref	4
Opportunités	4
Risques	4
Recommandations	4
Introduction	5
Tout le monde parle de drones	6
En Suisse	6
Un objet difficile à définir	7
Au-delà de la définition formelle, les caractéristiques d'un drone	7
Il vole près ou loin	7
Systèmes de capteurs	8
Systèmes de transport	8
Photographe ou taxi : les compétences d'un drone	9
Agriculture	9
Autorités	9
Construction	9
Humanitaire	9
Médias et publicité	9
Mesure et surveillance	9
Recherche	10
Transport	10
Activités illégales	10
Défis législatifs	11
Quand les drones posent problème	12
Les défis technologiques	12
Le respect de la vie privée	12
La protection de l'environnement	12
Un U-Space pour la coordination du trafic	13
Et demain, quelles technologies à bord des drones ?	14
Conclusion : une technologie définitivement actuelle	15
Groupe de projet	16
Groupe d'accompagnement	16
Gestion du projet TA-SWISS	16

L'étude en bref

Les drones sont une réalité dans l'espace aérien actuel et le resteront. Même si une partie de la population est plutôt critique vis-à-vis de ces engins – ils entraînent une réputation sulfureuse de machines de guerre mais mettent également en danger l'aviation civile et perturbent la tranquillité et l'intimité des citoyens à leur domicile – ils sont parmi les jouets les plus offerts lors des fêtes de fin d'année. Leur utilisation à des fins professionnelles devient de plus en plus populaire. Equipés de senseurs qui leur procurent une autonomie avancée, ils volent sous le contrôle d'un pilote et peuvent atteindre des endroits difficiles d'accès au-delà du champ de vision de ce dernier. Leur essor est important et de nombreuses questions restent encore en suspens quant à leur avenir, leurs capacités actuelles et futures mais également aux risques qu'ils pourraient représenter dans certains secteurs. L'analyse interdisciplinaire commandée par TA-SWISS permet d'y voir plus clair et essaie de mettre en lumière les éventuelles actions politiques à entreprendre.



Opportunités

Les applications relatives aux drones sont nombreuses et variées car ces derniers peuvent être déployés dans différents secteurs d'activités : logistique, agriculture, surveillance, recherche, contrôles et mesures, médias et loisirs, aide humanitaire, etc. Même si l'on assiste actuellement aux débuts de ce développement en milieu professionnel, il semble évident que les drones s'imposeront parfois face aux solutions traditionnelles.

Risques

Les drones doivent également faire face à de nombreux défis. Certains les voient parfois comme des espions lorsqu'ils survolent les villes et les lieux d'habitation : à l'aide des caméras dont ils sont équipés, ils peuvent voir là où l'œil humain n'a pas voix au chapitre. Hors des villes, ils peuvent être perçus comme des perturbateurs pour la nature et particulièrement la faune sauvage. Le bruit de leur moteur ou de leurs hélices et leur présence dans des zones protégées peuvent se révéler particulièrement dérangeants. Mais les experts s'accordent à dire que le premier et principal défi est technique : avant toutes choses, un drone ne doit pas tomber. En cas de problèmes, les drones d'une certaine taille doivent être en mesure de se poser de manière sûre.

Recommandations

Cette étude prospective réalisée par un groupe interdisciplinaire dirigé par la Haute Ecole zurichoise ZHAW examine les enjeux et les perspectives autour des drones civils. Elle dresse un état des lieux et propose de réfléchir aux prochaines étapes dans le développement de la technologie. Au terme de cette réflexion, le groupe de projet a formulé les recommandations suivantes par ordre de priorité.

1. Le cadre réglementaire doit être plus transparent : les bases légales qui permettent d'évaluer la sécurité technique des drones civils et donc la distribution des autorisations doivent être réévaluées. De plus, la notion de drone doit être introduite, et il doit y avoir des réglementations différentes pour les drones et pour les modèles réduits.

2. Un U-Space (système de gestion du trafic aérien non-piloté) doit être mis sur pied : il faut promouvoir la recherche et le dialogue dans le but de développer un système de gestion du trafic aérien pour les engins autonomes. Les éléments suivants doivent être étudiés en particulier : les systèmes d'évitement de collisions afin d'assurer la sécurité des autres utilisateurs de l'espace aérien ; la possibilité du vol au-delà du champ de vision du pilote (vol BVLOS) pour utiliser tout le potentiel économique des drones ; des mesures pour la mise en œuvre d'interdictions de survol pour les zones à protéger.

3. Des modifications réglementaires doivent garantir l'exécution des mesures de protection. Un système national d'enregistrement et d'identification des drones civils doit être mis en place ; des directives pour la formation des pilotes doivent être édictées ; les constructeurs et les distributeurs de drones doivent être contraints de mettre à disposition, lors de l'achat d'un drone, des informations claires sur la situation juridique en vigueur, en particulier sur

le respect de la sphère privée et la protection de l'environnement.

4. La Suisse doit tirer parti du contexte international. Elle doit être un partenaire actif dans les discussions en cours mais ne doit pas forcément reprendre à la lettre et dans leur intégralité les prescriptions européennes en la matière : une pesée des intérêts doit être réalisée afin que les acteurs suisses du domaine ne soient pas lésés.

5. Un dialogue entre parties prenantes sur la question du U-Space devrait être initié et animé par l'Office fédéral de l'aviation civil.

6. Les questions des zones à protéger devraient être débattues entre les acteurs concernés sous l'égide de l'Office fédéral de l'environnement.

7. La Confédération devrait promouvoir et financer une zone de tests nationale, qui serait également soutenue par l'industrie.

Introduction

Il y a quelques années encore, les oiseaux partageaient le ciel au-dessus de nos têtes avec des avions bien évidemment, des hélicoptères, et quelques autres engins volants de loisirs comme les planeurs, les parapentes, les parachutes, les cerfs-volants et autres modèles réduits. Aujourd'hui et de plus en plus dans un avenir proche, l'espace aérien va se remplir encore plus. Les drones vont venir peupler toutes ses couches : des plus élevées (au-dessus de 20 000 mètres) pour des activités liées aux télécommunications, aux plus basses (en-dessous de 150 mètres) pour, par exemple, des activités agricoles telles que l'épandage au-dessus des champs.

