

# Les drones : la poursuite de leur miniaturisation et son impact sur le déploiement de leurs usages

Le monde des drones de petite taille est en pleine mutation. Par petite taille, il convient d'entendre les drones de moins de dix kilogrammes. Ce type de porteur aérien de capteurs n'est plus le champ réservé des universitaires, des grands groupes travaillant pour l'armement, ni même des petites sociétés *high tech* ; c'est un secteur dont se sont emparés les *geeks* et les utilisateurs passionnés, qu'ils soient du secteur aéronautique ou non. Ces porteurs aériens embarquent toutes sortes de capteurs et permettent à leurs opérateurs d'offrir des services très variés. Quels sont les enjeux économiques et opérationnels de cette révolution culturelle et technologique ?

Par Catherine FARGEON\* et Peter Van BLYENBURGH\*\*

**A**ujourd'hui, vous vous « loguez » sur Internet, vous tapez, par exemple, Arducopter, et vous récupérez tous les logiciels libres de contrôle de drone dont vous avez besoin, en fonction de la solution aérodynamique que vous préférez et ce, en *open source* ! (voir la figure 1).

Mais quels sont les constituants d'un drone ? Pour être plus précis, on parle de « système de drone », car un drone comporte plusieurs composantes. Voici la panoplie constitutive du système de drones militaires, le plus complexe (voir l'encadré 1).

A quoi servent tous ces compléments par rapport à un avion classique ? Tout simplement à piloter l'engin sans avoir à l'habiter, et à bénéficier d'un retour d'informations et d'une présentation sur un écran, notamment :

- d'images captées par les caméras et les autres senseurs embarqués ;

- de la position dans l'espace de la plateforme aérienne, référencée par rapport à une carte géographique (grâce au GPS) ;
- de tous les paramètres utiles à la gestion du vol (niveau du carburant, etc.).

La figure 2 donne un exemple d'affichage proposé en *open source*.

Dans la catégorie des drones de petite taille, les plateformes aériennes peuvent être à voilure fixe ou à voilure rotative, se déclinant en de multiples solutions (quelques exemples sont donnés dans la figure 1), ou même être à structure convertible pour bénéficier de l'avantage des deux formules précédentes, à savoir, respectivement, une bonne vitesse de déplacement

\* Membre du Conseil général de l'Armement (CGARM).

\*\* Président de l'Unmanned Vehicle Systems International (UVSI).

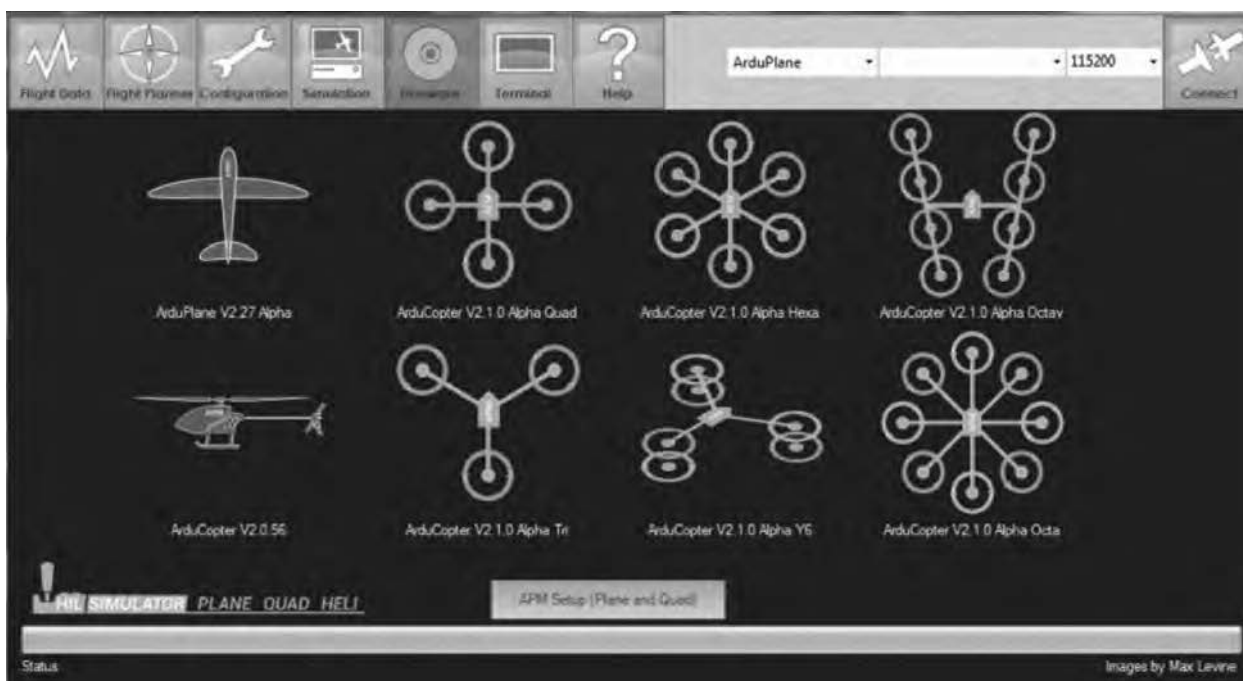


Figure 1.

pour une faible consommation et une capacité de point fixe.

