

Cépaduès
EDITIONS

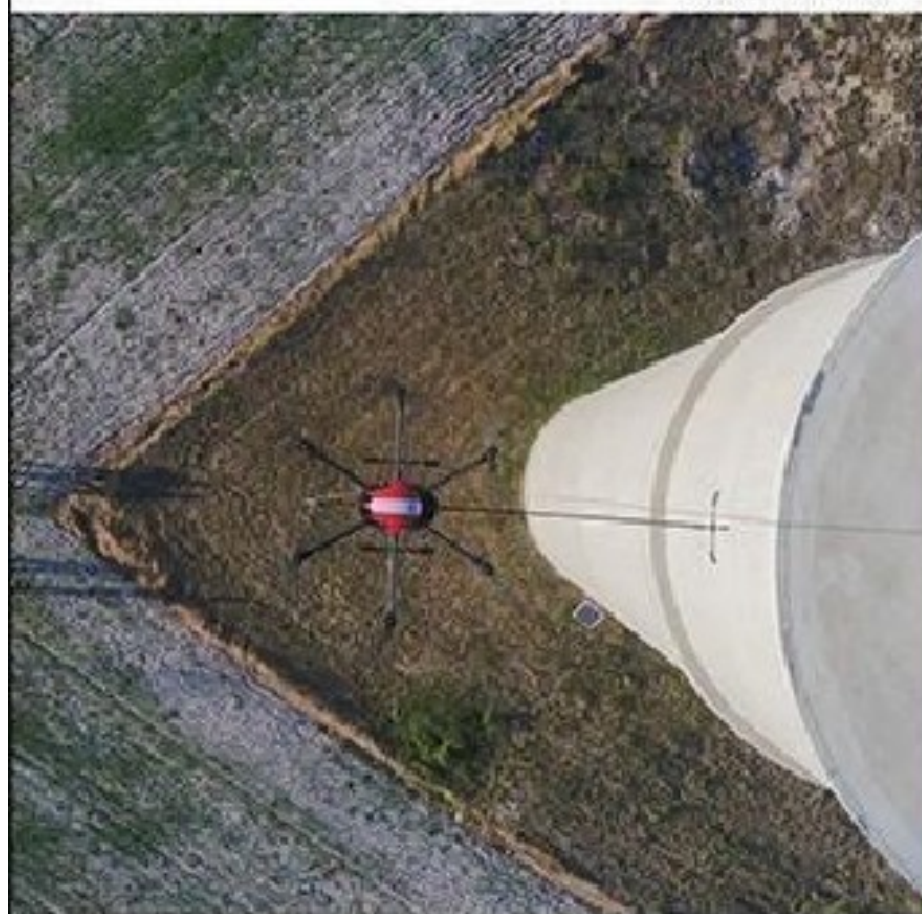
du
de

Manuel télépilote Drone

Formation initiale et maintien des compétences

7^e édition

Régis Le Maitre
Bastien Mancini



PILOTE DRONE

Manuel *du* **télépilote** *de drone*

7^e édition

Régis Le Maitre

Bastien Mancini

CÉPADUÉS ÉDITIONS

111, rue Nicolas Vauquelin

F 31100 TOULOUSE - France

Téléphone : 05 61 40 57 36

www.cepades.com

courriel : cepades@cepades.com

Coordonnées GPS en WGS 84

N 43 ° 34' 43,2"

E 001 ° 24' 21,5"

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Drone

Drones. Le guide des bonnes pratiques pour choisir, concevoir et opérer.....	<i>Arixi S.</i>
Les Drones Aériens.....	<i>Chaufrade I.</i>
Manuel du télépilote de Drone - version numérique.....	Le Maitre R., Mancini B.
Examen de télépilote de drone. Questions et explications.....	Le Maitre R.
Drones et Data Management. Quelques applications illustrées : Topographie – lignes et voies – carrières – agriculture.....	Mancini B.
Réglementation du pilotage de drones.....	<i>Vacher P.</i>