Initialement, en janvier 2016, TA-SWISS mettait cette étude au concours en posant la question suivante : les drones sont-ils une technologie d'avenir ? Au terme de celle-ci, force est de constater que la question n'a pas à être posée : les drones sont définitivement là. Qu'ils soient de loisirs comme ces jouets qui sont devenus des best-sellers lors des fêtes de fin d'année ou intégrés dans différentes activités professionnelles comme le transport d'objets ou la

surveillance d'infrastructures, les drones civils sont partout. En Suisse, on en vend 22 000 par année et plus de 100 000 engins peuplent déjà le ciel : le succès est tel que l'Office fédéral de l'aviation civil informait, en décembre 2017, ne plus être en mesure de répondre personnellement aux utilisateurs en dehors des autorités et des organismes d'urgence.

Du côté des autorités précisément, cet afflux massif pose de nombreuses questions en termes de régulation : les demandes de mise en service sont aujourd'hui traitées sous forme d'exception, au cas par cas. Etant donné le nombre grandissant de drones en circulation, l'égalité juridique est mise à mal. Mais une régulation adaptée, en particulier dans l'évaluation de leur sécurité technique, ne pourra être développée que lorsque la notion même de drone sera clarifiée et formalisée : elle n'existe aujourd'hui tout simplement pas dans le droit suisse.

Les domaines d'application de cette technologie sont nombreux et vont se développer considérablement dans les années à venir au bénéfice également des progrès technologiques dont les drones

pourront profiter. Ces derniers entraînent donc un certain nombre de défis à relever que ce soit dans le domaine de la protection de la sphère privée ou dans celui de la protection de l'environnement.

Dans le cadre de cette étude prospective, un panel d'experts composé d'utilisateurs réguliers de drones, de chercheurs, d'entrepreneurs mais encore de défenseurs de l'environnement a été interrogé pour mieux comprendre les enjeux et les perspectives futures de cette technologie.

Tout le monde parle de drones

Les drones sont dans l'air du temps depuis plusieurs années. Ils font l'objet de plus en plus d'articles tant dans la littérature scientifique que dans les médias. Une analyse de différentes bases de données montre clairement une augmentation des articles autour de cette thématique depuis le début des années 2010.

Dans les médias généralistes internationaux, ce sont, jusqu'à aujourd'hui, surtout les drones militaires qui sont l'objet de toutes les attentions. En effet, en situant géographiquement les articles, on constate que les régions du Moyen-Orient et de l'Asie centrale sont plus souvent couvertes, et ceci parce qu'elles étaient – et sont encore – le théâtre d'une guerre où l'emploi des drones fut largement

médiatisé. Les usages militaires et liés aux services de renseignement sont relatés en priorité.

De son côté, la littérature scientifique traite majoritairement les usages civils des drones. Il n'est donc pas surprenant que les drones soient de plus en plus présents dans nos activités quotidiennes, qu'elles soient de loisirs ou professionnelles.

En Suisse

Dans les médias suisses, la même tendance est observée : entre 2012 et 2016, plus de 5600 articles sur les drones militaires et civils ont été publiés dans les plus grands journaux alémaniques et romands. Si au début de cet intervalle de temps, la part consacrée aux applications militaires était de près de 80%, elle s'est considérablement réduite pour n'occuper plus qu'un cinquième environ du spectre. Les drones civils gagnent donc en popularité. De manière très intéressante, on constate également un traitement différent entre les régions linguistiques du pays : globalement, on peut dire que la thématique est traitée sous un œil plus positif en Suisse romande qu'en Suisse alémanique, où les dangers et les risques sont nettement plus souvent évoqués. Ceci est certainement dû à la présence d'une « drone valley » dans la région de Lausanne, où de nombreuses start-ups, issues, entre autres, de l'EPFL, sont actives dans ce domaine.



Un objet difficile à définir

Trouver une définition pour dire ce qu'est un drone ne semble pas, à première vue, une tâche spécialement complexe. Pourtant, ces nouveaux acteurs de l'espace aérien cherchent encore leur place dans le cadre juridique actuel, où la formalisation d'une définition qui convienne au plus grand nombre est un véritable défi pour le législateur. Les propositions qui existent aujourd'hui dans les différentes régulations concernées, au niveau suisse et international, sont la preuve de la difficulté de la tâche. La notion même de drone, pour autant qu'elle existe, est abordée de deux façons différentes : certains mettent en avant l'autonomie de ces engins tandis que d'autres soulignent leur capacité à être pilotés à distance.

Dans la législation suisse actuelle, le terme drone n'est jamais introduit et on considère par défaut ces engins sans pilote comme une sous-catégorie des modèles réduits aériens. De son côté, l'Organisation internationale pour l'aviation civile (ICAO) les place sur un pied d'égalité en établissant deux catégories de même niveau : l'une pour les drones, l'autre pour

les modèles réduits. La différence réside dans le fait que les premiers peuvent voler au-delà du champ de vision du pilote.

Personne ne se satisfait des propositions actuelles mais les auteurs de l'étude relèvent qu'il est très difficile de faire une distinction conceptuelle entre modèles réduits et drones sur le plan technique. Des régulations propres peuvent néanmoins être proposées en se basant sur les types d'utilisations, ce qui amoindrirait la pression sur la nécessité d'avoir une définition stricte. Toutefois, la prédominance légale actuelle des modèles réduits est inadéquate puisque les drones ne sont en aucun cas des avions miniatures. La nouvelle approche suisse qui souhaite mettre sur un pied d'égalité les modèles réduits et les drones, tout deux regroupés sous l'appellation aéronefs sans pilote, semble plus prometteuse. Elle imposerait en tout cas l'introduction de la notion de drone dans le cadre légal même si la distinction technique exacte ne peut être exprimée.

