



# Minidrones et mesures

## Guide pratique



# Comment apprendre rapidement à utiliser les minidrones pour la numérisation et les mesures ?

Découvrez les avantages immédiats et les premières étapes de leur utilisation.



Le texte de ce guide a été généré/traité partiellement avec GPT-4, un modèle de langage d'OpenAI. Ces parties de texte ont été examinées, retravaillées et revues par Buildwise, qui assume la responsabilité de la version finale du texte.

**Avertissement :** Ce guide est fourni à titre informatif et est destiné à être utilisé comme outil général. L'exécution de vols de drones et le respect de la législation et de la réglementation en vigueur sont de l'entièvre responsabilité de l'utilisateur. Buildwise ne peut en aucun cas être tenu responsable de tout dommage, blessure, perte ou utilisation non autorisée découlant du suivi de ce guide. Consultez toujours attentivement les règles et réglementations en vigueur et prenez les précautions nécessaires lors de la planification et de l'exécution des vols de drones.

# Minidrones : l'efficacité et la facilité d'utilisation montent en flèche !

Les drones connaissent un essor dans le secteur de la construction, car ils deviennent de plus en plus abordables et polyvalents. Ils offrent de nombreux avantages et applications pratiques : inspection sans effort de parties supérieures des bâtiments comme les toits, capture rapide des situations as-built sur les chantiers, numérisation complète de bâtiments et bien plus encore. L'enregistrement des données se fait à l'aide de photos et de vidéos, qui peuvent être en grande partie traitées automatiquement en un nuage de points ou un modèle 3D pour réaliser diverses mesures. Cela se traduit par d'importantes économies de temps, d'effort et de coûts, et augmente également la sécurité.

Dans ce guide, vous découvrirez les applications pratiques des drones. Nous approfondirons les différentes possibilités, expliquerons les premières étapes de leur utilisation et donnerons des astuces pratiques.



## Qu'est ce qu'un minidrone?

Un minidrone est un drone léger avec un poids maximal au décollage (MTOM) de moins de 250 grammes, accessoires inclus. Dans la réglementation européenne, aucune formation obligatoire n'est requise pour piloter ces drones en raison du risque moindre en cas d'accident. Attention, il existe cependant toujours des règles importantes à suivre pour une utilisation professionnelle, que nous abordons en page 7.

Les minidrones ont également des inconvénients. Ils sont plus sensibles au vent, offrent souvent des photos et vidéos de qualité inférieure. De plus, ils ne disposent pas de la fonction RTK, de la possibilité de programmer des vols ou de fixer d'autres caméras ou capteurs. Ils sont une bonne option si vous n'avez pas de hautes exigences en termes de qualité et de fonctionnalité. Pour des exigences spécifiques, la meilleure option consiste à utiliser un drone professionnel ou à faire appel à une entreprise spécialisée dans les drones.

Dans les sections suivantes, nous examinons possibilités offertes par les minidrones, des fonctions de base aux fonctionnalités plus avancées.

# Possibilités pratiques des minidrones

**Inspections et documentation rapide :** les drones sont idéaux pour inspecter des endroits difficiles d'accès tels que les toits, les tours, les ponts, etc. Vous pilotez le drone vers l'objet à étudier et utilisez l'image en direct de la caméra du drone pour votre inspection. Le drone peut également enregistrer l'image vidéo pour une inspection ultérieure. Les drones sont également parfaits pour documenter rapidement de grands sites extérieurs. Ainsi, vous pouvez documenter un chantier de construction entier depuis les airs en quelques minutes, économisant des heures de temps.

**Mesures sur les photos de drone :** avec les photos de drone, diverses mesures peuvent être effectuées, telles que la détermination des distances, des angles, des surfaces et des volumes. Vous devrez pour cela passer par l'étape de traitement des photos avec un logiciel de photogrammétrie. Prenons l'exemple de la mesure d'un bâtiment. Tout d'abord, le logiciel crée un nuage de points 3D de la façade à partir des photos, composé de millions de points distincts. Après l'élimination du bruit et une éventuelle correction d'échelle, toutes sortes de distances peuvent être mesurées dans le nuage de points.

**Vous voulez calculer des surfaces et des volumes en plus des distances ?** Vous pouvez alors convertir automatiquement le nuage de points en un maillage 3D (mesh). Un maillage est composé de petits triangles qui, contrairement au nuage de points, forment une surface fermée. Plus le maillage a de triangles, plus précisément on s'approche de la géométrie réelle du bâtiment. Sur le maillage, vous mesurez ensuite les surfaces et les volumes souhaités.

