

## **EXAMEN PROFESSIONNEL DE PROMOTION INTERNE D'INGÉNIEUR TERRITORIAL**

**SESSION 2018**

**ÉPREUVE DE PROJET OU ÉTUDE**

**ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :**

**L'établissement d'un projet ou étude portant sur l'une des options choisie par le candidat, au moment de son inscription, parmi celles prévues à l'annexe du décret n°2016-206 du 26 février 2016.**

Durée : 4 heures  
Coefficient : 5

**SPÉCIALITÉ : INFORMATIQUE ET SYSTÈMES D'INFORMATION**  
**OPTION : SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE, TOPOGRAPHIE**

### **À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :**

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ L'utilisation d'une calculatrice de fonctionnement autonome et sans imprimante est autorisée.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

**Ce sujet comprend 81 pages.**

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend  
le nombre de pages indiqué.**

*S'il est incomplet, en avertir le surveillant*

- ♦ Vous répondrez aux questions suivantes dans l'ordre qui vous convient, en indiquant impérativement leur numéro.
- ♦ Des réponses rédigées sont attendues et peuvent être accompagnées si besoin de tableaux, graphiques, schémas ...

La collectivité qui vous emploie est une communauté d'agglomération composée de 54 communes (INGECO), 240 000 habitants pour une surface de 325 km<sup>2</sup>. La ville-centre (INGEVILLE) a une population de 97 000 habitants. Quatre autres villes comptent des populations de 15 000 à 25 000 habitants.

La collectivité s'interroge sur l'acquisition d'un drone pour sa collecte de données en matière de systèmes d'information géographique, topographie (SIG).

À l'aide de l'annexe, vous répondrez aux questions suivantes :

### **Question 1 (8 points)**

Vous rédigerez une note à l'attention des élus sous couvert du DGS, visant à préciser les points suivants : l'utilité des drones dans la collecte de données destinées au SIG, les impacts sur les pratiques actuelles en matière d'information géographique et les nouvelles pratiques à proposer le cas échéant, afin de développer la collecte de données pour le SIG.

### **Question 2 (6 points)**

- a) Quels sont les enjeux et les finalités du plan corps de rue simplifié (PCRS) ?
- b) Vous préciserez les modalités de mise en œuvre du PCRS.
- c) En quoi les drones pourraient-ils contribuer à la mise en œuvre d'un PCRS ?

### **Question 3 (6 points)**

- a) Quels sont les prérequis (juridiques, techniques, compétences ...) pour l'utilisation des drones et l'exploitation de leurs images par les collectivités territoriales ?
- b) Vous indiquerez si le service SIG pourrait être le seul service compétent. Vous justifierez votre réponse.

### **Liste des documents :**

**Document 1 :** « Drones et photogrammétrie : survol technique et réglementaire » (extrait) – *Benoît GREUZAT – Revue Géomètre n°2150* – Septembre 2017 – 17 pages

**Document 2 :** « Dossier : Faut-il avoir peur des drones ? » – *Nicolas VAUNOIS – Magazine Volez ! N°167 – onlinehome.fr* – consulté le 29 octobre 2017 – 6 pages

- Document 3 :** « Atelier B07 : les drones » – *EIDOS64* – 9<sup>ème</sup> édition de la journée du numérique (2017) – 11 pages
- Document 4 :** « Les drones au service des collectivités locales » – *Liorah BENAMOU* – *collectiviteslocales.fr* – 13 juin 2016 – 3 pages
- Document 5 :** « Comment la cartographie peut devenir un atout dans la gestion de votre territoire ? » – *lagazettedescommunes.com* – mis à jour le 13 janvier 2017 – 8 pages
- Document 6 :** « Drones : les collectivités ne peuvent plus s'en passer » – *Olivier DESCAMPS* – *lagazettedescommunes.com* – 10 mai 2017 – 4 pages
- Document 7 :** « Protocole d'accord de déploiement d'un plan corps de rue simplifié (PCRS) » (extrait) – *CNIG* – 24 juin 2015 – 9 pages
- Document 8 :** « Arrêté relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités requises des personnes qui les utilisent » – *legifrance.gouv.fr* – 17 décembre 2015 – 17 pages
- Document 9 :** « Plan corps de rue simplifié (PCRS). Un fond de plan unique pour les travaux à proximité des réseaux enterrés sensibles » – *Le Mans Métropole-SIEEEN* – *geomayenne.fr* – 17 juin 2016 – 2 pages

**Liste des annexes :**

- Annexe A :** « L'organisation d'INGECO » – *INGECO* – 2018 – 1 page – l'annexe n'est pas à rendre avec la copie

**Documents reproduits avec l'autorisation du C.F.C.**

*Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.*

Prise de vue obtenue depuis un drone lors de la campagne de levé menée en septembre 2016 par des géomètres-experts afin de mesurer et de modéliser le pic du Midi d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques). On distingue les cibles GCP de 2 m de côté et d'un centre de 50 cm (lire page 29).



# Un outil dans l'ADN de la profession

A quoi sert le drone pour le géomètre-expert ? Comment l'utiliser ? Ces deux questions supposent des approches différentes.

L'investissement reste conséquent mais abordable pour le cabinet, sous réserve évidemment d'avoir les chantiers qui justifient son utilisation.

Il faut, c'est fondamental, bien étudier et bien comprendre le fonctionnement du logiciel de post-traitement afin d'en connaître les avantages mais plus encore les défauts. En effet, à la différence d'autres intervenants sur le marché de la 3D par drone, le géomètre-expert ne se contente pas de faire de la photo, de tout mettre dans le logiciel et d'aboutir à un résultat « joli » mais totalement fantaisiste.

Au contraire il est dans l'ADN du géomètre-expert de garantir la précision de ses travaux : du millimètre (parfois moins) au centimètre (souvent) ou à plusieurs centimètres, selon l'objectif à atteindre. Rien n'est automatique dans la photogrammétrie par drone : il faut savoir planifier le vol en tenant compte de la réglementation stricte en la matière (lire page 34), adapter le ou les capteurs à la mission, savoir rechercher, comprendre et corriger les erreurs et artefacts du logiciel de traitement...

*Si le drone ne peut pas tout faire ni remplacer les stations totales et autres techniques d'acquisition de la donnée, il est devenu un équipement indispensable à de nombreux cabinets de géomètres-experts grâce notamment à ses capacités d'adaptation aux conditions parfois difficiles.*

Le drone est à la « une » de tous les médias grand public et il ne se passe pas un jour sans qu'une information lui trouve une nouvelle raison d'existence, ludique ou professionnelle... Mais, en exceptant l'usage militaire, cet engin volant trouve sa réelle fonctionnalité dans la photogrammétrie par corrélation d'images qui, grâce au drone, connaît quasiment une seconde vie et répond pleinement aux exigences des restitutions en 3D. Bien d'autres utilisations n'existent pour l'heure qu'à titre expérimental ou sans intérêt économique.

L'avantage de la prise de vues par drone par rapport à la prise de vue par avion n'est plus à démontrer. Non seulement la photogrammétrie peut être réalisée à des coûts bien moindres (d'équipement en matériels mais aussi d'utilisation), mais le drone peut voler dans presque toutes les conditions climatiques, sous le couvert nuageux, ce que l'avion ne peut pas toujours faire. Certes, il y a pour l'heure des

utilisations professionnelles du drone qui demeurent impossibles. Le Lidar aéroporté reste inégalé pour un terrain avec fort couvert végétal, la bathymétrie classique reste de mise pour l'étude des fonds marins ou des entrées de ports. Mais, même sur ces chantiers spécifiques, l'avenir du drone est fort prometteur, son potentiel étant si important que bien des fabricants s'orientent vers du matériel embarqué à même de répondre à ces spécificités.

## Pas pour « faire joli »

L'évolution des matériels (les drones eux-mêmes, mais aussi et peut-être surtout des logiciels de traitement de la donnée acquise) fait que ce type d'équipement devient indispensable dans la plupart des cabinets de géomètres-experts, à la condition de le replacer dans un contexte pratique, avec une question de base : qu'est-ce que le drone peut assumer ?



La précision qui peut être atteinte avec des images acquises par drone, et leur traitement sur les logiciels dédiés, est impressionnante et peut répondre à toutes les demandes des donneurs d'ordre sur ce point. Le centimètre n'est pas un souci, même s'il est parfois demandé sans réel besoin. Avec un capteur de 80 mégapixels, il est possible de s'approcher du millimètre. Le coût va fortement varier d'une mission à l'autre en fonction de la précision recherchée, donc du type de chantier. Si les fabricants de drones et de logiciels de traitement des points acquis sont présents sur toutes les manifestations de la profession, ce n'est pas par hasard. Outre l'incontestable effet de

mode et de curiosité, les géomètres-experts ont toujours été à l'avant-garde technologique. La profession a été pionnière en matière d'informatisation, elle s'est immédiatement appropriée les stations automatisées, puis les stations totales, puis le scanner 3D... Elle est à des années lumière d'avance pour l'utilisation de la 3D de précision, tandis que bien d'autres ne font que de la 3D pour « faire joli »...

Si le drone interpelle autant les géomètres-experts, c'est bien sûr pour son investissement raisonnable, mais surtout pour ses énormes capacités d'acquisition de la donnée, en simplifiant bien souvent les techniques précédentes reposant sur des collaborateurs sur le terrain (entraî-

nant parfois un réel risque physique et souvent l'inaccessibilité d'accès de zones dangereuses). Le drone ne serait rien sans les logiciels de post-traitement, qui donnent toute sa valeur à la photogrammétrie (restitution d'une réalité du terrain basée sur la corrélation entre deux ou plusieurs images prises sous des angles différents). La précision obtenue en cumulant ces deux évolutions technologiques est très intéressante et permet d'aboutir à des restitutions en 3D qui sont désormais devenues la norme... Mais ici, la restitution n'est pas réalisée pour « faire joli », elle aboutit à l'exacte précision recherchée par le donneur d'ordre, et garantie par le géomètre-expert. ■

**Campagne de levé par drone pour la modélisation de la dune du Pilat (Gironde). Installation des cibles (GCP), indispensables pour la garantie de précision apportée par le géomètre-expert.**

Netteté idéale d'une photo par temps clair.



# Du travail de pro !

Faire voler un drone est une chose... L'utiliser et comprendre les logiciels en vue de faire de la photogrammétrie pour répondre à la demande particulière d'un client en est une autre.

**BENOÎT GREUZAT**, géomètre-expert

**D**ans le fonctionnement des logiciels de traitement actuels, le point le plus délicat est d'obtenir la précision souhaitée par le client, sans aucun risque d'erreur avec des données qui peuvent atteindre facilement plusieurs dizaines de millions de points (nuage de points). La photogrammétrie par drone ne révolutionne pas le principe de base de la photogrammétrie elle-même, mais son application s'avère profondément différente de la photogrammétrie dite classique en simplifiant grandement le process et en compensant l'imprécision des capteurs photo « grand public » par une redondance et

une analyse poussée à son paroxysme des données comprises dans l'image. Les fabricants ont bien compris, ceux des drones eux-mêmes mais aussi et peut-être même surtout ceux des logiciels de traitement, que la photogrammétrie est désormais accessible à tous sans aucune connaissance technique. Ce qui, bien entendu, n'est pas le cas de la précision et de la garantie des données produites...

Le géomètre-expert qui souhaite atteindre une précision et répondre au cahier des charges de son client doit d'abord comprendre comment fonctionnent les logiciels qui sont actuellement sur le marché, afin d'en connaître les atouts, mais aussi les faiblesses, afin de pouvoir les corriger. Globalement, tous les logiciels actuellement disponibles ont le même principe général de fonctionnement.

Il s'agit à la base d'utiliser des images acquises par le drone et sa caméra pour générer un nuage de points 3D. Pour cela, le drone suit un plan de vol, quadrillant la zone d'étude en respec-

tant un recouvrement interbande (entre deux lignes de vols parallèles) et intra-bande (entre deux photos successives sur une même ligne de vol).

L'objectif du calcul est d'arriver à un repositionnement précis de la photo au moment de la prise de vue (position et orientation) : soit les coordonnées X,Y et Z, le tangage (*pitch*) qui est l'orientation suivant l'axe X, le roulis (*roll*) qui est l'orientation suivant l'axe Y et le lacet (*heading* ou *yaw*) qui est l'orientation suivant l'axe Z. Il sera également nécessaire au logiciel de connaître précisément les valeurs de calibration de la caméra utilisée, sachant que les appareils sont parfois considérés comme de « basse qualité », en ce sens qu'il s'agit d'appareils photos de série, à tous les prix y compris pour les optiques, dont les valeurs de calibration de caméra varient même pour un modèle strictement identique, notamment en fonction des conditions météo (température, taux d'humidité...). Tout ceci, le logiciel va pouvoir le faire « automatiquement » à partir de la redondance des données

## L'appui sur les GCP

Le logiciel de photogrammétrie va s'appuyer sur des points de base, des cibles disposées au sol avant les prises de vue ; ce qu'il est convenu d'appeler couramment les GCP (*Ground Control Point*) ou points d'appui. Pour le géomètre-expert, il est évident que la précision obtenue (du millimètre au centimètre ou plus selon la demande du client) va directement dépendre de la précision d'implantation des GCP. L'une des techniques consiste en un positionnement par GNSS, notamment grâce au réseau Teria. Cela peut suffire pour la plupart des chantiers, mais il faut garder en tête que la précision de cette méthode est théoriquement de 2 à 3 cm, mais peut atteindre jusqu'à 6 cm dans certains cas ! Ce qui peut s'avérer incompatible avec certaines demandes des donneurs d'ordre. Un positionnement plus précis par polygonale peut être indispensable, ce qui aura évidemment une répercussion économique. Il faut se souvenir en permanence qu'il faut adapter la précision de la détermination des coordonnées exactes, et donc de la méthode, aux objectifs de précision à atteindre.



Sans oublier que la taille de la cible a elle aussi son importance. Lors de la modélisation du pic du Midi d'Ossau, secteur montagneux complexe, certaines cibles faisaient 2 m de côté avec un centre de 50 cm de côté (photos ci-dessus et pages 24 et 25). Sur d'autres chantiers, dont l'objectif de précision est d'être en dessous du centimètre, une cible ne mesurera que quelques millimètres. D'ailleurs, le type de matériel proposé par les fournisseurs n'est pas toujours adapté à la photogrammétrie par drone, les cibles GCP étant parfois réalisées par le cabinet lui-même.

photographiques et des points ou cibles mesurés au sol.

Concrètement, le logiciel va tout d'abord utiliser un algorithme (SIFT) qui analyse, sur chaque image, les figures géométriques remarquables, notamment par leur couleur ou leur forme, qui potentiellement seront reconnaissables sur une ou plusieurs autres images. L'algorithme détecte ensuite les points homologues sur au moins deux autres images. Le nombre de points homologues déterminés dépend principalement du type de terrain photographié et de la luminosité. En effet, le logiciel va effectuer une corrélation automatique sur les clichés possédant des zones communes. Par conséquent, le logiciel aura beaucoup plus de facilités pour déterminer des points homologues sur une surface rugueuse et irrégulière (c'est-à-dire qui présente des forts contrastes de radiométrie), les ombres d'un relief par exemple, que sur une surface lisse (il sera par exemple difficile de trouver des points communs fiables sur une route bituminée photographiée à 100 m de haut).

A raison de vingt-quatre millions de pixels par photo, s'il faut analyser puis comparer 200 photos, on peut imaginer rapidement la quantité énorme de données à traiter. Les calculs du logiciel

sont à l'évidence répétitifs et chronophages, mais la puissance des ordinateurs actuels a considérablement évolué. C'est d'ailleurs cette évolution qui est à l'origine du nouvel essor que connaît la photogrammétrie.

Evidemment, le calcul va se compliquer si les photos sont mal prises, de mauvaise qualité (une nette, une floue, une sous-exposée, une surexposée...). Ce sont un peu les limites de la méthode, ce à quoi il faut être particulièrement vigilant lors de la préparation du chantier mais aussi après le vol dans le contrôle des clichés réalisés.

### La stéréopréparation

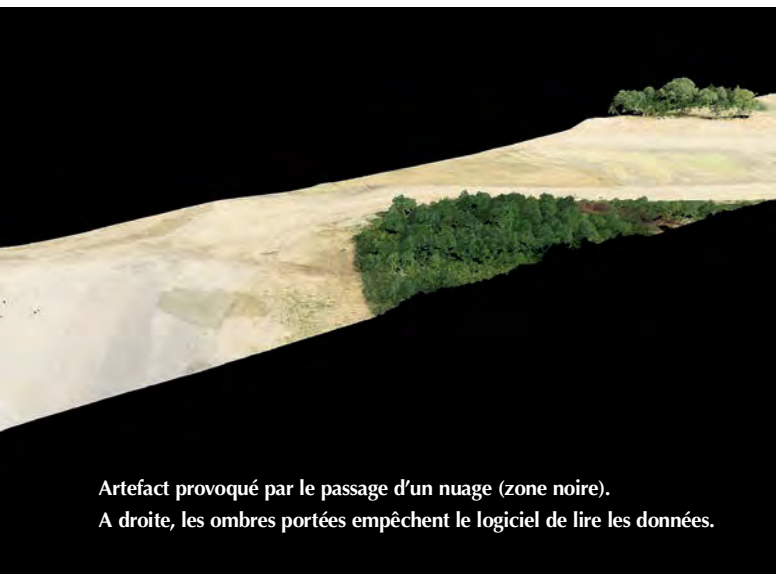
Le logiciel effectue ensuite un ajustement de faisceaux du bloc d'images (*Bundle Block Adjustment*), à partir des positions et orientations des photos et des paramètres de la caméra.

Pour cela, le professionnel aura au préalable implanté des points au sol dont il a soigneusement relevé les coordonnées et qui vont apparaître sur les photos comme autant de cibles (stéréopréparation). Il aura également repéré et pointé dans le logiciel toutes les cibles sur toutes les photos où elles sont visibles. Le logiciel va alors générer

deux blocs d'images distincts, un bloc « relatif » constitué de l'assemblage de toutes les images à partir des points communs qu'il aura décelés sur les photos, et un bloc « absolu » composé de l'assemblage des images à partir des points au sol. Pour simplifier, le logiciel va assembler les deux blocs en plusieurs calculs successifs qui vont peu à peu supprimer toutes les erreurs et dont les inconnues sont la position et l'orientation de chaque photo et les paramètres de calibration de la caméra. Le logiciel se sert absolument de toutes les données, ce qui suppose une très importante puissance de calcul.

A ce stade se situe un nouveau problème : il peut exister des images sans aucun point commun entre elles ou des blocs d'images qu'il est impossible à relier à d'autres. Le logiciel va alors soit ignorer l'image, soit générer des blocs supplémentaires bien cohérents entre eux et qui, à l'arrivée, peuvent générer des erreurs très importantes. Malgré quelques verrous existant, le calcul affiné sera moins bon et surtout le logiciel sera incapable d'estimer l'erreur résiduelle sur chacun des points dans les zones concernées. Un secteur boisé au milieu du chantier, un lac, une variation importante de luminosité pendant le vol peuvent être la source de ce ►►





Artefact provoqué par le passage d'un nuage (zone noire).  
A droite, les ombres portées empêchent le logiciel de lire les données.



PHOTO ET DOC. : CAB. GREUZAT

►► type de problèmes. Ce sont des paramètres auxquels il faut faire attention et faire preuve de prudence si le logiciel indique qu'il a utilisé plus d'un seul bloc. Il faudra alors anticiper et, si nécessaire, détourner ces zones de plus de points d'appui au sol.

Le logiciel procède aussi à l'étalonnage de l'appareil photo, qui consiste à déterminer avec précision les valeurs des six paramètres internes de la caméra, à savoir : la distance principale (ou focale) ; les coordonnées du point principal d'autocollimation ; les trois coefficients du polynôme de distorsion optique radial (R1, R2 et R3). Les logiciels exécutent les étapes d'auto-étalonnage de la caméra à plusieurs reprises jusqu'à l'obtention d'une reconstruction optimale.

Pour répondre au cahier des charges et atteindre la précision attendue, il faut tenir compte de nombreux paramètres :

- le plan de vol lui-même (altitude, recouvrement interbande et intrabande) ;
- la résolution et la focale du capteur.

Il est évidemment indispensable de régler l'appareil photo en mode manuel afin d'en connaître tous les paramètres (sensibilité, vitesse d'obturation, ouverture...). Ce qui sous-entend que, pour effectuer correctement de la photogrammétrie par drone, il faut maîtriser les techniques de base de la photographie elle-même afin d'adapter le réglage manuel de l'appareil en fonction des circonstances du chantier, de la lumière... Une focale fixe est préférable, de même qu'un objectif grand angulaire

qui permet de couvrir une zone plus large et donc de diminuer le temps de vol. Une très grande ouverture donne une netteté à l'arrière plan mais réduit la luminosité... Il faut donc trouver la bonne équation. Le résultat idéal étant obtenu avec un ciel laiteux laissant juste percer le soleil ;

- la précision des cibles au sol (GCP), leur nombre et la répartition géométrique, un sujet extrêmement important (lire l'encadré page 29) ;
- le type et la taille du capteur ;
- la qualité des optiques qui va jouer sur les différences de bruit et de déformations géométriques ;
- la typologie du terrain ;
- la météo (luminosité et variations pendant l'acquisition, nuages, vent...);
- variation d'exposition liée à la typologie des lieux (bâtiments, boisements...).

Par ailleurs, le choix du capteur a son importance. Il en existe actuellement de deux types :

– le CCD (*Charge Coupled Device*), composé d'une matrice de cellules photosensibles qui transfère la charge vers un collecteur, qui transfère à son tour l'ensemble des charges vers le convertisseur. C'est un signal analogique ;

– le CMOS (*Complementary Metal Oxyde Semi-conductor*) qui, au lieu de transférer la charge vers un collecteur, la conserve et la transfère directement au convertisseur. C'est un signal numérique.

Si le CCD est le plus répandu (notamment sur les premiers prix), le CMOS est l'avenir, et la plupart des développements actuels sont réalisés sur ce type de capteurs. Sa faiblesse reste de lire l'image ligne par ligne, et non globalement. Or, comme le capteur se déplace entre plusieurs photos, le logiciel risque de donner des résultats biaisés qu'il est assez complexe de corriger. ■

## Un problème : l'autonomie

Le drone doit faire face au même problème que la voiture électrique : l'autonomie demeure le principal handicap de par la complexité à stocker l'énergie électrique suffisante... L'autonomie reste donc faible, plus encore pour les multicopters que pour les ailes volantes. De plus, ces batteries coûtent très cher (de l'ordre de 250 euros pièce) et peuvent être relativement longues à se recharger. Par exemple, un drone qui soulève 7 kg a besoin en simultané de six batteries qui ne lui assurent que 30 min de vol. Il va donc falloir plusieurs jeux de six batteries pour couvrir un même chantier sur deux ou trois heures. Sans oublier un drone de secours... Le calcul est vite fait : à l'arrivée, l'investissement en batteries va concurrencer celui du drone lui-même, car il sera souvent impossible de les recharger sur le terrain. C'est un sujet brûlant et tant les constructeurs que les utilisateurs espèrent des progrès de la recherche...

# Objectif précision garantie !

Afin d'aboutir à une précision réelle, fiable et garantie, le géomètre-expert doit s'astreindre à une méthodologie rigoureuse dans l'utilisation d'un drone et du processus de photogrammétrie aboutissant à la production d'un modèle 3D.

**BENOÎT GREUZAT, géomètre-expert**

Le point le plus fondamental en ce qui concerne la méthodologie reste probablement la mise en place au sol d'une infrastructure de contrôle adaptée au site, à la précision à atteindre, au cahier des charges. Avec des questions de base à se poser... Le nombre de points d'appui (GCP) est-il adéquat ? Il est directement fonction de la superficie de la zone à lever, de la topographie et du type de terrain. Avec un minimum théorique de trois points (deux points 3D et un point altimétrique pour être exact)... Dans les faits, il en faudra bien davantage ! Quel type de point d'appui choisir ? Quelles techniques mettre en œuvre pour obtenir les coordonnées de ces points ?

A ce stade, il est important de préciser qu'un GCP utilisé par le logiciel de traitement pour faire le calcul n'est pas un point de contrôle. Les logiciels de traitement fournissent pour la plupart un rapport de calcul donnant les écarts constatés entre les coordonnées théoriques mesurées au sol et les coordonnées mesurées dans le modèle 3D généré. Le modèle 3D ayant été calculé à partir de ces mêmes GCP, ce n'est ni un réel contrôle ni une représentation de la précision atteinte. Le géomètre-expert doit donc impérativement ajouter des points de contrôle qui ne sont pas utilisés dans le calcul mais comparés au modèle 3D généré. Seuls ces points permettront de quantifier la précision atteinte après calcul.

## La plus-value du géomètre-expert

Régulièrement, la question est posée de savoir combien il faut de points de contrôle... Tout dépend en fait de la précision à atteindre et de la typologie de l'occupation du sol. Mais chaque chantier est différent. De façon générale, on peut dire qu'il faut une répartition homogène sur le périmètre objet de la mission. Il faut également détourner de GCP les secteurs qui potentiellement poseront des difficultés pour la détection de points homologues (zones boisées par exemple).

Si une carrière ou un monument présente des parois verticales, le logiciel ne détectera que peu de points homologues sur ces surfaces, car elles sont visibles sur peu de photos et uniquement sur des photos situées d'un seul côté de ces surfaces. Il est donc fortement probable que, dans ces secteurs, la précision soit dégradée. Si on souhaite la connaître, il faut absolument un point de contrôle à cet endroit.

La précision du modèle 3D généré est directement liée à ce

que l'on appelle la résolution spatiale. Le terme GSD (*Ground Sampling Distance* ou résolution spatiale) désigne la taille équivalente au sol d'un pixel de la caméra. Avec les capteurs actuels, elle est généralement comprise entre 2 cm et 5 cm pour des hauteurs de vols comprises entre 100 m et 150 m.

Même si la précision dépend également de la qualité du capteur et de sa taille, le calcul est assez simple à approcher : en effet, la précision qui peut être atteinte est généralement en X et Y de 1 à 2 fois le GSD et 3 fois en Z. Donc, si le GSD est de 3 cm, cela donne 3 cm à 6 cm de précision en X et Y et 9 cm en Z (le plus important). Si l'objectif est d'atteindre une précision de 5 cm en X, Y, Z, il faudra disposer d'un GSD de maximum 1,6 cm. Là encore, l'utilisation du GNSS n'est donc pas toujours la solution la plus adaptée pour mesurer les cibles au sol, même si les autres solutions sont plus contraignantes, donc plus longues, plus techniques et forcément plus onéreuses. Toujours pour un contrôle, il est fondamental de noter les modifications qui sont intervenues durant la prise de vue.

Par exemple, lors d'un levé sur une zone avec une texture homogène (par exemple un champ), si un nuage survient au cours du vol, un certain nombre d'images présenteront une luminosité beaucoup plus faible ; le logiciel risque alors de faire deux blocs (temps clair et temps couvert) sans trouver aucun point homologue entre ces deux zones... Il risque alors de produire un effet de « marche » qui, dans certains cas, peut atteindre plusieurs mètres ! Dans une telle situation, un simple contrôle visuel du nuage de points généré permettra de détecter le problème et d'envisager sa correction. Plus le nombre de photos sera élevé, plus il sera facile de trouver manuellement des points homologues et éventuellement de corriger le problème sans retourner sur le terrain...

Il faut donc se donner les moyens nécessaires pour atteindre la précision recherchée, d'autant que voler un peu plus longtemps pour avoir plus de *keypoint* (points homologues trouvés par le logiciel entre les photos) ne coûte pas beaucoup plus cher. C'est justement la plus-value du géomètre-expert, par rapport à d'autres prestataires, de pouvoir expliquer au client ces différents fonctionnements, méthodes de contrôle et recherche de précision. Ce qui suppose cependant que la demande de ce même client ait été bien exposée de sa part et bien analysée par le géomètre-expert.

La pédagogie devient essentielle sur ce point en sachant qu'avec un smartphone et un logiciel libre, n'importe qui peut produire un modèle 3D en quelques secondes. Qui certes ne sera pas cher, qui certes sera « joli », mais qui n'aura aucun intérêt dans une utilisation professionnelle.

Le drone jouit d'un aspect ludique et moderne, tandis que les logiciels, relativement faciles d'accès, fonctionnent en « boîte noire » après seulement quelques clics... Mais, sans la rigueur dans la sélection du matériel, l'utilisation des logiciels et la mise en place de contrôles, que dire de la fiabilité et de la valeur des résultats ? ■

# « Faisons de la réglementation une force »

Comment et pourquoi utiliser un drone ? Quels sont ses avantages et ses contraintes ? Quel est l'avenir de cette technologie ? Benoît Greuzat, géomètre-expert en Seine-et-Marne (cabinet Greuzat, deux associés, trente-trois collaborateurs, quatre implantations), fait part de son expérience.

PROPOS RECUEILLIS PAR MICHEL RAVELET

## Le drone est-il devenu l'outil idéal pour le géomètre-expert ?

Je me suis acheté l'un des tout premiers drones grand public il y a presque dix ans, pour l'aspect ludique et la prise de vidéos basse résolution. Un tutoriel sur YouTube montrait comment extraire des images fixes et en faire un MNT sans grand intérêt, mais ça m'a passionné. Ensuite, les fabricants ont suivi.

Pour moi, c'était une évidence. Produire de la donnée, la qualifier et la garantir, c'est notre cœur de métier et, sur ce sujet, le drone peut révolutionner ce métier et faire des choses extraordinaires, au-delà du simple aspect économique. Ce serait une erreur monumentale que notre profession ne s'y investisse pas, a fortiori lorsque le marché commence à être pris par d'autres.

Mais le premier réflexe qui consiste à dire que le drone résout tous les problèmes est une erreur. Certes, l'aspect médiatique est important, mais il existe un cadre dans lequel il doit s'inscrire et c'est ce qu'il faut expliquer au client, et tout anticiper, sinon il faut s'attendre à un revers. L'acceptabilité des drones est également à prendre en compte ; il est par exemple plus compliqué d'intervenir sur le domaine public, où nous sommes beaucoup plus embêtés par des riverains inquiets de voir le drone évoluer près de chez eux, que sur les sites fermés, où les mises en place de procédures de sécurité font déjà partie du quotidien des clients concernés.

## Alors pourquoi investir dans un drone ?

Il y a un réel intérêt technique et économique. Avec un drone, nous pouvons proposer des prestations plus denses et mieux résolues qu'avec des techniques traditionnelles. En associant données topographiques et photos haute résolution, nous aboutissons à une immersion virtuelle, dans une carto 3D, dans un temps record après le vol. Le plan 2D vit à l'évi-

dence ses derniers instants. Demain, et même aujourd'hui, nous verrons le monde en 3D. Au cabinet, nous suivons la topographie de carrières depuis des années. Il fallait travailler en compilant des plans terrestres non exhaustifs et acquis parfois à proximité d'endroits dangereux pour nos personnels. Aujourd'hui, avec le drone, nous pouvons réaliser des captures globales des sites, sans zones « blanches », le tout en réduisant de façon considérable les risques pour les personnels intervenant sur les sites.