Au-delà de la définition formelle, les caractéristiques d'un drone

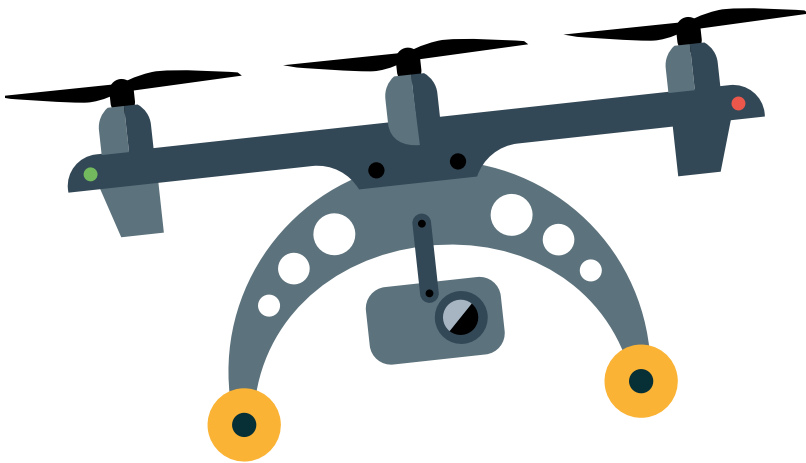
Les drones pèsent entre quelques centaines de grammes et plus d'une tonne. Jusqu'à 30 kilogrammes, aucun besoin d'une autorisation de vol pour autant que les drones restent dans le champ de vision des pilotes : ces derniers doivent suivre un certain nombre de règles, édictées par l'Office fédéral de l'aviation civile, dont celle de ne jamais perdre de vue son appareil et de ne pas survoler des rassemblements de personnes. Au-delà de cette limite de poids, les pilotes doivent déposer une demande pour être autorisés à voler : ces demandes sont traitées au cas par cas, selon une procédure interne à l'office. Les vols au-delà du champ de vision du pilote nécessitent dans tous les cas une autorisation.

Toutes les demandes d'autorisation relèvent de la compétence de l'OFAC et sont soumises au proces-

sus SORA (Specific Operations Risk Assessment), une analyse de risques pour l'utilisation d'engins sans pilote.

Il vole près ou loin

Pour tout un chacun, un drone est un appareil piloté à distance et équipé de différents capteurs et senseurs qui permettent au pilote de diriger son engin d'une part, et, d'autre part, de récolter et d'enregistrer des données. Certains drones peuvent également mettre à profit leurs capteurs pour se déplacer de manière totalement autonome (sans l'aide d'un pilote). Cette autonomie est permise en Suisse pour autant que le pilote soit capable à tout instant de reprendre la main sur son engin.



Il existe deux manières de voler pour le drone : il reste visible pour son pilote ou il s'éloigne de telle sorte qu'il ne l'est plus (soit en raison de la distance, soit en raison d'obstacles sur le parcours). Dans le jargon, ces deux types de vol sont qualifiés de VLOS (Visual Line of Sight) et de BVLOS (Beyond Visual Line of Sight / au-delà de la ligne de vue). L'intérêt principal de la technologie des drones réside dans le vol BVLOS qui permet des applications et des utilisations innovantes et une réelle exploitation de leur potentiel économique. Etant donné leur petite taille, l'exigence de maintien du contact visuel limite très fortement le rayon d'action du drone et l'intérêt d'utiliser un drone devient moindre.

Les drones peuvent être classés en deux grandes catégories, selon leur type d'utilisation : il s'agit soit de systèmes de capteurs, soit de systèmes de transport.

Systèmes de capteurs

Le premier type de drones permet d'aller chercher de l'information là où elle se trouve, dans des lieux habituellement difficiles d'accès, grâce à des caméras, des micros ou autres senseurs embarqués. Ils peuvent être utilisés à des fins de surveillance : par exemple, pour observer des personnes ou, dans un tout autre contexte, pour détecter de jeunes animaux

sauvages avant qu'un champ ne soit fauché de telle sorte qu'ils soient maintenus en sécurité. La surveillance peut également s'exercer sur des bâtiments sensibles, tels que des centrales nucléaires, ou alors sur d'autres infrastructures vastes et étendues comme le système de routes ou le réseau électrique. Les drones sont des alliés importants lorsqu'il s'agit de parvenir jusqu'à des zones et des recoins difficiles d'accès et leur grande mobilité ainsi que leur rapidité permettent une activité sur de longues distances.

Systèmes de transport

Dans la catégorie des systèmes de transport, on regroupe tout d'abord les drones qui permettent le transport de substances ou de moyens matériels vers des régions difficilement accessibles, ainsi que ceux qui peuvent se rendre très rapidement et efficacement d'un point A à un point B pour le transport d'objets à des fins logistiques. Le développement d'un réseau de taxis aériens autonomes ajoutera à cette catégorie des drones de grande taille même s'il s'agit là encore de musique d'avenir. Finalement, les drones peuvent aussi être utilisés sous la forme de stations relais pour le transport d'informations lorsque le réseau de communication usuel est interrompu.

Photographe ou taxi : les compétences d'un drone

Ces deux types de drones, selon le mode de vol opéré, peuvent être alors utilisés dans de nombreux domaines et à des fins très variées comme c'est déjà le cas aujourd'hui. Une analyse prospective montre qu'à l'horizon 2025, ils seront indispensables et très répandus, bénéficiant de nombreux développements technologiques. Les domaines suivants sont classés par ordre alphabétique.

Agriculture

Aujourd'hui déjà, certains agriculteurs sont convaincus de l'utilité des drones pour les aider dans leur travail quotidien et améliorer le rendement de leurs récoltes. La distribution des produits phytosanitaires ou de fertilisant pourrait être confié à ces engins. De même, à l'aide de caméras spécifiques, il est déjà possible d'étudier l'état et la santé d'un champ ou d'une forêt. A l'avenir, l'utilisation de drones en lieu et place des hélicoptères, par exemple, serait un gain en matière environnementale.

Autorités

Du côté des autorités, de grands espoirs sont placés dans une utilisation plus systématique des drones pour différentes tâches telles que la recherche de personnes disparues, le contrôle aux frontières, l'état des lieux à réaliser après une catastrophe naturelle ou après un accident dans une zone difficilement accessible ainsi que pour la détection de substances nocives dans les airs après un incident chimique ou nucléaire. Les corps de police et les différents services de secours ne possèdent actuellement que peu de drones mais une généralisation devrait voir le jour : elle soulèvera évidemment à moyen terme de nombreuses questions liés au respect de la sphère privée, auxquelles les autorités, et la police notamment, sont déjà régulièrement confrontées. De plus, les autorités devront se concentrer sur le traitement qu'elles réserveront aux utilisations illégales de drones et sur les moyens de les intercepter.