**Vous voulez mesurer sur une photo 2D sans modèle 3D de référence ?** Vous aurez besoin d'une 'orthophoto' qui n'a pas de déformations de perspective. Le logiciel de photogrammétrie peut automatiquement produire une orthophoto. En important la photo dans un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur ou CAD en anglais), vous pouvez comparer la situation as-built avec les plans originaux. Une orthophoto est également utile comme moyen de communication sur l'avancement des travaux.



*Orthophoto d'un bâtiment pendant la phase de construction. En superposant le modèle CAO sur la photo, des comparaisons peuvent être facilement établies entre la situation as-built et la planification originale.*

# Comment réaliser des photos à l'aide d'un drone pour la prise de mesures ?

La photogrammétrie consiste à prendre des mesures sur des photos de drone. Voici quelques points importants à considérer lorsque l'on opte pour cette technologie :

**Hauteur et précision** : déterminez la meilleure hauteur à partir de laquelle prendre les photos de drone, car cela influence la précision des mesures ultérieures. La précision de votre minidrone à une hauteur donnée peut être facilement déterminée avec des outils de calcul en ligne (exemple non fourni par Buildwise : <https://www.pilotbyte.com/gsd-calculator>). L'outil indique combien de centimètres dans la réalité sont représentés sur un pixel de votre photo. Vous pouvez également le calculer vous-même avec la méthode décrite à la page 10.

**Résolution** : prenez des photos à la plus haute résolution, car la photogrammétrie nécessite un maximum de détails dans les photos.

**Recouvrement** : prenez des photos avec au moins 70 % de recouvrement, afin que le logiciel puisse trouver suffisamment de points correspondants nécessaires pour une reconstruction 3D de qualité.

Enfin, le livrable souhaité détermine l'utilisation appropriée de la caméra :

**Orthophoto d'une surface plane** : orientez la caméra du drone perpendiculairement vers le bas au-dessus de la surface à capturer. Cela réduit la déformation de perspective et augmente la qualité de l'orthophoto.

**Modèle 3D d'un bâtiment isolé** : ne volez pas seulement au-dessus du bâtiment, mais aussi autour de deux anneaux autour de celui-ci. Selon la structure du bâtiment, placez la caméra dans le premier anneau directement vers l'avant et dans le second anneau à environ 45° pour plus d'informations en 3D et une reconstruction 3D de qualité.

## Photogrammétrie pour modélisation 3D

Outre les points mentionnés précédemment pour les photos destinées à la prise de mesure, il existe des considérations spécifiques pour créer un modèle 3D d'un bâtiment ou d'un autre ouvrage à l'aide de la photogrammétrie.

Qualité de la photogrammétrie : elle est influencée par des facteurs tels que les réglages de la caméra, la taille du capteur de la photo, les conditions d'éclairage, le détail visuel, la texture de l'objet et l'angle de la photo. La photogrammétrie est une technique abordable. Cependant, la précision dépend de plusieurs facteurs sur lesquels vous n'avez pas un contrôle complet. Dans des conditions favorables, les minidrones peuvent néanmoins produire des modèles 3D de haute qualité :



À gauche : maillage 3D de l'Abbaye du Parc à Leuven, créé avec des photos prises par un minidrone et un logiciel de photogrammétrie. À droite : détail des ornements.

**Détail visuel et qualité de la photogrammétrie :** la qualité dépend du détail visuel (texture) sur les murs. Un mur vieilli avec beaucoup de détails donnera de meilleurs résultats qu'un mur blanc lisse avec peu de détails qui ne peut pas être bien reconstruit. La reconstruction de murs avec plus de détails sera donc de meilleure qualité que celle d'un mur blanc lisse avec peu de détails.

**Réflexions :** les fenêtres, l'eau et d'autres surfaces réfléchissantes ne sont souvent pas bien reconstruites via la photogrammétrie, ni par le scan laser. Si l'aspect visuel est plus important que les mesures, la technique NerF (Neural Radiance Fields) pourrait offrir une solution à l'avenir. Voir p. 11 pour plus d'informations sur la technique NerF.

**Météo :** prenez les photos par temps légèrement nuageux pour un éclairage uniforme et moins d'ombres, ce qui est favorable pour la photogrammétrie.

**Logiciel :** la photogrammétrie est disponible sous forme de logiciels open source et commerciaux, le choix dépendant de la qualité, de la fonctionnalité et de la facilité d'utilisation.

Des solutions open source pour la reconstruction 3D incluent :

OpenDroneMap (<https://www.opendronemap.org>) et  
MicMac (<https://micmac.ensg.eu/index.php>).