Aujourd'hui, que faites-vous si un marché de services à base de drones vous séduit et que vous souhaitez limiter vos dépenses ?

Vous allez sur Internet et vous achetez les pièces détachées nécessaires, dont l'offre est florissante. Evitez toutefois le matériel chinois, qui n'est pas très fiable. Pour le reste, sans avoir besoin d'être ingé-

nieur, vous parviendrez à monter une plateforme qui vole et transmette des images à votre goût. Vous trouverez sans difficulté des asservissements en suivi de sol, bientôt en suivi de couloir (ou, plus simplement, de mur). Vous avez ainsi cassé votre tirelire à

(1) Les drones « kamikazes », comme le Taïfun (Allemagne), le Harpy (Israël) ou le Lark (Afrique du Sud), non récupérables, sont apparentés aux missiles.

### Encadré 1

On entend par UAS – *Unmanned Aerial System* – ou système de drones aériens, l'ensemble constitué par :

- \* une ou plusieurs plates-formes aériennes identiques ou de types différents et leurs équipements, servant de support à la mise en œuvre des capteurs ou des armements ; ces vecteurs sont récupérables et réutilisables (1) ;
- \* des capteurs ou des armements embarqués ;
- \* un segment de commande et de contrôle, assurant les fonctions de mise en œuvre et de contrôle des plates-formes aériennes et des charges ; ce segment peut être au sol, aéroporté, embarqué ou mixte ; il comporte en général plusieurs stations permettant la préparation de missions, le traitement des informations issues des senseurs embarqués, le contrôle des plates-formes aériennes et la mise en œuvre de leurs charges militaires éventuelles ;
- \* des liaisons internes au système, entre les plates-formes aériennes et le segment de contrôle, de transfert de données en provenance des capteurs à vocation opérationnelle, et des données de contrôle et de mise en œuvre ;
- \* des interfaces d'intégration de ces systèmes avec les autres composants capacitaires de l'environnement opérationnel (liaisons externes, formats), notamment dans le cadre d'une organisation centrée réseau ;
- \* des infrastructures nécessaires à son déploiement, à sa mise en œuvre et à sa maintenance.

Les drones dits OPV – *Optionally Piloted Vehicles* – sont des drones optionnellement pilotés.



Figure 2.

hauteur de 4 000 € pour monter un drone de quelques kilos, de bonne qualité et doté de tous les équipements souhaités : caméras, GPS, sonar sol, etc.

Et ensuite, ce drone, qu'en faites-vous ? Un large champ de possibles s'offre à vous, pour vous combler :

- les loisirs,
- le BTP,
- l'environnement,
- l'agriculture,
- les sports,
- les services sécuritaires (police, protection maritime et sécurité civile, surveillance civile contre les malfaiteurs, etc.).

Non seulement vous allez vous faire plaisir, mais, en plus, vous allez contribuer à enrichir plein de monde. Pourquoi ? Voici quelques exemples illustrant notre propos.

**Dans le domaine du loisir**, la percée de l'AR Drone (à 300 €), pilotable à partir d'un iPhone, a fait le *buzz* des années 2010 et 2011 (voir la photographie 1). La société Parrot, avec plusieurs centaines de milliers « d'oiseaux » disséminés sur toute la planète, a rendu jalouse toutes les entreprises qui investissaient dans ce domaine. Heureusement, Parrot était irréprochable sur le plan réglementaire, en proposant un jouet, et sur le plan de la sécurité d'emploi de son matériel, grâce à sa légèreté et à la frangibilité (2) de ses matériaux constitutifs (sans cela, plus d'un aurait essayé de glisser une peau de banane sous les ailes de cet élégant quadricoptère). Parrot s'est appuyé sur les réalisations des différents gagnants du concours de drones minia-



Photographie 1 : Parrot (France).

tures organisé en 2005 par la Direction Générale de l'Armement (DGA), en assemblant les sous-ensembles les plus réussis du concours et en embauchant les étudiants les plus aguerris parmi ceux qui avaient participé audit concours.