Le maillage 3D associé à la texture haute résolution facilite l'appropriation de la donnée 3D pour les non-professionnels de la manipulation de données graphiques 3D. Ainsi, une maquette 3D d'un site est en fait désormais utilisée, au-delà de l'exploitant intéressé par la donnée topographique, par tous les services : aux communicants de l'entreprise, à son dirigeant, à ses propres clients...

## La profession a-t-elle pris du retard ?

Oui et non...

Oui, car les géomètres-experts ont parfois été dépassés en termes de marchés gagnés par des intervenants n'offrant pas les mêmes garanties et la même fiabilité. Ils n'ont pas pu démontrer leur compétences réelles vis-à-vis des donneurs d'ordre en termes de garantie, de connaissance des fichiers 3D, de cartographie, de nuages de points... Par manque de connaissance de cette nouvelle concurrence, ils n'ont pas pu expliquer pourquoi ils sont plus cher et démontrer qu'il n'y a pas de garantie en face. Comme nous n'avons pas offert d'option pour présenter une prestation différente, certains marchés ont été pris, notamment par des start-up du secteur financées par des grands groupes, qui ne cherchent pas, en tout cas à court terme, à être rentables ; ce qui complique un peu plus les choses...

Non, car passé l'effet de mode axé uniquement sur le drone, on peut dire sans rougir que les compétences des géomètres-experts en photogrammétrie sont bien réelles et qu'aujourd'hui le géomètre-expert reste le seul interlocuteur capable de maîtriser l'ensemble des outils d'acquisition de la donnée et donc d'être capable de proposer des solutions globales s'adaptant parfaitement aux besoins des clients. Tous les géomètres-experts s'intéressent aux drones. Ils en discutent sur les stands des salons professionnels, se renseignent... Il y a vraiment une prise de conscience de l'intérêt de l'outil pour compléter la palette des outils d'acquisition. Mais il reste que le levier image étant très fort, nous devons faire face à une pluralité d'intervenants peu fiables.

## Quelles sont les limites du drone ?

Il ne peut pas tout remplacer. Le drone permet de prendre de la hauteur, d'atteindre des endroits inaccessibles, de résoudre des problèmes de sécurité, mais, surtout, il permet d'acquérir rapidement de la donnée. Par exemple, nous arrivons à une récolte très importante sur 300 ha en trois heures avec 300 millions de points.

Mais la réglementation limite beaucoup d'utilisations. Même si je m'inscris dans cette réglementation logique pour des impératifs de sécurité. En 2015, nous avons raté le coche sur l'évolution de la réglementation et nous n'avons pu peser dans les évolutions législatives. La commission technique de la mesure de l'OGÉ siège désormais au Conseil national du drone civil, nous participons aux discussions pour développer la filière et notamment les travaux sur l'évolution de la réglementation.

## Cette réglementation est-elle trop rigide pour les professionnels ?

La problématique de base est souvent la sécurité, a fortiori quand, avec un drone, on peut aller jusqu'à 8 kg en zone urbaine et même 25 kg hors zone urbaine. Nous devons nous placer dans un fonctionnement économique et intégrer le coût de cette sécurité.

Quand on parle de sécurité, ça semble simple... En vérité, c'est très complexe. Dès que nous sommes dans une zone urbaine, un seul télépilote ne peut pas tout gérer, à l'inverse d'une zone dégagée où une ou deux personnes seulement sont susceptibles de passer. Il en va de la responsabilité de l'exploitant, qui a tout intérêt à respecter ces règles de sécurité. De très nombreux vols se font hors réglementation ; tôt ou tard, il va y avoir des accidents et la réglementation risque de se durcir.

Conseiller, argumenter, garantir une prestation qui tient compte de son environnement et de la sécurité fait également partie de notre ADN ; faisons de la réglementation une force et non une faiblesse notamment au regard de la concurrence « sauvage » dans ce domaine.

## Les clients sont-ils sensibles à l'utilisation d'un drone sur leur site ?

Le drone est un atout pour le cabinet vis-à-vis du client, mais ce n'est pas un atout décisif dans tous les dossiers. Nous avons beaucoup de clients dans le domaine environnemental ou industriel. Pour eux, la plus-value consiste à proposer une solution rapide, et à s'affranchir des contraintes d'un site ou traiter une zone normalement inaccessible avec d'autres moyens.

On entend souvent dire que « ça fait vendre parce que c'est nouveau ». Oui et non...

Oui, car il y a des marchés nationaux qui se montent parce

que, en haut lieu, « on veut faire du drone ». Mais ils sont souvent montés en méconnaissance des réels besoins du terrain et tout en supposant que tout est possible avec un drone.

Non, car, comme toujours, la vraie problématique est d'apporter des solutions fiables à nos clients pour répondre à leurs demandes ou résoudre leurs problèmes. Il faut donc écouter le client, comprendre sa demande et lui proposer les différentes solutions possibles avec leurs avantages et leurs inconvénients. C'est cette notion de conseil qui fait notre force. Parfois, le drone est la bonne solution, parfois non...

## Il y a quand même des contraintes ? Sur la formation du personnel ?

Pour la partie traitement des données, le drone est similaire à la problématique du scanner. Avec sa formation de base en photogrammétrie, l'ingénieur géomètre acquiert très vite les connaissances nécessaires à la manipulation des logiciels. Mais l'exploitation du nuage de points nécessite une formation spécifique des personnels techniciens pour travailler en 3D. Il faut une réelle mise à niveau de nos techniciens, un important effort de formation qui fait parfois défaut aujourd'hui. La formation des élèves de BTS n'est peut-être pas suffisante dans ce domaine alors qu'il existe désormais un vrai besoin concret.

Une autre contrainte tient à la météo qui influe beaucoup, avec un impact il est vrai différent entre le nord et le sud de la France. Notre problème numéro un, en Ile-de-France, c'est souvent le temps, la pluie, le vent... Le tout devant être croisé de façon optimale avec les demandes d'autorisation et le planning exigé par le client...

## Les cabinets de géomètres-experts doivent-ils s'adapter à ce nouvel équipement ?

Les investissements restent raisonnables. Aujourd'hui, un drone et son capteur professionnel deviennent moins cher qu'une antenne GPS. C'est surtout bien moins cher qu'une station totale haut de gamme. Nous ne pourrions pas nous passer de station totale, parce que le drone ne peut pas tout faire, mais l'inverse est vrai aussi : nous devons penser à l'avenir et il est clair que, demain, nous ne pourrions nous passer d'un drone. Pour demain, nous devons utiliser au mieux les techniques d'aujourd'hui qui vont vite évoluer. Il existe plusieurs types de drones intéressants pour notre profession en fonction de la typologie de travaux à effectuer, certains pouvant embarquer jusqu'à 7 kg environ de capteurs.

A la vitesse où vont les développements sur les drones, les plus performants vont vite assimiler les problématiques des différents chantiers, résoudre des aspects de sécurité et leur mise en œuvre sera de plus en plus aisée. Certes, il faudra toujours avoir les chantiers qui vont avec... ■

# Des règles strictes mais pragmatiques

La réglementation relative à l'usage des drones est précise, que ce soit pour l'utilisation de l'aéronef ou pour son insertion dans l'espace aérien. Deux approches qui font l'objet d'un encadrement spécifique.

## QUATRE SCÉNARIOS

**S1** – Utilisation hors zone peuplée, sans survol de tiers, en vue et à une distance horizontale maximale de 200 m du télépilote

**S2** – Utilisation hors zone peuplée, sans tiers au sol dans toute la zone d'évolution, ne répondant pas aux critères du scénario S1, à une distance horizontale maximale d'un kilomètre du télépilote

**S3** – Utilisation en zone peuplée, sans survol de tiers, en vue et à une distance horizontale maximale de 100 m du télépilote

**S4** – Utilisation hors zone peuplée ne répondant pas aux critères des scénarios S1 et S2.

Même si la France est à la recherche d'une harmonisation européenne sur ce qu'il faut bien qualifier de nouvelle technologie, au moins avec ses voisins transfrontaliers, nous en sommes encore loin. Pour l'heure, chacun a mis en place sa propre conception de l'usage d'un drone, avec des écarts d'approche très importants, de la réglementation la plus stricte à la quasi liberté. Pour ce qui est de la France, les pouvoirs publics ont été les premiers d'Europe occidentale, dès 2012, à prendre la mesure de ce développement technologique qui est une réelle avancée dans l'acquisition de données et qui comble le vide qui existait entre les prises de vue aériennes ou satellitaires et les prises de vue terrestres. Le drone, par sa souplesse d'emploi, son coût abordable et ses conditions de vol, notamment à faible altitude, donne un nouvel élan à la photogrammétrie et s'avère un outil presque indispensable pour des chantiers aussi différents que des levés de carrières, les auscultations d'ouvrages, la modélisation de bâtiments... Le drone n'est pas un outil à tout faire, qu'il s'agisse d'une aile volante ou d'un multirotor, mais il s'est taillé une place incontournable.

L'approche réglementaire a cependant dû composer avec ce qui est vite devenu une évidence: le drone n'est pas réservé aux professionnels de la mesure ou du patrimoine. A l'inverse, les usages ludiques ou détournés sont bien plus nombreux et le relativement faible coût des appareils (si l'on excepte les logiciels de traitement des données) les facilite. Cela va du drone dit de loisir, piloté sans formation et bien souvent en méconnaissance des règles de prudence et de sécurité, au drone utilisé dans des conditions volontairement illégales (paparazzi, espionnage, militantisme pour une cause ou une autre, quand ce n'est pas pour « livrer » des téléphones portables dans une cour de prison). Le drone est en outre manifestement destiné à connaître, dans les années à venir, un développement commercial, à preuve toutes les études de marché en cours, des plus louables (l'acheminement rapide de poches de sang ou de médicaments dans des zones éloignées ou sinistrées) aux plus mercantiles (la livraison d'une pizza ou d'une paire de chaussettes commandée sur Internet). Des études si avancées qu'il n'est même plus possible de parler de futur... Pour l'heure, la France s'est dotée d'une réglementation en deux temps, par le biais de deux arrêtés datés du 17 décembre 2015. Le premier est relatif à la conception et aux utilisations des drones, ainsi



J.-P. LABOURDETTE



qu'aux qualités requises pour celui qui les utilise et les dirige et qui prend le nom officiel de « télépilote ». Le second est relatif aux conditions d'insertion d'un drone dans l'espace aérien. Cette réglementation est partie de constats simples : il n'était pas envisageable de laisser faire tout et n'importe quoi compte tenu des normes de sécurité (zone aéroportuaire, survol d'espaces habités, respect de la vie privée, centrales nucléaires ou zones militaires...).

Trois régimes différents ont donc été recensés par ces textes :

- pour l'utilisation de petits drones de loisirs, y compris pour les compétitions, le régime est simplement celui qui existait déjà pour l'aéromodélisme ;
- pour les fabricants de matériels, le régime est celui de l'« expérimentation », qu'il s'agisse de la mise au point de l'aéronef lui-même, de tests en vol, de système de commande, d'appareils embarqués... ;
- pour tout ce qui n'entre pas dans ces deux premiers régimes, on parle d'« utilisations particulières », ce qui concerne notamment toutes les acquisitions de données par les géomètres-experts, les acteurs du BTP, les photogrammètres, les responsables de patrimoine historique... Ce sont ces « utilisations particulières » qui sont essentiellement traitées dans ce dossier. Au-delà de ces trois régimes définis par leur finalité, la réglementation est sur bien des points la même, pour la simple raison que les risques identifiés, de dérive ou de sécurité, sont les mêmes. C'est ainsi qu'une donnée de base est fondée de façon rigide : l'espace aérien utilisable par un drone est limité à une altitude de 150 m au-dessus du sol ou 5 m au dessus d'un ►►

## MASSE MAXIMALE AUTORISÉE EN FONCTION DES SCÉNARIOS

### En vue

#### S1



**Zone non peuplée**  
**Distance ≤ 200 m**  
**Périmètre de sécurité**

#### S3



**Zone peuplée**  
**Masse ≤ 8 kg (aéronefs non captifs)**  
**Distance ≤ 100 m**  
**Périmètre de sécurité**

### Hors vue

#### S2



**Zone non peuplée**  
**Distance ≤ 1 km**  
**Masse ≤ 2 kg si hauteur > 50 m**  
**Périmètre de sécurité**

#### S4



**Zone non peuplée**  
**Masse ≤ 2 kg**  
**Survol de tiers possible**



## Avant tout vol

L'exploitant doit s'assurer avant tout vol que celui-ci est compatible avec les conditions définies dans le manuel d'activités particulières (Map), notamment :

- qu'il relève bien d'un scénario opérationnel prévu dans le Map ;
- que l'aéronef est bien autorisé pour le type de vol prévu et qu'il est apte au vol ;
- que le télépilote est bien autorisé pour le type d'aéronef et le type de vol prévu ;
- que les notifications ou accords préalables au vol requis en fonction du site, de l'altitude ou de la nature du vol ont bien été effectués ou obtenus, et que les conditions définies dans un éventuel protocole sont bien respectées ;
- que les responsabilités respectives ont bien été définies, lorsque plusieurs personnes sont nécessaires pour la mise en œuvre de l'aéronef en sécurité.

Il faut bien avoir conscience que, dans tous les cas de figure, y compris en cas d'erreur humaine ou d'accident, ce sera l'exploitant, c'est-à-dire le géomètre-expert, qui sera directement responsable, au plan civil (mais on ne peut exclure le pénal) vis-à-vis des tiers. Même si la responsabilité du télépilote peut occasionnellement être recherchée, l'exploitant sera vraisemblablement appelé en garantie.

Il ne faut donc négliger aucune vérification avant chantier, le drone représentant potentiellement un peu plus de risque que d'autres matériels du cabinet.

## Les risques

Est puni d'un an d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende le fait d'utiliser un aéronef circulant sans personne à bord dans des conditions d'utilisation non conformes aux règles édictées en vue d'assurer la sécurité (article L.6232-4 du code des transports).

Est puni de six mois d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende le fait pour un télépilote de faire survoler par un aéronef circulant sans personne à bord, par maladresse ou négligence, une zone du territoire français en violation d'une interdiction de survol. Les sanctions sont portées à un an d'emprisonnement et 45 000 euros d'amende en cas de survol volontaire ou de refus de se conformer aux injonctions de l'autorité administrative (article L.6232-12 du code des transports).

Dans ces deux cas ou dans les cas de mise en danger de la vie d'autrui (article 223-1 du code pénal), une peine complémentaire de confiscation du drone peut en outre être prononcée (article L.6232-13 du code des transports).



►► ouvrage artificiel de plus de 100 m de hauteur (un pont à haubans par exemple).

Quatre scénarios possibles sont définis (lire page 34), numérotés de 1 à 4, précédés de la lettre S (pour scénario).

Si les deux premiers (S1 et S2) sont les plus simples, car le drone reste en permanence en vue du télépilote, les deux autres, se déroulant hors vue, restent tout à fait utilisables, le professionnel, dont le géomètre-expert, se pliant aux différentes contraintes.

Attention : selon le scénario utilisé, la masse totale du drone (l'aéronef lui-même plus les équipements embarqués) est également réglementée (lire pages 35 et 40).

Sur un plan pratique, lorsque la mission le justifie (ce qui dépend aussi de la qualité du donneur d'ordre), il est possible, pour un motif professionnel, de faire voler un drone quasiment n'importe où. Cet type d'aéronef est par exemple utilisé pour des reconnaissances dans des zones d'environnement dangereux ou sur des lieux de sinistre. Tout est alors affaire d'autorisation et d'accréditation spéciales. Mais, à la base, il existe quand même des zones dans lesquelles tout survol est

interdit d'une façon générale, d'autres pour lesquelles il faut obtenir un accord préalable, d'autres enfin où une simple notification préalable aux autorités sera suffisante.

## Les zones interdites

Les évolutions des aéronefs télépilotes sont prohibées à l'intérieur des « zones interdites » permanentes (publication d'informations aéronautiques, AIP ENR 5.1). Il s'agit des installations militaires, des centrales nucléaires, des complexes industriels sensibles, le cœur de Paris avec ses ministères, ambassades et autres... A cela s'ajoutent des zones d'interdiction temporaire dont les motifs peuvent être des plus divers, les plus connues étant par exemple le lieu de villégiature d'un chef d'Etat ou le lieu d'une réunion internationale (publiées par arrêté au JO). Toutefois, pour certaines zones interdites, en général permanentes, des autorisations de survol peuvent être accordées, dont les conditions de délivrance sont alors précisées par l'information aéronautique. Le responsable de la mission, et son télépilote, doivent donc se montrer attentifs aux interdictions temporaires, la surveillance y étant particulièrement renforcée. Ces zones sont également interdites de tout survol aérien.

Les évolutions des aéronefs télépilotes au-dessus des parcs nationaux et réserves naturelles (listés à l'AIP ENR 5.6) sont également interdites sauf dans les conditions précisées par l'information aéronautique ou par les textes réglementaires instituant ces parcs nationaux ou réserves naturelles. Il s'agit là essentiellement de ne pas déranger la faune sauvage, même pour ne prendre que des photos naturalistes. ➤➤

## Le télépilote

Au-delà du drone de loisir (régime « aéromodélisme »), piloter un drone, c'est-à-dire devenir selon la dénomination officielle un « télépilote », nécessite de détenir un certificat d'aptitude théorique de pilote d'aéronef habité.

Ce certificat prend la forme d'un QCM (questionnaire à choix multiples) organisé sur le site de la DGAC (direction générale de l'aviation civile) et nécessite une réelle formation à la fois théorique et pratique. Il s'agit de répondre aux questions, avec une marge d'erreurs de 25 % au plus. Loin d'être une simple formalité, il s'agit réellement d'un examen professionnel exigeant qui nécessite un réel apprentissage en amont, à la fois juridique et technique.

En variante, tous les certificats d'aptitude théorique, civils ou militaires, reconnus par la DGAC pour l'obtention d'une licence de pilote, y compris de pilote d'ULM, sont acceptés.

Mais attention : un télépilote utilisant un aéronef dans le cadre du scénario opérationnel S4 (utilisation hors zone peuplée ne répondant pas aux critères des scénarios S1 et S2) doit détenir une licence de pilote d'avion, d'hélicoptère ou de planeur. Le télépilote doit en outre disposer de la formation pratique requise en fonction de l'aéronef utilisé, formation à déterminer par l'exploitant. Pour être clair, il doit avoir été formé (justificatif à l'appui) au maniement du type de drone utilisé, a priori par la société qui commercialise ce drone, ce qui en soit est une évidence et une contrainte somme toute légère pour un levé de carrière. Mais, pour une inspec-

tion de pylône sans visibilité, la formation peut demander un mois. D'autant que c'est l'exploitant qui, lui seul, sait quelles seront les exigences des missions.

Le certificat d'aptitude théorique est acquis une fois pour toutes. Mais il est strictement personnel. Ce qui signifie qu'un cabinet de géomètre-expert qui s'équipe d'un ou de plusieurs drones devra en permanence disposer, parmi les membres de son personnel, d'un télépilote certifié, ce qui sous-entend de ne pas prendre le risque de n'en avoir qu'un (risque de démission, de congés, de maladie...). C'est ce qui explique que certains cabinets bien équipés en matériels proposent de sous-traiter les acquisitions de données par drones, ayant développé un réel savoir-faire et une surface technique stable, avec ou sans traitement ensuite des données acquises et des nuages de points.

Certaines sociétés ont senti le marché et proposent également leurs services pour l'acquisition des données par drones, étant équipées tant en matériels qu'en télépilotes, mais il faudra alors bien vérifier la fiabilité des mesures et plus encore des contrôles de la mesure (lire page 28).

Les écoles et lycées techniques ont bien compris l'importance que peut revêtir le drone dans la formation et le cursus d'un jeune, qu'il soit technicien ou ingénieur. L'ESGT s'est par exemple dotée d'un drone afin de familiariser ses élèves avec le traitement des données acquises grâce à ce type de matériel et ses fonctions d'utilisation. Les élèves en BTS au lycée technique Cantau, à Anglet (Pyrénées-Atlantiques), sortent tous avec le certificat en poche, ce qui leur permet d'être directement opérationnels dans les cabinets.



M. RUAUDY / PEUPLADE TV



## Les zones avec accord préalable

Il s'agit des classements en « zone réglementée » ou « zone dangereuse », qui peuvent là aussi être permanentes ou temporaires :

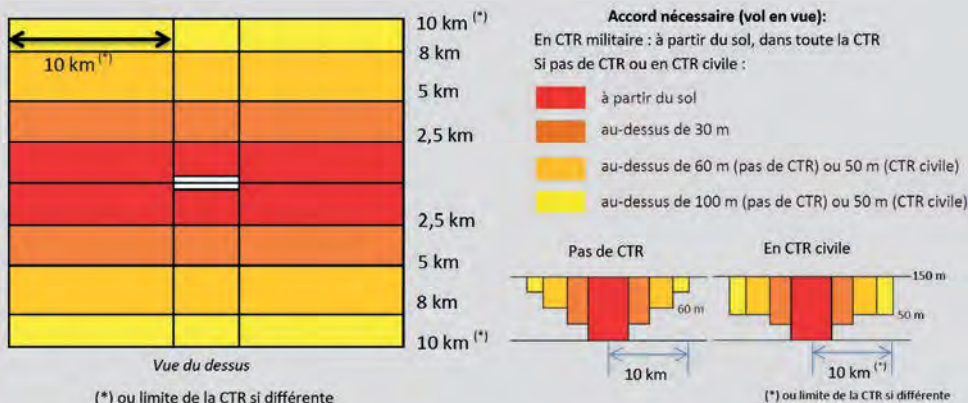
- établissements portant des marques distinctives d'interdiction de survol à basse altitude (AIP ENR 5.0). L'autorisation est à demander au gestionnaire de la zone ;

- à proximité des aérodromes, un accord est requis avant tout vol sur l'emprise d'un aérodrome ou au-dessus d'une hauteur maximale fixée par la réglementation en fonction du type d'aérodrome et de la distance aux pistes (lire ci-contre) ;

- « zones de contrôle » (CTR), pour lesquelles une autorisation préalable est requise. Dans ces zones, l'autorisation est requise avant tout vol hors vue ou avant tout vol en vue au-dessus de 50 m d'altitude, auprès de l'organisme civil qui la gère. La même autorisation est exigée avant tout vol en vue, dans une CTR contrôlée par un organisme relevant du ministère de la Défense.

## Les zones avec notification préalable

Hors les zones pour lesquelles il semble évident qu'un survol va poser souci, c'est un système de notification préalable qui se met en place, notamment pour le scénario S3 (mais d'autres peuvent être concernés) qui va se dérouler surtout en zone peuplée. C'est le cas le plus fréquent pour le professionnel de la mesure. Une déclaration doit être faite à la préfecture territorialement compétente en utilisant le formulaire Cerfa n° 15476 (disponible en ligne, ainsi que sa notice d'information) avec



Piste > 1 200 m ou équipée de procédures aux instruments

## Voler à proximité d'un aérodrome

Le vol à proximité d'un aérodrome est particulièrement réglementé, ce qui se comprend aisément, le drone pouvant entrer en collision avec un avion et ses équipements de contrôle pouvant dangereusement interférer avec ceux de la tour de contrôle ou des aéronefs civils ou militaires.

Deux cas de figure sont prévus par la DGAC, selon l'importance de l'aéroport (longueur de piste et équipements en procédures d'équipements d'approche et de décollage) : piste ≤ 1 200 m non équipée de procédures aux instruments et piste > 1 200 m ou équipée de procédures aux instruments (schéma ci-dessus).

## Voler en zone urbaine

### Avant le vol

- Déclaration en préfecture au moins cinq jours ouvrables avant le vol (le silence vaut acceptation).

### Pendant le vol

- Maximum 150 m d'altitude et 100 m du télépilote, le drone restant à vue.
- Vol de jour.
- Périmètre de sécurité obligatoire, survol de tiers interdit.
- Respect de la vie privée.





CAB. GREUZAT

## Un drone au cabinet

un préavis de cinq jours ouvrables (il faut donc en retrancher les samedis, dimanches et jours fériés). Le point important, c'est que le silence de l'administration vaut acceptation. Le responsable du vol doit donc se ménager la preuve de sa démarche (et de la date de réception par les services préfectoraux). Il est conseillé, afin d'éviter tout problème, d'effectuer la demande le plus en amont possible, sauf bien entendu en cas d'urgence.

Ce préavis est réduit à 24 heures pour tout vol hors vue, tout vol en vue au-dessus de 50 m, dans les zones de manœuvres et d'entraîne- ➤

Le géomètre-expert qui équipe son cabinet avec un ou plusieurs drones devient aux yeux de la réglementation un exploitant d'aéronef dès lors qu'il agit dans le cadre des « activités particulières », c'est-à-dire, pour simplifier, dans le cadre d'activités professionnelles.

Il ne peut alors utiliser son drone qu'aux conditions suivantes :

- avoir déclaré son activité à la direction de la sécurité de l'aviation civile (Dsac) et avoir reçu un accusé de réception. Cet accusé de réception est à renouveler tous les 24 mois ;
- s'assurer que les aéronefs utilisés possèdent une attestation de conception ou, lorsqu'une telle attestation n'est pas requise, s'assurer que ces aéronefs satisfont les conditions techniques applicables, et les maintenir en état de navigabilité. Cette condition est bien légère, le commer-

cial fournissant les éléments justificatifs ;

- s'assurer que les télépilotes détiennent les certificats et titres requis par la réglementation, leur délivrer une déclaration de niveau de compétence et évaluer périodiquement leur compétence théorique et pratique ;
- rédiger un manuel d'activités particulières (Map) décrivant les modalités d'application de ses obligations réglementaires, le tenir à jour et s'assurer qu'il est correctement mis en œuvre ;
- mettre en place un système d'analyse et de suivi des événements ;
- adresser un bilan annuel de l'activité à la Dsac ;
- vérifier que le cabinet dispose bien d'une assurance de responsabilité civile professionnelle couvrant l'utilisation d'un drone (à l'image du contrat groupe de l'OGE), au-delà de la simple perte de matériel.



### Les anti-drones

Eternelle lutte du canon contre la cuirasse, les intrusions de drones sont devenues la bête noire des services de sécurité, après des survols en toute illégalité sur des sites extrêmement sensibles, y compris au cœur de Paris. La riposte se met en place, même si elle s'avère terriblement difficile, car le drone, volant à très basse altitude, est difficilement décelable bien que porteur potentiel d'un danger. Les armes classiques sont peu efficaces, voire pas du tout, d'où l'idée d'utiliser des drones chasseurs de drones et des zones de brouillage des émissions de commande. L'armée de terre française, pour sa part, teste quatre aigles spécialement dressés pour capturer les drones en vol. L'autre parade va consister à systématiquement poursuivre et réprimer les vols ne satisfaisant pas à la réglementation.

### Masse maximale autorisée

Depuis le 1er janvier 2017, la commande manuelle de coupure moteur, déjà requise, doit désormais être indépendante des automatismes embarqués de contrôle de la trajectoire de l'aéronef pour toute nouvelle demande d'attestation de conception en S2. Les appareils et types d'appareils homologués avant cette date pourront continuer à circuler et être opérés en S2, sauf pour les drones dits « sur étagère » d'un maximum de 2 kg. Chaque drone est par ailleurs équipé d'une plaque d'immatriculation de l'exploitant. Voir aussi page 35.

### Vie privée : une contrainte à respecter

Un vol enregistrant des données au sol comporte à l'évidence le risque de capter certaines données à caractère privé. La composition d'une propriété privée, le numéro d'immatriculation d'une voiture, la présence d'une personne identifiable... L'article 226 du Code pénal réprime toute atteinte à la vie privée d'autrui, mais en précisant bien que cette atteinte doit se faire « volontairement ». Le fait de capter des éléments de nature à porter atteinte à l'intimité des tiers n'est pas en lui-même condamnable si cette captation s'est faite à l'occasion d'une mission totalement différente (par exemple un levé de corps de rue). En revanche, il faudra être particulièrement vigilant lors de la restitution des données, notamment s'il s'agit de photographies et flouter tout élément susceptible de porter atteinte à la vie privée. Ce fut par exemple le cas avec Google Street Map, contraint sous le poids des procédures contentieuses de flouter toutes les personnes physiques et les plaques d'immatriculation visibles sur ses données. L'article 226-1 du Code pénal prévoit jusqu'à un an d'emprisonnement et 45 000 euros d'amende pour le fait de fixer, enregistrer ou de transmettre, l'image d'une personne se trouvant dans un lieu privé sans son consentement.

» ment militaires, aux horaires d'utilisation publiés. Globalement, il ressort de cette réglementation qu'elle revêt un aspect rationnel et pragmatique, puisqu'à chaque règle de base correspond son exception. Ce qui sous-entend que, si le télépilote amateur ou ne présentant pas toutes les garanties nécessaires sera interdit de vol dans de nombreux cas, le professionnel, dont le géomètre-expert qui offre une garantie liée à son appartenance à un ordre, une assurance professionnelle et qui est lié par des règles déontologiques, pourra obtenir les dispenses et autorisations nécessaires pour effectuer tout types de chantiers, a fortiori lorsque le donneur d'ordre sera propriétaire ou gestionnaire de la zone ou de l'ouvrage.

Ce sera également le cas pour des survols au-delà des 150 m d'altitude (certains fabricants proposent des matériels adéquats) pour des missions spécifiques telles des surveillances d'ouvrage d'art. Un arrêté du 30 mars 2017 modifiant l'arrêté du 17 décembre 2015, relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord, adapte la réglementation afin de permettre les évolutions des aéronefs qui circulent sans personne à bord à l'intérieur des zones réglementées ou dangereuses, lorsque la publication d'information aéronautique (AIP) l'autorise explicitement, et leurs évolutions de nuit et dans les nuages lorsque une ségrégation avec les autres usagers est assurée. Il faut également noter que ce même arrêté fixe la liste des zones interdites à la prise de vue aérienne par appareil photographique, cinématographique « ou tout autre capteur ». ■

# Activités particulières : les exigences de la DGAC

L'utilisation en extérieur d'engins volants, même de petite taille et non habités, est considérée comme une activité aérienne et relève donc de la réglementation applicable à l'aviation civile.

**T**out vol en dehors des quatre scénarios (voir page 34) ou en déviation à ces conditions ne peut être envisagé que dans le cadre d'une autorisation spécifique, après étude au cas par cas d'un dossier justifiant le maintien d'un niveau de sécurité acceptable.

L'exploitant d'un aéronef utilisé pour des activités particulières doit déclarer son activité à la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), et renouveler sa déclaration à chaque modification de son activité et de manière systématique tous les vingt-quatre mois.