Construction

Dans le domaine de la construction, les drones sont aujourd'hui très utiles pour la prise de vues aériennes qui permettent de suivre l'avancée des travaux et détecter plus rapidement les problèmes éventuels. En 2025, les entreprises de construction seront soutenues dans leurs tâches non seulement de planification mais également de surveillance des chantiers et de commercialisation des biens construits.

Humanitaire

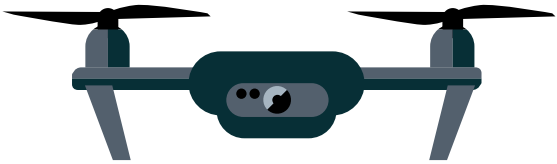
En situation de crise, lors d'opérations humanitaires en particulier après des catastrophes naturelles, les drones peuvent se révéler extrêmement utiles par leur capacité à atteindre des zones devenues inaccessibles ou dangereuses. Que ce soit pour le transport de médicaments, de matériel de première nécessité ou pour la remise en état d'un réseau de communication, il manque aujourd'hui une coordination centralisée pour le déploiement de ces drones. C'est un problème qui devrait être de plus en plus adressé dans les prochaines années.

Médias et publicité

Dans le domaine des médias et du divertissement, les drones sont déjà régulièrement utilisés, principalement pour filmer des scènes sous des angles inédits tout en garantissant un coût raisonnable. De nombreuses entreprises se sont spécialisées dans ce domaine en Suisse : elles travaillent entre autres pour les offices de tourisme. Dans les dix prochaines années, cette offre très large devrait probablement se réduire pour voir les quelques prestataires restants proposer des services très performants grâce à des flottes de grande envergure.

Mesure et surveillance

L'ensemble des activités professionnelles de mesure ou de surveillance pourraient être concernées par les drones dans les prochaines années. En effet, l'ar-



rivée sur le marché de nouveaux types de senseurs mais également la capacité pour les drones de traiter des masses de données toujours plus grandes feront de ces derniers des instruments indispensables lorsqu'il s'agira d'inspecter des infrastructures ou de répertorier la faune par exemple.

Recherche

Les chercheurs bénéficieront aussi de l'utilisation des drones dans leurs activités. En effet, ils pourront acquérir et traiter, sans devoir recourir à des moyens disproportionnés, des données issues de la troisième dimension. Que ce soit dans le domaine de l'archéologie, de la biologie marine ou de l'étude du climat, ces données récoltées plus facilement seront d'une grande aide dans le cadre de la recherche scientifique.

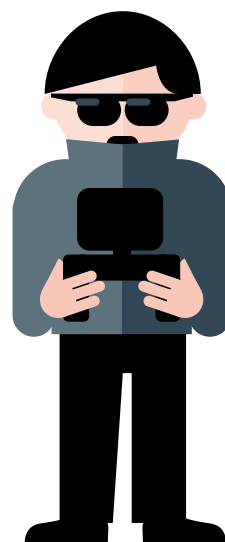
Transport

De grands espoirs résident également dans le deuxième type de drones : celui permettant le transport de biens ou de personnes. Même si certains projets pilotes ont déjà vu le jour et connaissent un certain succès, comme le transport de tests sanguins entre deux hôpitaux au Tessin, il faudra encore attendre plusieurs années pour que cela devienne une réalité quotidienne, qui plus est, quand il apparaît que de nombreuses utilisations possibles ne seraient économiquement pas viables. Quant au transport de personnes, les questions de sécurité sont encore beaucoup trop nombreuses pour envisager son introduction dans les prochaines années. Parmi les experts interrogés pour l'étude, peu sont ceux qui oseraient monter à bord d'un drone autonome pour se déplacer, alors qu'ils le font sans aucune inquiétude lorsqu'il s'agit d'un engin terrestre, comme un train autonome ou un métro sans pilote.

Activités illégales

Bien évidemment, il existe tout un pan d'activités qui sont illégales : les drones sont parfois utilisés pour pénétrer volontairement dans la sphère privée des citoyens, pour de la contrebande – par le transport de petites quantités de drogues par exemple – pour de l'espionnage autour d'infrastructures sensibles ou pour des actions terroristes. Il existe aujourd'hui encore peu de moyens véritablement efficaces pour lutter contre ces drones malveillants : d'un côté, l'envoi d'impulsions électromagnétiques peut permettre de prendre le contrôle du drone ou de le désactiver complètement, de l'autre différents systèmes physiques permettent de se défendre. Il peut s'agir de filets, de lasers, de missiles ou même d'oiseaux spécialement entraînés. Ces mécanismes de défense appartiennent à un secteur d'activités encore peu développé mais qui devrait se déployer aussi rapidement que les drones eux-mêmes.

Dans le futur, ce sont avant tout les activités liées à l'agriculture, aux inspections d'infrastructures et à la surveillance par les autorités qui connaîtront le développement le plus important, selon plusieurs études. Toutefois, l'ensemble de ces développements ne se fera qu'avec l'essor croissant du vol de type BVLOS.



Défis législatifs

L'Office fédéral de l'aviation civile est en charge de la question des drones. Celui qui souhaite faire voler un drone de petite taille (jusqu'à 30 kilogrammes) doit se conformer aux réglementations disponibles sur le site de l'Office. Pour les drones au-delà de cette limite ainsi que pour les vols sans contact visuel, l'utilisateur doit déposer une demande auprès de l'Office qui lui accordera, le cas échéant, une autorisation de vol. Celles-ci sont distribuées au cas par cas selon une procédure interne, ce qui, étant donné l'ampleur que prennent ces engins à l'heure actuelle, est surprenant, voire problématique. Il est difficile d'assurer une égalité de traitement à toutes les personnes qui ont besoin de ces autorisations et ceci va contre le principe de la légalité, central dans le droit suisse.

Ce cadre légal doit donc être adapté : les bases juridiques qui concernent l'évaluation des systèmes de sécurité des drones civils doivent être mises à niveau, ceci dans le but de simplifier la distribution des autorisations de vols et d'éviter les traitements au cas par cas. Cette adaptation doit passer par l'introduction de la notion de drone dans la réglementation. L'Office fédéral de l'aviation civile a d'ores et déjà débuté ses travaux sur ce chantier important d'une révision des réglementations en vigueur.