Depuis, les jouets pour enfants à base d'aéronefs pilotables à vue se sont multipliés et font la joie de toutes les familles en périodes de fêtes de fin d'année. La demande est bien là ! Même si l'on sait qu'un drone-jouet nouvellement acquis a une durée de vie très courte...

En effet, la première caractéristique d'emploi de ces drones miniatures est d'être des *Crash and Go*, au sens où ils sont destinés à vivre une succession de *crashes* et être « ressuscités » par leur propriétaire aussi vite que possible, à chaque fois que cela s'avère nécessaire. Le marché a bien entendu ce message du CGARM (Conseil général de l'Armement - LEFAUDEUX & FARGEON, UVS 2006) et développe à grande vitesse une myriade de nouveaux composants. Oui, le marché a compris, mais ce n'est pas encore le cas de certaines autorités de l'aviation civile, qui exigent toujours « un système en provenance d'un intégrateur bien connu et bien référencé », « un pilote bien connu

(2) Ce terme est peut-être une invention, mais il signifie ici « capacité à s'aplatir sans faire de mal lors d'un choc ».

et bien référencé » et « un opérateur bien connu et bien référencé ». C'est d'une lourdeur pachydermique, face à la sveltesse du marché.

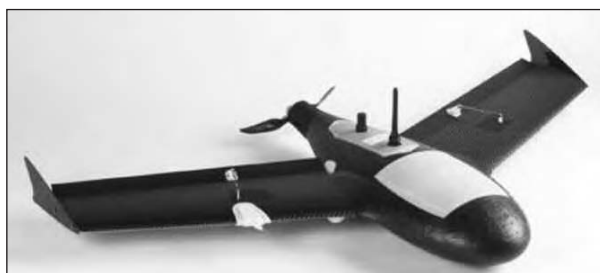
Ainsi, les drones sont vecteurs des joies enfantines et de chiffres d'affaires non négligeables (en première approximation, de l'ordre d'une centaine à quelques centaines de millions d'euros).

Dans le domaine du BTP, il se crée presque chaque semaine une nouvelle PME de services au profit des architectes, géomètres, chefs de chantier et autres acteurs du BTP, qui assure le diagnostic, le suivi de construction, la préparation des chantiers, voire leur surveillance. Le nombre de ces PME, déjà important, ne cesse de croître, si bien qu'il est difficile de les citer toutes ; néanmoins, on peut nommer le groupe Gexpertise, en région parisienne, un des plus gros cabinets par le nombre de géomètres-experts, qui améliore sensiblement la qualité de ses prestations en accompagnant ses relevés d'images prises par des drones (voir la photographie 2).

Alors, pourquoi ce vent de folie ? Eh bien, si vous apportez une économie de plus de 35% de son temps à un prestataire de relevés géométriques, le compte est très bon pour toutes les parties. Mais le retour sur investissement ne s'arrête pas là. Soyons sérieux, un tel engouement ne commence à se justifier qu'à partir de plusieurs zéros. La capacité à améliorer la conformité des constructions à leurs plans de départ apporte une réduction du coût global de celles-ci qui dépasse les 10%. Tout simplement parce que les déviations entraînent des frais de justice et des frais d'arrêt de chantier colossaux. De plus, les déviations « acceptables » ne sont jamais enregistrées et répertoriées, apportant ainsi leur lot de contrariétés pendant toute la vie de la construction.

Vous avez dit 10% ? Oui ! **Plus de dix pour cent** en phase de construction, pour la plus grosse activité salariale du monde, dont le chiffre d'affaires s'exprime en dizaines de milliards d'euros : la maison BTP. Les deux premières entreprises mondiales de BTP sont françaises (Vinci et Bouygues) et représentent à elles deux un chiffre d'affaires d'une cinquantaine de milliards d'euros (comme vous le voyez, tout n'est pas perdu pour le déficit commercial abyssal de la France !). À eux seuls, les petits drones pourraient être la source de quelques économies...

Dans les mises en appétit du drone de chantier, vous avez les missions de surveillance, mais le « flicage » n'est pas le plus intéressant pour gérer une équipe d'ouvriers ; le plus intéressant, c'est la capacité à réagir plus vite si l'un d'entre eux est en détresse, c'est la possibilité de savoir où ils se trouvent, « à la volée », pour mieux optimiser les allocations de tâches. Il y a plein d'autres applications possibles dans ce secteur, mais le propos n'est pas d'être exhaustif.



Photographie 2 : Gatewing (Belgique)

Ainsi, les drones sont des vecteurs de qualité et de sécurité pour les chantiers de construction et de gains de temps pour l'ensemble des prestataires de ce secteur, avec des retours sur investissement potentiels représentant globalement plusieurs milliards d'euros sur la durée de vie des constructions.