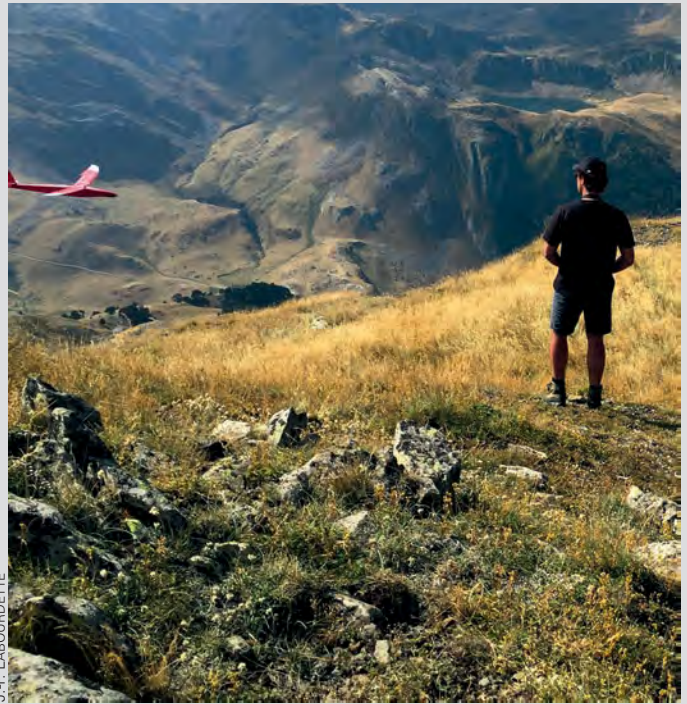
Il doit documenter son activité et la façon dont il satisfait à ses obligations réglementaires dans un manuel d'activités particulières (Map) qu'il tient à la disposition des autorités en cas de contrôle.

Les télépilotes doivent détenir un certificat d'aptitude théorique de pilote d'aéronef habité et l'exploitant doit s'assurer de leur compétence pratique. Pour les opérations les plus complexes (hors vue à grande distance), les télépilotes doivent détenir une licence et une expérience minimale de pilote d'aéronef habité.

La réglementation fixe des dispositions relatives aux aéronefs télépilotes et aux conditions de leur utilisation qui visent à assurer la protection des tiers au sol et des autres usagers de l'espace aérien.

Afin d'assurer la protection des tiers au sol :

- le survol de certains sites sensibles est interdit ou soumis à autorisation préalable ;
- dans le cas général, un périmètre de sécurité doit être établi au sol afin que l'aéronef reste éloigné de toute personne étrangère à la mission ;
- le survol de tiers n'est envisageable qu'en dehors des agglomérations et à distance des rassemblements de personnes, pour des aéronefs de moins de 2 kg et sur la base d'une analyse de sécurité ;
- en agglomération ou à proximité des rassemblements de personnes, la masse maximale des aéronefs télépilotes est limitée et ceux qui font plus de 2 kg doivent être captifs ou équipés d'un dispositif limitant l'énergie d'impact en cas de crash (parachute...);
- les vols en agglomération doivent faire l'objet d'une déclaration préalable auprès de la préfecture concernée ;
- sauf pour les types d'opérations les plus simples, les



aéronefs télépilotes doivent faire l'objet d'une attestation de conception de la DGAC ;

- les aéronefs de plus de 25 kg ou utilisés en dehors des principes ci-dessus doivent satisfaire des conditions techniques définies au cas par cas.

Afin d'assurer la protection des autres aéronefs :

- sauf autorisation particulière, les aéronefs télépilotes ne sont autorisés à évoluer qu'en dessous de 150 m. Les aéronefs utilisés hors vue de leur télépilote ne sont autorisés à évoluer au-dessus de 50 m que si leur masse est inférieure ou égale à 2 kg ;
- toute utilisation hors vue du télépilote, à proximité des aérodromes, à l'intérieur de zones d'espace contrôlé ou à accès réglementé, est soumise à un dispositif d'autorisation ou de notification préalable.

Ces principes étant posés, il n'en demeure pas moins que certaines utilisations des drones n'entrent pas dans les quatre schémas de vol envisagés. Il est alors prévu un examen au cas par cas, sur la base d'un dossier justifiant le maintien d'un niveau de sécurité acceptable. Ce processus peut dans certains cas se rapprocher de la certification des avions habités, et suppose en général une phase préalable d'expérimentation. Le site [www.ecologique-solidaire.gouv.fr](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr) publie, outre la réglementation, tous les modèles de formulaires de déclaration à utiliser selon différents cas de figure (vol en zone peuplée, organisation de l'exploitant, autorisations spécifiques...). ■

# FAUT-IL AVOIR PEUR



## DES DRONES ?

Hier objets de fiction et de fantasmes, les drones ont fait aujourd'hui leur entrée dans la « vraie vie ». Militaires, ils se déploient en Afghanistan ou au Pakistan. Civils, ils servent de joujoux aux grands enfants, quand ils ne sont pas utilisés comme outils de surveillance. Bref, ils investissent petit à petit un ciel déjà bien occupé.

Quelles sont les conséquences de leur prolifération sur nos activités aériennes de loisir ?

Que dit la loi ? Et, surtout, à quoi s'attendre dans les années à venir ?

**DOSSIER : FAUT-IL AVOIR PEUR DES DRONES ?**

# Faut-il avoir peur des drones ?

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le sujet... **Nicolas Vaunois** vous donne des informations détaillées et pratiques.

**Les drones  
ne savent pas  
appliquer la règle  
« Voir et éviter ».**

Ce qui semblait de la science-fiction il y a quelques années encore devient aujourd'hui réalité. Les avions sans pilotes, dirigés à distance ou par l'intelligence artificielle, arrivent peu à peu dans notre espace aérien. Problème : avec une vision qui se limite, dans le meilleur des cas, à une caméra embarquée, les drones ne savent pas appliquer la règle « Voir et éviter ». Ces nouveaux arrivants vont-ils pouvoir cohabiter avec l'aviation légitime ?

**Définition et origines.** Qu'est-ce qu'un drone ? D'après Wikipédia, c'est un « aéronef sans pilote humain à bord », aussi désigné par le jargon officiel de la DGAC « aéronef non habité ».



Suivis par liaison de données ou caméra embarquée, les drones télépilotés par un opérateur au sol « hors vue » sont très utilisés, notamment dans l'armée.

On fera la différence entre ceux qui sont « télépilotés » par un opérateur au sol et ceux qui sont autonomes, pilotés par les algorithmes de leur intelligence artificielle. Parmi les « télépilotés », on fera également la distinction entre ceux qui sont pilotés « en vue » de l'opérateur au sol, et ceux qui sont pilotés « hors vue », grâce à la retransmission des données de vol et éventuellement l'image filmée par une caméra embarquée. Évidemment, on recourt le plus souvent à un mélange entre autonomie et télépilotage, les automatismes s'occupant de la conduite du vol, pour que l'opérateur se concentre sur la navigation et la conduite de la mission.

Les drones, ou UAV (*unmanned aerial vehicle*) en anglais, ne sont pas des petits nouveaux. Le premier vol d'un « avion cible » eut lieu en 1916 aux États-Unis, et en 1923 en France. Si elles ne sont pas techniquement des drones, les sinistres bombes volantes V, utilisées pendant la Seconde Guerre mondiale, reposent sur cette idée de pouvoir frapper l'ennemi

sans risquer la vie d'un pilote. Les militaires américains maîtrisent peu à peu ce concept depuis les guerres de Corée et du Vietnam, et l'armée française dispose déjà de toute une panoplie. L'armée de l'Air, par exemple, a basé une escadrille composée de quatre drones de reconnaissance SIDM Harfang de conception israélienne à Cognac, et les a utilisés dans les conflits récents afghans et lybiens. L'armée de Terre déploie quant à elle quelques drones tactiques de 350 kg SDTI, lancés sur un rail, et des drones portables de renseignement DRAC, lancés à la main. La nouveauté est qu'avec les progrès de l'électronique, de la miniaturisation et des liaisons par satellite, les civils commencent maintenant à s'y intéresser, du particulier jusqu'aux industriels, en passant peut-être un jour par les compagnies *low cost* qui voudront faire l'économie des pilotes. Il faut dire qu'à mission équivalente, le coût d'utilisation d'un drone est généralement largement inférieur à celui d'un aéronef piloté, pour diverses raisons qui n'ont pas forcément à voir avec le salaire du pilote ! Autres atouts : un drone peut être miniaturisé, et peut également voler dans un environnement hostile comme par exemple l'enceinte d'une centrale nucléaire. Au Japon, des centaines de drones hélicoptères Yamaha R-MAX sont utilisés pour l'épandage agricole.



L'Harfang, de conception israélienne, a été utilisé dans les récents conflits afghans et lybiens.

## Lexique

**SIDM** : système intérimaire de drone male.  
**SDTI** : système de drone tactique intérimaire.  
**DRAC** : drone de reconnaissance au contact.

Les drones militaires sont techniquement en avance sur leurs homologues civils. Ici, le nEUROn de chez Dassault Aviation, en développement (vue d'artiste).



## Drônes civils : pour bientôt ?

Pour l'instant, il n'existe pas énormément de drones civils en fonction dans notre espace aérien, mais le potentiel est phénoménal. Leurs usages n'ont pour limite

# Dossier

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le sujet... **Volez!** vous donne des informations détaillées et pratiques.



Le Parrot AR Drone, contrôlable à partir d'un smartphone, est accessible au grand public pour 300 € environ.

que celles de l'imagination : sondages, photo aérienne, surveillance d'ouvrages d'arts, de lignes électriques, de pipe-lines, de caténaires, maintien de l'ordre, lutte anti-incendie, info sur le trafic routier, etc. La police s'est dotée en 2008, à titre expérimental, d'un petit drone Elsa de 1 kg, chargé de surveiller les manifestations. Les pompiers ont de leur côté testé en 2009 le Minirec, un hélicoptère chargé de repérer et de localiser des personnes dans un immeuble en feu.

Sur le papier, la conception de drones civils de grande taille ne semble pas être insurmontable, l'utilisation des commandes de vol électriques n'imposant plus la présence du pilote à bord. Ce dernier pourrait très bien transmettre ses ordres par data-link (liaison de données) depuis le sol. La méthode s'avère totalement transparente pour le contrôle aérien, du moins pour le vol aux instruments. Actuellement, la mise au point des micro-drones est beaucoup moins aboutie, car ceux-ci sont soumis à des aléas de fiabilité,

de vulnérabilité aux éléments et ne sont pas assez autonomes dans la réalisation de leur vol.

Pourtant, c'est du côté des « jouets pour grands » que la démocratisation arrive, puisque, toujours dans le domaine de la « surveillance », n'importe qui peut acheter dans une grande chaîne de magasins un AR Drone de la marque Parrot, pilotable par smartphone, et ainsi garder un œil sur sa voisine par-dessus la clôture. Allez également jeter un coup d'œil sur les vidéos du « Team BlackSheep », un site internet qui vous propose d'acquérir pour environ 3 000 \$ (environ 2 300 €) un modèle réduit pilotable à longue distance (40 km) grâce à des lunettes de réalité virtuelle. Vous pourrez admirer les vols qu'ils ont faits au-dessus de Manhattan ou de Berlin... Mais est-ce bien légal ?

Ce qui limite pour l'instant la taille des drones civils, c'est vraisemblablement la réglementation. D'une part, la question de la fiabilité se pose : le législateur craint de voir un drone échapper à tout contrôle et de finir sa course dans une zone habitée. Autant le risque pour les populations est limité avec des modèles réduits, autant la question est cruciale avec des aéronefs de grande taille. Mais, surtout, il n'est pas possible d'intégrer les drones dans la circulation aérienne générale, car la technologie leur permettant de « voir et éviter » n'existe pas. Dans les basses couches de l'atmosphère, dans les espaces fréquentés par les VFR et à plus forte raison les espaces G et E, c'est un réel handicap. La réponse réglementaire ? Sé-gré-ga-tion ! Et les premiers concernés seront bien entendu les pilotes d'aviation légère...

## Deux types de réglementation.

Ce n'est que récemment que la réglementation s'est adaptée à ce nouveau problème. Si un arrêté existait en 1986 pour évoquer « les aéronefs ne transportant aucune personne à bord », il concernait surtout les modèles réduits – considérés techniquement comme des drones. Eurocontrol, l'organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne, ne s'est penché sur le sujet qu'en 2004 pour valider des spécifications qui ont été traduites dans le droit français en 2007. Le projet initial de cet arrêté mettait tous les drones « en boîte », y compris les aéromodèles de loisir.

**La réglementation limite la taille des drones civils : le législateur craint de voir un drone échapper à tout contrôle et finir sa course dans une zone habitée. Mais, surtout, il est impossible d'intégrer les drones dans la circulation aérienne générale, faute de capacités à « voir et éviter ».**

**DOSSIER : FAUT-IL AVOIR PEUR DES DRONES ?**

# Faut-il avoir peur des drones ?

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le sujet... **Nicolas Vaunois** vous donne des informations détaillées et pratiques.

## Mais où se cachent les drones ? Zones, transits, airways...

La Défense a fait modifier l'intitulé de quasiment toutes ses zones, et notamment celui des zones associées aux champs de tir, en y portant la mention « vol d'aéronefs télépilotés ».

Certaines zones sont particulièrement dédiées aux drones et à leurs essais.

### • Militaires :

- R5 Chaumont (ci-dessous) où est établi le 61<sup>e</sup> régiment d'infanterie spécialisé dans les drones tactiques ;



- R9 Bourges pour les tests de l'établissement technique de Bourges (ETBS).

### • Civils :

- R167 Montluçon (ci-après) pour l'atelier de Sagem, du groupe Safran, qui construit le SDTI ;



- R188 Saint-Lubin-de-la-Haye (ci-dessous) pour le groupe EADS.



Pour traverser des AWY (airways) civils, on a créé des « couloirs » de drones en altitude activés pour le temps du



transit : R49d Cognac (ci-dessus), R33 Solferino (Mont-de-Marsan - Cazaux, ci-dessous).



Toute une batterie de zones temporaires est prévue dans les espaces du CEV d'Istres pour les premiers vols du drone nEUROn et la campagne d'essai qui s'ensuit, de juin 2012 à juin 2014.

### Piratage : possible ?

Les drones étant commandés via une interface logicielle, ils sont, comme tout système informatique, susceptibles de violations. Même si le risque de voir des drones sous le contrôle de « mauvaises mains » est très réduit (les systèmes sont sécurisés au maximum), il existe. C'est pourquoi la DGAC, soucieuse de la fiabilité de ces appareils, inclut cette éventualité dans ses préoccupations. On peut d'ailleurs penser que la précaution anti-piratage explique en partie le fait que les règles d'exploitation des drones évoluent lentement.

Suite à la protestation de la Fédération française d'aéromodélisme (FFAM) et des autres fédérations aéronautiques, qui craignaient de devoir subir plusieurs centaines de zones réglementées à contournement obligatoire au-dessus des terrains d'aéromodélisme, ce projet a été modifié en 2009 pour offrir plus de souplesse.

La réglementation actuelle est donc relativement peu contraignante pour le vol « en vue » afin de permettre les vols de modèles réduits ou de drones légers. Les « aéronefs pilotés en vue de leur pilote opérateur à une distance permettant à celui-ci d'assurer en permanence la prévention des collisions par application des règles de l'air » n'ont donc pas obligation de voler dans une zone ségréguée. De plus, tant qu'il ne s'agit que de loisir – on parle alors d'aéromodèle – et non de travail aérien, tant que les vols se déroulent en dessous de 150 m (500 ft), et à l'écart des aérodromes, des espaces aériens contrôlés et des zones, alors il n'y a pas besoin de demander une autorisation à l'aviation civile. Dans tous les autres cas, mais également dans le cadre d'une activité au sein d'une association

d'aéromodélisme, il faudra obtenir un accord de cette dernière et l'activité sera portée à la connaissance des autres usagers par le biais de l'information aéronautique.

Pour les drones évoluant « hors vue de l'opérateur » ou les drones autonomes, la solution passera par contre obligatoirement par la ségrégation. La liste exhaustive des espaces utilisables pour ces vols est détaillée dans l'Arrêté : R (sauf pénétration autorisée après contact radio), P, ZRT, ZIT ou TSA (en UIR) ou CBA (traversant une frontière). En dehors de ces zones réglementées ou interdites, il n'y a qu'une seule possibilité : certaines CTR associées des aérodromes de la Défense, et seulement pour les drones d'État.

### Et nous, dans tout ça ?

On voit tout de suite les limites de l'exercice. Si effectivement, les drones doivent se développer dans un avenir pas si lointain, alors les VFR risquent d'être confrontés à de nombreuses zones ! En ce qui concerne les activités militaires, cela reste assez inoffensif puisque les armées utilisent leurs engins dans les zones existantes. Un bémol cependant : les zones



# Dossier

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le sujet... **Volez !** vous donne des informations détaillées et pratiques.



R ou ZRT où évoluent les drones tactiques de l'armée de Terre



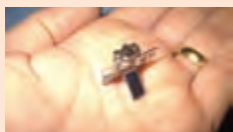
La prolifération des drones risque de voir se multiplier des zones d'espace aérien. Si pour les militaires, cela reste assez inoffensif, côté civil, on peut craindre pour l'avenir. La solution pourrait passer par la mise en place de « zones mutualisées ».

sont désormais quasiment toutes à contournement obligatoire pendant l'activité. Obligation de faire le tour ! De plus, à l'occasion d'exercices, les militaires demandent souvent une ZRT pour faire évoluer un drone. Quant à ceux de l'armée de l'Air, heureusement pour nous, ils sont limités en nombre et volent haut. C'est du côté des civils qu'il y a une réelle inquiétude pour l'avenir. Certes, on ne peut pas nier l'enjeu économique qu'ils représentent pour notre industrie en ces

temps de crise ; l'État ne compte donc pas rater le coche. Mais sous quelles modalités ? Si les constructeurs veulent développer des technologies de drones « hors vue » ou autonomes, il va leur falloir des zones d'essai, puis des zones de travail. Le Conseil national des fédérations aéronautiques et sportives (CNFAS) a réagi vivement lorsqu'il a appris, à l'occasion d'une réunion dans le sud-est de la France, qu'un pôle d'industriels demandait une ambitieuse zone d'essai à l'est de Carpentras, « privatisant » une large part du domaine public, terrain de départ inclus. La question se pose ainsi : chaque constructeur peut-il avoir sa zone d'essai ? La DGAC pencherait plutôt pour la création de quelques zones mutualisées réparties sur le territoire, afin que cela reste indolore pour l'aviation générale. De l'autre côté de l'Atlantique, on vient de passer à la vitesse supérieure. Le Congrès américain, dans le cadre d'une loi de modernisation des systèmes de contrôle aérien, vient de décider que les drones commerciaux pourront partager, dès 2015, les mêmes espaces aériens

## Tour d'horizon des différents types de drones

• Les **nano-drones** ne mesurent que quelques millimètres d'envergure et sont extrêmement légers.



Exemple : le MFI.

• Les **micro-drones**



mesurent moins de 15 cm. Exemple : le Spy Arrow.

• Les **mini-drones**, ou drones portables de petite taille et plutôt destinés à l'observation, s'apparentent



à des modèles réduits. Exemple : le FNS 900 Seeker.

• Les **drones à très courte**



**portée** ne bénéficient que de 5 à 10 km de rayon d'action.

Exemple : le DRAC.

• Les **drones à voilure tournante**, qui s'apparentent aux hélicoptères, peuvent être de toutes tailles. C'est le système le plus répandu

car de nombreuses applications des drones nécessitent la possibilité de pouvoir effectuer du vol stationnaire. De nombreux mini-drones sont des quadricoptères. Les drones maritimes, avec la nécessité de se poser sur



une surface en mouvement,

sont pour l'instant basés sur de telles technologies.



Exemple : le Scancopter CB 750.

• Les **drones tactiques**, à moyenne portée.

Exemple : le nEUROn.

• Les **MALE (moyenne altitude longue endurance)**.



Entre 12 et 48 heures d'autonomie. Certains modèles sont comparables à nos avions légers (quelques-uns sont motorisés par un GMP Rotax, par exemple.



FABRICANT	NOM	UTILISATION	ÉTAT D'AVANCEMENT	DIMENSIONS	MASSE	TYPE DE DRONE
Berkeley University	Micro. Flying Insect	Civile	En développement	25 mm	Quelques grammes	Nano-drone
Fly-n-Sense	Scancopter CB 750	Civile	Opérationnel	75 cm	NC	Voilure tournante
Fly-n-Sense	FNS 900 Seeker	Civile	Opérationnel	Moins d'1 mètre	0,6 kg	Mini-drone
Thales	Spy Arrow	Militaire	En test (Afghanistan)	67 cm	600 grammes	Micro-drone
Survey Copter	DRAC	Militaire	Opérationnel	1,40 x 3,30 m	8,2 kg	Très courte portée
Dassault Aviation	nEUROn	Militaire	En développement	10 x 12,5 m	4,9 tonnes à vide	Tactique
EADS	Harfang	Militaire	Opérationnel	16,60 x 9,30 m	657 kg à vide	MALE
Northrop Grumman	RQ-4 Global Hawk	Militaire	Opérationnel	39,90 x 14 x 4,70 m	3,9 tonnes à vide	HALE

# Faut-il avoir peur des drones ?

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le sujet... **Nicolas Vaunois** vous donne des informations détaillées et pratiques.

que les avions pilotés ! Une marche forcée vers la cohabitation qui devra se faire en seulement trois ans et demi, la FAA devant « *s'assurer de la sécurité des systèmes et des procédures de navigation* » en matière de prévention des collisions.

En France, un nouvel arrêté est en cours d'étude. Il assouplirait quelque peu les conditions d'exploitation des vols « hors vue » pour le travail aérien, de jour, à moins de 50 m du sol (et 150 m pour les poids plumes de moins de 2 kg disposant d'une autorisation particulière), hors zone peuplée, et à distance respectable des aérodromes et terrains ULM. Il est également envisagé qu'il n'y ait aucune restriction pour les drones d'État effectuant des missions de secours, de police, etc. Mais le vol « hors vue » de loisir ne sera pas autorisé, à moins qu'une deuxième personne équipée d'une double commande ne garde le contact visuel sur l'appareil (200 m maxi).

**Veiller au grain.** L'enjeu est grand et les pressions multiples. Les représentants de l'aviation légère devront être vigilants sur le nombre et l'emplacement de ces zones afin que le ciel français ne soit pas bloqué par une poignée d'aéronefs. Mais rassurez-vous, personne ne souhaite voir les cartes recouvertes d'un réseau de zones réservées et tout le monde est conscient de la problématique ! L'intégration des drones dans le trafic aérien commercial évoluant aux instruments se fera probablement assez rapidement. Pour ce qui est des VFR, il faut surtout espérer que la technologie évoluera vite afin qu'un système permettant de « détecter et éviter » voie le jour et que le problème des drones n'en soit plus un. Car il est certain que dans les futures discussions, les exploitants des drones civils auront plus de poids que les usagers de loisir. Il serait dommage que ces derniers doivent encore une fois subir des contraintes pour le bénéfice des autres... **Volez!**

## À lire !

Pour en savoir plus sur les drones, leur développement, leur exploitation, leurs enjeux, etc. n'hésitez pas à consulter gratuitement le compte-rendu de conférences sur le sujet organisées par l'ONERA : [www.onera.fr/conferences/drones](http://www.onera.fr/conferences/drones)

• Vous pouvez également accéder au PDF réalisé par le Pôle Pégase disponible sur [www.pole-pegase.com/documents/Documents/moteur\\_innovation/LivreBlancDrone.pdf](http://www.pole-pegase.com/documents/Documents/moteur_innovation/LivreBlancDrone.pdf)

## Atelier B07 : LES DRONES

- ❖ Présentation d'un drone (Modèle DJI Phantom) et de ses composants (caméra, GPS, télémétrie). Autres drones ...
- ❖ Réglementation drone et prérequis (formation, brevets, assurances, dépôts documents DGAC et préfecture)
- ❖ Explication des différents scénarios (S1 à S4)
- ❖ Imagerie aérienne. Potentiel et limites de la machine.
- ❖ Utilisation de la technique de photogrammétrie pour modélisation 3D de bâtiment et de façades, visualisation sur Skechfab, création orthophotos, impression 3D
- ❖ Autres usages d'un drone (inspections aériennes, thermographie, agriculture, etc.)

*Jérôme Tapie, Administrateur réseau, responsable projet SIG – Agence Publique de Gestion Locale 64*

9<sup>e</sup> édition  
Journée du numérique 2017

EIDOS64



9<sup>e</sup> édition  
Journée du numérique 2017

EIDOS64



### DRONES



**DJI Phantom 2 (à gauche) et 4 Pro (à droite) :**

Autorisés en scénarios S1, S2, S3  
Caméra 20MP 4K @60ims  
Détection d'obstacle à 360°  
Plus de 30 minutes d'autonomie  
Radio compacte et fonctionnelle  
Compatible DJI GO 4

## DRONES



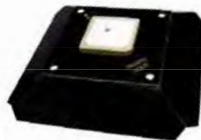
### Caractéristiques générales identiques:

- Autorisés en scénarios S1, S2, S3
- Carte de programmation de vol
- Alarme cellules batteries
- Parachute pyrotechnique

La différence entre les deux machines est l'autonomie.  
L'Hexacopter peut voler jusqu'à 15 min, sa petite taille le rend maniable.  
L'Octocopter peut voler jusqu'à 25 min et embarque jusqu'à 2kg de charge.

## CARTES DE VOL

GPS MK



Navi-Ctrl V2



Flight-Ctrl V2



BL-Ctrl



Flight-Ctrl V3



## CARTES DE VOL

- 1. GPS avec bouclier**, capte les satellites GPS, GLONASS et BEIDOU
- 2. Carte Navi-Ctrl :**
  - Interprète les données reçues par le GPS
  - Détermine la position dans l'espace du drone
  - Stocke le plan de vol programmé (waypoints)
  - Intègre un compas
  - Gère le FailSafe et le Coming Home
  - Enregistre les paramètres de vol sur carte SD (obligation réglementaire : enregistrer les 20 dernières minutes)
- 3. Carte Flight-Ctrl → Centre nerveux du drone**

Elle embarque certains capteurs : Accéléromètres, Gyroscopes, Sonde barométrique

Elle transforme les données de position dans l'espace envoyées par la Navi-Ctrl, ajoute le traitement de ses propres mesures et fournit des consignes de gaz à la carte de gestion des moteurs BL-Ctrl
- 4. Carte BL-Ctrl (BrushLess)**
  - Gère les moteurs par l'intermédiaire de contrôleurs (ESC)
  - Fournit l'alimentation générale et des servitudes (12V, 5V)
  - Récupération d'énergie au freinage
  - Coupure de l'alimentation des moteurs (parachute)

## EQUIPEMENTS DE VOL

### -> Les assistances au vol

- **MODE GPS :**
  - Désactivé : le drone dérive selon le vent
  - Activé : le drone reste automatiquement en stationnaire (contre l'effet du vent)
  - « Activé + » : retour DIRECT au point de décollage ou départ du vol programmé
- **MODE ALTITUDE :**
  - Off = le pilote contrôle l'altitude en mode manuel
  - On = sans action du pilote, le drone maintient automatiquement son altitude
- **MODE CARE FREE :**
  - Permet de piloter sans se préoccuper de l'orientation du drone (utile en S2)

### -> Les systèmes de sécurité

- **LIMITE D'EVOLUTION : Paramètres réglables**
  - Max Flying Alt = hauteur maxi d'évolution, le drone n'obéira pas à l'ordre de dépasser l'alti max
  - Max Flying Range = rayon maximale horizontal d'évolution, impossible d'aller plus loin
- **FAIL SAFE :**
  - Système de sécurité en cas de perte de liaison radio ou de batteries trop faibles

### -> La télémétrie

- Retour d'informations des données de vol sur la télécommande et le PC

## CAPTEURS



### APN SONY ALPHA 6000

- 24.1 Mpx
- FAIBLE POIDS : 460 G



### CAMERA SONY PJ-810

- ZOOM 24X OPTIQUE
- STABILISATEUR OPTIQUE STEADY SHOT
- 24.1 Mpx



### CAMERA THERMIQUE OPRIS PI640

- FAIBLE POIDS : 450 G
- RESOLUTION HAUTE DEFINITION



### NACELLE MATRICO

- 800 BILLES
- GPS DEDIE
- COMPTAGE LASER

## NACELLES

Possibilités : 1 axe (Tilt), 2 axes (Tilt et Roll) ou 3 axes (T,R et Pan)

### 2 types :

#### - Nacelle servos

- Légèreté
- Facilité de réglage
- Polyvalence de la charge utile



#### - Nacelle Brushless

- Stabilisation
- Précision
- Angles de débattement



## PERIPHERIQUES

### Drone

Emetteur Vidéo

Emetteur/Recepteur  
radio

Parachute

### Sol

Ecran de retour  
vidéo

Télécommande /  
Téléométrie

Emetteur Parachute

- Chargeurs de batteries LiPo
- Balise-cibles pour la photogrammétrie
- Valise, autres accessoires ...

## REGLEMENTATION

L'utilisation en extérieur d'engins volants est considéré comme une activité aérienne et relève donc de la réglementation de l'aviation civile.

2 arrêtés du 17 décembre 2015 définissent la réglementation pour l'usage des drones civils:

- 1 arrêté relatif à la conception, l'utilisation des drones et aux qualifications de leurs télépilotes
- 1 arrêté relatif à l'insertion des drones dans l'espace aérien

Ces 2 arrêtés distinguent 3 régimes :

- Utilisation loisir/compétition : aéromodélisme
- Développement/mise au point : expérimentation
- Toutes les autres activités : **activités particulières**

## REGLEMENTATION



Pour la DGAC, un drone s'appelle un aéronef télépiloté, c'est-à-dire sans personne à bord.

Cet aéronef peut être captif (relié au sol) ou non captif (donc télécommandé)

### La notion d'exploitant :

Un aéronef ne peut être utilisé dans le cadre d'activités particulières que si une personne morale (société, association, ...) ou physique a été définie comme responsable des opérations. L'exploitant n'est pas forcément le télépilote

### L'exploitant doit documenter son activité avec le MAP (Manuel d'Activité Particulière)

Le MAP présente l'organigramme, les responsabilités, les activités, les matériels, les programmes de formation pour les centres de formation, etc

### Pour être enregistré auprès de l'aviation civile, il faut présenter :

Le MAP, un brevet théorique d'ULM au minimum, la déclaration de niveau de compétence, les attestations des drones, etc

Il faut également une assurance, et les autorisations en fonction des zones de vol (S3, CTR, dérogation vol de nuit, ...)

