

# Les designs des drones



Rodolphe Jobard

# Les designs des drones

## PLAN

- 1 Les drones militaires
- 2 Les voilures tournantes
- 3 Les voilures fixes
- 4 Les drones hybrides
- 5 Des drones plus exotiques



# Les drones militaires

Drones :

- torpille
- cible
- leurre
- de reconnaissance
- de surveillance
- de combat
- suicide



# 1 Les drones militaires

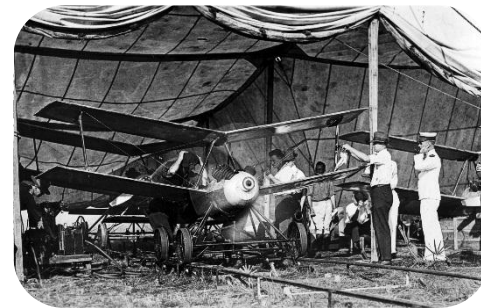
## 1. 1 les premiers drones

1898 : téléguidage sans fil d'un bateau par Nikola Tesla.

1909 : premier gyroscope.

«Torpilles volantes».

1918 : la Kettering bug, (US)



1918 : essai de vol en circuit fermé d'un avion Voisin VIII télécommandé.

2<sup>ème</sup> guerre mondiale : V1 (avion)

puis V2 (balistique), allemands.



# 1 Les drones militaires

La bombe planante allemande Ruhrstahl SD1000 puis,  
Henschel HS 293

Heureusement  
Facile à brouiller!



# 1 Les drones militaires

## 1.2 Avions cibles

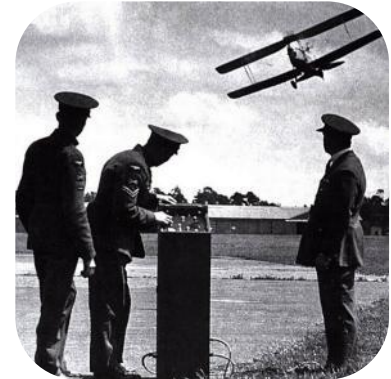
D'abord à partir d'avions recyclés de la 1ère guerre mondiale

Puis à partir d'avions spécialement développés Radioplane (US).

Recyclage d'avions démodés de la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale :

Hellcat Phantom : prélèvement d'air contaminé pendant essais atomiques.

Le Queenbee (UK).



Marylin Monroe



# 1 Les drones militaires

1.3 Drones tactiques, du champ de bataille de la guerre froide.  
Récupération des savants allemands par les 2 blocs.

Le R20 (France)



le SDTI (France)



# 1 Les drones militaires

## 1.4 Reconnaissance stratégique

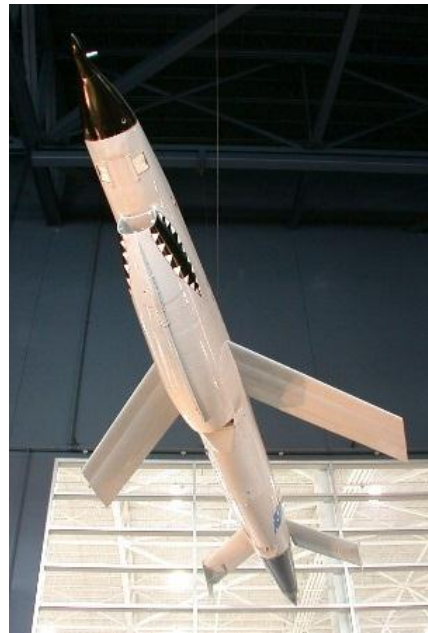
Mai 1960 : un U2 abattu

1962 : crise des missiles de Cuba.

1964 : Le ryan147 BQ M-34

3400 sorties au Viet Nam. Vulnérable.

Le ryan147 BQ M-34





# 1 Les drones militaires

## 1.5 Les MALES et HALES

1982 « paix en Galilée », Israël. Drones de reconnaissances, drones leurres.

Heron israélien francisé en Harfang.

2003 : Guerre « zéro mort »  
en Afghanistan.

Drone MALE. Drone HALE



Northrop Grumman Global Hawk drone HALE



Dronea, les drones au ser

# 1 Les drones militaires

2010 : Drones filaires

Voler longtemps et transmettre des données

Israélien : Le Hover Mast de Sky Sapience

Français : Le ECA IT130

Hover Mast de Sky Sapience



# 1 Les drones militaires

## 1.6 Drone du fantassin

2003-2012 Guerre en Afghanistan.