**En matière d'environnement**, il existe quelques applications fétiches auxquelles s'associer n'est pas forcément une bonne idée. C'est le cas de la surveillance des forêts pour prévenir les feux ; les capteurs actuellement développés par le CEA, par exemple, doivent permettre une détection des départs de flamme ; de tels capteurs seront tout aussi efficaces, implantés sur des ballons captifs positionnés au ras des faîtes des arbres, une solution moins onéreuse et plus rationnelle qu'une noria de drones.

En revanche, les interventions dans les ravines et les reliefs accidentés (pour récupérer des personnes accidentées ou encore pour faire des relevés atmosphériques spécifiques) sont crédibles et opportunes. Mais les applications à ce secteur sont assez disparates et dispersées, et ne peuvent générer de chiffre d'affaires significatif.

Ainsi, les drones sont susceptibles d'apporter un bénéfice social et une aide scientifique dans le domaine de l'environnement.

**En agriculture**, nous sommes bien informés des réussites japonaises en matière de surveillance des progrès des cultures et en matière d'épandage d'intrants agricoles (Yamaha et ses drones hélicoptères d'épandage, fidèles serviteurs agricoles ayant atteint et même dépassé le millier d'exemplaires). Néanmoins, il est bon de rappeler l'impact sur l'environnement d'une surveillance du développement parasitaire au moyen de caméras thermodynamiques, visant à juguler toute expansion de parasites ; un traitement localisé et réactif permet de diminuer les consommations de produits chimiques, de préserver la nature et d'offrir des végétaux de meilleures qualités sanitaire et alimentaire à la population. La prise en charge de cette surveillance par des satellites semble rester aujourd'hui plus onéreuse et moins flexible que la surveillance au moyen de drones.

Le gain de temps pour l'agriculteur mérite aussi d'être signalé, parmi les retours sur investissement.

Ainsi, les drones sont effectivement utilisables en agriculture à des fins sociétales, environnementales et économiques, mais avec un impact que les auteurs ne peuvent encore chiffrer avec précision, car les usages sont multiples et les implications écologiques pour la flore et l'être humain sont complexes (mais gageons que, là aussi, l'ordre de grandeur des gains à l'échelle de la planète devrait s'exprimer en milliards d'euros).

**Dans le domaine du sport**, aussi surprenant que cela puisse paraître, le drone cameraman a son mot à dire et il n'a pas besoin d'être très gros pour embarquer une caméra répondant aux besoins. Quelle course de côte à vélo, de régates en mer, de compétition de surf ou, plus largement, quelle compétition se développant dans l'espace ne voudrait être suivie et retransmise grâce à un tel moyen ?

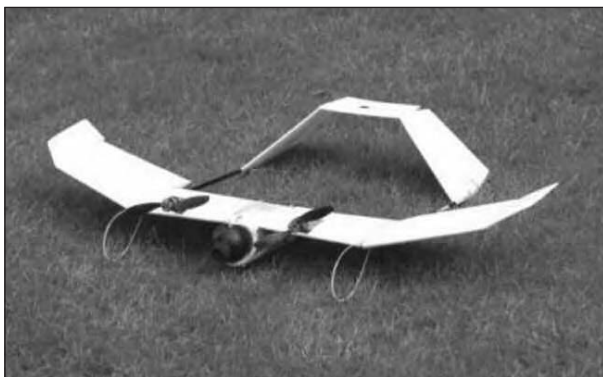
Au vu des tarifs des retransmissions télévisées et des guerres entre les chaînes pour bénéficier de la primeur des compétitions, nous n'exagérons pas ; voilà encore de beaux *business* plans en perspective.

Ainsi, le drone-cameraman en matière sportive a une réelle valeur économique.

**Dans le domaine de la sécurité**, le petit drone a des applications propres, différentes de celles de ses frères de plus grande taille. Il s'avère utile pour les forces d'intervention dans toute sorte de situations et de configuration de bâtiments (de la prison jusqu'au repère de malfaiteurs). Sauver la vie d'un policier grâce à un drone lui permettant de voir ce qui se cache derrière un angle de couloir ou dans une pièce dont il va franchir la porte n'a pas de prix.

La surveillance discrète de personnes impliquées dans des crimes, contrefaçons et délits de toute sorte est aussi un besoin, mais celui-ci ne sera satisfait que lorsque la durée de vol des drones sera suffisante. La discrétion est pratiquement acquise avec les moteurs électriques, et la miniaturisation fait des progrès quotidiens (voir la photographie 3).