Avant de piloter

Initiation à l'aéronautique, Préparer le BIA.....	<i>Collectif</i>
L'Abécédaire illustré du BIA.....	<i>Kraemer J.-C., Le Maitre R.</i>
Lexique aéronautique. Les aéronefs, le pilote et l'environnement. 1000 mots traduits, expliqués et illustrés.....	Le Maitre R., Kraemer J.-C.
Initiation au Pilotage.....	<i>Nicolas J.</i>

Planeur

Manuel du pilote vol à voile.....	<i>Collectif</i>
Les ailes de la glisse.....	<i>Molveau J.</i>
Le Vol d'initiation en planeur.....	<i>Molveau J.</i>

ULM

Manuel du Pilote ULM.....	<i>Collectif</i>
500 questions avec réponses commentées (pilotes ULM).....	<i>Gobert T.</i>
Piloter un Pendulaire.....	<i>Lezcano J.-M., Szymczak T.</i>

Avion

Manuel du pilote d'avion.....	<i>Collectif</i>
Introduction aux principes du vol de l'avion.....	Le Maitre R.
Dessine-moi un avion - Premiers vols.....	<i>Nicolas J., Ziegelbaum P.</i>

Hélicoptère

Principes du vol de l'Hélicoptère.....	Le Maitre R., Marro D.
Je pilote l'Hélicoptère.....	<i>Nicolas J.</i>
Théorie élémentaire de l'Hélicoptère.....	<i>Raletz R.</i>

Pilotage

Leçons de pilotage.....	<i>Alias J., Dartaguiette G.</i>
Pilotage avancé. Du huit paresseux aux positions inhabituelles.....	<i>Berriol P.</i>
Le guide pratique du pilotage.....	<i>Zilio J.</i>

Météorologie

L'aéro-manuel de la Météo - Vol libre, Vol en planeur, Vol moteur.....	<i>Campredon A.</i>
Fondamentaux de Météorologie.....	<i>Malardel S.</i>
La météo expliquée.....	<i>Nicolas J.</i>

Pour aider le pilote

Élèves Pilotes. Apprenez à gérer le stress.....	<i>Berriol P.</i>
Les fondamentaux du calcul mental. Du pilote privé au pilote de ligne.....	<i>Dupuis R.</i>
Mathématiques et Physique utiles au pilote. Bases nécessaires pour le théorique ULM et Avion. BIA - LAPL - PPL.....	<i>Moulinet J.</i>

Anglais aéronautique

Guide de phraséologie du pilote VFR.....	<i>Coulombe C.</i>
Initiation à la radiotéléphonie en anglais.....	<i>Rengade Y.</i>
La radio en VFR (avion, ULM).....	<i>Bliez A.</i>

Histoire

Calendrier Perpétuel Aéronautique.....	<i>Collectif</i>
Encyclopédie aéro-cartoon. Les aéronefs militaires américains de 1945 à nos jours.....	<i>Chassard I.</i>
Une histoire de l'aéronautique et du spatial. Les acteurs, les faits, les innovations.....	<i>Kraemer J.-Cb., Le Maitre R.</i>

© CEPAD 2018-2024

ISBN : 978.2.38395.065.3 (7^e édition)
ISBN : 978.2.36493.651.5 (1^{re} édition)



Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique en se généralisant provoquerait une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'Éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC - 3, rue d'Hautefeuille - 75006 Paris).

Dépôt légal : janvier 2024

PRÉFACE

Voici déjà la septième édition de ce « Manuel du télépilote de drone » que j'ai le plaisir de préfacer.

Cette dynamique est à la fois la résultante d'un domaine en grande évolution, qui se structure progressivement et pour lequel la réglementation européenne et mondiale arrive progressivement à maturité. C'est aussi le signe de la dynamique propre aux auteurs de ce manuel qui sont des passionnés et n'ont de cesse de retransmettre vers leurs lecteurs ces évolutions.

Ils auraient en effet pu se contenter de faire vivre la première édition du manuel qui posait déjà très bien les fondamentaux en matière de télépilotage de drone. Leur enthousiasme et leur rigueur leur ont dicté le développement et la publication de cette septième édition.