En sac à dos : Le Scout puis le Sky Ranger  
de Aeryon (Canada)

A la ceinture : les nano drones.

AeroVionment RQ-11 Raven



Proxy Dynamics. Black Hornet (Norvège)



SKK, Gardian Angel (Israël)



Aeryon Sky Ranger



# 1 Les drones militaires

## 1.7 Drones Suicide

## 1.8 L'avenir : les UCAS?

Dassault, Neuron (France)



Uvision, HERO 30 (Israel)



Une épée de Damocles  
Stationnaire au-dessus  
De l'adversaire

# 2 Les drones à voilures tournantes

90% du parc de drones.

- 2.1 Multirotors
- 2.2 Drones à pas variable



# 2.1 Les multirotors

3, 4, 6, 8 rotors et plus... à pas fixe.

Tricoptère Mav solution Job



L'eXom de SenseFly (Suisse).



Falcon 8 de Ascending technologies (Allemagne)



Multirotor à moteurs coaxiaux = gain de place  
Altigator (Belgique)



# 2.1 Les multiroteurs

## Vers des châssis pliables



Novadem

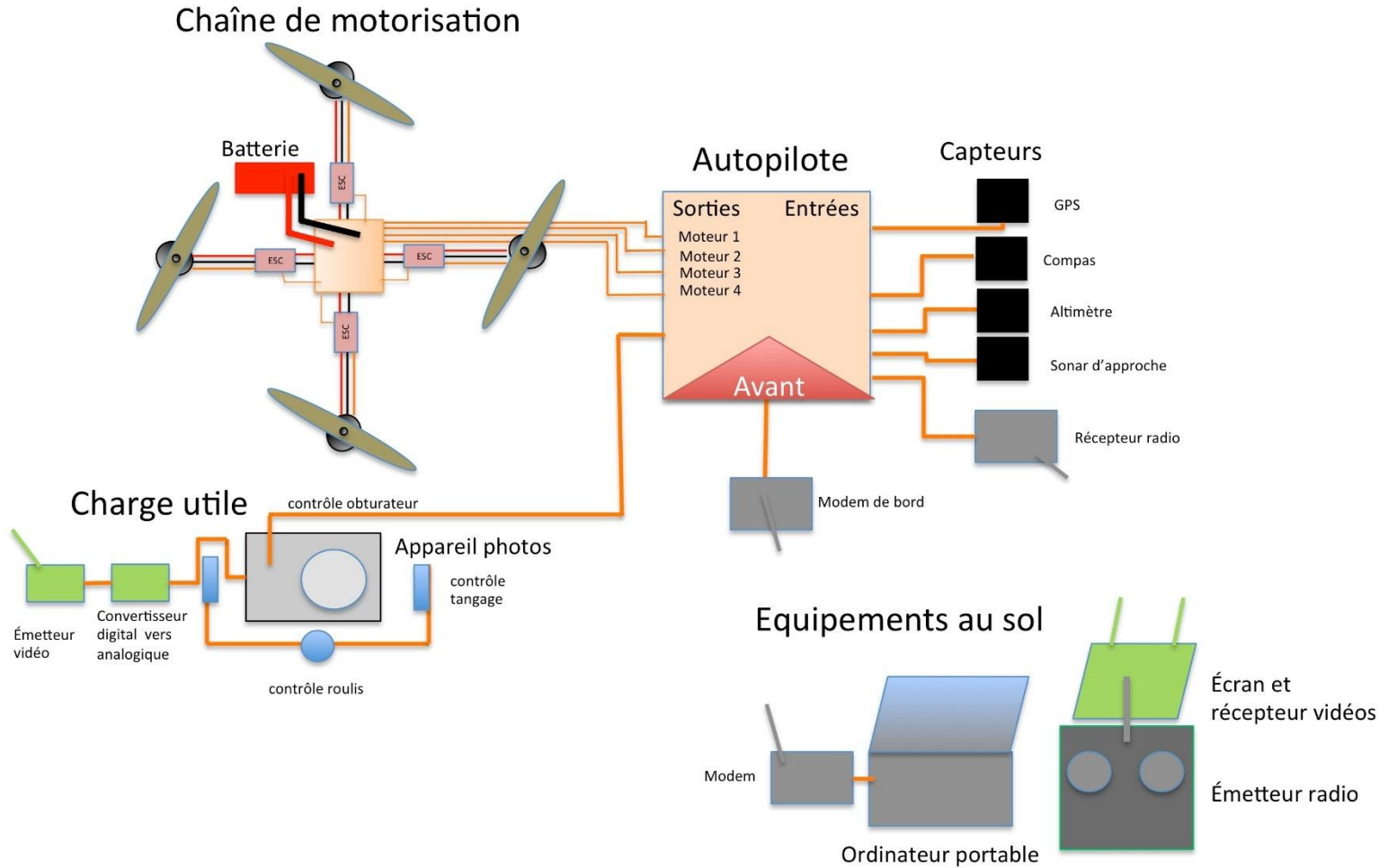


DJI Mavic



Yuneec  
Typhoon H

# 2.1 Les multiroteurs

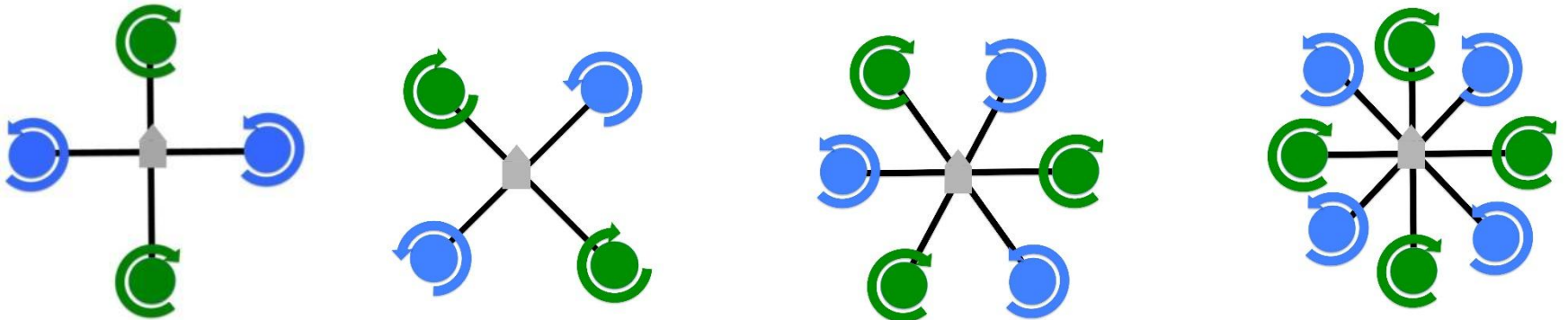