Le drone à rotor capable d'un atterrissage et d'un décollage à la verticale équipe déjà quelques navires afin de les protéger contre les actes de piraterie en



Photographie 3 : Sirehna (France)

mer, par une anticipation d'une attaque de forbans par la voie des eaux.

Les drones offrent une meilleure solution pour les surveillances civiles de sites d'entreposage, car ils peuvent se faufiler dans ces microreliefs de marchandises, à la différence des caméras fixes, dont le champ de vision est précisément obturé par l'entremêlement des caisses et autres conditionnements de produits.

Ainsi, les applications de surveillance à caractère sécuritaire, pour la police, la protection civile ou pour toute autre raison civile, pour contrer les actes de brigandage et les délits, présentent un intérêt sociétal, humain et économique.

Mais, tout cela, vous le saviez déjà !

La question suivante à se poser est celle-ci : quels sont **les aspects techniques majeurs à améliorer** pour satisfaire, dans le confort, toutes ces applications potentielles ?

Il y a plusieurs aspects, parmi lesquels ceux qui suivent (choisis pour leur criticité) :

- Le risque majeur dans l'utilisation d'un drone est ce que l'on appelle **le fly away** ; le vecteur aérien n'est plus contrôlé et sort de la zone où il opérait (il s'enfuit, en quelque sorte). La cause la plus fréquente de ce désordre est une perte de liaison des communications. Ce n'est pas toujours une erreur de conception ou de montage du drone ; des masques imprévus ont pu occasionner une perte de cette nature, surtout en ville.

- Le second risque prépondérant est **l'incompétence du pilote** ; eh bien, ce n'est pas de sa faute ! La station de contrôle aurait dû être conçue de sorte que son utilisateur ne puisse pas faire d'erreurs (ou alors, le moins possible). Même si un minimum d'entraînement est recommandé avant toute opération avec un drone, il n'en reste pas moins que l'ergonomie dudit drone incombe à son concepteur, et cette ergonomie doit coller à l'application. Si vous obligez l'utilisateur à passer une licence de pilotage, vous tuez les marchés, vous augmentez les coûts et vous n'améliorez la sécurité des vols que marginalement, car ce n'est pas une licence de pilotage qui peut préserver d'une éventuelle défaillance du matériel.

- Le troisième risque est **le crash**. Quelle en est la cause ? Le drone a rencontré un obstacle ? Foutaise ! Aujourd'hui, la technologie est capable d'asservir un drone à son environnement : lui faire éviter un mur, le faire voler à distance constante du sol, etc. Encore faut-il l'équiper des capteurs et du logiciel de correction de trajectoire adéquats. Non, le crash, c'est l'imprévu ; cela va, par exemple, de la défaillance d'une pièce à une transition entre modes de pilotage trop lente par rapport au changement d'environnement.

- Le quatrième risque est celui de **blessar une personne** lors d'un crash du drone ; dans toutes les applications mentionnées, aucune ne donne de motifs suffi-

sants pour s'alarmer outre mesure : les enfants jouent avec des drones trop légers pour se faire mal et les utilisent, en général, dans un lieu restreint ; les ouvriers du BTP portent un casque et le chantier est fermé au public ; l'agriculteur effectue des rondes sur des zones par nature non habitées ; les sports de vitesse sont très encadrés, ne laissant au public aucune possibilité de venir gêner les compétiteurs, en prévoyant des zones utilisables en dégagement ; enfin, les policiers privilégient l'utilisation des drones les plus légers. En mer, la question ne se pose qu'à l'atterrissage. Dans tous ces cas, une bonne assurance suffit.

• Le cinquième et dernier risque à signaler, parmi les plus notables, est l'**autonomie de vol**. En fait, ce n'est pas un risque, mais un **inconfort** qui se traduit par un risque économique, celui d'un échec commercial. Aujourd'hui, les drones de très petite taille (moins de 2 kgs) ne volent qu'une vingtaine de minute (si leur motorisation est électrique). C'est très clairement un point de technologie à améliorer pour encourager une utilisation plus massive et régulière de ces engins et, par conséquent, pour exploiter le potentiel économique que nous avons décrit.

Ainsi, la sécurisation des liaisons, la fiabilité des acteurs de contrôle, l'ergonomie et les batteries sont les thèmes techniques les plus sensibles. N'oublions pas, toutefois, les nanotechnologies, qui vont contribuer à alléger le vecteur aérien, diminuant d'autant les risques corporels et ouvrant le champ à de nouvelles applications (inspection de tubulures, etc.).

La sécurisation des liaisons vaut pour des environnements très variables allant de la haute montagne, avec ses ravines, à des villes comme New York et ses « canyons » entre gratte-ciels ; cette sécurisation peut requérir des solutions différentes selon les cas.