[Guide récapitulatif des activités particulières](#)

## SCENARIOS

La réglementation prévoit 4 scénarios d'opérations possibles avec des aéronefs télépilotés :

- **S-1** : Vol en vue directe du télépilote  
zone non peuplée  
distance horizontale maximale de 200 mètres du télépilote  
hauteur maximale 150 m





## SCENARIOS

- **S-2** : Vol hors vue directe du télépilote  
 zone non peuplée  
 distance horizontale maximale de 1000 mètres du télépilote  
 Poids < 2 kg : hauteur maximale 150 mètres au-dessus du sol  
 Poids > 2 kg : hauteur maximale 50 mètres au-dessus du sol  
 aucune personne au sol dans la zone d'évolution



## SCENARIOS

- **S-3** : Vol en vue directe du télépilote  
 zone peuplée (en jaune sur carte OACI 1/500)  
 distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote  
 Poids maximal : 8 kg  
 hauteur maximale 150 mètres au-dessus du sol



## SCENARIOS

- **S-4 :** Vol hors vue directe du télépilote  
zone non peuplée  
distance horizontale maximale illimitée  
Poids maximal : 2 kg  
hauteur maximale 150 mètres au-dessus du sol  
100 heures commandant de bord sur aéronef classique



## IMAGERIE AERIENNE



• [Bassin écreteur de crues \(Buros\)](#)



• [Centre équestre du Vic-Bilh \(Séméacq-Blachon\)](#)



• [Triathlon de Baudreix](#)

## PHOTOGRAMMETRIE

**Définition** : La photogrammétrie est une technique permettant de déterminer les dimensions et les volumes des objets à partir de mesures effectuées sur des photographies montrant les perspectives de ces objets.



Article Hélicomicro : <https://www.helicomicro.com/2014/03/09/la-photogrammetrie-en-pratique/>

## PHOTOGRAMMETRIE

Exemple d'un projet : Modélisation 3D de l'église de Bétraçq :

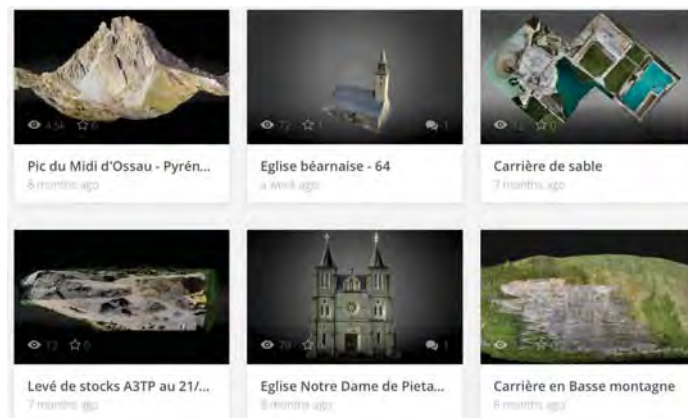


- Prises de photos en HR (12 MP)
- Production d'une orthophotographie (avec logiciel Photoscan d'Agisoft)
- Intégration au module cimetière Géo64
- [Modèle 3D de l'église](#)
- [Impression de l'église](#)

## PHOTOGRAMMETRIE

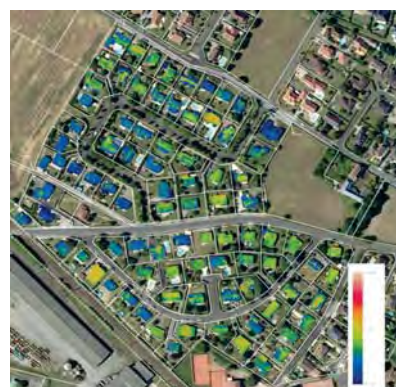
Quelques exemples :

- Eglise de Denguin : [rapport de présentation](#)
- Relevé de carrière de sable : [modèle 3D](#)
- Levé de stocks : [modèle 3D](#)
- Pic du midi d'Ossau : [modèle 3D](#)



## THERMOGRAPHIE

Survol d'habitations à Lescar dans le cadre d'un audit de déperditions énergétiques :



[Vidéo de la captation](#)



## AUTRES USAGES

Voici d'autres domaines d'intervention faisant appel à l'utilisation d'un drone :

- Agriculture : [Largage de capsules de trichogrammes](#)
- Agriculture : [Inspection de dégâts de gibier](#)
- Thermographie : [Inspection de panneaux photovoltaïques](#)
- Téléphonie : Visée panoramique orientée, visée de faisceaux hertziens
- Réseaux : [Surveillance de réseaux](#)
- Immobilier, ouvrages d'art, etc ...

## Atelier B07 : LES DRONES



Questions ...



### Enquêtes

## Les drones au service des collectivités locales

De plus en plus de communes se tournent aujourd'hui vers les drones pour réaliser des missions de service public dans le cadre de la valorisation du patrimoine, l'urbanisme, ou encore la prévention de risques incendie et inondation.

Le marché des drones dans l'Hexagone affiche une santé de fer. En croissance exponentielle ces dernières années, il représentait 62 M€ en 2012, 93 M€ en 2013, près de 150 M€ en 2014 et pas moins de 288 M€ en 2015, selon des informations dévoilées dans une infographie, en août dernier, par le constructeur tricolore Drone Volt. Soit une progression stratosphérique de 364 % en seulement 3 ans. À ce jour, à en considérer les statistiques compilées par la Fédération professionnelle du drone civil, le territoire compterait 650 sociétés spécialisées, 1 600 télépilotes certifiés, 70 écoles, 35 constructeurs et plus d'un millier de drones civils en exploitation commerciale à des prix par appareil qui s'échelonnent de 3 000 € à plus de 20 000 €. La France, consciente de ce potentiel florissant et de la troisième place qu'elle occupe actuellement sur le podium mondial, derrière les États-Unis et le Royaume-Uni, se montre très attentive envers la filière et cette multiplication des drones dans les airs tricolores. Le gouvernement, par la voix de son secrétaire d'État chargé aux Transports, André Vidalies, a tenu à affirmer son adhésion et son soutien envers cette nouvelle technologie dont il prévoit un triplement du chiffre d'affaires d'ici à trois ans.

### De multiples usages pertinents pour les collectivités locales

Si les drones démontrent aujourd'hui autant de succès, ce n'est pas uniquement grâce au concours des amateurs d'aéromodélisme qui, par passion du télépilotage de loisir, affectionnent de les faire doucement planer et voltiger au-dessus des campagnes françaises. Non, ces légers et petits hybrides volants à hélices, appelés hexacoptères, intéressent bien d'autres acteurs que le simple grand public, à des fins plus professionnelles et servicielles que ludiques. C'est ainsi le cas des collectivités locales qui sont de plus en plus nombreuses à en solliciter les différents usages dans leurs missions d'intérêt public.

« Les communes et administrations sont friandes des drones car ils leur permettent d'obtenir des clichés ou des vidéos haute définition et innovantes à moindre coût, à un prix divisé par 10 par rapport à des prises de vue effectuées par avion, hélicoptère, mât ou ballons captifs, et de façon totalement écologique. De plus, un drone peut décoller d'à peu près n'importe où sans que cela ne soit véritablement problématique » précise Joël Olivié, fondateur et gérant de Drones Images.

### Outil de communication, valorisation du patrimoine

« Je réalise régulièrement, pour les collectivités locales, des photos de biens publics fraîchement construits ou rénovés, qui interviennent ensuite en guise de promotion pour montrer aux habitants les améliorations mises en oeuvre dans leur commune » indique Joël Olivié de Drones Images. Stéphane Vinuesa, président et cofondateur de MLV Drone, confirme : « Les villes viennent en priorité vers nous pour des clichés de valorisation de leur patrimoine, de leurs bâtiments, pour illustrer leur extension ». Indéniable moyen de communication pour une collectivité locale, les prises de vue sont ensuite insérées dans le portail Internet ou le journal local en vue d'informer et sensibiliser les administrés.

### Urbanisme et chantiers de travaux publics

« La seconde plus forte demande que nous enregistrons par les collectivités locales se concentre essentiellement sur l'urbanisme ou du moins sur les PLU – Plans locaux d'urbanisme – pour synthétiser les changements qui vont intervenir, raconte Stéphane Vinuesa de MLV Drone. Les départements ou intercommunalités nous sollicitent également beaucoup pour les suivis de chantiers et les contrôles d'ouvrages d'art ». Le drone permet dans ce cas-ci de faire comprendre aux citoyens de la commune les objectifs et enjeux de tel ou tel futur projet, de rassurer sur les intentions municipales et de pouvoir présenter un avant et un après pour constater les évolutions. « Dans cette optique, nous avons oeuvré l'an passé pour la ville de Chateauneuf (06) pour l'Édition Spéciale PLU de son mensuel d'information d'août. Le PLU de la commune, adopté en 2011 et succédant à l'ancien POS - Plan d'occupation des

sols, venait d'être annulé par le tribunal administratif pour vice de forme. La municipalité a souhaité communiquer à ce sujet pour informer en toute transparence des raisons de cette décision judiciaire, et du futur de l'urbanisme dans la ville » rajoute Stéphane Vinuesa.

#### Réseaux routiers et ferrés

Si aujourd'hui les collectivités locales font appel à des hexacoptères pour simplement vérifier l'état des réseaux de transport ou du trafic routier, il se pourrait que la donne change à l'avenir, se durcissant pour le contribuable. En effet, en octobre dernier, le ministre de l'Intérieur, Bernard Cazeneuve, a annoncé que des drones pourraient - dans un futur très proche - effectuer des missions de sécurité routière en surveillant les petites infractions via des caméras embarquées. Un dispositif qui pourrait sans peine être repris par des polices municipales.

#### Diagnostics géothermiques

La réalisation de diagnostics géothermiques à infrarouge se répand de plus en plus auprès des collectivités locales. Le drone peut en effet plus aisément dresser le bilan énergétique d'un bâtiment, d'une habitation ou d'un local et établir les déperditions de chaleur en vue de travaux d'isolation à initier. Un moyen efficace à l'heure où les prix de l'énergie ne cessent d'augmenter. La ville de Chelles, en collaboration avec la DRIHL - direction régionale et interdépartementale de l'hébergement et du logement, GRDF et l'Office public de l'habitat de Chelles, Marne et Chantier Habitat, avec l'appui de l'AORIF - l'Union sociale pour l'habitat d'Île-de-France, a justement décidé en 2014 de lancer cette expérience innovante pour définir une stratégie de rénovation énergétique pour des bâtiments résidentiels collectifs. La région s'est fixée comme objectif ambitieux de rénover énergétiquement 125 000 logements privés et sociaux par an d'ici à 2020. La ville de Besançon a également initié un vol par drone de diagnostics géothermiques en décembre dernier.

#### Surveillance anti-incendie dans les forêts et les plans d'eau

Une récente simulation a été organisée dans la forêt de Brocéliande, en Bretagne, pour déterminer l'efficacité d'un drone dans le cadre de la prévention et ampleur. Les images renvoyées à une caserne de pompiers, en temps réel et avec précision, permettraient aux soldats du feu de pouvoir intervenir plus rapidement que lorsque sont employés des hélicoptères, risqués pour les pilotes qui se déplacent sur les lieux du sinistre. Dans la même veine, un drone peut surveiller les comportements de certains plans d'eau, rivières et fleuves réputés pour monter facilement en crue et offrir ainsi des temps de réaction optimisés en cas de situation d'urgence.

#### Topographie

Dernier usage, mais pas le moins employé pour autant, les drones se mettent au service des collectivités pour réaliser des plans topographiques 2D et 3D à différentes échelles. Dans la même optique, ils sont également en capacité d'élaborer des modèles numériques de terrain, des calculs de cubatures, de réserves ou encore des intégrations paysagères dans un monde virtuel en 3D.

#### Le Pays de Guingamp, première collectivité propriétaire d'un drone

Entre fin 2013 et début 2014, l'avant-gardiste Pays de Guingamp (75 communes et 8 intercommunalités) crée la surprise en s'illustrant comme étant le premier territoire français à se doter d'un drone de service public. Gwendal Bocher, géomaticien, spécialiste des questions techniques et encadrant du service droit des sols au sein de la structure, explique les raisons de ce choix. « Auparavant nous faisons appel à des prestataires pour l'usage de drones. Afin de mieux comprendre la genèse de notre décision d'achat, notons que nous donnons accès à l'information géographique du cadastre à l'ensemble de nos communes via un outil web. Cet instrument a été mis en ligne il y a quelques années après avoir rencontré les communes dans le but de recueillir leurs besoins techniques. Nous nous attendions inévitablement à voir apparaître l'urbanisme et les réseaux comme des prérogatives fortes et pourtant une thématique que nous ne soupçonnions pas avant : celle liée aux cimetières. Ceux-ci posent de lourdes problématiques de gestion. Il était nécessaire pour les communes de pouvoir les cartographier. Nous avons donc fait appel à un prestataire, via un ballon captif, qui facturait entre 150 € et 250 € le cliché. L'opération s'est élevée à plus de 4 000 €. Il nous a ensuite fallu retraiter les images afin de les caler sur le cadastre pour pouvoir travailler. Nous avons donc décidé de monter un dossier pour obtenir des aides de l'Europe (55 %) en vue d'acquérir un drone et parallèlement nous avons été éligibles à un crédit ingénierie, de la part du département, pour un montant de 4 111 €. En somme, nous avons pu bénéficier de 77 % de subventions pour un produit qui coûtait 18 271 € TTC. Il ne restait plus qu'un reliquat de quelque 4 000 € qui a été assumé par les communautés de communes. En termes de coût, nous ne pouvions pas faire mieux. Nous avons ensuite formé deux personnes dans nos rangs au pilotage de drones avec l'obtention du brevet théorique d'ULM, un QCM de 40 questions sur l'aéronautique.

Notre appareil est télépiloté. Nous possédons un ordinateur dans lequel nous enregistrons le secteur et la zone de vol. Le drone décolle ensuite pour effectuer le plan de vol que nous lui avons indiqué et revient atterrir. Aujourd'hui notre drone nous permet de répondre à des questions d'assainissement, d'aménagement, d'urbanisme, à la topographie, à la modélisation sur des simulations d'inondations ou encore à de la communication ».

Une réglementation plus souple mais toujours contraignante

L'usage de drones dans le ciel français est strictement encadré par la DGAC – direction générale de l'aviation civile. Elle fournit aux opérateurs, collectivités comme privés intervenant dans un cadre professionnel, plusieurs règles à respecter parmi lesquelles celles de la vie privée, édictées tout d'abord en avril 2012 puis étendues dernièrement le 17 décembre 2015. « Les drones de loisir doivent prudemment rester dans l'enceinte de leur domicile privé, c'est très clair. Nous possédons un peu plus de liberté avec quelques critères à observer, explique Gwendal Bocher du Pays de Guingamp. Nous devons déclarer auprès de la DGAC un MAP - Manuel d'activité particulière - qui détermine les types d'opérations que nous effectuons avec l'appareil.

Nous devons ensuite suivre des scénarii imposant des zones de vol, des hauteurs et des distances à honorer ». Ainsi la zone S-1 correspond à des vols hors de lieux peuplés, à vue, à moins de 100 m du télépilote. La zone S-2 concerne des vols, hors vue directe, hors territoires peuplés, à une altitude de moins de 50 m. La zone S-3 régleme les vols en agglomération à moins de 100 m du télépilote. Enfin, la zone S-4 représente les vols de photographie, surveillance, hors vue directe et en dehors de lieux peuplés.

« Nous sommes obligés d'être équipés de plusieurs gammes de drones car le poids d'un appareil ne peut pas excéder 8 kg en agglomération et doit être doté d'un parachute alors que les contraintes sont moins restrictives en milieu rural sans habitation survolée » explique Stéphane Vinuesa, président et cofondateur de MLV Drone. Pour tous les vols en agglomération, une demande doit être transmise à la préfecture et des lieux de survol doivent être bloqués ou sécurisés. « La réglementation est maintenant davantage en faveur des drones. Jusqu'à récemment, pouvoir décoller tenait d'un véritable parcours du combattant et d'une bataille administrative, nécessitant diverses autorisations à des instances qui mettaient parfois des semaines à répondre. Ce qui n'était pas du plus efficace avec nos clients qui patientaient, déplore Joël Olivie de Drones Images. Même encore aujourd'hui, il est impossible de planifier un vol pour le lendemain. Toutefois, il est possible d'effectuer une simple déclaration en banalisant un jour précis, à une heure précise, en remplissant et en envoyant un exemplaire cerfa à la préfecture, qui a ensuite 5 jours ouvrés pour répondre. Si, le jour venu, le temps se gâte, il faut reporter le décollage et recommencer toute la procédure de déclaration ». Ainsi, pour réserver un drone pour une mission de trois jours, trois demandes doivent être envoyées, même si le client reste identique. « Malgré quelques incertitudes et zones de flou qu'il faudra éclaircir, la réglementation évolue vite et de façon appréciable. Courant 2016, un guide pédagogique complet sera édité pour améliorer l'information des opérateurs et des usagers. Il est très attendu » conclut Stéphane Vinuesa de MLV Drone.

Liorah Benamou



Aménagement numérique

# Comment la cartographie peut devenir un atout dans la gestion de votre territoire ?

Publié le 13/12/2016 | Mis à jour le 13/01/2017

Par Auteur associé • Club Techni.Cités

**Techni.Cités**



service SIGU – CODA

**Longtemps laissée à des techniciens spécialisés, la cartographie est désormais utilisée au quotidien sur nos applications bureautiques, nos tablettes ou smartphones. En quoi cet outil peut-il aider les collectivités à gérer leurs territoires ? Expliquer l'apport de la cartographie, du SIG ou de la 3D se fait de façon souvent très théorique. Dans ce dossier, sans que la liste soit exhaustive, vous trouverez des exemples concrets vous permettant de mesurer l'apport de la cartographie dans la gestion territoriale.**

**Par Anthony Guérout, chef de service SIG-TOPO**

À l'heure actuelle, les collectivités doivent faire face à de nombreux défis financiers. La crise économique, et la baisse des dotations de l'État qui s'en est suivie, obligent les collectivités territoriales à revoir leurs modes de gestion et leurs façons de travailler. La rationalisation des dépenses est devenue un postulat de départ pour tous les responsables publics et privés. Autrefois mise de côté, la recherche d'efficacité, voire d'efficience, est maintenant une règle de base pour faire mieux avec moins.

Dans le même temps, des réformes sont maintenant applicables : organisation territoriale, numérique, DT/DICT, plan de déplacement urbain, bruit, accessibilité, rythmes scolaires, etc. Parfois ressenties comme des contraintes, elles apportent de nouveaux services ou améliorent la sécurité des habitants. Par conséquent, elles nécessitent une parfaite connaissance du territoire.

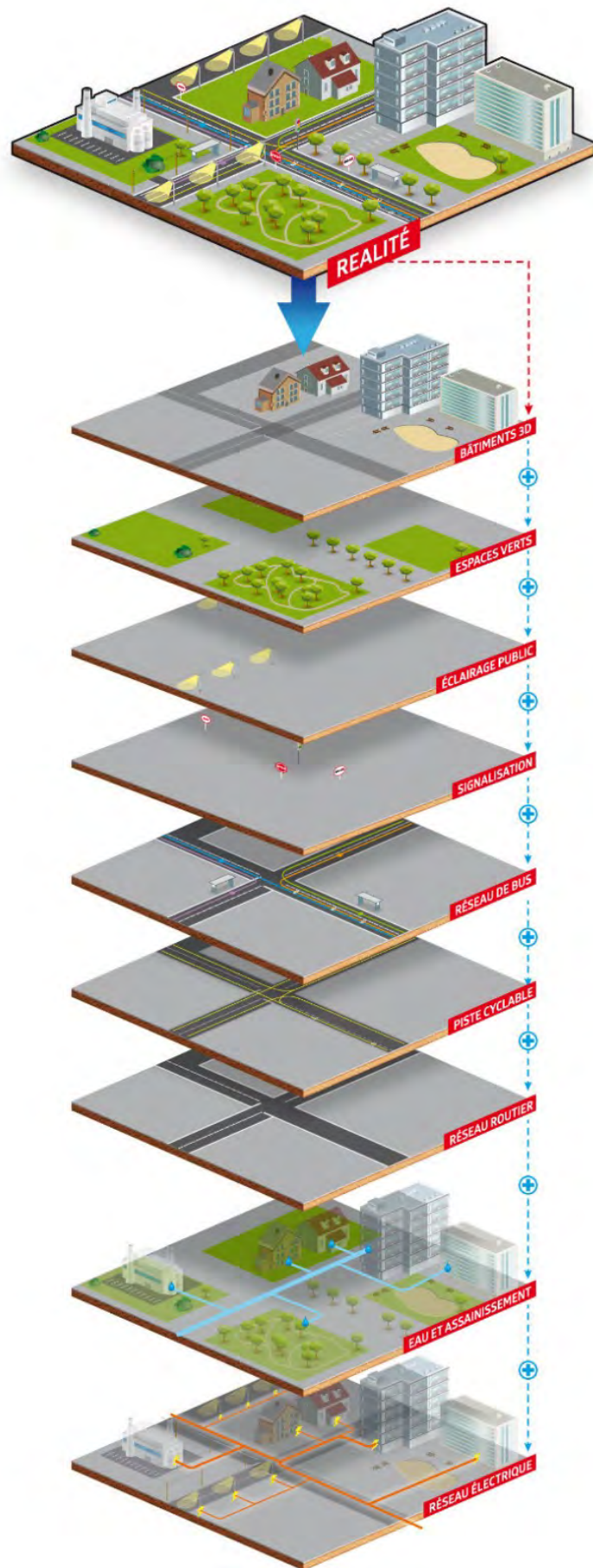
*« Qu'importe d'où vient le vent si tu ne sais où est le port », Sénèque*

Bien connaître le territoire de son EPCI ou de sa commune est essentiel pour en faire un diagnostic fiable et réaliste, pour mieux le gérer ou tout simplement pour mieux l'aménager. Les nombreux intervenants publics ou privés, ainsi que les interactions entre les acteurs locaux font de nos villes des territoires complexes. Les outils cartographiques, tels que les systèmes d'informations géographiques (SIG), la 3D ou le Building Information Modeling (BIM), permettent une aide concrète et efficace.

DAO, CAO, BDU, SIG, 3D, BIM sont des sigles abscons, mais représentent en réalité une multitude d'outils d'aide à la gestion et à la décision. Par nature outils stratégiques, ils permettent d'identifier son patrimoine, connaître les opportunités foncières pour développer sa ville et maîtriser son développement face aux autres acteurs publics ou privés tels que les gestionnaires de réseaux.

*« L'information c'est le pouvoir », J. Edgar Hoover*

Longtemps dans les services, avoir un plan fiable était un enjeu de pouvoir, d'où parfois une diffusion parcimonieuse de ce précieux sésame ! Aujourd'hui, le fait de mutualiser la production cartographique et la consultation de ces plans favorise la diffusion de l'information et son partage. À une époque où le web et le cloud sont incontournables, le partage de l'information, dans notre société de communication, devient un atout pour celui qui diffuse. Longtemps vu comme une dépense supplémentaire, la cartographie et ses outils associés sont dans ce contexte une source d'économie, non mesurable, mais non négligeable.



Diversité des applications rendue possible grâce à la cartographie.

## Connaître son territoire pour mieux le faire évoluer

Pour débiter tout projet cartographique et connaître son territoire, il est nécessaire de mettre en commun un référentiel géographique fiable et régulièrement mis à jour. Des sources de données existent sur étagère grâce à l'IGN ou la DGFIP (cadastre). Ce sont des gisements d'informations importants pour percevoir le territoire, mais insuffisants selon l'échelle du territoire. Les vues aériennes verticales (orthophotographies) sont également une base de la cartographie d'un secteur. Exhaustives, ces photos peuvent atteindre des précisions de 5 cm pour des sommes raisonnables. Le déploiement de drones offre, sur des zones plus restreintes, un nouvel atout pour les collectivités.

Mais un fond de plan n'est pas suffisant pour bien appréhender son territoire. Les données métiers sont nécessaires pour analyser un phénomène ou pour piloter son activité. Nous le voyons particulièrement dans la gestion des réseaux, que nous verrons plus bas, mais aussi pour la gestion du mobilier urbain. Avec les technologies mobiles, l'agent sur le terrain peut avoir sa liste d'éléments à contrôler ou réparer (bancs, poubelles, espaces verts, candélabres, etc.) directement sur une carte sur sa tablette ou smartphone, reliée au système d'information de la collectivité. C'est un gain de temps énorme, puisque l'information vient du citoyen ou du responsable vers l'agent, sans repasser à l'atelier. Si l'agent est connecté, le contrôle est lui aussi facilité, car l'information de la réalisation est tout de suite envoyée.



Le patrouilleur vérifie les signalements effectués par les usagers sur le terrain. Celui-ci fait ensuite un rapport aux services concernés.

La cartographie est aussi prégnante dans la gestion des cimetières. Avoir un plan de son cimetière avec le nom des défunts, le numéro et la durée des concessions est souvent un luxe dans les communes de taille modeste. Aujourd'hui, de nombreuses entreprises fournissent ce type d'outil, et il existe même au format ouvert auprès de l'Adullact.

Autre exemple sur ce point, la TLPE est un impôt facultatif sur les enseignes, les pré-enseignes et les dispositifs publicitaires. Le recensement géographique des panneaux est une condition sine qua non de l'instauration et du contrôle de cette taxe si une collectivité souhaite l'instaurer.

Percevoir son territoire, c'est aussi répondre à une problématique de nombreuses collectivités. Celle d'avoir une connaissance précise de son patrimoine bâti ou foncier. Le SIG a ce potentiel de regrouper en un seul outil la liste des propriétés, des bâtiments de la collectivité ou des bailleurs, leurs plans, et les actes. Cet observatoire foncier est un véritable outil de gestion du foncier, du patrimoine ou de l'habitat.

## **Aménager en tenant compte des atouts et des contraintes territoriales**

C'est une réalité depuis les années 1990 et les numérisations du cadastre. Dans les collectivités, le SIG est souvent découvert à partir de la cartographie, mais il l'est aussi grâce à la possibilité de consulter le plan cadastral et les matrices associées. La diffusion sécurisée des informations sur les propriétés privées est largement répandue dans les communes par le biais de leurs EPCI. Elle nous donne une information capitale à tout aménagement ultérieur : à qui appartient le terrain !

Depuis 2015 et la fin de l'instruction des autorisations d'urbanisme par les services de l'État, cet outil est complété par la gestion des dossiers d'urbanisme. L'application du droit des sols en est facilitée, puisqu'en cliquant sur la parcelle du projet, l'élu ou l'instructeur peut avoir l'ensemble des règlements à appliquer (PLU, PPRI, PPRT, servitudes, etc.). Utile pour l'instruction des certificats d'urbanisme, les fameux CUa ou CUb, le SIG évite de manipuler de nombreux documents et, surtout, d'oublier d'appliquer un règlement. Autre avantage, cet outil permet d'avoir la synthèse cartographique de l'évolution des demandes d'urbanisme, d'analyser la consommation d'espaces par l'urbanisation et donc de respecter, quand il existe, le programme local d'habitat (PLH).

En urbanisme, après les lois Grenelle et Alur, l'État a lancé un nouveau portail centralisé d'accès aux documents d'urbanisme (PLU, servitudes, etc.). L'ordonnance du 20 décembre 2013 fixe pour les collectivités territoriales deux échéances importantes dans la mise en œuvre du géoportail de l'urbanisme. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, toutes les révisions de document d'urbanisme doivent être numérisées au standard CNIG. Puis au 1<sup>er</sup> janvier 2020, seul ces mêmes documents numérisés présents dans le géoportail de l'urbanisme seront opposables. C'est un changement majeur pour les communes habituées à leurs documents papiers en mairie et une ouverture importante vers les habitants. Pour contrôler les prestations de numérisation, ainsi que pour interroger ces documents, la présence d'outils SIG est maintenant nécessaire dans les communes.

La gestion du PLU sur un outil cartographique permet d'offrir la vision globale de la commune, et la bonne compréhension des espaces et des règlements. C'est une aide précieuse à la décision pour l'instruction des dossiers, mais aussi pour prévoir les futurs aménagements. Connaître son secteur géographique, en plan (2D) ou en 3D, permet de voir les interactions, les évolutions et les besoins d'un territoire, et d'éviter les erreurs d'aménagement.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, Voltaire l'avait bien compris : « avant ce temps, la topographie était si confuse, que, la veille de la bataille de Fontenoy, on examina toutes les cartes du pays, et on n'en trouva pas une seule qui ne fût entièrement fautive ; si on avait donné de Versailles un ordre positif à un général peu expérimenté de livrer la bataille et de se poster en conséquence des cartes géographiques, comme cela est arrivé du temps du ministre Chamillart, la bataille eût été infailliblement perdue ».

## **Focus**

### **Aménageons en 3D**

L'expérience montre qu'un plan papier ou technique est souvent plus difficile à comprendre pour un non-initié qu'une visualisation 3D. Ces quinze dernières années, la 3D s'est démocratisée au cinéma ou sur nos téléviseurs, mais aussi dans nos collectivités en proposant des maquettes numériques de nos villes. La 3D est un véritable outil d'aide à la décision et à la concertation. Au Havre, près de 400 projets ont été modélisés, puis diffusés aux élus ou aux habitants pour faciliter la décision et le dialogue. Cette visualisation

tridimensionnelle permet de voir les interactions entre les différents projets, d'éviter les erreurs, de mieux visualiser les projets et donc de mieux les comprendre. Aujourd'hui, le BIM ou les CIM sont de nouveaux outils pour des villes intelligentes et qui nous aident à mieux gérer notre territoire.

### **Prévenir les accidents en gérant ses réseaux**

Optimiser la gestion de son territoire, c'est aussi prendre en considération assez rapidement la réforme anti-endommagement des réseaux ou réforme « DT-DICT » qui est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2012. En effet, cette réforme impacte toutes les collectivités gestionnaires de réseaux sensibles ou maîtres d'ouvrage : éclairage, réseau électrique, eau, fibre, etc. Là encore, la cartographie joue un rôle essentiel. En créant le guichet unique, l'État nous demande de connaître avec une précision de 40 cm l'ensemble de nos réseaux enterrés dès 2019 pour les zones urbaines et 2026 en secteur rural.

Les collectivités sont doublement concernées par cette réforme, car il est stipulé dans l'arrêté du 15 février 2012 que « le fond de plan employé est le meilleur lever régulier à grande échelle disponible, établi et mis à jour par l'autorité publique locale compétente [...] ». En étudiant la question, nous nous apercevons que les fonds de plans traditionnels de nos SIG (cadastre ou IGN) ne sont pas suffisants pour la précision demandée par la réforme. L'idée est donc de mutualiser, en partenariat avec d'autres gestionnaires de réseaux comme Enedis, GRDF, les syndicats départementaux électriques ou d'autres, un fond de plan précis à 10 cm de type plan de corps de rue simplifié (PCRS).