# 2.1 Les multiroteurs

## Principes de vols

Paires de rotors tournant en sens horaire et anti horaire.



Variation de couple et de portance.



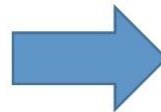
## 2.1 Les multiroteurs

### Effet du vent.

Le multiroteur bascule du côté du vent et accélère ses moteurs.



Vent



## 2.1 Les multirotors

### Multirotor à pas variable.



Avantage : un seul moteur nécessaire, donc possibilité de propulsion thermique.

Inconvénient : très complexe

Permet le vol sur le dos

## 2.2 les drones à pas variables

### 2.2.1 Les hélicoptères traditionnels.

CamCopter (Belgique)



Survey copte (France)



Schieble X100 (Autriche)

Réservés aux  
Grandes tailles

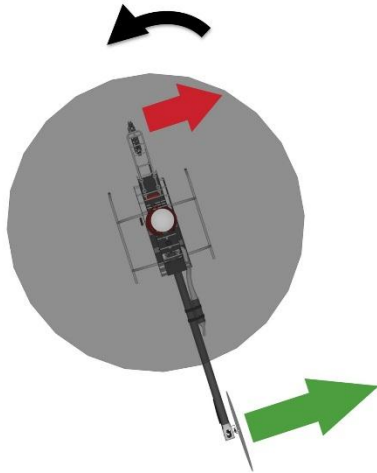


Avantages : efficient, maniable, possibilité de motorisation thermique, autorotation.

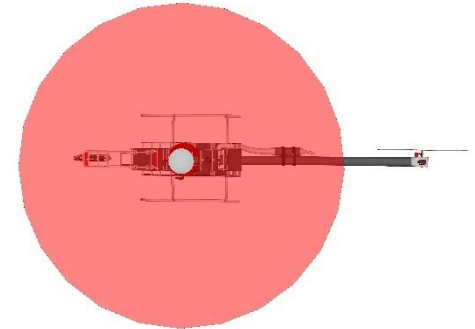
Inconvénient : complexe, difficile à piloter, dangereux, encombrant.