Des solutions open source pour la postproduction et l'analyse incluent :

CloudCompare (<http://www.cloudcompare.org>) et  
MeshLab (<http://www.meshlab.net>).

# **Étapes obligatoires pour un drone de moins de 250 g**

Plusieurs étapes doivent être suivies avant de voler. Elles sont indiquées sur le site Internet du SPF Mobilité et transports : <https://mobilit.belgium.be/fr/aviation/voler-en/drones-uas/start2drone-nos-conseils-pour-bien-preparer-vos-vols-en-toute-securite>. Consultez toujours les informations les plus récentes.

**Étape 1 : assurance du drone :** le drone doit être au minimum assuré pour la responsabilité civile aérienne. Généralement, une assurance familiale ne couvre pas l'utilisation professionnelle d'un drone; vérifiez cela auprès de l'assureur. La police d'assurance doit être soumise dans le cadre de la deuxième étape.

**Étape 2 : enregistrement en tant qu'opérateur UAS :** cela s'applique à tous les drones équipés d'une caméra, y compris ceux avec un MTOM (poids maximal au décollage) inférieur à 250 g. L'enregistrement est gratuit et peut être effectué ici : <https://es.mobilit.fgov.be/drones/>.

**Étape 3 : facultative, mais recommandée :** formation de base en ligne gratuite, non obligatoire pour les drones de moins de 250 g mais recommandée : [https://mobilit.lmsdokeos.com/fr/users/sign\\_in](https://mobilit.lmsdokeos.com/fr/users/sign_in). Ainsi, vous serez informé sur la législation, la préparation du vol, le vol responsable et les règles pour la prise d'images. Avec un petit examen, vous pouvez obtenir optionnellement un brevet officiel A1/A3.

**Étapes avant chaque vol :** selon l'emplacement, il peut y avoir des restrictions ou il peut être permis de voler uniquement si une autorisation préalable a été demandée et obtenue à temps, et ce, également pour les drones de moins de 250 g. L'utilisation des drones a donc des limites. Pour de plus amples informations, consultez : <https://mobilit.belgium.be/fr/aviation/voler-en/drones-uas/start2drone-nos-conseils-pour-bien-preparer-vos-vols-en-toute-securite>.



# Conseils pratiques pour une utilisation optimale de votre drone

## Généralités

**Mise à jour du firmware :** installez les dernières mises à jour du firmware pour votre drone et votre contrôleur via l'application correspondante avant de voler. Testez le drone après la mise à jour dans un environnement sûr pour vérifier si tout fonctionne correctement.

**Vent et pluie :** les minidrones sont sensibles au vent en raison de leur faible poids. Respectez la limite de force du vent indiquée dans le manuel de votre drone et évitez de voler sous la pluie.

**Contrôle des dommages :** vérifiez la ou les batteries et le drone, y compris les hélices, le boîtier, les moteurs et la caméra, pour détecter des dommages avant et après le vol. Faites attention aux différences de température entre chacun des moteurs d'hélices, ce qui peut indiquer une défaillance du drone.

**Gestion de la charge de la batterie :** les batteries LiPo utilisées dans les drones peuvent exploser ou s'enflammer dans de rares cas. Une bonne gestion de la batterie comprend l'évitement d'une charge continue à 100 %, des contrôles réguliers de gonflement et un stockage sûr à la bonne température (voir p. 9).

Faites attention à la charge restante pendant le vol et remplacez la batterie avant que la charge ne devienne trop faible. Il est conseillé de remplacer préventivement la batterie avant qu'elle n'atteigne une charge restante faible.

**Localisation de retour à la maison** : en cas de perte de vue du drone, la fonction 'Return to Home' (RTH) peut être utile. Une fois la fonction activée, le drone revient automatiquement à un emplacement préétabli. Attention : le drone ne tient pas compte des bâtiments et structures environnantes pendant le vol de retour. Réglez donc l'altitude de retour à la maison à une altitude plus élevée que l'obstacle le plus haut pour éviter les collisions. L'emplacement RTH doit être défini avant le vol du drone avec une bonne réception GPS.

## Ressources supplémentaires

**Batteries supplémentaires** : envisagez des batteries supplémentaires pour votre drone, étant donné qu'une batterie dure environ 20 minutes avant de devoir être rechargée.

**Stockage sûr des batteries** : stockez les batteries LiPo en toute sécurité dans un coffret ou un sac de rangement conçu spécialement à cet effet. Tenez compte du niveau de charge de la batterie et évitez de la charger continuellement à 100 %.