La question des drones est étroitement liée aux lieux où ces derniers sont utilisés et aux buts que poursuivent les pilotes. En effet, les drones peuvent être déployés dans des lieux publics ou privés, qu'il s'agisse de la propriété du pilote ou de celle d'un tiers. Les domaines d'utilisation doivent également être distingués : il peut s'agir de divertissement pur, d'observation lorsque du son ou des images sont enregistrées, d'activités professionnelles ou publiques. Le champ tout entier des utilisations illégales doit également être pris en compte. De ce fait, de nombreuses normes rentrent en considération : que ce soient les réglementations en matière de protection de la personnalité, des données, de la propriété, de l'environnement, de conformité aux zones, de l'utilisation du domaine public. Selon les auteurs de l'étude, les bases légales suisses dans la plupart des domaines sont parfaitement suffisantes pour encadrer la mise en service et l'utilisation des drones civils sur le territoire national.

Lorsqu'un drone est utilisé de manière inappropriée voire illégale, la difficulté principale réside dans la nécessité d'identifier le pilote qui est à l'origine de l'infraction. Le cadre légal définit les infractions, mais l'absence d'un registre national des drones et d'une obligation d'installer un dispositif technique d'identification sur les drones a pour conséquence que les contrevenants ne peuvent que rarement être interceptés : la possibilité d'application de la législation fait défaut.

C'est dans ce sens que les auteurs de l'étude formulent une recommandation claire pour qu'un mécanisme d'identification des drones soit mis en place. Un système électronique produirait un signal de manière continue à l'aide d'un transmetteur et permettrait ainsi au drone d'être identifiable en tout temps. Lors de l'acquisition d'un nouveau drone, le propriétaire aurait l'obligation légale de l'enregistrer. Cette mesure permettrait également d'avoir une vision correcte du potentiel économique de cette technologie. L'Office fédéral de l'aviation civile planche d'ailleurs déjà sur la mise sur pied d'un tel système dans le cadre de la révision de la réglementation actuelle.

Ce registre de drones doit être étroitement lié à une série de consignes claires concernant la formation des pilotes, par exemple à l'image de ce qui se fait au niveau européen par l'agence pour la sécurité aérienne (EASA). Dans le même temps, les constructeurs et les distributeurs de drones devraient être contraints d'informer les futurs utilisateurs de manière claire, lors de l'achat de ces engins, des réglementations en vigueur en matière de protection des données et de protection de l'environnement principalement.

Dans ce contexte, la Suisse doit demeurer un partenaire actif dans les discussions internationales sur la question des drones et de leur régulation. Toutefois, l'ensemble des réglementations européennes ne devraient pas être reprises telles quelles : il est nécessaire de peser clairement les pour et les contre et de tirer au mieux parti du champ d'action à disposition, ceci dans l'intérêt des acteurs concernés en Suisse.

Quand les drones posent problème

Les experts interrogés dans le cadre de l'étude estiment que la population porte un regard plutôt critique sur les drones. Cette vision est certainement une conséquence du fait qu'ils ont tout d'abord été utilisés à des fins militaires. Les drones civils sont, quant à eux, de plus en plus présents dans notre quotidien et leur image évolue positivement. Mais une nouvelle médiatisation de leur utilisation en situation de conflit pourrait la ternir à nouveau, selon certains experts. Parallèlement, mise à part cette réputation d'armes de guerre, commandées à distance loin des zones de conflit, les craintes de la population à leur égard se cristallisent autour des atteintes à la vie privée et, dans une moindre mesure, aux désagréments qu'ils pourraient causer à la nature et à la faune sauvage en particulier. Les experts constatent ces appréhensions au niveau du public, mais rappellent que le premier défi pour l'introduction de ces engins à une large échelle réside dans la sécurité de la technologie.

Les défis technologiques

Ainsi donc, même si la population ne le voit pas de cet œil, le défi premier est technologique : un drone doit pouvoir voler et, si nécessaire, atterrir rapidement et en toute sécurité. Un problème qui survient au niveau de la batterie ou de la programmation du drone et qui entraînerait sa chute pourrait avoir des conséquences catastrophiques en particulier avec les drones les plus lourds. La technologie doit donc encore faire des progrès pour assurer des vols autonomes sûrs et ainsi continuer son développement dans le monde civil.

L'atterrissage est un élément essentiel : lorsque la communication avec le pilote est interrompue, le drone doit être capable d'atterrir de manière complètement autonome et sans causer de dégâts dans les alentours. De plus, la technologie doit permettre de reconnaître les autres utilisateurs de l'espace aérien afin que la cohabitation se déroule sans incident.

Les experts estiment que différentes améliorations technologiques seront particulièrement importantes pour la poursuite de l'essor des drones et de leur autonomie : l'amélioration de l'efficacité des systèmes GPS et d'alerte ainsi que le développement de batteries plus puissantes et de matériaux plus légers.

Le respect de la vie privée

Même si, selon les experts, il n'est pas prépondérant, l'aspect qui inquiète le plus les citoyens est celui du respect de la sphère privée. Les drones sont surtout vus comme des espions. L'origine militaire de ces engins y est évidemment pour beaucoup. Aujourd'hui, on sait qu'un drone qui vole en dessus d'un quartier d'habitation est très certainement équipé d'une caméra et qu'il est donc en train d'enregistrer des images. De plus, les forces de l'ordre ont un certain intérêt pour l'utilisation de drones à des fins de surveillance. La crainte d'un Etat policier se révèle très présente chez beaucoup de citoyens.

Dans tous les cas de figure, il est très probable que les personnes subissant les désagréments ignorent qui est aux commandes de l'appareil. Cette intrusion dans la sphère privée est source de tensions puisque le drone a cette capacité de se rendre dans des endroits qu'on pensait jusqu'alors inaccessibles : il atteint facilement les derniers étages des immeubles d'habitation, passe par-dessus des barrières ou des haies végétales délimitant des jardins privés. Nous l'avons vu, le citoyen suisse est correctement protégé par les différentes régulations en vigueur en Suisse mais l'anonymat du pilote empêche l'application du droit. En cas de litiges, vers qui se retourner ? Comment se débarrasser d'un drone trop envahissant si l'on ne sait pas qui se trouve aux commandes de l'appareil ?