Il serait agréable et utile que l'on prenne en considération l'intérêt économique des drones pour leur faire une place dans la cité : en allouant **des fréquences spécifiques** pour l'emploi de ces engins et en mettant au point **des amers – relais de position – et des axes de circulation** pour diminuer les risques associés, tels que le *fly away*.

Il faut que l'on cesse de tenir les drones pour des responsables potentiels d'accidents corporels, au point de les parquer, de chercher à en limiter l'usage en exigeant des utilisateurs des diplômes complexes, limitant leur diffusion à une faible minorité menacée d'une sanction pénale pour toute infraction à une réglementation qui ne laisse la porte ouverte qu'au seul copinage (pardon, au *lobbying*) au profit des grands industriels. A ce compte-là, il faudrait aussi interdire le mariage au motif qu'il présente pour les femmes un risque statistiquement beaucoup plus élevé de violences...

Pas de chance ! Les textes réglementaires en cours d'élaboration cassent toutes ces prévisions économiques et marquent un retour en arrière par rapport

aux acquis. Conseillés par les auteurs de ces textes, les institutions procèdent à de larges consultations auprès de leurs futurs administrés. Facile : ceux-ci n'osent attaquer de front le dispositif, de peur de se fermer les accès aux certificats divers et variés exigés – certificat de pilotage, d'opérateur référencé et avisé, de navigabilité et, dans un autre registre, allocation de fréquences. Pourrait-il ne s'agir que de consultations « parapluies » ou « paravents »... ? (Quand on en voit les retombées, encore insuffisantes...).

Le résultat de tout cela : ce sont, hélas, des milliards d'euros perdus d'avance. C'est à en rire et à en pleurer, quand on sait qu'en cette période électorale les candidats les plus éminents se sont dotés d'un conseiller rapproché en « ré-industrialisation ». Il faudrait commencer par changer la culture des administrations qui nous sont les plus chères, et notamment leur apprendre le bon dosage entre un excès de prudence, au nom de la bonne santé de leurs administrés, et le réalisme, en particulier économique.

La **réglementation**, en dépit d'une limitation générale de l'altitude de vol des drones à 100 mètres, exige de multiples autorisations et certifications.

Les textes réglementaires considérés appellent des remarques tant sur leurs objectifs que sur les solutions qu'ils adoptent :

• **Sur le plan des objectifs**, ils se concentrent principalement sur les risques de chocs. Or, ils pourraient élargir leurs considérations à la plupart des nuisances modernes comme, par exemple, le bruit, les matériaux polluants et les interférences électromagnétiques.

• **Sur le plan des solutions adoptées**, le vol dans le champ visuel du pilote ne résout pas la problématique des chocs. Un objet situé dans l'axe drone-pilote pourra être caché par le drone lui-même et, même si l'objet est vu, la vitesse relative sur cet axe ne pourra pas être appréciée visuellement.

Par ailleurs, au motif de supprimer les cas les plus dangereux, ces textes éliminent toute utilisation professionnelle de systèmes inoffensifs et ne font pas cas des ressources de l'automatisation et des capteurs en termes de sécurité de vol.

On observe les mêmes faiblesses dans les textes actuellement en préparation aux Etats-Unis ; cela se traduit par une absence de consensus entre les professionnels américains, qui ne savent pas chiffrer les différents seuils dans les exigences de sécurité et cela explique le retard pris dans la publication d'un projet de réglementation. Chacun vote en faveur des paramètres qui favoriseront leurs produits.

En France, l'enjeu économique des drones n'a pas encore été mesuré, alors qu'aux Etats-Unis l'édiction d'un règlement est soumise à une analyse d'impact préalable. Comblant ces lacunes sous-jacentes aux différents textes nationaux et internationaux en cours d'élaboration par une analyse de risque soucieuse d'alléger de manière raisonnée les dispositifs envisagés est un objectif légitime pour accompagner le développe-

ment de ces nouveaux outils professionnels à forte valeur ajoutée économique que sont les drones.

Il est recommandé que cette analyse repose :

- sur la notion de risque minimal en dessous duquel le drone de très petite taille n'a pas besoin d'obéir à des exigences de certification, ni du côté de la machine, ni sur le plan de l'aptitude au pilotage du pilote à distance, ni d'autorisation de vol ;

- sur les bénéfices attendus des techniques automatiques de manière générale, et des perspectives de développement en matière de « détecter et éviter » (« *sense and avoid* ») ;

- sur les dispositifs urbains à mettre en place pour faciliter la circulation des drones de petite taille et orchestrer les altitudes de vol et de distances aux bâtiments (au même titre que les voitures disposent de leurs routes et de leur signalisation).