Toutes les qualités des précédentes éditions ont été conservées: la passion partagée, le coup de crayon de Régis, l'esprit d'entreprise de Bastien, un contenu rigoureux et à jour et une approche pédagogique à même de faire bien comprendre l'ensemble des composantes et des responsabilités liées aux fonctions de télépilote.

En effet, les acteurs du monde des drones ne sont pas nécessairement issus de l'aéronautique.

Ils n'en possèdent pas toujours les codes et la culture. Pour beaucoup d'entre eux, ils sont conscients de leur responsabilité, mais ne savent pas nécessairement l'appuyer sur des méthodes et des compétences rigoureuses et consolidées. Ce manuel les aidera dans ce sens.

C'est un outil qui leur deviendra rapidement indispensable et qui partage avec eux l'enthousiasme et la passion qui caractérisent ce nouveau domaine, mais hérite également de tout le savoir-faire existant dans le monde aéronautique traditionnel.

Les systèmes de drones, et leur exploitation qui se structure progressivement, seront sans doute à l'origine de nombreuses évolutions dans le domaine de l'aviation, qu'il s'agisse de mettre en place des procédures éprouvées à bord des avions pilotés, de travailler à la circulation des véhicules dans les espaces suborbitaux, de faire naître de nouveaux services en espace urbain ou en espace isolé. On peut avoir l'impression que les drones sont des automates, ils restent néanmoins pilotés à distance par des humains qui doivent en conserver la maîtrise et gérer les risques liés à leur exploitation.

Je crois sincèrement que vous prendrez plaisir à vous approprier ce livre et acquérir tous les fondamentaux nécessaires à une exploitation rigoureuse et compétente des systèmes de drones. Je vous en souhaite donc une excellente lecture.

Farid ZIZI

Ancien Président de la Commission Navigation Aérienne de l'OACI
Directeur de France Aviation Civile Services

L'éditeur me fait dire qu'il remercie l'Excellent Laurent Chassard pour m'avoir créé pour vous accompagner tout au long de votre apprentissage.



INDEX

Un index est un outil très important et utile pour le lecteur. Il vous permet d'accéder aux pages qui traitent le sujet qui vous intéresse.

*Les mots indexés sont signalés en **rouge** dans le corps du texte pour en faciliter l'accès.*

REMERCIEMENTS

Nous remercions AIROD Technologies, Atlantique Expertises Drones, studioSport, INRIA, Delair et Reflet du Monde pour les autorisations accordées pour les reproductions de photos ainsi que AEOTIC – Benoît Lacoze pour la photo illustrant la première de couverture.

SOMMAIRE

DESCRIPTION DE L'AÉRONEF	
PHASE 1	7
PRINCIPES DU VOL	
PHASE 2	55
MÉTÉOROLOGIE	
PHASE 3	83
RÉGLEMENTATION	
PHASE 4	117
NAVIGATION	
PHASE 5	159
PROCÉDURES OPÉRATIONNELLES	
PHASE 6	185
PERFORMANCES HUMAINES	
PHASE 7	203
PRÉPARATION ET SUIVI DU VOL	
PHASE 8	217
INDEX	221
TABLE DES FIGURES	227
TABLE DES MATIÈRES	229

Le Drone, des applications multiples



Au commencement était un jouet
L'AR. Drone de Parrot.

Un drone, c'est mieux avec une caméra embarquée
Et c'est DJI qui l'a compris le premier. Les caméscopes volants réinventent la prise de vue, et le "vu du ciel" devient accessible. Un engouement apparaît pour filmer paysages, phénomènes naturels, et aussi mariages, locaux d'entreprises, grands événements...



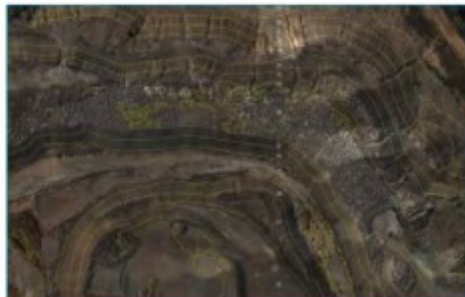
© AEDTIC - Benoît Lecaize

Un drone collecte des images... beaucoup d'images,
Et le champ des possibles est élargi grâce à la puissance du DATA Management :
bienvenue dans le monde des algorithmes et de l'Intelligence Artificielle.