La création d'un PCRS, puis la détection et le lever des réseaux permettront de connaître la localisation des gaines ou canalisations et d'éviter de nombreux accidents de chantier. Mais, ces données vont nous offrir la possibilité de gérer le patrimoine de nos collectivités en repérant avec fiabilité l'ensemble de nos réseaux. Les outils SIG gèrent très bien ces réseaux en qualifiant les objets, en les structurant. Ils permettent de tenir à jour les réseaux au fil des interventions fréquentes pour que la base soit en adéquation avec la réalité du terrain. Avec ce type d'outil, nous sommes capables de consulter et d'analyser ou gérer les interventions sur des réseaux aussi différents que ceux de l'eau, l'assainissement, l'éclairage ou la fibre.

### **La cartographie au service des habitants**

Un autre domaine utilise quotidiennement la cartographie : celui des transports en commun. La représentation cartographique du réseau de bus, le tracé des lignes, ou le positionnement des stations permettent aux habitants de circuler dans nos villes. Derrière la production de ces cartes ou applications, la mise à jour des fonds de plans et des réseaux représente un travail fondamental. À partir de ces données, les collectivités peuvent réaliser de nombreuses études pour améliorer la vie de leurs habitants : études d'impact socio-économiques des réseaux de bus, analyse de la mobilité à l'échelle d'un territoire, en prenant en compte les évolutions des bassins de vie, incidences sur l'environnement dans le cadre d'un plan de déplacement urbain, analyse sur la pratique multimodale, etc. Pour les usagers, la collectivité peut mettre en œuvre, dans son plan interactif de territoire, un calculateur d'itinéraire multimodal, que les grands services web du marché ne peuvent pas encore implémenter, ou informer du trafic routier en temps réel.

## Focus

### Cartographie et concertation



La ville de Rennes a lancé le site [fabriquecitoyenne.rennes.fr](http://fabriquecitoyenne.rennes.fr) qui permet aux habitants de participer librement et facilement aux débats et discussions (questionnaires, sondages, témoignages).

À l'heure où la concertation est devenue un véritable outil pour la conduite des politiques publiques, il n'est pas surprenant de voir les outils numériques, et notamment la cartographie et la 3D, s'en mêler. La concertation en ligne permet de toucher plus largement les habitants, ainsi qu'une population active qui n'a pas toujours le temps de venir aux réunions de concertation classiques. Cette population est habituée aux usages du web, et peut parfaitement comprendre un projet via des cartes ou encore mieux via la réalité virtuelle en 3D. De Montréal à Rennes, ces outils ont fait leurs preuves. Ils permettent une meilleure compréhension des projets. Ils offrent de nouvelles façons de dialoguer entre les habitants et leurs collectivités. La cartographie est partout : de la réunion publique jusque dans nos salons!

La planification et l'analyse des itinéraires, la localisation et le suivi des flottes de véhicules ou l'inventaire des infrastructures sont des analyses qui sont également utiles pour la gestion des déchets.

Dans ce domaine, le SIG offre la possibilité de connaître, par exemple, la répartition géographique des points d'apport volontaire et des déchetteries ou d'optimiser les tournées de ramassage. Avec le transport, la gestion des déchets représente concrètement pour les habitants l'action des EPCI. Cette image forte demande que leur gestion soit optimisée pour le bien-être des résidents des territoires.

L'amélioration de la vie quotidienne des habitants est un des nombreux objectifs des collectivités. Pour ce faire, des communes et des EPCI de plus en plus nombreux mettent en œuvre sur leur site web, un plan de ville interactif basé sur leur SIG. Cet outil permet non seulement de communiquer sur son territoire, mais aussi d'informer les usagers de la présence des nombreux équipements mis à leur disposition. Ainsi, les habitants peuvent connaître l'emplacement du point d'apport volontaire le plus proche, ou le nombre de canisites sur son parcours habituel. La collectivité peut aussi mettre à disposition les parcours de découverte de son patrimoine, les boucles de randonnée ou tout simplement le plan des pistes cyclables.

Le SIG est un apport indéniable dans la sécurité des territoires. En effet, la cartographie des délits saisie par la police municipale permet, avec l'aide de la police nationale, de mieux quadriller l'agglomération, et de mieux répartir les forces de l'ordre. D'autre part, comme il l'a déjà été évoqué précédemment, la connaissance précise des communes est cruciale pour la sécurité des habitants. La création d'une base d'adresses fiable et exhaustive des

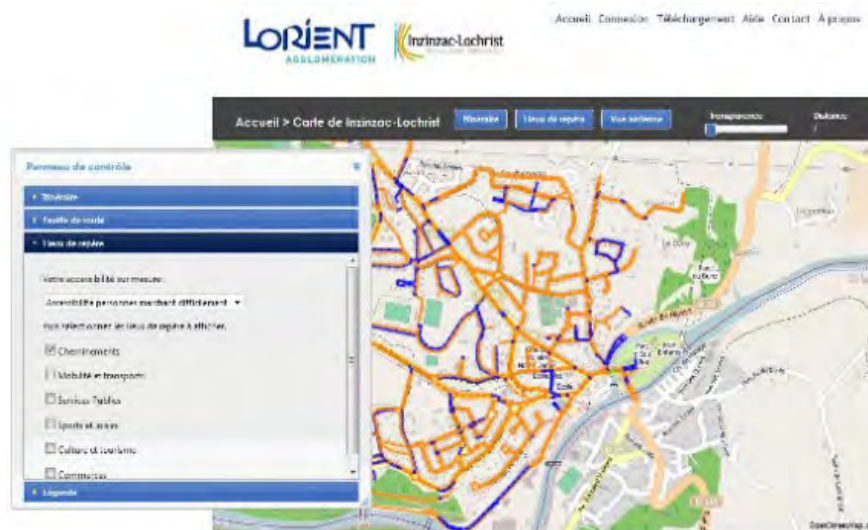
collectivités est nécessaire aux services de sécurité (pompiers, Samu ou police) pour intervenir avec efficacité pour le bien de tous.

« *Un bon croquis vaut mieux qu'un long discours* », Napoléon Bonaparte

La cartographie est donc partout dans nos collectivités. D'abord outil d'aide à la décision et à la gestion, elle devient, par le biais des différentes réformes, un objectif en soi. Se lancer aujourd'hui dans la mise en place d'un système d'information géographique pour avoir une connaissance précise de la cartographie de son territoire n'est plus une aventure. Les solutions techniques existent. Des logiciels standards sont depuis longtemps présents sur le marché. Les formations initiales ou professionnelles sont suffisamment efficaces pour mettre en œuvre ses technologies. Aujourd'hui, le risque n'est pas de créer un SIG, mais de ne pas en avoir dans sa collectivité. Et ensuite, puisqu'une vue 3D est plus compréhensible qu'un plan pour les non-initiés, pourquoi ne pas se lancer directement en 3D...

## Focus

### Cartographier l'accessibilité



Les informations relatives à l'accessibilité de la voirie, des bâtiments et des espaces publics sont visualisables grâce à un outil cartographique en ligne sur le site de l'agglomération du pays de Lorient.

Il indique par le biais de trois couleurs (vert, orange et rouge) le niveau d'accessibilité pour les personnes en situation de handicap. À cette géolocalisation s'ajoute une application permettant le calcul d'itinéraire, un « Mappy de l'accessibilité » développée en partenariat avec la société Handimap.

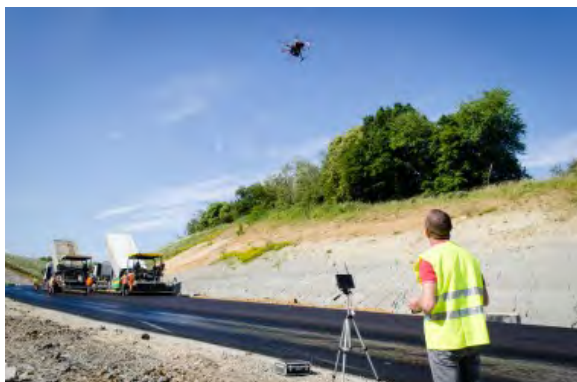
La loi de 2005 sur l'accessibilité des espaces et des équipements publics impose aux collectivités de revoir leurs politiques d'aménagement, afin de permettre à tous de vivre dans l'espace commun. Dès lors, comment faire pour recenser des centaines de kilomètres de voirie et des bâtiments recevant du public ? La cartographie a un rôle important dans le diagnostic territorial. Le SIG est mis à profit pour cette tâche, mais aussi pour élaborer la planification des travaux. L'exemple de Lorient est révélateur : en utilisant les données géographiques, un schéma directeur d'accessibilité cohérent a été créé. Ces nombreuses informations collectées, il est nécessaire de les diffuser aux principaux intéressés. Là encore, la diffusion passe par une carte interactive, qui offre la possibilité de faire vivre la donnée grâce aux usagers.



### Equipement

# Drones : les collectivités ne peuvent plus s'en passer

Publié le 10/05/2017 • par Olivier Descamps • Club Techni.Cités • lagazettedescommunes.com



Christophe Fouquin/FOTOLIA

De l'inspection d'ouvrage d'art au diagnostic thermique, en passant par l'éradication de nids de frelons, les drones professionnels apportent aux collectivités des services divers. Alors que les prestataires spécialisés ne connaissent pas toujours les besoins de leurs clients, s'équiper soi-même peut être un moyen de développer des services utiles. Malgré une réglementation balbutiante, l'activité est très encadrée. Les vols de drones professionnels nécessitent des autorisations et une formation.

### Chiffres-clés

**Avantage** : outre leur capacité de déplacement, les drones permettent de visualiser des points hauts jusqu'alors inaccessibles.

**Inconvénients** : offre matérielle pas toujours adaptée. Côté services, le secteur est encore trop peu structuré.

C'est ce qu'on appelle un succès exponentiel ! En France, il s'est vendu 100 000 drones en 2014, selon l'institut GFK. L'année suivante, le chiffre est passé à 286 000, puis à 416 000 acheteurs en 2016. Autant de personnes qui s'amuse chaque dimanche avec un aéronef télécommandé en se demandant, pour les plus audacieux, s'ils ne pourraient pas en tirer un bénéfice d'un point de vue professionnel. Si l'on en croit la prolifération d'entreprises spécialisées et les investissements consentis par de grands groupes du secteur traditionnel, la réponse est oui.

Côté photos, de nouveaux communicants proposent ainsi de mettre en valeur la ville sous un angle inédit. A l'image d'Airbus, avec son taxi volant Vahana, d'autres imaginent des usages plus sophistiqués et futuristes. Entre ces extrémités, un vaste champ des possibles.

### Drone inspecteur

Un drone a d'abord la capacité de relier deux points en ligne droite, sans présence humaine. Une caractéristique qu'exploitent des acteurs aussi différents que les forces armées ou des spécialistes de la livraison, comme Amazon. En France, La Poste « ne pouvait pas ne pas examiner cette technologie », explique-t-on en interne. Avec la société Atechsys, l'opérateur de services postaux multiplie les tests sur une ligne qui relie, dans le Var, les communes de Pourrières (4 900 hab.) et de Saint-Maximin-la-Sainte-Baume (15 800 hab.). Les deux

partenaires ont créé un terminal de livraison pour sécuriser le décollage et l'atterrissage de l'engin. Pour autant, les 73 000 facteurs ont encore de beaux jours devant eux, La Poste n'ayant pas l'intention d'utiliser des drones pour livrer ses colis dans les jardins ou sur les balcons. Elle envisage, en revanche, d'en faire un outil pour désenclaver les territoires difficiles d'accès, pour lesquels les temps de parcours sont démultipliés. L'option drone pourrait par ailleurs être intéressante en cas d'urgence, après une crue ou un éboulement.

D'autres structures cherchent à mettre le drone au service de leur métier de base. Dans les Landes, le spécialiste de l'éradication des nids de guêpes et de frelons, LGF, a ainsi développé le Spray Hornet, capable de pulvériser un insecticide en hauteur, en remplacement de perches télescopiques qui ne suffisent pas toujours. Parallèlement, des bureaux d'études s'équipent pour évaluer l'état de digues sur le littoral, de bâtiments ou d'ouvrages d'art dont l'accès est complexe. Ces diagnostics sont difficiles à réaliser au sol, et le recours à un drone est moins onéreux et plus précis que la location d'un hélicoptère ou l'acquisition d'images satellite. Le champ d'application des drones semble sans limite, par exemple si on l'équipe d'une caméra thermique, comme l'a fait la ville de Beauvais pour évaluer et corriger le fonctionnement de la canalisation installée sous son terrain de sport chauffé.

### **Quelle viabilité ?**

A Vénissieux (62 600 hab., Rhône), la société Dalkia réalise, avec le même outil, une analyse thermographique de l'ensemble du réseau de chaleur. Un travail commandé par la ville, dans le cadre du renouvellement de sa délégation de service public (DSP). Doté d'un capteur infrarouge, l'aéronef a visualisé, sur 6 kilomètres, une centaine de points chauds dont dix se sont avérés de vrais points de faiblesse. Pour en être sûr, les images sont croisées avec d'autres informations, comme la présence d'équipements créant des différentiels de température.

La technique demande encore à être perfectionnée tant côté matériel, puisque les caméras thermiques n'ont pas été conçues pour être embarquées par des drones, que côté services. Peu de prestataires ont la double casquette « thermographe » et « pilote de drone ». Pour les utilisateurs professionnels, la réglementation semble par ailleurs perfectible. Notamment parce qu'elle interdit le survol des populations. A Vénissieux, des policiers municipaux ont dû suivre l'engin pour garantir un périmètre de sécurité pendant l'intervention. En outre, la nécessaire demande d'autorisation aux autorités aériennes ne permet pas de gérer les situations d'urgence. « Sans changer la loi, il y a sans doute des efforts à faire en matière de réactivité et de flexibilité pour délivrer les autorisations administratives », reconnaît la députée (PS) de Seine-Maritime, Marie Le Vern.

## Focus

### « Mieux encadrer l'activité sans paralyser le secteur »



Marie Le Vern, députée (PS) de Seine-Maritime

*« Les drones sont souvent pilotés par des néophytes. La loi relative au renforcement de la sécurité des drones civils, votée en octobre 2016, a donc d'abord une vertu pédagogique. Elle impose, par exemple, la présence d'une notice réglementaire dans l'emballage du produit. Elle interdit par ailleurs le survol de sites sensibles et impose des signaux lumineux et électroniques aux modèles de plus de 800 grammes. On marche sur des œufs. Car l'enjeu est de mieux encadrer l'activité sans paralyser le secteur qui crée des emplois et qui est très innovant. »*

Malgré ces réserves, le gain d'une telle opération est évident : « On décèle les dysfonctionnements en analysant les différentiels de débit ou de température entre deux points, mais nous sommes très imprécis, si bien que nous pouvons être amenés à intervenir sur plusieurs centaines de mètres alors que seuls 20 mètres posent problème », note Nicolas le Ru, pilote de ce projet chez Dalkia... qui garde les pieds sur terre. « Le procédé est trop récent pour évaluer sa viabilité », reconnaît-il. Difficile pour le moment de savoir si c'est une prestation de plus à prévoir pour la collectivité en début de DSP ou si le drone peut devenir, à terme, un outil de l'exploitant qui choisira de l'utiliser de son plein gré pour gagner en efficacité. L'opération de Vénissieux a un mérite plus inattendu. Certaines canalisations ont plus de quarante ans et les plans qui indiquent leur tracé ne sont pas toujours fiables. Ce travail est l'occasion de les redéfinir. Et donc de répondre à la réglementation qui exige une cartographie du sous-sol à 40 centimètres près.

### Applications 3D

Plus globalement, le monde des systèmes d'information géographique (SIG) commence à s'intéresser de près aux drones, comme l'entreprise Esri qui a développé un logiciel spécifique (Drone2Map) pour intégrer des images 2D ou 3D à son SIG. Parmi ses premiers utilisateurs, la région Centre – Val de Loire (2,57 millions d'hab.) l'a testé pour gérer les 1 235 arbres du domaine de Chaumont-sur-Loire (1 100 hab., Loir-et-Cher). Jusqu'alors, pour savoir lesquels élaguer ou bichonner, « on les numérotait et on utilisait des tableaux Excel avec des coordonnées x ou y relevées sur le terrain, explique Agathe Lazko, chargée de mission à la région. Ce travail manquait de précision ». La combinaison des images par drone et du SIG permettra au contraire aux jardiniers de visualiser l'historique des interventions et des diagnostics. Puis d'intégrer de nouvelles données. Parmi les critères à prendre en compte : la vigueur de l'arbre, ses paramètres mécaniques, son potentiel de croissance, la présence de racines arrachées... Grâce à une résolution à 2 centimètres près, le passage régulier d'un drone pourrait parallèlement permettre de suivre la croissance de certains spécimens. « A la région, cet outil nous servira à anticiper budgétairement les interventions », se félicite Agathe Lazko.

## Focus

### Un investissement vite rentabilisé, aux usages multiples

Nicolas Schockaert, directeur des systèmes d'information

[Beauvais (Oise) 54 700 hab.]



Et si le drone devenait un équipement comme un autre, à ranger sur une étagère entre le taille-haie et la décolleuse à papier peint ? C'est le pari de la ville de Beauvais, qui s'en est offert un il y a un an, pour 25 000 euros. La somme paraît rondelette. « Elle est largement amortie », calcule Nicolas Schockaert, directeur des systèmes d'information de la commune. Comptant dans ses rangs deux agents possédant le brevet théorique nécessaire au pilotage d'un modèle professionnel, la collectivité comptait sur l'outil pour réaliser des visites techniques de bâtiments nécessitant un cordiste ou une location de nacelle (facturée en moyenne 1 200 euros par jour). Et, de fait, plusieurs vols ont permis de vérifier l'état de toitures ou de repérer des éléments d'architecture défaillants, entre autres sur une église où l'affaiblissement d'une croix, présentant un danger, aurait été difficile à constater sans drone. « Dans une école, on nous a demandé de vérifier si des objets n'étaient pas coincés dans un chéneau », illustre Pascal Goffart, l'un des pilotes.

La commune assure aussi des missions plus inattendues. Par exemple, pour équiper un bâtiment public d'un pont réseau, le drone a permis d'analyser plusieurs lignes de visée et d'identifier le meilleur relais auquel se connecter. Quant au service municipal d'archéologie, il est intéressé par la capacité de l'engin à reconstituer le relief de bâtiments (via un logiciel spécialisé) ou à détecter des vestiges.

# Extrait de « PROTOCOLE NATIONAL D'ACCORD DE DEPLOIEMENT D'UN PLAN CORPS DE RUE SIMPLIFIE (PCRS) »

---

CNIG – 24 juin 2015

## 1. OBJET DU PROTOCOLE

Le présent protocole s'inscrit dans le cadre de la mise en place du volet cartographique du plan de prévention des endommagements de réseaux lors de travaux, réforme<sup>1</sup> dite « anti-endommagement des réseaux » ou « DT-DICT »<sup>2</sup>. Ses signataires s'engagent sur des principes qui définissent le cadre d'accords locaux à venir.

## 2. HISTORIQUE

Après une montée en puissance des Banques de Données Urbaines (BDU), outils essentiellement destinés à répondre aux besoins de gestion des services urbains, dans les années soixante-dix, après des lois de décentralisation qui ont donné aux collectivités locales des pouvoirs étendus et les moyens de disposer d'outils d'aide à la décision de plus en plus simples d'utilisation, dans les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix, le groupe de travail « RGE en zones urbaines denses » du CNIG, a préconisé dans son rapport final de février 2002<sup>3</sup> de constituer un « levé de corps de rue » afin de faciliter la gestion du domaine public.

D'un point de vue législatif, la loi du 17 décembre 2009 relative à la lutte contre la fracture numérique dite « loi Pintat<sup>4</sup> », puis la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010<sup>5</sup>, avaient convergé et confirmé ce besoin d'un référentiel à très grande échelle.

La nécessité de constituer un « Plan Corps de Rue Simplifié » (ci-après « PCRS »), d'abord en milieu urbain dense puis de façon large, mais adaptée, sur l'ensemble du territoire

---

<sup>1</sup>Articles L. 554-1 à 5 et R. 554-1 à 38 du code de l'environnement, et Arrêté du 15 février 2012 pris en application du chapitre IV du titre V du livre V du code de l'environnement relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution.

<sup>2</sup>« DT », Déclarations de projets de Travaux, et « DICT », Déclarations d'Intention de Commencement des Travaux.

<sup>3</sup> Retrouvez le rapport sur le [site du CNIG](#).

<sup>4</sup> Loi du 17 décembre 2009 relative à la lutte contre la fracture numérique de Xavier Pintat (Président de la FNCCR), son article 27 impose notamment à tout « maître d'ouvrage d'une opération de travaux d'installation ou de renforcement d'infrastructures de réseaux, d'une longueur significative, sur le domaine public, d'informer la collectivité ou le groupement de collectivités, désigné par le schéma directeur territorial d'aménagement numérique ».

<sup>5</sup>Loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010, qui précise, dans son article 219, que « les travaux réalisés à proximité des réseaux souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution sont effectués dans des conditions qui ne sont pas susceptibles de porter atteinte à la continuité de fonctionnement de ces réseaux, à l'environnement, à la sécurité des travailleurs et des populations situées à proximité du chantier ou à la vie économique ».

national, a donc émergé progressivement, au fil des besoins des collectivités, des exploitants de réseaux, des attentes des usagers et des obligations réglementaires dictées par l'intérêt général.

### 3. LE CONTEXTE

Pour les collectivités locales, les exploitants de réseaux et les différentes administrations compétentes, la connaissance précise du patrimoine, notamment celle des réseaux qui contribuent aux services publics, est fondamentale. Or, ces dernières ne disposent bien souvent que de plans émanant de sources diverses, sans concordance d'échelle, de qualité et de précision inégale, ce qui nuit à la gestion du patrimoine, la conception des projets et présente des risques lors des travaux.

L'absence d'un fond de plan commun à l'ensemble des parties-prenantes est préjudiciable à la compréhension de l'occupation du sous-sol.

#### 3.1. Contexte réglementaire

Au 1er juillet 2012, la réforme « anti-endommagement des réseaux » ou « DT-DICT » est entrée en application. Dès lors les maîtres d'ouvrage sont responsables de la sécurité de leurs chantiers, les exploitants de réseaux doivent s'engager clairement sur la position des ouvrages, les entreprises de travaux doivent attester des compétences liées à la nature des travaux qu'elles exécutent. L'objectif du volet cartographique de cette réforme est double : améliorer la précision du repérage des réseaux et fiabiliser l'échange d'informations entre les acteurs concernés : collectivités, exploitants de réseaux, maîtres d'ouvrages et entreprises de travaux.

Au 1er janvier 2019, les plans des réseaux sensibles enterrés, situés en unités urbaines, fournis par leurs exploitants en réponse aux DT et DICT devront comporter a minima 3 points géoréférencés, dans le système national de référence de coordonnées, en classe A<sup>6</sup>. En 2026, ces exigences seront applicables à ces mêmes réseaux sur l'ensemble du territoire national. Les exploitants des réseaux, comme les collectivités territoriales, vont devoir adapter leurs outils cartographiques pour faire face à une double gestion ; celle de l'amélioration du stock cartographique existant d'une part, et d'autre part celle de la qualité du flux issu des travaux neufs qu'ils doivent impérativement géoréférencer en classe A.

Concernant le fond de plan sur lequel les réseaux sont reportés, qu'ils soient sensibles ou non, l'article 7 de l'arrêté du 15 février 2012 précise que « *le fond de plan employé est le meilleur lever régulier à grande échelle disponible, établi et mis à jour par l'autorité publique locale compétente en conformité avec les articles L. 127-1 et suivants du Code de l'environnement* ».

---

<sup>6</sup>Un ouvrage ou tronçon d'ouvrage est rangé dans la classe A si l'incertitude maximale de localisation indiquée par son exploitant est inférieure ou égale à 40 cm s'il est rigide, ou à 50 cm s'il est flexible. L'incertitude maximale est portée à 80cm pour les ouvrages souterrains de génie civil attachés aux installations destinées à la circulation de véhicules de transport ferroviaire ou guidé lorsque ces ouvrages ont été construits antérieurement au 1er janvier 2011.

### 3.2. Contexte économique

Les débats menés, notamment au sein du CNIG, entre les exploitants de réseaux et les services techniques des collectivités territoriales, ont montré qu'une économie d'échelle pouvait être réalisée à terme en mutualisant les dépenses de levés topographiques jusqu'alors entrepris séparément par les différents acteurs, évitant ainsi les redondances. Il est apparu que l'usage d'un fond topographique unique, permettant à l'ensemble des parties-prenantes, maîtres d'ouvrage, bureaux d'étude et entreprises de travaux, de concevoir, réaliser et récolter en fin de travaux, assurerait des gains en termes de qualité et de temps.

Chaque acteur trouvant un intérêt économique à mutualiser, les coûts ainsi évités par chacun pourraient être affectés pour partie à la création (le cas échéant, par géoréférencement des fonds de plan déjà existants), puis la mise à jour, et la diffusion de ce référentiel cartographique « socle », véritable bien commun.

## 4. UN REFERENTIEL CARTOGRAPHIQUE A CONSTITUER : LE PLAN CORPS DE RUE SIMPLIFIE (PCRS)

Afin de répondre efficacement et durablement aux attentes dont il est l'objet, le fond de plan topographique employé, doit posséder des qualités non seulement en termes de précision, et de mise à jour mais aussi en termes d'interopérabilité.

Pour disposer d'une cartographie des réseaux de classe A exploitable correctement, il est indispensable de pouvoir les localiser sur un fond de plan lui-même suffisamment précis<sup>7</sup>. En effet, sur le terrain, de nombreuses opérations sont encore effectuées en « cotant » les réseaux par rapport à leur environnement, ce qui impose de géoréférencer cet environnement avec précision. En outre, seul un fond de plan mutualisé précis assurera la cohérence de l'ensemble des réseaux et donc répondra aux exigences de sécurité de la réforme.

Ce fond de plan, nécessairement à très grande échelle, est destiné à être utilisé dans le cadre des échanges entre collectivités et exploitants, et pour leurs besoins propres, notamment leurs réponses aux « DT-DICT ». Il n'a pas vocation, par ailleurs, à se substituer aux bases de données « métier » des gestionnaires des collectivités ou des exploitants, et ne contient donc pas d'information « métier », exception faite des affleurants de réseaux fournis par les exploitants.

L'interopérabilité, fondement de ce référentiel cartographique « commun », sera satisfaite par la constitution d'un socle topographique minimal de base<sup>8</sup> appelé Plan Corps de Rue Simplifié (PCRS) à très grande échelle. Sa réalisation est à l'initiative de l'autorité publique locale compétente

<sup>7</sup> Ce fond de plan, avec la précision requise, n'existe aujourd'hui que sur une petite portion du territoire.

<sup>8</sup> Ce PCRS, socle commun topographique minimal de base, ne doit pas constituer un frein à la réalisation de levés topographiques plus complets, financés, dans ce cas, de façon spécifique, par les parties-prenantes intéressées. Les accords entre ces parties prévoient les modalités du partage de ces levés.

sur la base de spécifications élaborées conjointement avec les exploitants de réseaux et normalisées par le CNIG<sup>9</sup>. La réalisation d'un PCRS agrégé au niveau national, et constitué au niveau local, partout où cela sera rendu nécessaire, constitue la cible des signataires du présent protocole d'accord.

## 5. LES TRAVAUX DU CNIG

Le cadre du Conseil National de l'Information Géographique<sup>10</sup> (CNIG) a été retenu afin de définir le fond de plan de qualité topographique recherché. Cela tient entre autres au fait que le CNIG avait identifié le besoin dès 2002<sup>11</sup> et qu'il constitue par ailleurs une instance neutre, représentative des pouvoirs et des responsabilités, ouverte, et œuvrant en toute transparence. Les productions du CNIG, notamment ses standards, sont, de fait, labellisés.

Au sein de sa Commission « Données », les groupes de travail mis en place, visent à définir, à l'échelon national, le cadre technique, financier et organisationnel garantissant l'efficacité et l'interopérabilité des bases de données existantes et des travaux de topographie qui vont être engagés à l'échelon local.

Les spécifications du Plan du Corps de Rue Simplifié (PCRS) à très grande échelle ont été rédigées<sup>12</sup>. Ce PCRS complète d'autres sources de données existant par ailleurs, comme par exemple la « Représentation Parcellaire Cadastre Unique (RPCU) » ou la « Base Adresse Nationale (BAN) ». La cohérence avec ces bases est visée.

## 6. LES ENGAGEMENTS DES PARTIES PRENANTES

### 6.1. A l'échelon local

La constitution et la maintenance du PCRS relève de la responsabilité de l'autorité publique locale compétente, à l'échelon le plus approprié, par exemple celui de la métropole, d'un établissement public de coopération intercommunale (EPCI), du département ou de la région, dans le

---

<sup>9</sup> Le document « spécifications du Plan Corps de Rue Simplifié (PCRS) à très grande échelle » est disponible sur [le site du CNIG](#).

<sup>10</sup> Le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) a été créé en 1985, il a été réorganisé par le décret n° 2011-127 du 31 janvier 2011, et ainsi été institué structure de coordination nationale pour la directive INSPIRE. Le CNIG est placé auprès du ministre chargé du développement durable.

<sup>11</sup> Rapport final du groupe de travail « RGE en zones urbaines denses » du CNIG, suivre le lien sur le [site du CNIG](#).

<sup>12</sup> Le PCRS décrit les objets les plus utiles des limites apparentes de la voirie aussi bien en zone urbaine dense qu'en zone plus rurale. Les objets du PCRS sont caractérisés par une géométrie vectorielle simple, dont la localisation est connue avec une précision centimétrique, éventuellement différente selon la nomenclature, la planimétrie ou l'altimétrie. La généalogie de l'acquisition figure également dans les données attributaires des objets du PCRS. Les méthodes de levés et/ou de récolement, voire la symbologie des représentations peuvent faire l'objet de descriptions annexes complémentaires. Les contraintes liées aux échanges entre le monde du Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) et les Systèmes d'Information Géographique (SIG) ont été le plus possible prises en compte, et notamment par la limitation du nombre de données attributaires des objets du PCRS.



cadre d'une mutualisation entre les exploitants de réseaux et les collectivités. Afin de favoriser la mise en place du volet cartographique du plan de prévention des endommagements de réseaux lors de travaux, réforme dite « anti-endommagement des réseaux » ou « DT-DICT », les signataires du présent protocole d'accord national s'engagent, à l'échelon local, à :

1. Créer les conditions d'une mise en place d'accords locaux ayant pour objectif la constitution du PCRS dans l'intérêt économique durable de chacune des parties-prenantes, et en fonction des contributions initiales de chacune,
2. Appliquer le standard PCRS<sup>13</sup> à très grande échelle adopté par le CNIG, ainsi que ses exigences de qualité,
3. Veiller à ce que l'échelon local le plus approprié soit retenu de façon à optimiser les coûts engendrés par l'opération,
4. Maintenir durablement le PCRS, par enrichissement et mise à jour, notamment à l'issue des récolements, partout où il aura été constitué,
5. En cohérence avec l'infrastructure nationale, assurer les conditions de la diffusion du PCRS à très grande échelle par une infrastructure locale ad hoc, dont le financement spécifique sera à déterminer par les parties-prenantes,
6. Initier les accords locaux avec les parties prenantes volontaires, élargir progressivement, et sans limitation, à tous les partenaires potentiellement concernés, la richesse du PCRS étant indexée sur le nombre de parties prenantes qui l'utiliseront.