Les objectifs à atteindre grâce à une telle analyse sont multiples :

Tout d'abord, il s'agit d'isoler la catégorie des drones dont le critère d'impact corporel (par exemple, le HIC – *Head Impact Criterion*) est inférieur à un seuil en dessous duquel les risques de dommages corporels sont majoritairement annulés ou assurables. Cette analyse peut conduire à exiger des dispositifs embarqués spécifiques et complémentaires (parachute, ultrasons, etc.), pour en garantir le résultat.

L'autorisation de mise sur le marché pourrait alors être réduite à l'obtention d'un marquage CE pour cette catégorie, mais avec des exigences principales de natures diverses, telles que :

- en termes de **chocs** : imposer un HIC (ou son équivalent) inférieur à un seuil, se traduisant notamment par :
  - \* une absence de zone contondante ;

- \* une fragibilité des matériaux constituant le drone (grâce à la présence de structures absorbant les chocs) ;

- en termes de **masse** : limiter, dans tous les cas, le poids du drone (par exemple à 1,8 kg), de façon à être en cohérence avec la capacité des moteurs d'avions à supporter un choc éventuel avec un oiseau de taille équivalente (voir la photographie 4) ;

- en termes de **bruit** : imposer un bruit minimal (par exemple, 45 dB) pour que le drone soit audible des personnes à proximité, à des fins d'évitement potentiel, et un bruit maximal (par exemple, 70 dB, sachant qu'à partir du seuil de 85 dB, il y a obligation de protections auditives et que le matériel équipant le combattant à pied ne doit pas dépasser 75 dB, pour ne pas nuire sur le plan auditif) ;

- en termes de **fiabilité** par rapport aux risques de *fly away* : imposer qu'une coupure de communication entraîne des mesures de sauvegarde automatiques, comme :

- \* pour les drones à voilure tournante : une stabilisation en position, suivie, après un délai déterminé, d'un atterrissage en douceur ;

- \* pour les drones à voilure fixe : un hippodrome (figures aériennes d'attente), suivi, après un délai



Photographie 4 : Proxdynamics (Norvège)

déterminé, de l'activation d'un parachute et d'un arrêt moteur.

*Dans les deux cas, la fixation d'un tel délai est importante pour permettre une reprise en main après d'éventuelles microcoupures ou parasitages de faible durée.*

Du côté de l'utilisateur, un simple engagement à respecter la vie privée, à éviter tout usage frauduleux, ainsi qu'à faire évoluer le drone à faible altitude et en dehors des zones aéroportuaires, paraît suffisant.

En revanche, tous les drones doivent être tagués et immatriculés, de façon à ce que la responsabilité du propriétaire soit clairement engagée en cas de délit, le dispositif urbain se chargeant de détecter automatiquement les contrevenants. Avec un peu de créativité, on trouvera comment neutraliser ou détruire sans risque un drone non tagué.

Toutes les autres catégories de drones présentent un danger de collision avec dommages, tant au sol qu'en vol, qu'il convient d'encadrer par un dispositif du type aviation civile. Cependant, on peut distinguer parmi ces drones deux grandes classes, selon qu'ils peuvent, ou non, embarquer un appareil de *sense and avoid*. Ces systèmes d'évitement entre aéronefs sont en cours de développement.

La décision d'embarquer un tel système intéressera principalement les drones ayant à s'insérer dans la circulation aérienne générale qui, par nature, seront exploités en dehors du champ de vue du pilote. Dans ces cas-là, le fait d'exiger une certification de navigabilité qui limite les risques de *fly away* et d'imposer une immatriculation, un certificat d'aptitude de pilotage et un enregistrement de l'opérateur, est légitime, même si cela induit des contraintes pour quelques niches professionnelles. Cette classe de systèmes de drones sera relativement facile à intégrer dans les dispositifs existant déjà pour les avions classiques.

En revanche, les systèmes intermédiaires, trop légers pour embarquer un *sense and avoid*, mais trop lourds pour ne pas présenter de danger à l'écrasement au sol, constituent une catégorie difficile à gérer sur le plan réglementaire, il faut bien le reconnaître. Cette classe de systèmes devrait progressivement se réduire avec la tendance naturelle à une diminution du volume et de la masse des équipements.

## CONCLUSION

On peut se référer aux propos d'AeroVironment (firme américaine, numéro Un mondial des drones de petite taille) quant au nombre de systèmes de drones vendus au secteur militaire : « Le marché des drones est dans les drones de très petite taille ».