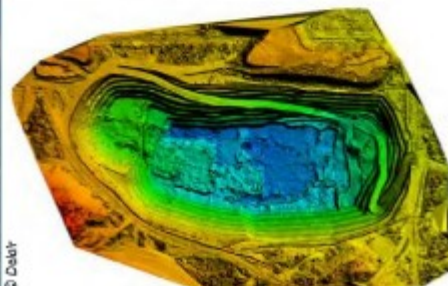


© Julien Akkari en Unsplash

Le relevé de terrain ou comment le métier de géomètre est réinventé
La caméra volante permet de reconstruire des vues de terrains. On peut modéliser les courbes de niveau, calculer des volumes, des pentes ou des profils d'élévation.



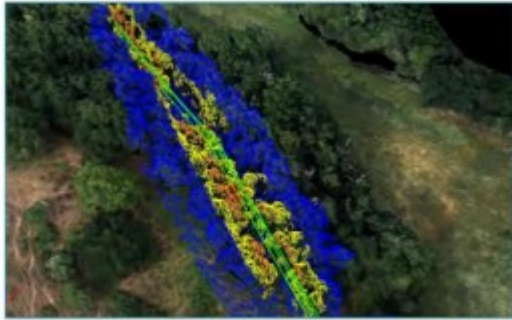
© Delat



© Delat

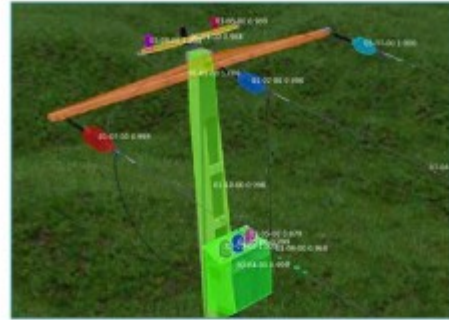
Depuis le ciel, on peut aussi surveiller ce qui pousse...

Les applications sont variées : protection des lignes électriques, optimisation de l'épandage d'engrais, réduction de l'utilisation de désherbants, recherche pour de nouvelles semences, gestion des forêts...



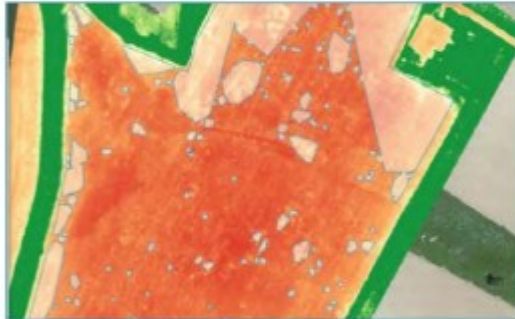
© Deler

L'ensemble "drone + logiciels" livre ce genre de vue. Ici, il s'agit de connaître l'état de la végétation à proximité des lignes électriques et ainsi d'organiser le travail des bûcherons.



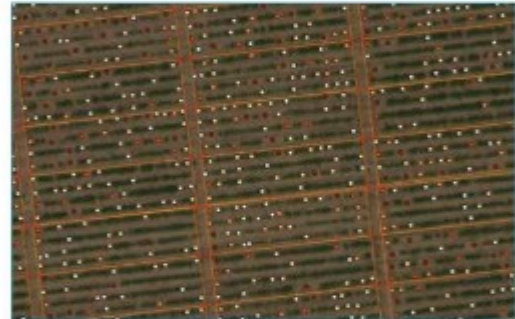
© Deler

Comme on sait déterminer les points de chaleur dans l'image, on peut surveiller les pylônes, sans avoir à couper le courant ni à faire tourner des hélicos.