**Tapis d'atterrissement** : un tapis d'atterrissement pour drones peut être utile, en particulier sur des terrains rugueux comme des chantiers avec beaucoup de sable lâche. Il empêche le sable de voler pendant le décollage et l'atterrissement et protège le drone et la caméra contre les dommages causés par le sable et les petits cailloux.

## Équipement de sécurité

**Lunettes de soleil** : il existe différentes mesures de sécurité pour des vols de drone responsables, telles que la possession d'un extincteur et le port de lunettes de soleil et d'une casquette. Ces aspects et d'autres sont abordés dans la formation théorique en ligne gratuite A1/A3.

# Lexique minidrones et mesures

**Photogrammétrie** : signifie littéralement ‘mesurer sur des photos’. La photogrammétrie analyse les photos pour déduire la géométrie de l’environnement capturé en détectant la position, l’angle et les groupes de points correspondants d’une photographie à l’autre.

**Gimbal ou nacelle** : présent dans la plupart des minidrones. Stabilise la caméra du drone pendant le vol et améliore la qualité de l’enregistrement.

**Points de contrôle au sol (Ground Control Points ou GCP)** : les GCP sont des marques au sol dont les positions sont connues. Ils sont utilisés pour échelonner et positionner plus précisément les orthophotos et les modèles 3D. Les minidrones n’ont généralement pas de technologie RTK et dépendent du signal GPS non corrigé avec une précision inférieure. Les GCP améliorent la précision, mais leur placement prend du temps.

**Distance d’échantillonnage au sol (Ground Sampling Distance ou GSD)** : la GSD est la distance réelle au sol couverte par un pixel dans une photo. Une GSD plus petite est souhaitée pour des images plus précises. Il est donc souhaitable de faire des prises de vue avec une petite GSD pour une meilleure précision des images. Pour y parvenir, on peut utiliser une résolution photo plus élevée, voler plus près du sujet ou utiliser de meilleurs capteurs et lentilles photo. La GSD de votre drone peut être calculée avec la formule :  $GSD = (\text{hauteur de vol} * \text{taille de pixel du capteur}) / \text{distance focale de l'objectif}$ .

**Mesh ou maillage** : un mesh est un modèle 3D constitué de petits triangles qui approchent la forme du sujet. Plus le nombre de triangles est élevé, plus l'approximation est précise, mais plus le fichier est volumineux.

**Nadir** : le nadir est le point situé directement sous le drone, perpendiculairement au sol. En orientant la caméra perpendiculairement vers le bas, vous minimisez la distorsion de perspective, ce qui est important pour des orthophotos précises (voir ci-dessous).

**Champs de rayonnement neuraux (Neural Radiance Fields ou NerF)** : le NerF est une technique d'intelligence artificielle (IA) émergente pour reconstruire des scènes 3D à partir de photos. Elle fonctionne plus rapidement que les méthodes photogrammétriques traditionnelles, conserve la précision visuelle et les réflexions, mais est moins adaptée pour les mesures. Pour plus d'informations sur la NerF, consultez : <https://datagen.tech/guides/synthetic-data/neural-radiance-field-nerf/>.

**Orthophoto** : il s'agit d'une photo aérienne dont toutes les distorsions de perspective ont été éliminées et sur laquelle l'échelle est uniforme. En mettant correctement à l'échelle l'orthophoto, diverses mesures 2D peuvent être effectuées.

**NUAGE DE POINTS** : un nuage de points est une collection de points de mesure tridimensionnels d'un objet, obtenus avec différents équipements. La précision varie selon la technique utilisée. Dans le cas de la numérisation laser, les points sont mesurés directement, tandis que dans la photogrammétrie, les points sont dérivés des photos, ce qui peut entraîner une variabilité de précision.

**Retour au point de départ (Return to Home, RTH) :** fonction de sécurité qui permet au drone de revenir automatiquement à un point prédéfini par l'utilisateur.

**Real-Time Kinematic (RTK) :** système GPS avancé qui améliore la précision de la position du drone au centimètre près. Il est notamment utile pour des applications précises telles que la cartographie 3D. Les minidrones ne sont généralement pas équipés de la technologie RTK. En l'absence de RTK, la précision peut être améliorée à l'aide de points de contrôle au sol (GCP, voir p. 10).



Période de publication : novembre 2023

**Des questions ?**  
Envoyez un e-mail à  
[mesurenumerique@buildwise.be](mailto:mesurenumerique@buildwise.be)

Ce guide a été réalisé avec le soutien de :