Préserver un usage à grande échelle de drones inoffensifs est un impératif économique. Il convient de libérer des exigences de l'aviation civile les petits drones (pesant de 1 à 2 kg et, idéalement, moins de 1,8 kg, pour les raisons évoquées précédemment), tout comme leurs pilotes et opérateurs : il suffit de les soumettre à des règles de fabrication standardisée CE et à un principe d'assurance.

Cela évitera non seulement le risque d'engorger les organismes de certification et d'obliger nos administrations à tripler leurs effectifs ou de gonfler immodérément les entités externes les assistant, mais aussi, et surtout, de ralentir la dynamique du marché et de se retrouver bons derniers à toucher les dividendes de ce secteur en pleine croissance. Tout dispositif réglementaire fermerait la porte à ces petites sociétés de services et multiplierait les coûts, freinant, voire asséchant la dynamique économique.

Encadrer le risque de *fly away* est un défi ; dans la plupart des cas, il est dû à une perte de liaison radio et,

de ce fait, il est utile non seulement d'avoir une prospective visionnaire sur l'évolution des communications (3), mais aussi de comprendre les atouts indéniables que représentent les automates largement standardisés et couramment utilisés dans les applications de sécurité de fonctionnement en dehors de l'aviation civile (métros, trains, etc.).

Il convient de rendre aux drones leur nature première, leur définition de base, qui est d'opérer hors du champ de vision de leurs pilotes (voir la définition donnée dans le MTCR (*Missile Technology Control Regime*), un traité signé par plusieurs pays, dont la France).

Il est urgent de concevoir des drones et de leur aménager une circulation urbaine.

Vous l'aurez sans doute compris : le meilleur moyen pour mettre tout le monde d'accord, c'est la miniaturisation des drones. Celle-ci apportera une diminution des risques ; en cela, elle doit donc être encouragée (voir l'encadré 2).

(3) Notamment, la montée en puissance des courants porteurs qui, en conjonction avec le potentiel du *wifi* et du *Bluetooth*, pourrait éventuellement fiabiliser les communications dans les zones de vol à proximité de bâtiments, face aux risques de brouillage des fréquences de communication allouées.

### Encadré 2

#### NOTE SUR LES TRAVAUX RÉGLEMENTAIRES AMÉRICAINS

Les Américains travaillent sur la réglementation des drones depuis plus de vingt ans.

Ils ont créé un groupe de travail préparatoire regroupant des membres de la profession intitulé « *Small Unmanned Aircraft System Aviation Rulemaking Committee* » (ARC) pour élaborer les textes.

Ce comité, qui a été constitué par la FAA (*Federal Aviation Administration*), travaille sur plusieurs aspects :

- le besoin d'une immatriculation,
- les altitudes de vol réglementaires,
- la conception de la station de contrôle,
- la réglementation en matière de :
  - \* conception,
  - \* production,
  - \* tests et réception,
- la maintenance,
- la structure des carnets de bord, d'usage et de pilotage,
- la sélection de sites de récupération (*recovery*),
- l'entraînement et la certification des pilotes à distance, des opérateurs, des instructeurs et des écoles de formation.

Les recommandations de l'ARC sur ces différents points ne sont pas encore finalisées et, de ce fait, l'administration américaine n'envisage pas de publier de réglementation avant fin 2012.

Les équipes de l'ARC démontrent la même absence de concept global que ses homologues, tant du point de vue de la compréhension technique du risque de dommages corporels et de l'aménagement des zones



urbaines pour accueillir ces nouveaux systèmes, que de celui de la prise en compte de nuisances autres, comme les nuisances sonores, les interférences électromagnétiques ou l'usage de matériaux polluants. Il en résulte une absence de consensus sur les différents seuils à adopter.

Dans ce dernier domaine, on note toutefois des exigences qui découlent des réglementations s'appliquant actuellement aux avions, telles que le seuil de 400 pieds pour l'altitude maximale et le fait de devoir prévenir le contrôle aérien si l'on souhaite faire voler son drone à proximité d'un aéroport (la DGAC interdit totalement toute approche d'aéroport, ce qui n'est pas forcément opératoire dans le cas où un drone fait du transport de biens en corrélation avec un avion de ligne).

Aucun consensus n'a pu être obtenu sur la répartition actuelle des trois groupes de masses maximales au décollage – 2 kg, 9 kg et 25 kg – *versus* la sensibilité et le niveau de risque pour les populations survolées.

Certains membres du groupe proposent de classer les régions en trois catégories : très peuplées, moyennement peuplées et peu ou non peuplées (ce qui est, là encore, peu opératoire et trop flou).

Les notions de fragibilité, pour les plus petites catégories, sont encore en débat.

Il est intéressant de noter que l'administration américaine effectue, dans sa procédure, une analyse d'impact économique avant de lancer une consultation auprès de la profession.