La protection de l'environnement

D'un point de vue environnemental, les drones posent deux problèmes majeurs : le premier est lié au bruit émis par les engins durant le vol, le second à la peur et aux désagréments qu'ils peuvent causer aux animaux sauvages en particulier.

Le bruit est généré par les pales des hélices des drones de type multicoptères en particulier mais est également dépendant du vent et de l'environnement direct. Une étude menée par le NASA a démontré que le bruit émis par les drones est considéré comme particulièrement dérangeant, en partie parce que les personnes interrogées n'y étaient pas habituées (comme au bruit des voitures par exemple). Peu d'autres études ont été menées sur le sujet et par

conséquent, le problème est perçu comme anecdotique aujourd'hui. Mais si le nombre de drones en circulation dans l'espace aérien augmentait fortement, ce problème devrait être adressé.

A ce jour, il n'existe que peu d'études sur les effets des drones sur la faune. Toutefois, on peut imaginer que des survols réguliers entraînent des réactions de stress chez les animaux sauvages ; il en est de même pour des vols avec des mouvements très aléatoires comme cela peut être le cas dans une activité de loisirs. Les oiseaux sont les animaux les plus concernés. En étudiant les cas où l'on observe une réaction claire et reconnaissable (fuite ou attaque), on constate que les grands groupes d'animaux détectent la présence d'un drone dans un rayon de 100 à 700 mètres (contre 100 à 450 mètres pour les groupes plus petits). Toutefois, des recherches dans ce domaine doivent encore être menées pour déterminer les effets négatifs à long terme de la présence des drones dans l'espace aérien, en particulier sur le stress ressenti par les oiseaux. Selon les résultats d'une étude américaine, les drones ne provoquent pas forcément des réactions de fuite même si le stress éprouvé est réel et constaté par une augmentation de la fréquence cardiaque.

Les associations de défense de la faune et des oiseaux en particulier qui participaient au groupe d'accompagnement de l'étude ont fortement insisté sur les problèmes que ces appareils posent et sur la considération qui doit y être apportée, même si ces défis environnementaux ne sont pas classés comme prioritaires par les experts interrogés.

Aujourd'hui, en Suisse, les drones sont interdits de vol dans les districts francs fédéraux qui sont des zones de protection de la nature ainsi que dans les zones nationales et internationales de protection des oiseaux d'eau et des oiseaux migrateurs.

Une réflexion globale doit être menée sur les zones que l'on souhaite protéger. Les règles ne doivent pas être disparates entre les différentes communes et cantons suisses, si l'on souhaite que les pilotes puissent s'y conformer aisément. Ce dialogue à mener entre les différents partenaires devrait être coordonné par l'Office fédéral de l'environnement. Les questions liées à la protection de l'environnement seraient alors prises en compte mais la réflexion devrait bien évidemment être étendue aux questions liées au respect de la sphère privée qui pourraient également déboucher sur une liste des zones dont on souhaite interdire le survol.

Un U-Space pour la coordination du trafic

Tout en gardant à l'esprit les défis technologiques, sociétaux et environnementaux qui se présentent, les drones de plus en plus nombreux doivent être en mesure de cohabiter dans l'espace aérien avec les autres acteurs qui y sont déjà présents : les avions, les hélicoptères, les planeurs et l'ensemble des amateurs de loisirs aériens (parapentistes, parachutistes etc.). Les collisions peuvent avoir des conséquences extrêmement graves pour les personnes impliquées ou même pour des tiers qui se trouveraient au mauvais endroit, au mauvais moment. Dans ce contexte, il est important de rappeler que certains drones sont déjà capables d'effectuer des vols de type BVLOS, c'est-à-dire que le pilote n'a plus de contact visuel avec l'engin qu'il dirige et n'est donc pas en mesure d'évaluer les risques provenant des alentours directs du drone. Notons encore qu'étant donné la petite taille de la plupart des engins, il n'est pas raisonnable d'espérer que le pilote d'un avion,

par exemple, soit capable de repérer un drone de manière suffisamment anticipée.

Les drones doivent donc être équipés de systèmes de type « Detect & Avoid » (détecter et éviter) qui soient capables de répondre techniquement au principe « voir et être vu » : dans le domaine de l'aviation standard, ce principe consiste à avoir un pilote à bord qui soit en mesure de voir les autres acteurs de l'espace aérien. Les systèmes de détection de collision à mettre en place doivent donc remplacer la vue du pilote, être capables de reconnaître les autres engins volants à temps et si nécessaire mettre en œuvre des procédures d'évitement ou d'atterrissage. De tels systèmes n'existent pas encore à l'heure actuelle mais sont en cours de développement. De plus, des normes pour leur homologation n'existent pas non plus.

Le système de gestion du trafic aérien pour les vols pilotés est géré en Suisse par l'entreprise Skyguide. La mise sur pied d'un système analogue pour la gestion du trafic aérien non-piloté (ou piloté à distance) est d'une importance capitale pour le développement de la technologie des drones. L'organisation non gouvernementale Global UTM Association, basée à Lausanne, se consacre à cette tâche. Un système pour la gestion du trafic aérien non piloté est appelé UTM (Unmanned Traffic Management) ou U-Space en Europe. Il prend en charge de nombreuses tâches pour rendre le trafic aérien sûr. Plusieurs éléments sont indispensables pour la mise en œuvre d'un tel système. Les drones eux-mêmes, ainsi que l'ensemble des engins aériens sans pilote, en font partie intégrante. Parallèlement, le U-Space doit être lié à un registre qui liste l'ensemble des drones en activité, ainsi qu'à un système d'identification des positions en temps réel. Les données topographiques et les données météorologiques y jouent également un rôle important, de même que les informations échangées avec le système de contrôle aérien traditionnel. Finalement, le U-Space peut également intervenir dans le cadre d'enquêtes à la suite d'incidents ou d'accidents pour échanger les informations qu'il a à sa disposition ou recevoir

et intégrer des séries de recommandations à l'intention des utilisateurs de drones.