## 6.2. A l'échelon national

Par ailleurs, considérant les impacts d'une telle démarche, les signataires jugent nécessaire la mise en place, au niveau national, d'une gouvernance, d'une part pour suivre la dissémination du PCRS, le déploiement des accords locaux, ainsi que les questions de financement liant partenaires publics et privés, et d'autre part pour régler les aspects d'évolution de contenu du PCRS. Ces exigences apparaissent d'ailleurs dans l'arrêté « DT-DICT » de février 2012. Dans ce cadre, les signataires du présent protocole national d'accord s'engagent, à l'échelon national, à :

1. Mettre en place un observatoire en charge du suivi du déploiement des accords locaux ainsi que de la dissémination du PCRS,
2. Maintenir, dans le cadre du CNIG, les spécifications du PCRS, et étudier leur adaptation hors zones urbaines denses (éventualité d'une version image du PCRS, cf. scénario 2 de l'annexe),
3. Créer les conditions d'une agrégation des PCRS locaux par une infrastructure nationale ad hoc, dans le respect des droits de la propriété intellectuelle détenus par les parties prenantes aux accords locaux, en cohérence avec les infrastructures locales, et selon des conditions financières à définir,
4. Déterminer les conditions de la diffusion la plus large possible de ce PCRS national, notamment comme fond de plan de l'interface cartographique du guichet unique « reseaux-et-canalizations.gouv.fr ».

---

<sup>13</sup> Le document « spécifications du Plan Corps de Rue Simplifié (PCRS) à très grande échelle » est disponible sur [le site du CNIG](#).

## **7. INITIALISATION ET SCENARII DE DEPLOIEMENT DU PCRS**

Certaines collectivités territoriales disposent d'ores et déjà de données géographiques à très grande échelle sur tout ou partie de leur territoire. Ces bases de données le plus souvent en zones urbaines denses peuvent constituer, sur ces territoires, la première édition du Plan du Corps de Rue Simplifié (PCRS) à très grande échelle.

Par ailleurs, les exploitants de réseaux publics de distribution nationaux, en particulier ERDF et GRDF possèdent un patrimoine de plusieurs millions de fonds de plans à grande échelle, décrivant l'implantation des ouvrages concédés. Ces plans sont destinés à être géoréférencés, et les tracés des réseaux extraits. Les opérations de géoréférencement des plans, les données y contribuant ainsi que les plans résultant de ces géoréférencements pourraient faire l'objet, au travers d'accords locaux, d'une large mutualisation et ainsi constituer également les premières éditions du Plan du Corps de Rue Simplifié (PCRS) à très grande échelle, pour les territoires où il sera pertinent de les retenir.

En fonction du contexte local, plusieurs scenarii pourront donc se présenter. Pour chacun des cas envisagés, la mise en œuvre de ces scenarii est précisée dans l'annexe au présent protocole, notamment le cadrage permettant une mutualisation des coûts. Au-delà de ces modalités de mise en œuvre, les accords locaux viendront fixer précisément, en fonction des contextes et des parties prenantes, les rôles et droits, ainsi que la répartition équitable des coûts, notamment en fonction des apports en fond de plan, de chacune des parties.

## **8. PROPRIETE ET CONDITIONS D'ACCES AU PCRS**

L'autorité publique locale compétente établit et met à jour le PCRS, lequel constitue un bien commun, copropriété de ceux qui ont contribué à sa constitution. Cette copropriété s'étend à l'ensemble des fonds de plans mutualisés et créés, y compris ceux mis à jour. Les conventions locales préciseront les droits et devoirs des parties prenantes ainsi que leur contribution financière respective en fonction de leurs apports, notamment en fonds de plan.

En matière de diffusion dans le cadre d'un usage ponctuel à des tiers, hors les parties prenantes, le principe retenu est celui de la gratuité pour les utilisations sous maîtrise d'ouvrage publique, sous condition d'enrichissement du PCRS, le cas échéant. Les conventions locales préciseront les conditions d'accès, notamment financières, au PCRS pour les utilisations sous maîtrise d'ouvrage privée. En particulier, seront fixées, la contribution financière due par tout nouvel entrant et l'étendue de la licence qui lui sera concédée.

# **ANNEXES**

## **AU PROTOCOLE NATIONAL D'ACCORD DE DEPLOIEMENT D'UN PLAN CORPS DE RUE SIMPLIFIE (PCRS)**

---

### **ANNEXE 1 :**

#### **SCENARIO 1- PCRS DEJA PARTIELLEMENT EXISTANT**

Ce scénario concerne plus particulièrement les Métropoles ou les grandes agglomérations.

Dans ce type de contexte, un plan corps de rue vectorisé, d'une classe de précision compatible avec la classe A, existe a minima sur la ville centre. Il est plus rare qu'il couvre l'ensemble de l'agglomération.

Pour construire un PCRS sur l'ensemble du territoire, on peut donc envisager les étapes suivantes :

1. Dans un premier temps il faut vérifier la possibilité de produire un PCRS à partir du fond de plan initialement existant sur une partie du territoire. En principe cette étape ne doit pas être difficile à franchir car les plans corps de rue constitués historiquement sont en général largement plus complets que le standard PCRS. Il est par contre possible que la classe de précision ne soit pas homogène. Si tel est le cas, les partenaires de la mutualisation dans le cadre de la mise en œuvre locale du présent protocole pourront étudier le co-financement d'une mise à niveau.
2. Dans un deuxième temps, il faut prévoir d'étendre le périmètre du PCRS à l'ensemble du territoire. Il faut tout d'abord vérifier la capacité du gestionnaire du plan corps de rue existant à devenir le gestionnaire sur l'ensemble du territoire. Pour l'extension de la couverture du PCRS, les partenaires de la mutualisation doivent en étudier le co-financement.

Par exemple, une acquisition de données cartographiques précises peut déjà être envisagée via des technologies de "mobile mapping". Elle permet assez rapidement d'obtenir une couverture de type image. La vectorisation de l'image peut être réalisée ensuite progressivement en fonction des besoins. Une autre option peut consister, via l'acquisition "mobile mapping", à recalculer la base vectorielle d'un exploitant de réseau en disposant déjà (ERDF ou GRDF par exemple). Cette base vectorielle recalculée peut ensuite être adoptée comme la première version vectorielle de la base PCRS.

3. Les partenaires de la mutualisation doivent enfin convenir du mode de maintenance de la base. Pour une mise à jour la plus économique possible, il faut mettre en place une organisation permettant d'identifier les rues ayant fait l'objet de modification justifiant une mise à jour du PCRS.

Par exemple, dans le cas d'une base vectorielle, les mises à jour peuvent être envisagées en topographie classique. Si la base est constituée d'une acquisition de type mobile mapping, une mise à jour (annuelle par exemple) peut être envisagée par le roulage des seules rues concernées et leur vectorisation ultérieure si nécessaire.

## **SCENARIO 2- TERRITOIRE NE DISPOSANT ACTUELLEMENT D'AUCUNE BASE PCRS**

Ce scénario concerne plus particulièrement les territoires urbanisés moins denses, ruraux et les agglomérations de tailles moyennes.

Il faut en priorité identifier une structure locale de coordination et de mutualisation (par exemple un syndicat d'énergie, une structure gérant une plate-forme d'information géographique...) pouvant assumer le rôle de gestionnaire d'une base PCRS pour le compte des autorités publiques locales. Dans ce type de contexte, la maille départementale ou régionale est probablement la mieux adaptée.

Pour construire un PCRS sur l'ensemble du territoire, on peut donc envisager les étapes suivantes :

1. Dans un premier temps, les partenaires de la mutualisation peuvent décider de cofinancer une acquisition de données cartographiques précises.

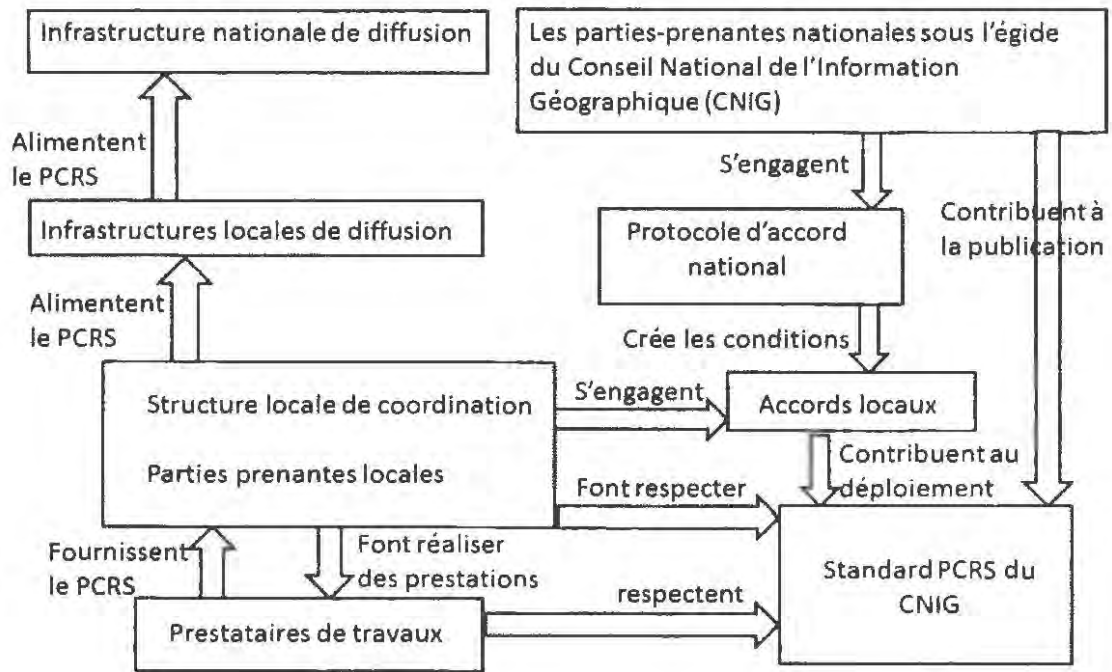
Cela peut être envisagé par exemple via des technologies de « mobile mapping » ou de photographies aériennes (pour les zones les moins denses dans ce dernier cas). La vectorisation de l'image peut être réalisée ensuite progressivement si les partenaires la juge nécessaire. Elle peut n'être envisagée éventuellement que sur les zones les plus denses. Une autre option peut consister, via l'acquisition « mobile mapping » ou photographies aériennes, à recalibrer la base vectorielle d'un exploitant de réseau en disposant déjà (ERDF ou GRDF par exemple). Cette base vectorielle recalibrée peut ensuite être adoptée comme la première version vectorielle de la base PCRS pour les zones couvertes par ces exploitants.

2. Les partenaires de la mutualisation doivent enfin convenir du mode de maintenance de la base. Pour une mise à jour la plus économique possible, il faut mettre en place une organisation permettant d'identifier les rues ayant fait l'objet de modification justifiant une mise à jour du PCRS.

Par exemple, dans le cas d'une base vectorielle, les mises à jour peuvent être envisagées en topographie classique. Si la base est constituée d'une acquisition de type « mobile mapping » ou photographies aériennes, une mise à jour (annuelle par exemple) peut être envisagée par le roulage des seules rues concernées et leur vectorisation ultérieure si nécessaire (ou par une mise à jour par exemple via des drones des seules zones concernées pour les photos aériennes).

## ANNEXE 2

### SCHEMA DE DEPLOIEMENT DU PCRS :



# Décrets, arrêtés, circulaires

## TEXTES GÉNÉRAUX

### MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

**Arrêté du 17 décembre 2015 relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités requises des personnes qui les utilisent**

NOR : DEVA1528542A

**Publics concernés :** exploitants et constructeurs d'aéronefs civils qui circulent sans personne à bord et personnes utilisant ces aéronefs.

**Objet :** fixer des dispositions particulières portant sur la conception des aéronefs qui circulent sans personne à bord, sur les conditions de leur emploi et sur les capacités requises des personnes qui les utilisent.

**Entrée en vigueur :** le texte entre en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2016.

**Notice :** le présent texte fixe les conditions d'utilisation et de conception des aéronefs qui circulent sans personne à bord selon trois types d'activités définis en fonction, non pas des aéronefs considérés, mais de l'utilisation qui en est faite. L'activité d'aéromodélisme est définie comme l'utilisation d'un aéronef circulant sans personne à bord à des fins de loisir ou de compétition. L'activité d'expérimentation est définie comme l'utilisation à des fins de développement ou de mise au point d'un tel aéronef ou de son système de commande. Les activités particulières sont définies comme toutes utilisations autres que l'aéromodélisme et l'expérimentation, que ces utilisations donnent lieu ou non à une transaction commerciale. Chaque type d'activité est soumis aux dispositions générales contenues dans le corps du présent arrêté et à des dispositions spécifiques détaillées en annexes. Les dispositions du présent arrêté sont notamment complétées par celles de l'arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord.

**Références :** le présent arrêté peut être consulté sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).

La ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et la ministre des outre-mer,

Vu la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944, publiée par le décret n° 47-974 du 31 mai 1947, ensemble les protocoles qui l'ont modifiée, notamment le protocole du 30 septembre 1977 concernant le texte authentique quadrilingue de cette convention, publié par le décret n° 2007-1027 du 15 juin 2007 ;

Vu le règlement (CE) n° 785/2004 du Parlement européen et du Conseil du 21 avril 2004 relatif aux exigences en matière d'assurance applicables aux transporteurs aériens et aux exploitants d'aéronefs ;

Vu le règlement (CE) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil du 20 février 2008 concernant des règles communes dans le domaine de l'aviation civile et instituant une agence européenne de la sécurité aérienne, et abrogeant la directive 91/670/CEE du Conseil, le règlement (CE) n° 1592/2002 et la directive 2004/36/CE ;

Vu la directive 98/34/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998, prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information, et notamment la notification n° 2015/149/F ;

Vu le code des transports, notamment ses articles L. 6100-1, L. 6221-1, L. 6221-3, L. 6222-8 et L. 6232-4 ;

Vu le code de l'aviation civile, notamment ses articles R. 133-1-2 et D. 133-10 ;

Vu le code des postes et des communications électroniques ;

Vu la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés ;

Vu l'arrêté du 4 avril 1996 modifié relatif aux manifestations aériennes ;

Vu l'arrêté du 27 juillet 2005 portant application de l'article D. 133-10 du code de l'aviation civile ;

Vu l'arrêté du 7 décembre 2010 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne ;

Vu l'arrêté du 18 avril 2011 relatif à la licence de station d'aéronef ;

Vu l'arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord,

Arrêtent :

**Art. 1<sup>er</sup>.** – *Objet.*

Le présent arrêté fixe les dispositions qui s'appliquent à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord dans les limites du territoire de la République française au sens de l'article 2 de la convention

relative à l'aviation civile internationale susvisée, aux conditions de leur emploi et aux capacités requises des personnes qui les utilisent.

Cet arrêté ne s'applique pas :

- aux ballons libres ;
- aux ballons captifs utilisés à une hauteur inférieure à 50 mètres avec une charge utile d'une masse inférieure ou égale à 1 kilogramme ;
- aux fusées ;
- aux cerfs-volants ;
- aux aéronefs utilisés à l'intérieur d'espaces clos et couverts.

**Art. 2. – Définitions.**

Pour l'application du présent arrêté, les définitions contenues dans l'arrêté du 17 décembre 2015 susvisé s'appliquent et les termes ci-dessous sont employés avec les acceptions suivantes :

- 1) Aéronef télépiloté : aéronef qui circule sans personne à bord sous le contrôle d'un télépilote.
- 2) Télépilote : personne contrôlant les évolutions d'un aéronef télépiloté, soit manuellement soit, lorsque l'aéronef évolue de manière automatique, en surveillant la trajectoire et en restant en mesure à tout instant d'intervenir sur cette trajectoire pour assurer la sécurité.
- 3) Manuel, automatique, autonome :
  - un aéronef télépiloté évolue sous contrôle « manuel » lorsque sa trajectoire résulte à tout instant de commandes d'un télépilote transmises en temps réel ;
  - un aéronef télépiloté évolue de manière « automatique » lorsque son évolution en vol a été programmée avant ou pendant le vol et que le vol s'effectue sans intervention d'un télépilote ;
  - un aéronef évolue de manière « autonome » lorsqu'il évolue de manière automatique et qu'aucun télépilote n'est en mesure d'intervenir sur sa trajectoire. Cette définition ne s'applique pas aux phases de vol d'un aéronef télépiloté pendant lesquelles le télépilote perd sa capacité d'intervenir sur la trajectoire de l'aéronef suite à l'application de procédures d'urgence ou à la perte de la liaison de commande et de contrôle.

Ces définitions s'appliquent pour tout ou partie d'un vol.

- 4) Captif : un aéronef est dit « captif » s'il est relié par tout moyen physique :
  - au sol ou à une structure fixe ; ou
  - à un mobile ou à son télépilote, ne pouvant être soulevé ou déplacé par réaction de l'accroche de l'aéronef captif.
- 5) Aérostat : aéronef dont la sustentation en vol est principalement due à sa flottabilité dans l'air. Cette définition comprend les ballons et les dirigeables.
- 6) Aérodyne : aéronef dont la sustentation en vol est obtenue principalement par des forces aérodynamiques s'appliquant soit sur une ou plusieurs voilures fixes, rigides ou souples, soit sur une ou plusieurs voilures tournantes. Cette définition comprend les planeurs, les motoplaneurs, les avions, les paramoteurs, les aéronefs à voilure tournante, les combinés et les convertibles.
- 7) Masse d'un aéronef : masse totale de l'aéronef, charge utile comprise. La masse de l'aéronef ne comprend pas :
  - pour les aérostats, la masse du gaz porteur ;
  - pour les aéronefs captifs, la masse du moyen de retenue.

8) Zone peuplée : un aéronef est dit évoluer en « zone peuplée » lorsqu'il évolue :

- au sein ou à une distance horizontale inférieure à 50 mètres d'une agglomération figurant sur les cartes aéronautiques en vigueur diffusées par le service d'information aéronautique à l'échelle 1/500 000 ou, à défaut, à l'échelle 1/250 000, ou ;
- à une distance horizontale inférieure à 150 mètres d'un rassemblement de personnes, sauf précision contraire au sein du présent arrêté.

**Art. 3. – Classification des activités.**

Les activités réalisées avec les aéronefs qui circulent sans personne à bord sont classées comme suit :

1. Aéromodélisme : utilisation à des fins de loisir ou de compétition :

- d'un aéronef télépiloté en vue de son télépilote ; ou
- d'un aéronef télépiloté de masse inférieure ou égale à 2 kg, évoluant hors vue de son télépilote, à une distance horizontale maximale de 200 mètres de ce télépilote et à une hauteur maximale de 50 mètres, en présence d'une seconde personne en vue de cet aéronef et chargée de veiller à la sécurité du vol en informant le télépilote de dangers éventuels ; ou
- d'un aéronef non télépiloté de masse inférieure à 1 kilogramme qui, une fois lancé, vole de manière autonome en suivant les mouvements de l'atmosphère et dont le vol ne dure pas plus de 8 minutes.

Lorsqu'il est utilisé en aéromodélisme, un aéronef qui circule sans personne à bord est dit « aéromodèle ».

La prise de vues aériennes est possible en aéromodélisme au cours d'un vol dont l'objectif reste le loisir ou la compétition et lorsque les vues réalisées ne sont pas exploitées à titre commercial.

Les vols réalisés dans le cadre de l'expérimentation d'un aéromodèle ou de la formation de son télépilote sont considérés, pour la définition des conditions applicables, comme relevant de l'aéromodélisme.

2. Expérimentation : utilisation d'un aéronef autre qu'un aéromodèle à des fins d'essais ou de contrôle.

Les vols de démonstration réalisés avec des aéronefs en cours d'expérimentation sont considérés, pour la définition des conditions applicables, comme relevant de l'activité d'expérimentation.

3. Activité particulière : utilisation autre que celles visées aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus, que cette utilisation ait lieu dans le cadre d'une transaction commerciale ou non.

#### **Art. 4. – Conditions applicables.**

1) Dans le cas où plusieurs personnes sont susceptibles d'agir sur le système de commande de l'aéronef, l'une de ces personnes remplit la fonction de télépilote et à ce titre est chargée d'assurer la sécurité du vol. Dans ce cas :

- c'est par rapport à ce télépilote que s'apprécie le respect des conditions associées à un vol « en vue » ;
- ce télépilote dispose de sa propre commande ou, à défaut, est en mesure à tout instant et dans des conditions permettant de maintenir la sécurité du vol d'accéder au système de commande de l'aéronef ;
- les autres personnes peuvent alors ne pas être considérées comme télépilote.

2) Sans préjudice des dispositions liées à l'utilisation de l'espace aérien :

- l'annexe I du présent arrêté définit les conditions applicables aux aéromodèles et aux personnes qui les mettent en œuvre ;
- l'annexe II du présent arrêté définit les conditions applicables aux aéronefs utilisés lors d'activités d'expérimentation et aux personnes qui les mettent en œuvre ;
- l'annexe III du présent arrêté définit les conditions applicables aux aéronefs utilisés lors d'activités particulières et aux personnes qui les mettent en œuvre.

#### **Art. 5. – Contrôles.**

1) Le ministre chargé de l'aviation civile peut faire effectuer, par des personnes ou organismes habilités à cet effet, les vérifications et la surveillance qu'il juge nécessaires pour s'assurer qu'un aéronef qui circule sans personne à bord et les personnes qui le mettent en œuvre répondent aux dispositions du présent arrêté.

2) Lors de toute mise en œuvre d'un aéronef qui circule sans personne à bord, une copie de toutes les autorisations requises par le présent arrêté, ainsi que de tout autre document dont les annexes au présent arrêté prévoient la présentation, sont fournis sans délai lors de toute demande d'une autorité. Ces documents peuvent être présentés sous format numérique.

#### **Art. 6. – Limitation ou interdiction d'opérations.**

Le ministre chargé de l'aviation civile peut interdire ou limiter l'utilisation d'un aéronef qui circule sans personne à bord, d'un type d'aéronef ou l'activité d'un exploitant, s'il a connaissance de problème de sécurité pour les personnes ou en cas de non-respect des conditions du présent arrêté par un exploitant ou un télépilote.

Une telle limitation ou interdiction est réalisée au moyen d'une consigne opérationnelle, d'une consigne de navigabilité ou par suspension ou retrait des autorisations, attestations et accusés de réception délivrés par le ministre chargé de l'aviation civile.

Dans un tel cas, l'activité ne peut reprendre que si des mesures correctives assurant la sécurité des personnes et le respect des dispositions du présent arrêté sont appliquées dans les conditions fixées par le ministre chargé de l'aviation civile pour leur mise en œuvre.

#### **Art. 7. – Autorisations spécifiques.**

Le ministre chargé de l'aviation civile peut accorder une autorisation spécifique permettant la réalisation d'une activité pour laquelle l'une au moins des conditions des annexes au présent arrêté ne serait pas respectée, sous réserve que le maintien d'un niveau de sécurité acceptable pour les personnes au sol ou à bord d'autres aéronefs et, le cas échéant, la conformité aux conditions techniques complémentaires notifiées par le ministre chargé de l'aviation civile aient été démontrés.

#### **Art. 8. – Dérogations.**

Les aéronefs qui circulent sans personne à bord utilisés pour le compte de l'Etat dans le cadre de missions de secours, de sauvetage, de douane, de police ou de sécurité civile, peuvent évoluer en dérogation aux dispositions du présent arrêté lorsque les circonstances de la mission et les exigences de l'ordre et de la sécurité publics le justifient.

#### **Art. 9. – Respect de la vie privée.**

Les dispositions de cet arrêté s'appliquent sans préjudice de celles liées à la protection des données personnelles et à la vie privée des individus, notamment celles prévues par la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 susvisée.

#### **Art. 10. – Abrogations et dispositions transitoires.**

1) L'arrêté du 21 mars 2007 relatif aux aéronefs non habités qui évoluent en vue directe de leurs opérateurs est abrogé.

2) L'arrêté du 11 avril 2012 relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans aucune personne à bord, aux conditions de leur emploi et sur les capacités requises des personnes qui les utilisent est abrogé.



3) Les dispositions de l'arrêté du 11 avril 2012 relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans aucune personne à bord, aux conditions de leur emploi et sur les capacités des personnes qui les utilisent, mentionné à l'article 2 de l'arrêté du 20 décembre 2012 portant extension en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française et dans les îles Wallis et Futuna de textes relatifs aux personnels navigants de l'aviation civile, à l'exploitation et à la navigabilité des aéronefs, sont abrogées en Polynésie française et dans les îles Wallis -et - Futuna.

4) Les autorisations et attestations délivrées par le ministre chargé de l'aviation civile pour l'exploitation d'aéronefs qui circulent sans personne à bord avant l'entrée en vigueur du présent arrêté restent valides et sont réputées avoir été délivrées conformément aux dispositions du présent arrêté dans les limites des conditions indiquées sur ces documents et leurs annexes éventuelles.

5) Les exploitants ayant reçu une attestation de dépôt de manuel d'activités particulières avant l'entrée en vigueur du présent arrêté appliquent les dispositions du paragraphe 3.3.1 de l'annexe III du présent arrêté au plus tard six mois après l'entrée en vigueur du présent arrêté. Jusqu'à cette date, la présentation de cette attestation de dépôt vaut présentation d'un accusé de réception pour l'application du paragraphe 1.6 de l'annexe III du présent arrêté.

6) Les dispositions du paragraphe 2.6.c de l'annexe III du présent arrêté sont applicables pour toute nouvelle demande d'attestation de conception déposée plus de 12 mois après l'entrée en vigueur du présent arrêté.

**Art. 11. – Applicabilité.**

1) Les dispositions du présent arrêté sont applicables en Polynésie française et dans les îles Wallis-et-Futuna.

2) Pour l'application en Polynésie française et dans les îles Wallis-et-Futuna du présent arrêté et par dérogation à l'article 2, un aéronef est dit évoluer en « zone peuplée » lorsqu'il évolue :

- au sein ou à une distance horizontale inférieure à 50 mètres d'une agglomération ; ou
- à une distance horizontale inférieure à 150 mètres d'un rassemblement de personnes, sauf précision contraire au sein du présent arrêté.

**Art. 12. – Entrée en vigueur.**

Le présent arrêté entre en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2016.

**Art. 13. – Exécution.**

Le directeur général de l'aviation civile et le directeur général des outre-mer sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 17 décembre 2015.

*La ministre de l'écologie,  
du développement durable  
et de l'énergie,*

Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur général  
de l'aviation civile,*

P. GANDIL

*La ministre des outre-mer,*  
Pour la ministre et par délégation :

*Le directeur général  
des outre-mer,*

A. ROUSSEAU

A N N E X E S

A N N E X E I

AÉROMODÉLISME

Les aéromodèles sont classés selon les catégories suivantes :

Catégorie A :

- aéromodèle de masse inférieure ou égale à 25 kilogrammes, non motorisé ou comportant un seul type de propulsion respectant les limitations suivantes :
  - moteur thermique : cylindrée totale inférieure ou égale à 250 cm<sup>3</sup> ;
  - moteur électrique : puissance totale inférieure ou égale à 15 kW ;
  - turbopropulseur : puissance totale inférieure ou égale à 15 kW ;
  - réacteur : poussée totale inférieure ou égale à 30 daN, avec un rapport poussée / poids sans carburant inférieur ou égal à 1,3 ;
  - air chaud : masse totale de gaz en bouteilles embarquées inférieure ou égale à 5 kg ;
  - tout aéromodèle captif de masse inférieure ou égale à 150 kilogrammes.

Catégorie B : tout aéromodèle ne respectant pas les caractéristiques de la catégorie A.

## 1. Principe d'utilisation des aéromodèles :

1.1) Les aéromodèles de catégorie A sont dispensés de document de navigabilité et sont autorisés à voler sans autre condition relative à leur aptitude au vol et sans autre condition relative aux capacités requises des personnes qui les utilisent que celles définies aux paragraphes 1.3) à 1.6).

1.2) Les aéromodèles de catégorie B sont autorisés à voler sous réserve qu'une autorisation de vol ait été délivrée par le ministre chargé de l'aviation civile pour attester de la navigabilité de l'aéromodèle et des capacités requises des personnes qui l'utilisent.

1.3) Lorsque l'aéromodèle évolue de façon automatique, le télépilote est en mesure à tout instant d'en reprendre le contrôle manuel. Toutefois, dans le cas d'un aéromodèle de masse inférieure ou égale à 2 kg, évoluant à une distance horizontale maximale de 200 mètres de ce télépilote et à une hauteur maximale de 50 mètres, la capacité de contrôle du télépilote peut être limitée à des commandes d'urgence.

1.4) Les aéromodèles ne sont pas utilisés dans des conditions où il y aurait un risque pour les personnes et les biens au sol, y compris en cas de panne probable, en conservant une distance minimale de sécurité par rapport à ces personnes et ces biens au sol.

1.5) Un télépilote ne peut pas faire évoluer un aéromodèle s'il est à bord d'un véhicule en déplacement.

1.6) Le largage de charges d'une masse totale inférieure ou égale à 500 g ou d'un autre aéromodèle est autorisé sur les sites de vols d'aéromodélisme ayant fait l'objet d'une localisation d'activité.

## 2. Demande d'autorisation de vol d'un aéromodèle de catégorie B :

2.1) Les éléments du dossier technique à constituer par le postulant et le programme type de démonstration en vol auprès du ministre chargé de l'aviation civile sont définis en appendice.

2.2) Toutefois, si l'aéromodèle présente des caractéristiques de conception ou de pilotage inhabituelles ou complexes, le ministre chargé de l'aviation civile peut notifier des conditions techniques particulières.

## 3. Autorisation de vol d'un aéromodèle de catégorie B :

3.1) Pour les aéromodèles de catégorie B ne relevant pas en matière de navigabilité de la réglementation européenne, l'autorisation de vol est délivrée lorsque l'aéromodèle répond au dossier technique établi par le postulant et accepté par le ministre chargé de l'aviation civile, et que le ou les télépilotes qui utilisent l'aéromodèle ont prouvé leurs compétences lors d'une ou plusieurs démonstrations en vol, selon un programme conforme à un programme type figurant en appendice.