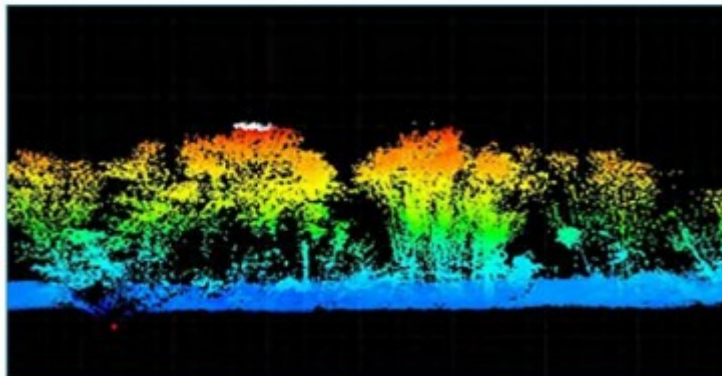
© Deler

Ici, on visualise les mauvaises herbes.



© Deler

Ici, on compte les plans manquants sur la parcelle.



© Deler

On peut estimer la hauteur des arbres et connaître l'état de santé d'une forêt et ainsi, par exemple, modéliser le volume et la densité végétale du "poumon vert" qu'est l'Amazonie. On peut aussi gérer une forêt en exploitation en faisant un point précis sur la croissance des arbres et identifier ainsi ceux que l'on peut couper et ceux qu'il faut encore laisser grandir.

Vous allez devenir télépilote professionnel de drone et, quel que soit le domaine dans lequel vous exercerez ce métier, vous intégrerez cette communauté qui a son histoire, ses rêves et aussi ses règles.

Plus qu'un simple bachotage, l'objet de ce livre est de vous permettre d'aborder en profondeur les thèmes techniques et réglementaires liés à l'exploitation d'un drone et de vous accompagner encore longtemps après l'obtention du diplôme. Les QCM changent avec le temps, mais votre connaissance technique s'approfondira tout au long de votre expérience de télépilote et ce livre sera là pour vous y aider.

Description de l'aéronef

PHASE I

Objectif de la phase:

*Dans la grande famille des aéronefs, le drone, dont l'appellation retenue par le législateur est « aéronef qui circule sans équipage à bord » ou « UAS » se distingue par sa philosophie, ses conditions d'emploi et le trésor de technologie qu'il recèle !
Dans cette phase, vous découvrirez les spécificités du « système de drone ».*

L'AÉRONEF.....	9
LE SYSTÈME DE DRONE.....	10
LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE.....	12
CIRCUITS EN SÉRIE CIRCUITS EN PARALLÈLE.....	13
CONSTITUTION DES BATTERIES.....	14
DÉCHARGE ET CHARGE DES BATTERIES.....	15
PRESSION ATMOSPHÉRIQUE ET ALTITUDE.....	18
LA CHAÎNE DE MESURE ALTIMÉTRIQUE.....	19
LE CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE.....	20
LE MAGNÉTOMÈTRE.....	21
LE GYROMÈTRE : FONCTIONNEMENT.....	22
LE GYROMÈTRE : UTILISATION ET PRÉCISION.....	23
L'ACCÉLÉROMÈTRE.....	24
LE GNSS.....	26
L'INTÉGRATION DES DIFFÉRENTS CAPTEURS DANS LE SYSTÈME DE DRONE.....	28
DISPOSITIFS DE LIMITATION D'ESPACE.....	30
PILOTAGE DE BASE DU DRONE MULTIROTOR.....	32
PILOTAGE DU DRONE À VOILURE FIXE.....	33
LES ASSERVISSEMENTS.....	34
L'ASSERVISSEMENT EN ATTITUDE.....	35
L'ASSERVISSEMENT EN POSITION.....	36
DISPOSITIF DE PROTECTION DES TIERS.....	38
DISPOSITIF DE RETOUR VIDÉO.....	39
LA TRANSMISSION DE DONNÉES.....	40
LES HÉLICES.....	46
LE MOTEUR.....	48
LE CONTRÔLEUR ESC.....	49
COMMENT DIMENSIONNER LA CHAÎNE DE PROPULSION?.....	50
NOTIONS CLÉS.....	52