La solution technologique doit encore être développée, éventuellement sur la base du réseau de communication mobile actuel, de même que toute l'infrastructure qui supporterait le U-Space. A terme, le défi réside dans l'intégration de ce système au système de gestion du trafic aérien standard, ou du moins dans un rattachement à celui-ci, pour permettre la coordination de l'ensemble des acteurs. Une expérience a eu lieu en septembre 2017 à Genève, où l'entreprise Skyguide a organisé une démonstration en direct avec trois drones pour montrer à quoi pourrait ressembler un tel U-Space.

Dans ce contexte, la recherche ainsi qu'un dialogue entre les acteurs concernés dans le but de mettre sur pied un U-Space suisse doivent être encouragés. On entend par là un soutien à la recherche dans le domaine de la prévention des collisions, la suppression des obstacles essentiellement juridiques qui empêche aujourd'hui le vol BVLOS ainsi que la mise en œuvre de moyens clairs pour empêcher le survol des zones protégées.

Et demain, quelles technologies à bord des drones ?

Les avancées technologiques en matière d'intelligence artificielle mais également de gestion de l'énergie (batteries) et des systèmes de détection des collisions participeront au développement toujours plus important des drones.

L'automatisation de certaines procédures de la navigation aérienne est un problème complexe puisqu'elle a une incidence directe sur la sécurité et la fiabilité des vols. Pour rendre certaines fonctions autonomes, il est nécessaire de traiter les données récoltées par les nombreux capteurs dont les drones sont équipés, tout en garantissant que ce traitement se déroule sans aucune erreur possible afin d'éviter les accidents. De plus, les systèmes devraient être redondants pour parer aux éventuelles défaillances et autres pannes.

Quant aux systèmes d'intelligence artificielle, ils ne sont encore que très rarement embarqués dans les

drones actuels. A l'horizon 2025, il est également difficilement envisageable que de tels drones, capables de prendre eux-mêmes des décisions sur la base des données qu'ils enregistrent pendant leurs vols, se baladent au-dessus de nos têtes, même si certains chercheurs sont, contrairement aux auteurs de l'étude, beaucoup plus alarmistes.

La question des batteries et de leur durée de vie détermine la durée des vols, la distance que les drones peuvent effectuer mais également la charge qu'ils sont capables de transporter. Le transport de personnes, par exemple, ne pourra s'effectuer dans des conditions acceptables que lorsque les batteries intégrées dans les engins seront de qualité suffisante. Elles jouent donc un rôle primordial dans le développement futur de la technologie.

Finalement, comme nous l'avons déjà vu, la technologie du « Detect & Avoid » est également centrale

pour les vols de type BVLOS qui, s'ils se développent, sont porteurs d'un énorme potentiel économique, en termes de nouvelles utilisations et applications.

Pour résoudre l'ensemble de ces questions technologiques, il manque aujourd'hui un site de tests où

les chercheurs pourraient évaluer le matériel qu'ils développent. Dans un espace ainsi délimité et dédié à l'essor de cette technologie, toutes les questions liées à la création d'un U-Space en particulier mais également l'ensemble des défis techniques pourraient être abordés.

Conclusion : une technologie définitivement actuelle

Durant l'étude, une soixantaine d'experts ont été approchés et interrogés sur l'avenir qu'ils entrevoient pour la technologie des drones. Ces experts sont issus de tous les domaines concernés : autorités, acteurs de l'espace aérien, recherche fondamentale, constructeurs et utilisateurs, associations de protection de la nature et des animaux, protecteurs des données, etc. Dans ce groupe, on retrouve autant d'experts se positionnant comme enthousiastes, neutres ou critiques par rapport à cette technologie.

Selon eux, dans 10 ans, les drones seront présents dans de nombreuses régions du pays et leur acceptation par la population et leur diffusion à plus large échelle seront liées aux domaines d'utilisation : ainsi par exemple, la population ne sera probablement que peu réticente à voir les drones utilisés dans le domaine de l'agriculture, en lieu et place de l'hélicoptère tandis que une utilisation massive des drones dans les zones habitées pour des prises de vue ou de la surveillance sera certainement perçue comme beaucoup plus problématique. Cette utilisation dans les zones habitées, en particulier urbaines, doit impérativement être réglementée car on touche ici de près aux questions de protection de la sphère privée qui inquiètent particulièrement la population et sont, de ce fait, un défi important à adresser. Hors des villes, les experts partagent également un point de vue similaire : il faut règlementer l'usage et avant tout définir les zones à protéger, en particulier dans l'optique de préserver la nature et la faune sauvage.

Dans ce sens, il est important de lancer un dialogue au niveau national avec toutes les parties concernées autour du thème des zones à protéger afin que des règles uniformes puissent être appliquées et communiquées.

Au-delà de ces risques, les chances sont aussi présentes pour la technologie en Suisse. Les ex-

perts s'accordent sur le fort potentiel des drones civils pour l'économie suisse : la surveillance des infrastructures, telles que les chemins de fer, mais également le domaine extrêmement large et varié des prises de vues aériennes, que ce soit pour les médias, le tourisme ou l'architecture etc., sont très prometteurs. Les activités liées à la logistique sont, quant à elles, perçues comme moins porteuses.

Les drones doivent améliorer leur robustesse ainsi que leur autonomie pour prétendre à ce développement économique. Un atterrissage autonome, une communication sûre et une reconnaissance sans faille des autres acteurs de l'espace aérien sont les éléments indispensables à améliorer. L'autonomie en particulier présente un grand potentiel pour l'industrie suisse. Finalement, pour que ces drones intègrent l'espace aérien, les experts pensent également qu'un U-Space (UTM) est indispensable, d'une part, et que d'autre part les défis technologiques doivent être rapidement adressés. Un drone doit pouvoir voler de manière totalement sûre et être capable de gérer les pannes qui pourraient survenir même lorsque son pilote ne le voit plus ou ne peut plus communiquer avec lui. Les secteurs de la recherche et de l'industrie ont encore fort à faire dans ce domaine et c'est dans ce but qu'il serait intéressant et vivement souhaitable qu'une aire de tests puisse être mise sur pied, financé par la Confédération et avec la participation de l'industrie.