3.2) Pour les aéromodèles de catégorie B qui disposent d'un document de navigabilité valide délivré conformément à la réglementation européenne, l'autorisation de vol est délivrée dès lors que le ou les télépilotes qui utilisent l'aéromodèle ont prouvé leurs compétences lors d'une ou plusieurs démonstrations en vol, selon un programme conforme à un programme type figurant en appendice.

3.3) Afin de préparer les vols de démonstrations ci-dessus, une autorisation de vol provisoire valable six mois, renouvelable, est délivrée après vérification du dossier technique et dans un délai maximal d'un mois. Elle ne permet pas le vol de l'aéromodèle lors d'une manifestation aérienne, ni en présence de tiers qui ne seraient pas indispensables à la préparation de ces vols.

3.4) L'autorisation de vol précise, le cas échéant, les limitations associées au vol de l'aéromodèle.

## 4. Télépilotes d'un aéromodèle de catégorie B :

L'identité de chaque télépilote d'un aéromodèle de catégorie B, ayant prouvé sa compétence selon l'appendice à cette annexe, est inscrite sur l'autorisation de vol de l'aéromodèle considéré. Seul un télépilote ainsi autorisé peut mettre en vol cet aéromodèle tant que l'autorisation de vol reste valide.

Le ministre chargé de l'aviation civile peut suspendre ou retirer toute autorisation de vol sur laquelle est inscrite l'identité d'un télépilote s'il a connaissance de problème de sécurité pour les tiers lié à la compétence de ce télépilote.

## 5. Validité de l'autorisation de vol d'un aéromodèle de catégorie B :

5.1) L'autorisation de vol est délivrée sans limite de durée. Elle reste valide tant que les conditions qui ont prévalu à sa délivrance restent valables et que l'attestation prévue ci-dessous a été établie.

5.2) Le bénéficiaire de l'autorisation de vol adresse chaque année au ministre chargé de l'aviation civile une attestation établissant que l'aéromodèle reste conforme à son dossier technique ou au document de navigabilité délivré conformément à la réglementation européenne et que ses conditions d'exploitation restent inchangées.

5.3) La première attestation est fournie au plus tard le dernier jour du douzième mois qui suit la délivrance de l'autorisation, puis chaque année au plus tard le dernier jour du douzième mois qui suit la date de la précédente attestation.

5.4) L'attestation est conforme à un modèle déterminé par le ministre chargé de l'aviation civile.

5.5) L'autorisation doit pouvoir être fournie lors de toute demande d'une autorité.

## 6. Conditions invalidant l'autorisation de vol de l'aéromodèle de catégorie B :

Toute modification ou reconstruction d'un aéromodèle ayant pour effet de le rendre non conforme à l'un des éléments de son dossier technique, tout changement au niveau des limitations d'emploi (acrobatique/remorquage), de cet aéronef, entraîne l'obligation pour son propriétaire ou le cas échéant le titulaire de l'autorisation de vol de présenter au ministre chargé de l'aviation civile cette modification, cette reconstruction ou ce changement d'emploi en vue de la délivrance d'une nouvelle autorisation de vol.

Si une modification change de manière substantielle la masse de l'aéronef (augmentation de 10 %), ses qualités de vol, sa motorisation, l'autorisation de vol de cet aéromodèle ne reste valide que si tous les télépilotes précédemment autorisés prouvent à nouveau leur compétence au ministre chargé de l'aviation civile.

### *Appendice à l'annexe I relative aux aéromodèles*

#### *Autorisation de vol d'un aéromodèle de catégorie B*

##### **1. Dossier technique à constituer pour l'aptitude au vol d'un aéromodèle de catégorie B**

La demande est accompagnée d'un dossier technique comprenant au moins les chapitres suivants :

- descriptif de l'aéromodèle : dimensions principales, masse, principaux éléments constitutifs et matériaux employés ;
- performances prévues ;
- motorisation ;
- système de télécommande, descriptif, alimentation, protections ;
- fréquences et conformité aux règles applicables en matière de télécommunications ;
- mesures de sécurité vis-à-vis des tiers (limitations d'emploi, traitement des pannes et des pertes de contrôle, limitation des risques en cas d'impact...) ;
- mesures de sécurité suite à une perte de la liaison de commande et de contrôle.

Le ministre chargé de l'aviation civile s'entoure des experts de son choix pour l'instruction du dossier technique.

##### **2. Programme de la démonstration en vol destinée à évaluer les capacités des personnes qui utilisent un aéromodèle de catégorie B**

L'identité du ou des télépilotes est précisée sur la demande d'autorisation de vol. Le programme de la démonstration en vol est adapté au type de l'aéromodèle présenté.

Le programme de démonstration en vol comporte :

- une première partie commune à tous les types d'aéromodèles (acrobatique, non acrobatique, remorqueur, ...), qui met en évidence la capacité du télépilote à manœuvrer son aéromodèle en toute sécurité, par rapport à un public fictif ;
- une seconde partie, spécifique à l'aéromodèle présenté, qui a pour but essentiel de justifier des qualités de résistance structurale et de qualités de vol de l'aéromodèle, en fonction du domaine d'utilisation prévu.

Avant le décollage de l'aéromodèle, les personnes chargées de contrôler la capacité au vol des télépilotes d'aéromodèles, ci-après dénommées « les évaluateurs », définissent au télépilote les zones rigoureusement interdites de survol. Tout survol de ces zones est un motif de refus pour la délivrance de l'autorisation, sauf cas de force majeure.

Les évaluateurs précisent également la zone d'atterrissage, qui permet de valider la précision du toucher.

Le cas échéant, les évaluateurs se réservent le droit de demander d'autres figures au télépilote que celles imposées dans les programmes définis ci-après.

Les évaluateurs contrôlent également, par un test au sol, le bon fonctionnement du dispositif de traitement de la perte de la liaison de commande et de contrôle.

## A N N E X E I I

### EXPÉRIMENTATION

#### **1. Applicabilité**

Ce chapitre couvre l'utilisation des aéronefs en cours d'expérimentation, visée au paragraphe 2 de l'article 3 de l'arrêté.

Cela comprend notamment :

- les vols des aéronefs prototypes, ou permettant de développer une nouvelle technologie ;
- les vols expérimentaux, même effectués avec un aéronef dont la navigabilité a déjà été évaluée par le ministre chargé de l'aviation civile, si l'aéronef a été modifié ou dépasse les conditions d'emplois prévues ;
- les vols de démonstration réalisés avec les aéronefs précités ;
- les vols de contrôle en fin de production des aéronefs faisant l'objet d'une attestation de conception de type.

#### **2. Principe**

2.1. En dehors du cas prévu au paragraphe 2.2, les activités visées au paragraphe 1 ne sont possibles qu'après obtention d'un laissez-passer provisoire.

2.2. L'obligation de détention d'un laissez-passer ne s'applique pas pour les aéronefs de masse inférieure ou égale à 25 kg pour des vols réalisés :

- de jour, en vue et à une distance horizontale maximale de 200 mètres d'un télépilote, et
- hors zone peuplée, en dehors de toute manifestation aérienne et à une distance horizontale minimale de 50 mètres de toute personne autre que les personnes impliquées dans le pilotage de l'aéronef ou l'opération de sa charge utile.

### 3. Délivrance du laissez-passer

Le laissez-passer est délivré par le ministre chargé de l'aviation civile sur la base d'un dossier technique précisant les conditions des vols d'expérimentation et les mesures mises en œuvre pour assurer la sécurité des tiers au sol et des autres usagers de l'espace aérien.

Le ministre chargé de l'aviation civile peut exiger toute justification utile à la démonstration du niveau de sécurité et imposer toute restriction jugée nécessaire.

## A N N E X E I I I

### ACTIVITÉS PARTICULIÈRES

#### Table des matières

- Chapitre I. – Dispositions générales.
- Chapitre II. – Navigabilité.
- Chapitre III. – Opérations.
- Chapitre IV. – Télépilotes.

#### CHAPITRE I<sup>er</sup>

#### Dispositions générales

##### 1.1. Principe général

A l'exception des cas prévus au paragraphe 1.2, l'utilisation d'un aéronef qui circule sans personne à bord au-dessus du territoire de la République française pour une activité particulière suppose que l'aéronef, les systèmes associés qui sont nécessaires à son opération et les personnes qui le mettent en œuvre répondent aux conditions définies dans les chapitres correspondants de la présente annexe.

Après avoir défini les risques possibles liés aux opérations, l'exploitant prend toute mesure complémentaire qu'il juge nécessaire pour assurer la sécurité des personnes et des biens au sol et celles des autres aéronefs.

##### 1.2. Cas particulier des aéronefs de masse supérieure à 150 kg

Le ministre chargé de l'aviation civile définit au cas par cas les conditions qui s'appliquent à la conception des aéronefs de masse supérieure à 150 kg qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités requises des personnes qui les utilisent, lorsque ces conditions ne relèvent pas de la réglementation européenne.

Le ministre chargé de l'aviation civile délivre une autorisation permettant la réalisation de l'activité particulière concernée, sous toute réserve jugée utile, lorsque la conformité aux conditions applicables a été démontrée.

##### 1.3. Type de scénarios opérationnels envisagés avec des aéronefs télépilotes

Les aéronefs télépilotes ne peuvent être utilisés que dans le cadre de scénarios opérationnels définis ainsi :

S-1 : utilisation hors zone peuplée, sans survol de tiers, en vue et à une distance horizontale maximale de 200 mètres du télépilote ;

S-2 : utilisation hors zone peuplée, sans tiers au sol dans la zone d'évolution, ne répondant pas aux critères du scénario S-1, à une distance horizontale maximale d'un kilomètre du télépilote ;

S-3 : utilisation en zone peuplée, sans survol de tiers, en vue et à une distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote ;

S-4 : utilisation hors zone peuplée ne répondant pas aux critères des scénarios S-1 et S-2.

Dans le cadre du scénario S-4 et par dérogation à la définition des termes « zone peuplée », contenue dans l'article 2 du présent arrêté, l'aéronef n'est pas considéré comme évoluant en zone peuplée si la distance horizontale qui le sépare de tout rassemblement de personnes est supérieure à 50 mètres.

##### 1.4. Eligibilité des aéronefs aux scénarios opérationnels

1.4.1. Seuls peuvent être utilisés à une hauteur de plus de 50 mètres dans le cadre du scénario S-2 les aéronefs de masse inférieure ou égale à 2 kg.

1.4.2. Seuls peuvent être utilisés dans le cadre du scénario S-3 :

- a) Les aéronefs captifs, ou
- b) Les aéronefs non captifs de masse inférieure ou égale à 8 kg.

1.4.3. Seuls peuvent être utilisés dans le cadre du scénario S-4 les aéronefs de masse inférieure ou égale à 2 kg utilisés à des fins de relevés, photographies, observations ou surveillances aériennes.

#### 1.5. *Cas particulier des aéronefs utilisés de manière autonome*

1.5.1. A l'exception des aérostats captifs, l'évolution de manière autonome d'un aéronef utilisé pour des activités particulières est interdite.

1.5.2. Les aérostats captifs utilisés de manière autonome sont soumis à des conditions identiques à celles des aérostats captifs télépilotes utilisés dans le cadre du scénario opérationnel S-1 ou S-3, à l'exception des dispositions applicables au télépilote.

Toutefois :

- le manuel d'activités particulières peut se limiter à la description des procédures de protection des tiers au sol ;
- les conditions du paragraphe 3.6.2 doivent être satisfaites par l'exploitant avant la mise en œuvre.

En outre, l'exploitant contacte le ministre chargé de l'aviation civile de façon à déterminer si cet aéronef captif constitue un obstacle et si une information aéronautique est nécessaire.

#### 1.6. *Présentation des documents liés aux activités particulières*

Lors de toute mise en œuvre d'un aéronef, les documents suivants ou leurs copies, sont disponibles sur le site de l'opération et sont fournis sans délai lors de toute demande d'une autorité :

- l'accusé de réception par l'autorité de la déclaration d'activité de l'exploitant de l'aéronef ;
- l'attestation de conception de l'aéronef, si applicable ;
- le manuel d'activités particulières à jour, si applicable ;
- toute autorisation, déclaration, accord ou protocole requis par l'arrêté du 17 décembre 2015 susvisé ;
- le dossier de mission ayant reçu accord de l'autorité, dans le cadre du scénario S-4.

#### 1.7. *Identification*

1.7.1. Sur tout aéronef utilisé pour des activités particulières, l'exploitant appose une plaquette rectangulaire de taille minimum de 5 × 3 centimètres, ou de surface équivalente si la géométrie de l'aéronef le nécessite, avec le libellé défini ci-après :

« Cet aéronef est exploité par : » complété du nom de l'exploitant, de son adresse et de son numéro de téléphone.

1.7.2. a) Pour tout aéronef de masse supérieure à 25 kilogrammes, le ministre chargé de l'aviation civile notifie des marques d'identification.

b) Les marques d'identification sont apposées sur l'aéronef télépilote. Elles sont d'une hauteur de 50 cm ou, à défaut, de la plus grande hauteur permise par les dimensions de l'aéronef.

c) A sa demande, un usager peut se voir communiquer une marque d'identification avant l'achat d'un aéronef afin de la faire apposer par le constructeur.

## CHAPITRE II

### Navigabilité

#### 2.1. *Attestation de conception*

2.1.1. Les aéronefs suivants ne peuvent être utilisés pour des activités particulières qu'après obtention d'une attestation de conception :

- a) aéronefs de masse supérieure à 25 kg ;
- b) aéronefs utilisés dans le cadre du scénario S-2 ;
- c) aéronefs de masse supérieure à 2 kg autres qu'un aérostat captif, utilisés dans le cadre du scénario S-3 ;
- d) aéronefs utilisés dans le cadre du scénario S-4.

2.1.2. a) Les aéronefs pour lesquels une attestation de conception n'est pas requise ne peuvent être mis en œuvre que si leur exploitant s'est assuré de la conformité aux conditions relatives à la sécurité établies conformément au paragraphe 2.2.

b) L'exploitant tient à disposition du ministre chargé de l'aviation civile les justifications de cette conformité.

2.1.3. Une attestation de conception est délivrée par le ministre chargé de l'aviation civile dans les conditions suivantes :

- a) Le postulant a effectué les essais et les analyses nécessaires pour démontrer la conformité aux conditions relatives à la sécurité établies conformément au paragraphe 2.2 ;

- b) Le postulant a attesté de cette conformité auprès du ministre chargé de l'aviation civile ;
- c) Le ministre chargé de l'aviation civile a admis cette conformité en application de procédures administratives qu'il a fixées ;
- d) L'attestation de conception précise les scénarios opérationnels autorisés et les éventuelles limites d'utilisation complémentaires.

2.1.4. Dans le cas d'un aéronef produit en série, une attestation de conception de type peut être délivrée par le ministre chargé de l'aviation civile dans les conditions listées au paragraphe 2.1.3 et les conditions additionnelles suivantes :

- a) Le postulant a défini la configuration du type d'aéronef objet de l'attestation recherchée ;
- b) Le titulaire de l'attestation de conception de type délivre, pour chaque aéronef produit, une attestation de conformité de l'aéronef au type précisant le numéro de série permettant de l'identifier.

Dans le cas d'un aéronef livré en kit, cette attestation concerne la conformité des éléments du kit et des instructions d'assemblage ; l'exploitant la complète ensuite pour attester de la conformité de l'assemblage.

- a) Pour tout aéronef produit en série, l'attestation de conformité prévue au paragraphe b) et une copie de l'attestation de conception de type valent attestation de conception pour l'aéronef produit.
- b) Le titulaire de l'attestation de conception de type effectue le suivi des incidents en service de son type d'aéronef afin de proposer des corrections à tout problème impactant la sécurité. Il informe le ministre chargé de l'aviation civile des corrections qu'il juge impératives au regard des analyses qu'il a menées.

2.1.5. Le titulaire d'une attestation de conception ou d'une attestation de conception de type tient à la disposition du ministre chargé de l'aviation civile l'ensemble des justifications ayant servi de base à l'attestation de conformité aux conditions relatives à la sécurité applicables.

## 2.2. Conditions relatives à la sécurité

2.2.1. Les aéronefs utilisés pour des activités particulières satisfont les conditions relatives à la sécurité définies au présent paragraphe et celles définies aux paragraphes 2.3 à 2.8 qui sont applicables à leur configuration et à la nature de leur utilisation.

2.2.2. Pour les aéronefs visés au paragraphe 2.1.1, des conditions techniques complémentaires ou des limitations d'emploi peuvent être imposées par le ministre chargé de l'aviation civile si l'aéronef présente des caractéristiques de conception ou d'utilisation inhabituelles.

2.2.3. Un dossier d'utilisation est requis pour tous les aéronefs télépilotes autres que les aérostats captifs. Ce dossier comprend :

- a) Un manuel d'utilisation, comprenant :
  - les vérifications de sécurité à accomplir avant tout vol, notamment celles prévues aux paragraphes 2.5.1.c) et 2.7.3.b) ;
  - les limitations de masse ;
  - les limitations relatives aux conditions météorologiques ;
  - les consignes de programmation des dispositifs de protection requis aux paragraphes 2.5.1.b), 2.5.1.d) et 2.6.b) ;
  - les procédures d'urgence.
- b) Un manuel d'entretien indiquant les vérifications périodiques nécessaires au maintien de la navigabilité de l'aéronef.

2.2.4. Les bandes de fréquences utilisées pour la commande et le contrôle de l'aéronef et pour l'exécution de la mission objet de l'activité particulière ainsi que les conditions d'émission sont conformes à la réglementation en vigueur.

2.2.5. Le dispositif de protection des tiers mentionné aux paragraphes 2.7.1 et 3.7.2 satisfait les conditions suivantes :

- a) Il limite à 69 joules l'énergie d'impact suite à une chute libre depuis la hauteur maximale d'opération ;
- b) Il peut être déclenché sur commande du télépilote même en cas de dysfonctionnement des automatismes embarqués de contrôle de la trajectoire de l'aéronef ;
- c) Si ce dispositif est constitué d'un parachute, le temps nécessaire pour son déploiement et la stabilisation de l'aéronef à la vitesse de chute permettant de satisfaire au critère de limitation de l'énergie d'impact ci-dessus entraîne une perte de hauteur de l'aéronef inférieure ou égale à 15 mètres, depuis une position de vol stationnaire ou de vol en palier à vitesse minimale.

## 2.3. Conditions spécifiques aux aérostats

Seul l'usage de gaz inerte est autorisé pour les aérostats.

#### 2.4. Conditions spécifiques aux aéronefs captifs

2.4.1. La résistance mécanique en traction du moyen de retenue des aéronefs captifs de masse inférieure ou égale à 25 kg est supérieure ou égale à :

- a) pour un aérodyne, 10 fois le poids de l'aérodyne à la masse maximale ;
- b) pour un aérostat, quatre fois l'effort produit par la combinaison de la poussée statique maximale et de la force aérodynamique résultante du vent maximal autorisé en vol.

2.4.2. Les aéronefs captifs de masse supérieure à 25 kg répondent à des conditions techniques de navigabilité notifiées par le ministre chargé de l'aviation civile, notamment dans les domaines suivants :

- a) la sécurité du moyen de retenue ;
- b) la résistance de la structure de l'aéronef, ou la résistance de l'enveloppe dans le cas d'un aérostat, y compris la retenue de la charge utile.

#### 2.5. Conditions spécifiques aux aéronefs non captifs

2.5.1. Les conditions suivantes s'appliquent à tous les aéronefs non captifs :

- a) Le télépilote dispose d'une information d'altitude ou de hauteur basée sur un capteur barométrique.
- b) Un dispositif automatique empêche l'aéronef de dépasser une altitude ou une hauteur maximale programmable, même en cas de commande du télépilote ou d'activation d'un plan de vol automatique.
- c) Le télépilote peut à tout moment forcer un atterrissage d'urgence par arrêt de la propulsion en vol et la commande de cette fonction peut être testée au sol par le télépilote avant le vol.
- d) La perte de la liaison de commande et de contrôle entraîne la mise en œuvre d'une procédure d'atterrissage, dans les conditions suivantes :
  - cet atterrissage peut être précédé d'une procédure d'attente en vue du rétablissement de la liaison. Cette procédure ne doit pas conduire à une sortie du volume maximal de vol, sauf éventuellement dans le cas d'un aéronef à voilure fixe, sous réserve de minimiser en temps et en distance la sortie du volume maximal de vol ;
  - le délai total entre la perte de liaison et l'atterrissage est suffisamment court pour minimiser le risque d'occurrence d'un dysfonctionnement supplémentaire.

2.5.2. Outre les conditions du paragraphe 2.5.1., les aéronefs de masse supérieure à 25 kilogrammes répondent à des conditions techniques de navigabilité notifiées par le ministre chargé de l'aviation civile, notamment dans les domaines suivants : résistance structurale de l'aéronef, qualités de vol, moyen de navigation, dispositifs de commandes, analyse de sécurité vis-à-vis des risques aux tiers, programme des épreuves en vol.

#### 2.6. Conditions spécifiques aux aéronefs utilisés dans le cadre du scénario S-2

Les conditions suivantes s'appliquent aux aéronefs utilisés dans le cadre du scénario opérationnel S-2 :

- a) Le télépilote dispose d'une information sur le positionnement et le déplacement de l'aéronef lui permettant de s'assurer en temps réel que l'aéronef ne dépasse pas les limites du volume maximal de vol.
- b) Un dispositif automatique empêche l'aéronef de franchir les limites horizontales d'un volume de vol programmable, même en cas de commande du télépilote ou d'activation d'un plan de vol automatique, ou un système d'alarme informe le télépilote d'un tel franchissement.
- c) La fonction d'arrêt de la propulsion en vol requise au paragraphe 2.5.1.c) est indépendante des automatismes embarqués de contrôle de la trajectoire de l'aéronef.
- d) Un dispositif installé à bord de l'aéronef enregistre les paramètres essentiels du vol, dont au minimum la localisation, l'attitude de l'aéronef, et la qualité du signal de commande et de contrôle, permettant une analyse des 20 dernières minutes de vol.

#### 2.7. Conditions spécifiques aux aérodynes non captifs de masse supérieure à 2 kg utilisés dans le cadre du scénario S-3

2.7.1. Les aérodynes non captifs de masse supérieure à 2 kg utilisés dans le cadre du scénario S-3 sont équipés d'un dispositif de protection des tiers.

2.7.2. Le dispositif de protection des tiers est automatiquement activé dans le cas d'un atterrissage automatique suite à une perte de la liaison de commande et de contrôle conformément au paragraphe 2.5.1.d), sauf si cet atterrissage automatique peut être programmé de façon à garantir qu'aucun tiers ne se trouve dans la zone de posé.

2.7.3. De plus, pour les aérodynes de masse supérieure à 4 kg :

- a) Le télépilote dispose d'une indication de la vitesse de l'aéronef par rapport au sol.
- b) En plus des conditions définies au paragraphe 2.2.5, le dispositif de protection des tiers satisfait les conditions additionnelles suivantes :
  - le déclenchement du dispositif provoque l'arrêt de la propulsion de l'aéronef ;
  - la liaison de commande du dispositif est indépendante de la liaison principale de commande et de contrôle de l'aéronef ;

- les alimentations électriques du dispositif et de sa télécommande sont indépendantes des alimentations principales de l'aéronef et de son système de commande et de contrôle ;
- le dispositif signale par une alarme sonore la chute de l'aéronef ;
- si le dispositif est constitué d'un parachute, il doit comprendre un système d'éjection ou d'extraction actif non basé uniquement sur la gravité ;
- le bon fonctionnement du mécanisme de déclenchement du dispositif peut être vérifié au sol par le télépilote avant le vol.

## *2.8. Conditions spécifiques aux aéronefs utilisés dans le cadre du scénario S-4*

2.8.1. Les aéronefs utilisés dans le cadre du scénario opérationnel S-4 satisfont les conditions du paragraphe 2.6 et des paragraphes 2.8.2 et 2.8.3.

2.8.2. Le télépilote dispose d'une information visuelle en temps réel de l'environnement de l'aéronef télépilote en avant de la trajectoire, permettant de limiter le risque de collision avec les personnes ou les biens au sol en cas d'atterrissage d'urgence.

2.8.3. Les justificatifs de conformité requis au paragraphe 2.1.3. comprennent notamment les informations suivantes :

- a) Description générale détaillée du fonctionnement matériel ;
- b) Analyse des modes de défaillance et de leurs effets, et moyens d'atténuation des risques associés ;
- c) Maîtrise des codes source des logiciels et évaluation de leur bon fonctionnement par le postulant à l'attestation de conception ;
- d) Manuel d'utilisation requis au paragraphe 2.2.3.a) incluant :
  - procédure d'obtention et de saisie des points de navigation des missions à effectuer et vérifications pour limiter les erreurs potentielles ;
  - limitations opérationnelles ;
  - listes de vérification (check-lists) avant et après vol ;
  - liste des alarmes parvenant au télépilote et les procédures associées aux modes dégradés ;
- e) Compte rendu d'épreuves en vol démontrant :
  - la conformité et le bon fonctionnement des dispositifs et fonctions requis par les conditions de sécurité applicables ;
  - le périmètre d'atterrissage d'urgence en cas d'interruption du vol par le télépilote ou un automatisme embarqué.

## *2.9. Maintien de la navigabilité*

2.9.1. Modifications d'un aéronef télépilote.

En cas de modification ou de réparation d'un aéronef télépilote ou de son système de commande et de contrôle, l'exploitant s'assure que l'aéronef reste conforme aux conditions relatives à la sécurité établies conformément au paragraphe 2.2.

Dans le cas d'un aéronef construit en série, cette modification est coordonnée avec le titulaire de l'attestation de conception de type de l'aéronef télépilote.

Toute modification ou réparation d'un aéronef objet d'une attestation de conception ayant pour effet de le rendre non conforme à l'un des éléments du dossier technique constitué pour l'obtention de cette attestation entraîne l'obligation de présenter cette modification ou réparation au ministre chargé de l'aviation civile afin de restaurer la validité de l'attestation de conception.

2.9.2. Aptitude au vol.

Un aéronef, avec son système de commande et de contrôle, est apte au vol si :

- a) Il continue de répondre aux conditions relatives à la sécurité établies conformément au paragraphe 2.2 ;
- b) Il a été modifié ou réparé, le cas échéant, en accord avec les dispositions du paragraphe 2.9.1 ;
- c) Il a été entretenu conformément aux préconisations du constructeur ou, le cas échéant, de son manuel d'entretien ;
- d) Les directives émises par le titulaire de l'attestation de conception de type et toute condition émise par le ministre chargé de l'aviation civile ont été respectées ;
- e) Aucun problème qui pourrait affecter le bon fonctionnement d'une fonction requise par cette annexe ou remettre en cause son aptitude à satisfaire les objectifs de sécurité du présent arrêté n'est connu.



## CHAPITRE III

## Opérations

## Section 1

## Aéronef

3.1. *Balisage des aéronefs captifs*

## 3.1.1. Balisage de jour :

Les conditions de visibilité de jour de l'aéronef captif et de son moyen de retenue dont le point le plus haut dépasse en exploitation la hauteur de 50 mètres par rapport au sol sont réalisées suivant les principes de balisage suivants :

- a) Pour un aérostat, par marques de l'enveloppe de l'aérostat selon les principes suivants : damier rouge et blanc composé d'éléments de surface minimum 0,5 m<sup>2</sup> disposés en proportions égales, ou en larges bandes de couleurs, rouge et blanc, en proportions égales, et d'un nombre compris entre 2 et 7 ;
- b) Pour un aérostat de masse supérieure à 25 kilogrammes, en plus du marquage de l'enveloppe, par marques du moyen de retenue par des fanions carrés de couleur rouge, ou rouge et blanc de part et d'autre d'une diagonale, de surface minimum 0,36 m<sup>2</sup> et espacés au plus de 15 mètres d'intervalle, le plus bas étant à 50 mètres maximum de hauteur par rapport au sol ;
- c) Pour les aéroplanes, par un marquage du câble selon les spécifications de l'alinéa précédent, et par un feu lumineux BI de type B balisant la proximité du point le plus haut de l'aéronef, en accord avec les dispositions de l'arrêté du 7 décembre 2010 susvisé.

Toutefois, dans le cas des aérostats captifs de masse supérieure à 25 kilogrammes utilisés de manière autonome, une dérogation de balisage du câble peut être accordée par le ministre chargé de l'aviation civile, si l'opération est portée à la connaissance des usagers aéronautiques.

## 3.1.2. Balisage de nuit :

De nuit, un aérostat et son moyen de retenue sont rendus visibles par des feux BI de type A en accord avec les dispositions de l'arrêté du 7 décembre 2010 susvisé, constitués :

- a) D'un feu au sommet de l'enveloppe de l'aérostat et d'un feu sous son enveloppe ; toutefois une dérogation permettant de n'installer qu'un seul feu peut être accordée par le ministre chargé de l'aviation civile pour les enveloppes de petites dimensions ;
- b) D'un feu sur le câble à 50 mètres maximum du sol ou de l'eau, et des feux espacés au-dessus jusqu'à l'aérostat, à des intervalles n'excédant pas 45 mètres.

Toutefois, si des contraintes de mise en œuvre le justifient, le postulant peut proposer au service compétent de l'aviation civile un dispositif alternatif pour signaler cet obstacle à la circulation aérienne.

3.2. *Conditions de sécurité liées à la charge utile*

## 3.2.1. Fixation :

Les matériels et équipements spécifiques à l'exécution de la mission objet de l'activité particulière sont fixés de manière sûre à l'aéronef sous la responsabilité de l'exploitant. L'exploitant vérifie que cette installation n'altère pas la résistance structurale, les qualités de vol, le dispositif de commande et de contrôle de l'aéronef ou tout mécanisme de sécurité de l'aéronef.

## 3.2.2. Interférences :

Les équipements radioélectriques mis en œuvre pour l'exécution de la mission objet de l'activité particulière n'interfèrent pas sur le bon fonctionnement des équipements radioélectriques utilisés pour la commande et le contrôle de l'aéronef télépiloté.

## Section 2

## Exploitant

3.3. *Conditions préalables à l'exploitation*

3.3.1 Un exploitant ne peut utiliser un aéronef dans le cadre d'une activité particulière que s'il détient un accusé de réception émis depuis moins de 24 mois par le ministre chargé de l'aviation civile. Cet accusé de réception est émis à la réception par l'autorité d'une déclaration d'activité de l'exploitant établie selon le formulaire CERFA intitulé « Déclaration d'activité d'un exploitant d'aéronefs circulant sans personne à bord utilisés dans le cadre d'activités particulières », disponible auprès du ministre chargé de l'aviation civile (Direction générale de l'aviation civile) sur le site [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr) et publié sur le site [service-public.fr](http://service-public.fr).

3.3.2 Tout changement de l'activité modifiant un des éléments de la déclaration d'activité ayant permis la délivrance de l'accusé de réception nécessite l'envoi d'une nouvelle déclaration d'activité auprès du ministre chargé de l'aviation civile.

3.3.3. Lorsqu'une déclaration d'activité requise au paragraphe 3.3.1 ne contient pas les informations requises ou contient des informations révélant un défaut de conformité aux exigences applicables, le ministre de l'aviation civile notifie le défaut de conformité à l'exploitant et lui demande un complément d'information.

3.3.4. Opération d'un aéronef pour le scénario opérationnel S-4 :

Un exploitant ne peut effectuer une opération dans le cadre du scénario opérationnel S-4 que s'il obtient l'accord défini ci-après.

a) L'exploitant et son donneur d'ordre pour une mission donnée analysent l'adéquation de mise en œuvre de l'aéronef à la mission qu'ils planifient et qui s'inscrit dans le cadre du scénario opérationnel S-4.

Ils établissent conjointement une analyse des risques aux tiers, qu'ils soient au sol ou en vol en fonction de l'environnement réel de la mission considérée.

Ils définissent puis effectuent les vols expérimentaux nécessaires pour s'assurer de la sécurité de ce genre d'opérations ; ces vols sont effectués conformément à l'annexe II du présent arrêté. L'exploitant peut utiliser des résultats expérimentaux précédemment réalisés si le donneur d'ordre en accepte la validité.

Ils définissent les mesures de sécurité à mettre en œuvre pour la mission envisagée et les limitations des opérations, notamment les conditions d'interruption d'une mission qui ne se déroulerait pas conformément aux attentes.

Ils définissent leurs responsabilités respectives et les mesures de surveillance par le donneur d'ordre de l'exploitant.

Ces éléments sont documentés dans un dossier cosigné qu'ils soumettent au ministre chargé de l'aviation civile pour accord. Un accord peut être valable pour un ensemble de vols dans des conditions identiques, incluant l'environnement du vol, le télépilote qui le réalise, l'aéronef utilisé et les procédures appliquées.

b) Cet accord ne reste valide que dans les conditions associées à l'attestation de conception.

c) L'exploitant respecte les dispositions de son manuel d'activités particulières auxquelles s'ajoutent de manière prépondérante les dispositions retenues dans le dossier qui a fait l'objet de l'accord ci-dessus.

### 3.4. Manuel d'activités particulières

3.4.1. Un manuel d'activités particulières est requis pour l'exploitation de tout aéronef en activités particulières sauf pour l'exploitation d'un aérostat captif non autonome de masse inférieure ou égale à 25 kilogrammes.

3.4.2. Le manuel d'activités particulières est un document préparé par l'exploitant décrivant la façon dont sont respectées les conditions du présent chapitre et comprenant au minimum les informations suivantes :

a) Organisation de l'exploitant ;

b) Description des activités particulières, y compris le cas échéant les vols de formation pratique des télépilotes, et pour chaque type d'activité :

– scénarios réalisables ;

– aéronefs utilisables ;

– partage de responsabilités lorsque plusieurs personnes sont nécessaires pour la mise en œuvre de l'aéronef en sécurité ;

c) Niveau de compétence des télépilotes, formation théorique et pratique, évaluation périodique de maintien de compétence. Dans le cas où une partie de la formation est déléguée à un organisme, cette section peut faire référence au manuel d'activités particulières de l'organisme de formation ;

d) Liste des télépilotes disposant des compétences nécessaires avec la correspondance des aéronefs qu'ils sont aptes à piloter, et des autres personnes nécessaires pour la mise en œuvre des aéronefs en sécurité ;

e) Description du processus de compte-rendu, d'analyse et de suivi d'événements ;

f) Procédures générales de mise en œuvre des aéronefs, en particulier :

– préparation du vol ;

– protection des tiers au sol ;

– procédures générales en vol, notamment gestion de la conformité aux règles de l'air ;

Pour chaque type d'aéronef : limitations, performances, procédures normales et d'urgence, basées le cas échéant sur les données du manuel d'utilisation, auquel il est possible de faire référence, et complétées en tenant compte des spécificités de l'exploitant et de ses activités.

3.4.3. Le manuel d'activités particulières est amendé pour tenir compte :

a) des évolutions de la réglementation ; l'exploitant dispose d'un délai d'un mois, à partir de la date d'entrée en vigueur de la modification, pour effectuer cet amendement ;

b) de toute modification de l'activité ayant une incidence sur le manuel.

3.4.4. L'exploitant archive le manuel d'activités particulières et tous ses amendements.

3.4.5. Le ministre chargé de l'aviation civile peut imposer des modifications au manuel d'activités particulières s'il constate que l'exploitant ne respecte pas la réglementation.

### 3.5. Obligations de l'exploitant

3.5.1. L'exploitant s'assure que le manuel d'activités particulières est connu et mis en application stricte par le personnel concerné pour l'exécution des missions.

3.5.2. L'exploitant s'assure du niveau de compétence théorique et pratique de ses télépilotes conformément aux conditions du chapitre IV et évalue périodiquement le maintien de cette compétence.

3.5.3. L'exploitant établit et tient à jour un dossier pour chaque télépilote contenant notamment les certificats et titres aéronautiques détenus et les justificatifs des formations reçues et des évaluations de compétence. Sur demande, l'exploitant met ce dossier à disposition du télépilote concerné et des autorités.

3.5.4. Chaque année en janvier, l'exploitant déclare au ministre chargé de l'aviation civile le nombre d'heures de vol réalisées, fait une synthèse des problèmes rencontrés dans le cadre du suivi de la sécurité durant l'année civile précédente et déclare l'aptitude au vol de tout aéronef de masse supérieure à 25 kg. Cette déclaration est établie selon le formulaire CERFA intitulé « Bilan annuel d'activités d'un exploitant d'aéronefs circulant sans personne à bord utilisés dans le cadre d'activités particulières », disponible auprès du ministre chargé de l'aviation civile (Direction générale de l'aviation civile) sur le site [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr) et publié sur le site [service-public.fr](http://service-public.fr).

3.5.5. L'exploitant s'assure que l'aéronef est maintenu en état de navigabilité conformément aux dispositions du chapitre II de la présente annexe.

3.5.6. Compte-rendu, analyse et suivi d'événements :

- a) L'exploitant d'un aéronef déclare tout événement qui a mis ou aurait pu mettre en jeu la sécurité des tiers au ministre chargé de l'aviation civile. En particulier, il déclare toute défaillance des dispositifs requis aux paragraphes 2.5 à 2.8 et toute panne de la liaison de commande et de contrôle de l'aéronef. Le cas échéant, cette déclaration comprend les éléments pertinents de l'analyse qu'il a menée.
- b) L'exploitant d'un aéronef construit en série ou son télépilote informe le titulaire de l'attestation de conception de type de l'aéronef de tous les problèmes en service ou défaillances qu'il rencontre afin de lui permettre d'analyser le niveau de sécurité en service d'aéronef.
- c) De plus, dans le cadre des scénarios opérationnels S-2 et S-4 et sur demande du ministre chargé de l'aviation civile, l'exploitant transmet à ce dernier les données enregistrées d'un vol et leur analyse après un accident ou incident grave.
- d) L'exploitant met en place un système d'analyse et de suivi des événements visés aux paragraphes a) et b) ci-dessus. Ce processus est décrit dans le manuel d'activités particulières. Il vise à améliorer la sécurité des opérations en prenant les dispositions nécessaires pour éviter qu'un incident en opération ne se reproduise.

## Section 3

### Utilisation

#### 3.6. Préparation du vol

3.6.1. Préparation amont :

a) Information aéronautique :

Un exploitant utilise les cartes aéronautiques et l'information aéronautique pour préparer les opérations et ainsi connaître les règles particulières d'utilisation de l'espace aérien, les restrictions temporaires ou permanentes ou toute autre information pouvant avoir une incidence sur la sécurité du vol qu'il compte effectuer.

b) Volume maximal de vol :

L'exploitant définit pour chaque vol un volume maximal de vol compatible avec la réglementation applicable et les limites d'utilisation de l'aéronef.

c) Protection des tiers au sol :

L'exploitant met en œuvre les mesures de protection des tiers au sol adaptées à l'opération prévue, conformément au paragraphe 3.7.

d) Personnel :

L'exploitant désigne le ou les télépilotes et, lorsque plusieurs personnes sont nécessaires pour la mise en œuvre de l'aéronef en sécurité, s'assure que les responsabilités respectives ont bien été définies.

3.6.2. Vérifications avant vol :

Avant tout vol, le télépilote :

a) S'assure, hormis pour le cas des aérostats captifs, que les réserves d'énergie nécessaire au vol permettent d'effectuer le vol prévu avec une marge de sécurité adaptée permettant de couvrir les aléas prévisibles. Cette disposition concerne également le dispositif de commande et de contrôle de l'aéronef. Le manuel d'activités particulières précise le détail de ces précautions.

b) Réalise les vérifications de sécurité à accomplir avant tout vol et notamment :

– s'assure le cas échéant que les limites verticales et horizontales programmées pour la mise en œuvre des dispositifs requis aux paragraphes 2.5.1.b) et 2.6.b) n'excèdent pas les limites du volume maximal de vol ;

- s’assure le cas échéant que la procédure d’atterrissage automatique prévue au paragraphe 2.5.1.d) a été programmée de façon à assurer la protection des tiers et en conformité notamment avec le paragraphe 2.7.2 ;
- c) ne met pas en œuvre l’aéronef s’il détecte avant vol toute anomalie pouvant conduire à l’incapacité au vol de l’aéronef.

### 3.7. Protection des tiers au sol

3.7.1. a) L’exploitant d’un aéronef utilisé dans le cadre des scénarios S-1, S-2 ou S-3 prend toute disposition qu’il juge nécessaire, au moyen d’aménagements au sol ou à l’aide de personnels, pour éloigner les tiers de la zone d’opération afin de limiter les risques en cas de crash ou d’atterrissage d’urgence.

Il s’assure qu’à tout moment du vol aucun tiers ne pénètre dans les zones minimales d’exclusion définies aux paragraphes 3.7.2 à 3.7.6.

b) Pour l’application des dispositions du paragraphe a) ci-dessus, seules les personnes suivantes peuvent être autorisées à l’intérieur de la zone minimale d’exclusion :

- les personnes impliquées dans le pilotage de l’aéronef ou l’opération de sa charge utile ;
- les personnes isolées par un dispositif de sécurité ou une structure leur assurant une protection suffisante ;
- en dehors de l’utilisation d’un aéronef de masse supérieure à 2 kg dans le cadre du scénario S-2, les personnes directement en lien avec l’activité particulière ayant signé une attestation stipulant qu’elles ont été informées sur les mesures d’urgence définies par l’exploitant en cas d’incident en vol de l’aéronef.

3.7.2. Dans le cas d’un aéronef utilisé dans le cadre du scénario S-1, la zone minimale d’exclusion des tiers est un disque de 30 mètres de rayon centré sur la projection au sol de l’aéronef.

Toutefois, lorsque le télépilote dispose d’une information de vitesse sol, le rayon de 30 mètres peut être réduit au rayon défini au paragraphe 3.7.5 si celui-ci est inférieur, pour :

- les dirigeables de masse inférieure ou égale à 8 kg ;
- les aérodynes équipés d’un dispositif de protection des tiers de masse inférieure ou égale à 2 kg, ou de masse inférieure ou égale à 8 kg, et autorisés dans le cadre du scénario S-3 ;
- les aérodynes de masse inférieure ou égale à 2 kg lorsqu’ils sont utilisés à une hauteur inférieure ou égale à 50 mètres.

3.7.3. Dans le cas d’un aéronef utilisé dans le cadre du scénario S-2, la zone minimale d’exclusion des tiers est une zone, fixée pour toute la durée du vol, correspondant à la projection au sol du volume maximal de vol augmentée d’une marge de sécurité horizontale de 30 mètres.

3.7.4. Dans le cas d’un aéronef utilisé dans le cadre du scénario S-3, la zone minimale d’exclusion est définie comme suit :

- a) Lorsque le télépilote dispose d’une information de vitesse sol, un disque centré sur la projection au sol de l’aéronef dont le rayon est défini au paragraphe 3.7.5 pour :
- les dirigeables de masse inférieure ou égale à 8 kg ;
  - les aérodynes équipés d’un dispositif de protection des tiers de masse inférieure ou égale à 8 kg ;
  - les aérodynes de masse inférieure ou égale à 2 kg lorsqu’ils sont utilisés à une hauteur inférieure ou égale à 50 mètres.

b) Pour les aérodynes captifs de masse supérieure à 8 kg et les aérodynes captifs de masse supérieure à 2 kg non équipés d’un dispositif de protection des tiers, un disque centré sur le point d’attache du dispositif de retenue dont le rayon est égal à la longueur maximale du câble prévue en utilisation augmentée de 5 mètres.

c) Pour les autres aéronefs, un disque de 30 mètres de rayon centré sur la projection au sol de l’aéronef.

3.7.5. Le rayon de la zone minimale d’exclusion des tiers prévue aux paragraphes 3.7.2. et 3.7.4.a) est établi conformément aux paragraphes a) à c) ci-dessous :

$$a) R = V \times \sqrt{\frac{2H}{g}} \text{ (en } m \text{) avec}$$

$$g = 9,81 \text{ (en } m/s^2 \text{)}$$

V = vitesse horizontale par rapport au sol (en  $m/s$ )

H = hauteur par rapport au sol (en  $m$ )

b) R ne peut être inférieur à 10 m

c) R peut être borné à 30 m pour les aéronefs de masse inférieure ou égale à 4 kg.

3.7.6. Cas particulier des aéronefs captifs :

a) Dans le cas d’un aérostat captif, la zone minimale d’exclusion des tiers peut être limitée à un disque centré sur la projection au sol du centre de l’enveloppe dont le rayon est égal à 1,5 fois la plus grande dimension de l’enveloppe.

- b) Dans le cas d'un aérodyne captif, l'exigence d'exclusion des tiers ne s'applique pas aux personnes se trouvant à une distance du point d'attache du dispositif de retenue supérieure à la longueur maximale du câble prévue en utilisation augmentée de 5 mètres ;
- c) L'exploitant s'assure que le moyen de retenue de l'aéronef ne risque pas de blesser une personne, lors des mouvements de l'aéronef soumis au vent.

3.7.7. L'aéronef n'évolue pas à une distance horizontale inférieure à 30 mètres d'une autoroute ou d'une route express sauf lorsque celle-ci est neutralisée.

3.7.8. L'aéronef n'évolue pas à une distance horizontale inférieure à 30 mètres d'une voie ferrée ouverte à la circulation ferroviaire sauf en cas de coordination entre l'exploitant et le gestionnaire de la voie concernée.

3.7.9. Les dispositions des paragraphes 3.7.7 et 3.7.8 ne s'appliquent pas dans les conditions d'application du scénario S-4 en cas de traversée ponctuelle.

### 3.8. *Limites d'utilisation*

3.8.1. Le télépilote ne peut pas faire évoluer un aéronef s'il est à bord d'un autre véhicule en déplacement sauf s'il est à bord d'un navire. Lorsque le télépilote est à bord d'un navire, la procédure d'atterrissage automatique prévue au paragraphe 2.5.1.d) entraîne un atterrissage à la verticale de l'aéronef ou à bord du navire considéré.

3.8.2. L'aéronef est utilisé en conformité avec les limitations associées à sa navigabilité, les exigences définies par le constructeur et dans les limites du scénario opérationnel et de la réglementation applicable.

3.8.3. Le télépilote s'assure que l'aéronef reste à l'intérieur du volume maximal de vol :

- pour les limites horizontales : visuellement ou, en cas de vol hors vue, au moyen du dispositif requis au paragraphe 2.6.a) ;
- pour les limites verticales : au moyen du dispositif requis au paragraphe 2.5.1.a), ou, pour les aéronefs captifs ne disposant pas d'une information d'altitude ou de hauteur basée sur un capteur barométrique, en utilisant la longueur du moyen de retenue de l'aéronef.

3.8.4. Lorsque l'aéronef sort du volume maximal de vol, le télépilote prend les actions nécessaires pour rétablir la sécurité du vol ou, si nécessaire, commande un atterrissage d'urgence conformément au paragraphe 2.5.1.c) et active le dispositif de protection des tiers si un tel dispositif est installé.

3.8.5. Discontinuité du critère « en vue » dans le scénario opérationnel S-1 :

Dans le cadre du scénario opérationnel S-1, le vol peut comprendre une phase ponctuelle hors vue du télépilote lorsque le vol s'effectue derrière un obstacle qui masque l'aéronef, si les conditions suivantes sont vérifiées :

- le télépilote a reconnu avant vol le lieu de l'opération afin de s'assurer qu'il n'y a pas de danger particulier derrière l'obstacle, et ;
- le télépilote a une vision globale de l'environnement du vol autour de la zone où se situe l'obstacle et est capable d'anticiper le point où il reprend le contact visuel direct avec l'aéronef après le passage de l'obstacle.

La tolérance de cette phase de vol hors vue du télépilote est décrite dans le manuel d'activités particulières de l'exploitant. L'exploitant y définit également les environnements ou les conditions pour lesquels cette tolérance n'est pas acceptable d'un point de vue de la sécurité.

3.8.6. Le transport de marchandises dangereuses avec un aéronef télépiloté est interdit.

## CHAPITRE IV

### Télépilotes

#### 4.1. *Niveau de compétence théorique des télépilotes*

4.1.1. Les télépilotes justifient détenir ou avoir détenu un certificat d'aptitude théorique obtenu selon les dispositions de l'un des textes réglementaires suivants :

- règlement (UE) n° 1178/2011 de la Commission du 3 novembre 2011 déterminant les exigences techniques et les procédures administratives applicables au personnel navigant de l'aviation civile conformément au règlement (CE) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil ;
- arrêté du 31 juillet 1981 relatif aux brevets, licences et qualifications des navigants non professionnels de l'aéronautique civile, ou
- arrêté du 31 juillet 1981 relatif aux brevets, licences et qualifications des navigants professionnels de l'aéronautique civile (personnel de conduite des aéronefs à l'exception du personnel des essais et réception), ou
- arrêté du 29 mars 1999 relatif aux licences et qualifications de membres d'équipage de conduite d'avions (FCL1), ou
- arrêté du 12 juillet 2005 relatif aux licences et qualifications de membres d'équipage de conduite d'hélicoptères (FCL2).

Toutefois, les télépilotes d'aérostats captifs ne sont pas soumis à l'exigence de niveau théorique ci-dessus. Ils sont néanmoins aptes à lire l'information aéronautique.

4.1.2. Les titres délivrés par le ministère chargé de la défense et identifiés dans l'arrêté du 5 septembre 2014 relatif aux conditions de délivrance de certificats, de licences et de qualifications du personnel navigant de l'aviation civile, applicables aux avions et aux hélicoptères, au personnel navigant militaire, sont reconnus acceptables pour répondre à l'exigence ci-dessus.

#### 4.2. Niveau de compétence pratique des télépilotes

4.2.1. Les télépilotes ont suivi les formations pratiques déterminées par l'exploitant pour réaliser les activités particulières concernées.

Les télépilotes reçoivent une déclaration de niveau de compétence (DNC) délivrée par l'exploitant à la suite d'une formation assurée par lui ou par un organisme qu'il a désigné, conformément à son manuel d'activités particulières et après que l'exploitant a vérifié le niveau de compétence du télépilote par au moins un vol de démonstration.

Le niveau de compétence est évalué pour chaque type d'aéronef télépilote.

Les vols de démonstration tiennent compte du type de l'aéronef télépilote considéré et des spécificités des vols de l'activité particulière concernée.

4.2.2. Les télépilotes utilisant un aéronef dans le cadre du scénario opérationnel S-4 détiennent une licence de pilote d'avion ou d'hélicoptère dont les privilèges sont au moins égaux à ceux du pilote privé d'avion ou d'hélicoptère, ou une licence de pilote de planeur, obtenue selon les dispositions de l'un des textes réglementaires mentionnés au paragraphe 4.1 et justifient d'une expérience pratique minimum de 100 heures de vol sur cet avion, hélicoptère ou planeur en tant que commandant de bord.

4.2.3. Avant la première mise en œuvre d'un aéronef télépilote dans le cadre du scénario opérationnel S-4, le télépilote a acquis dans les six mois précédents une expérience pratique de vol de 20 heures avec cet aéronef télépilote. Tous les problèmes de mise en œuvre rencontrés durant ces vols auront fait l'objet d'une analyse et des recommandations apportées par l'exploitant. Sur demande, le télépilote est capable de justifier au ministre chargé de l'aviation civile son expérience de l'aéronef télépilote.

#### 4.3. Vérification du niveau pratique des télépilotes d'un aéronef télépilote de masse supérieure à 25 kilogrammes autre qu'un aérostat captif

4.3.1. Les télépilotes démontrent au ministre chargé de l'aviation civile leur aptitude à faire circuler un aéronef télépilote lors d'un programme de démonstration en vol adapté au type d'aéronef télépilote et tenant compte des particularités des activités particulières envisagées.

Le programme de démonstration permet de juger de l'aptitude du télépilote à reprendre le contrôle d'un aéronef télépilote évoluant de manière automatique afin de faire face à une panne.

4.3.2. Une attestation de démonstration des compétences est délivrée au télépilote par le ministre chargé de l'aviation civile et mentionne :

- l'identité du télépilote ayant satisfait au programme de démonstration en vol d'un aéronef télépilote ;
- le type d'aéronef télépilote utilisé ;
- les limitations éventuellement associées.

L'attestation de compétence délivrée doit pouvoir être présentée par le télépilote lors de toute mise en œuvre du type d'aéronef couvert par cette attestation.

# PLAN CORPS DE RUE SIMPLIFIÉ (PCRS)

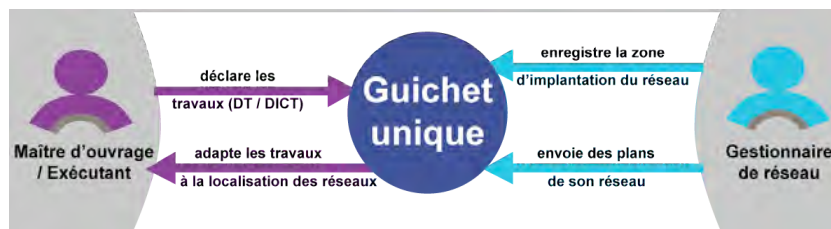
## Un fond de plan unique pour les travaux à proximité des réseaux enterrés sensibles

Le Mans Métropole-SIEEEN – geomayenne.fr – 17 juin 2016

### Pourquoi ?



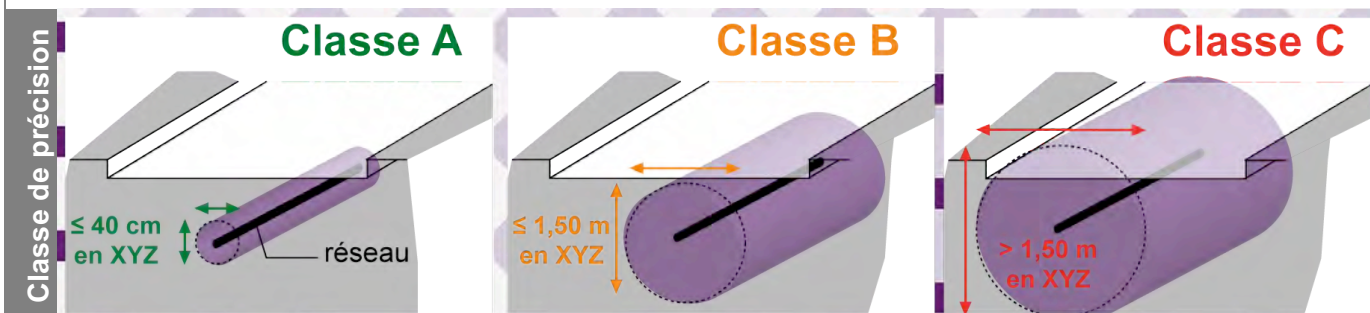
En 2012, pour **améliorer la sécurité des personnes et des biens** lors de travaux à proximité de réseaux enterrés, la Réforme des Déclarations de Travaux (DT) et des Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) met en place un Guichet unique :



### Quels enjeux ?

📍 **Une localisation précise des réseaux** Les **réseaux sensibles** doivent être localisés avec une classe de précision A (incertitude maximale  $\leq 40$  cm, soit un levé terrain à 10 cm).

Réseaux sensibles pour la sécurité	Autres réseaux non sensibles pour la sécurité
Gaz, électricité, éclairage public,...	Communications électroniques, eau potable et assainissement



Les réseaux sensibles en classe B ou C doivent faire l'objet d'**investigations complémentaires** pour être en classe A (à la charge du maître d'ouvrage et/ou du gestionnaire de réseaux). Tout réseau neuf doit être localisé en classe A.

📍 **Un fond de plan à très grande échelle** Pour les **réseaux sensibles**, il sera obligatoire d'utiliser un fond de plan au 1/200<sup>e</sup> permettant de les localiser à moins de 10 cm (en classe A) :

- Au **01/01/2019** dans les unités urbaines (au sens de l'Insee : communes de plus de 2 000 habitants et continuité du bâti)
- Au **01/01/2026** pour toutes les communes, urbaines ou rurales.

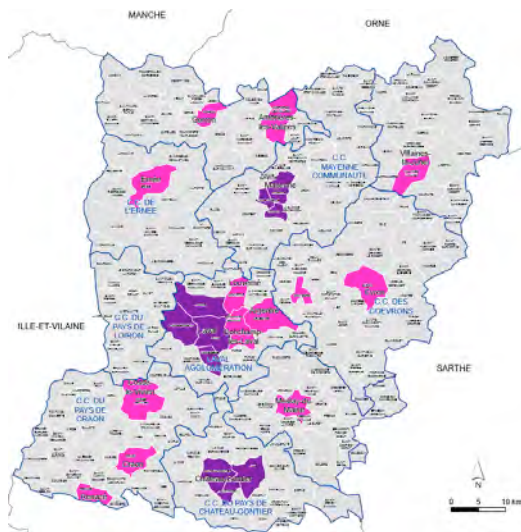
**Note : Pas d'échéance pour les réseaux non sensibles.**

Un format national : Plan Corps de Rue Simplifié	Un protocole national d'accord
<p>Plan vecteur</p>	<p>Du fait des enjeux financiers importants*, un accord national a été signé entre les acteurs pour <b>mutualiser le déploiement</b> du PCRS :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• À l'échelon local le plus approprié,</li> <li>• En optimisant les coûts d'acquisition et mise à jour,</li> <li>• En respectant le format PCRS,</li> <li>• En choisissant une autorité locale compétente,</li> <li>• Et en définissant les contributions de chacun.</li> </ul> <p>*Exemples d'estimations pour un département : 6 millions d'euros pour le Maine-et-Loire et de 3 à 10 millions d'euros en Vendée.</p>

# UN FOND DE PLAN MUTUALISE POUR LA MAYENNE

Les bonnes questions à se poser !

## Quels territoires sont concernés ?



Pour 2019, **23 communes mayennaises** sont concernées :

EPCI	Unité urbaines	Communes
CC Bocage Mayennais	Gorron	Gorron
	Ambrières-les-Vallées	Ambrières-les-Vallées
CC de l'Ernée	Ernée	Ernée
CC des Coëvrons	Montsûrs	Montsûrs
	Évron	Évron
CC Pays de Meslay-Grez	Meslay-du-Maine	Meslay-du-Maine
CC Mayenne Communauté	Mayenne	Mayenne, Moulay, Saint-Baudelle
CC Mont des Avaloirs	Villaines-la-Juhel	Villaines-la-Juhel
CC Pays de Château-Gontier	Château-Gontier	Azé, Château-Gontier, Saint-Fort
	Renazé	Renazé
CC Pays de Craon	Cossé-le-Vivien	Cossé-le-Vivien
	Craon	Craon
Laval Agglomération	Argentré	Argentré
	Louverné	Louverné
	Bonchamp-lès-Laval	Bonchamp-lès-Laval
	Laval	Changé, L'Huisserie, Laval, Saint-Berthevin
<b>TOTAL</b>	<b>16 unités urbaines</b>	<b>23 communes</b>

Note : évolutions potentielles des unités urbaines avec les communes nouvelles

## Comment initier la démarche ?

### ETUDE DE FAISABILITÉ

TECHNIQUE	FINANCIERE	ORGANISATIONNELLE
<p>Quels fonds de plan existants ?</p> <p>Collectivités <b>GRDF</b> Autres... <b>ERDF</b> <b>SDEGM</b></p> <p>Quel format selon le territoire ?</p> <p>Standard Vecteur Image ?</p> <p>Quelles techniques de levés ?</p> <p><b>Manuel</b> <b>Roulage</b> <b>Vue aérienne</b></p> <p>Quelles mises à jour ?</p>	<p>Mise à disposition</p> <p>Acquisition</p> <p>Mises à jour</p> <p>Diffusion</p>	<p>Quelle échelle de territoire ?</p> <p>Qui participe ?</p> <p>Quel coordinateur ?</p> <p>Quelle organisation ?</p> <p>Quelles contributions ?</p> <p>Quel cadre juridique d'échanges de données ?</p>

## Comment s'organiser ?

### GOVERNANCE

ACTEURS	METHODES	CADRE
<p>Qui fait quoi ?</p> <p>Coordinateur local Contributeur Consommateur</p> <p>Avec quoi ?</p> <p><b>Données</b> <b>Moyens humains</b> <b>Outils</b></p>	<p>Quels principes ?</p> <p>Mutualisation Progressivité</p> <p>Transparence Accompagnement</p> <p>Ecoute</p> <p>Interopérabilité</p>	<p>Juridique</p> <p>Financier</p> <p>Technique</p>



## ANNEXE A

### « L'organisation d'INGECO » – INGECO – 2018

INGECO dispose d'un service SIG mutualisé avec INGEVILLE. Ce service est composé de : 1 chef de service, 1 chef de projets SIG, 4 géomaticiens et 4 topographes. Le service informatique administre l'infrastructure et les outils. Un chef de projet spécialisé en bases de données et développement est dédié au SIG.

La communauté d'agglomération exerce les compétences suivantes :

- la mobilité (voirie, transports) ;
- la culture ;
- le développement économique ;
- l'environnement (collecte des ordures ménagères, assainissement) ;
- le droit des sols.

L'exploitation des réseaux d'assainissement est confiée à une régie. INGECO dispose cependant d'un service pour la gestion du réseau pluvial.

#### Partie SIG :

Le SIG dispose de données des référentiels :

- l'orthophotoplan de résolution 20 cm numérique réalisé en 2015 sur l'ensemble du territoire ;
- le cadastre vecteur et propriétaires ;
- le PLU ;
- la BD Topo et le scan 25 ;
- une base adresse réalisée avec la mise à jour en régie.

En complément, des conventions existent avec des gestionnaires de réseaux :

- l'eau potable : cartographie du réseau ;
- le SDIS : géolocalisation des poteaux incendie ;
- l'assainissement : cartographie et dimensionnement des réseaux ;
- l'électricité ;
- le gaz.