C'est ainsi que cette technologie assurément déjà bien présente, pourra continuer à se développer avec succès à condition que son incroyable potentiel se réalise dans le respect des différentes parties concernées, qui doivent être écoutées et entendues dans cette phase d'essor important.

Etude « Zivile Drohnen – Herausforderungen und Perspektiven »

Groupe de projet

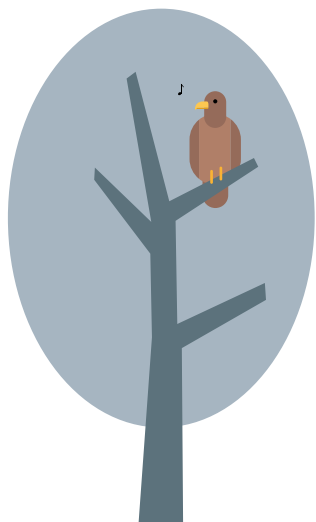
- Prof. Dr. Michel Guillaume, Responsable Zentrum für Aviatik, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)
- PD Dr. Markus Christen, Directeur UZH Digital Society Initiative, Universität de Zürich
- Dr. Kurt Moll, Avocat, Universität de Berne
- Dr. Ing. Peter M. Lenhart, Zentrum für Aviatik, ZHAW
- Maximilian Jablonowski, M.A., Institut für Sozialanthropologie und Empirische Kulturwissenschaft, Universität de Zürich

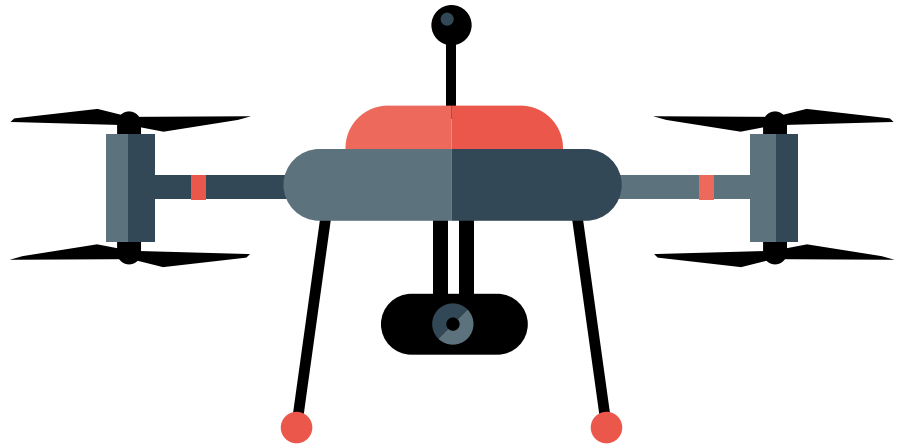
Groupe d'accompagnement

- Dr. Bruno Baeriswyl, Comité directeur TA-SWISS, Préposé à la protection des données du canton de Zurich, président du groupe d'accompagnement
- Dr. Felix Altorfer, Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) (Représentant de la Commission pour la technologie et l'innovation CTI)
- Bruno Arnold, AGRIDEA (Association suisse pour le développement de l'agriculture et de l'espace rural)
- Siddhartha Arora, IBM Switzerland
- Reto Büttner, Association suisse des drones civils (SVZD)
- Laurent Delétraz, skyguide - swiss air navigation services ltd
- Markus Farner, Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)
- Dr. Olivier Glassey, Comité directeur TA-SWISS, Faculté des sciences sociales et politiques (SSP), Université de Lausanne
- Dr. Rolf Hügli, Académie suisse des sciences techniques SATW
- Dr. Quentin Ladetto, armasuisse Sciences et technologie
- Arthur Leibundgut, Office fédéral de la Communication (OFCOM)
- Andrea Marrazzo, Poste suisse
- Yves Michel, Office fédéral de la Communication (OFCOM)
- Werner Müller, BirdLife Suisse (Schweizer Vogelschutz SVS)
- Dr. Alice Reichmuth Pfammatter, Experte protection des données et avocate

Gestion du projet TA-SWISS

- Dr. Catherine Pugin, TA-SWISS





Impressum

Engins volants télécommandés
Résumé de l'étude « Zivile Drohnen – Herausforderungen und Perspektiven »
TA-SWISS, Berne 2018
TA 66A/2018

Rédaction : Catherine Pugin, TA-SWISS, Berne
Production : Christine D'Anna-Huber, TA-SWISS, Berne
Mise en page et illustrations : Hannes Saxer, Berne
Impression : Jordi AG – Das Medienhaus, Belp

TA-SWISS – Fondation pour l'évaluation des choix technologiques

Souvent susceptibles d'avoir une influence décisive sur la qualité de vie des gens, les nouvelles technologies peuvent en même temps comporter des risques nouveaux, qu'il est parfois difficile de percevoir d'emblée. Le Centre d'évaluation des choix technologiques TA-SWISS s'intéresse aux avantages et aux risques potentiels des nouvelles technologies qui se développent dans les domaines « biotechnologie et médecine », « société de l'information », « nanotechnologies » et « mobilité/énergie/climat ». Ses études s'adressent tant aux décideurs du monde politique et économique qu'à l'opinion publique. TA-SWISS s'attache, en outre, à favoriser par des méthodes dites participatives, telles que les PubliForums et publifocus, l'échange d'informations et d'opinions entre les spécialistes du monde scientifique, économique et politique et la population. TA-SWISS se doit, dans toutes ses projets sur les avantages et les risques potentiels des nouvelles technologies, de fournir des informations aussi factuelles, indépendantes et étayées que possible. Il y parvient en mettant chaque fois sur pied un groupe d'accompagnement composé d'experts choisis de manière à ce que leurs compétences respectives couvrent ensemble la plupart des aspects du sujet à traiter. La fondation

TA-SWISS est un centre de compétence des Académies suisses des sciences.



TA-SWISS
Fondation pour l'évaluation des choix technologiques
Brunnenasse 36
CH-3011 Berne
info@ta-swiss.ch
www.ta-swiss.ch



Stiftung für Technologiefolgen-Abschätzung
Fondation pour l'évaluation des choix technologiques
Fondazione per la valutazione delle scelte tecnologiche
Foundation for Technology Assessment