## 2.2 les drones à pas variables

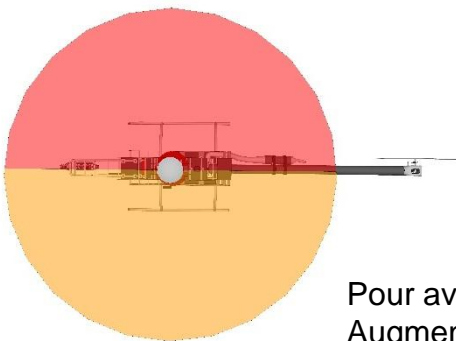
Contrôle d'un hélicoptère traditionnel.



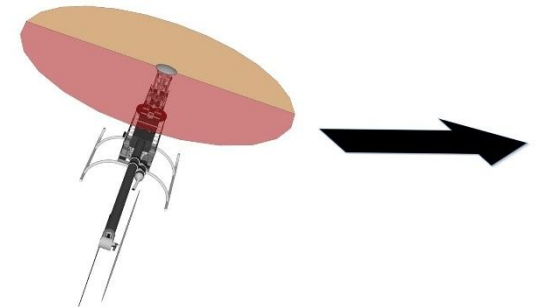
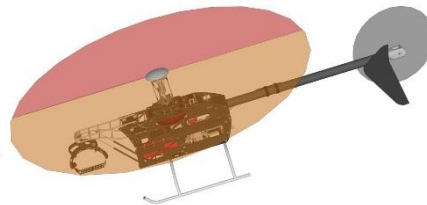
Le lacet est obtenu  
Par une variation du pas  
Du rotor anticouple



Pour monter la portance est augmentée  
sur la totalité du disque (pas collectif)



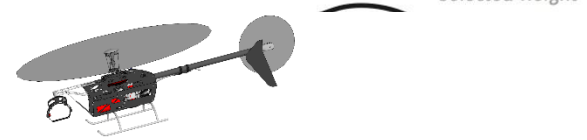
Pour avancer, la portance est  
Augmentée sur un coté du disque (pas cyclique) et non pas le  
côté avant, à cause de la précession gyroscopique.



## 2.2 les drones à pas variables

### L'autorotation

**Panne moteur  
Rotor petit pas  
pour ne pas  
freiner le rotor**



**Descente**



**Atterrissage  
Rotor plein pas  
pour freiner la  
descente**



## 2.2 les drones à pas variables

### 2.2.1 Les hélicoptères à rotor contra rotatifs

Civic Drone, FS-S-3



Electriques

LH aviation Explorair 45



A turbine

ECA IT 180 (France)

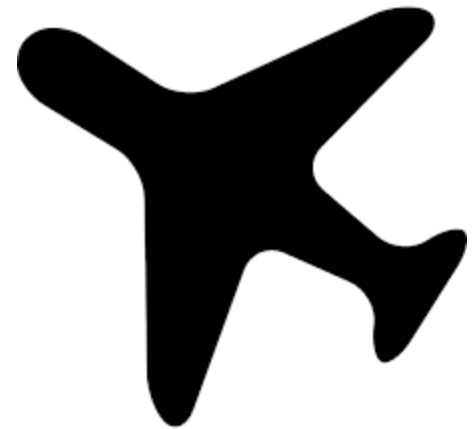
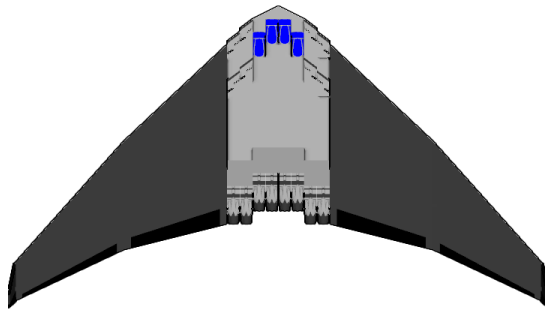


Avantage : compact, possibilité de motorisation thermique = longue endurance.

# 3 Les voilures fixes

Moins de 10% du parc de drones civils

- 3.1 Avions traditionnels.
- 3.2 Ailes volantes.





# 3 Les voilures fixes

## 2.1 Les avions traditionnels

Avantages :  
très efficient,  
stable.

Delair tech DT18 (France)



DT26



MaVinci Sirius (Allemagne)

# 3 Les voilures fixes

## 2.2 Ailes volantes

Trimble X100 (US)



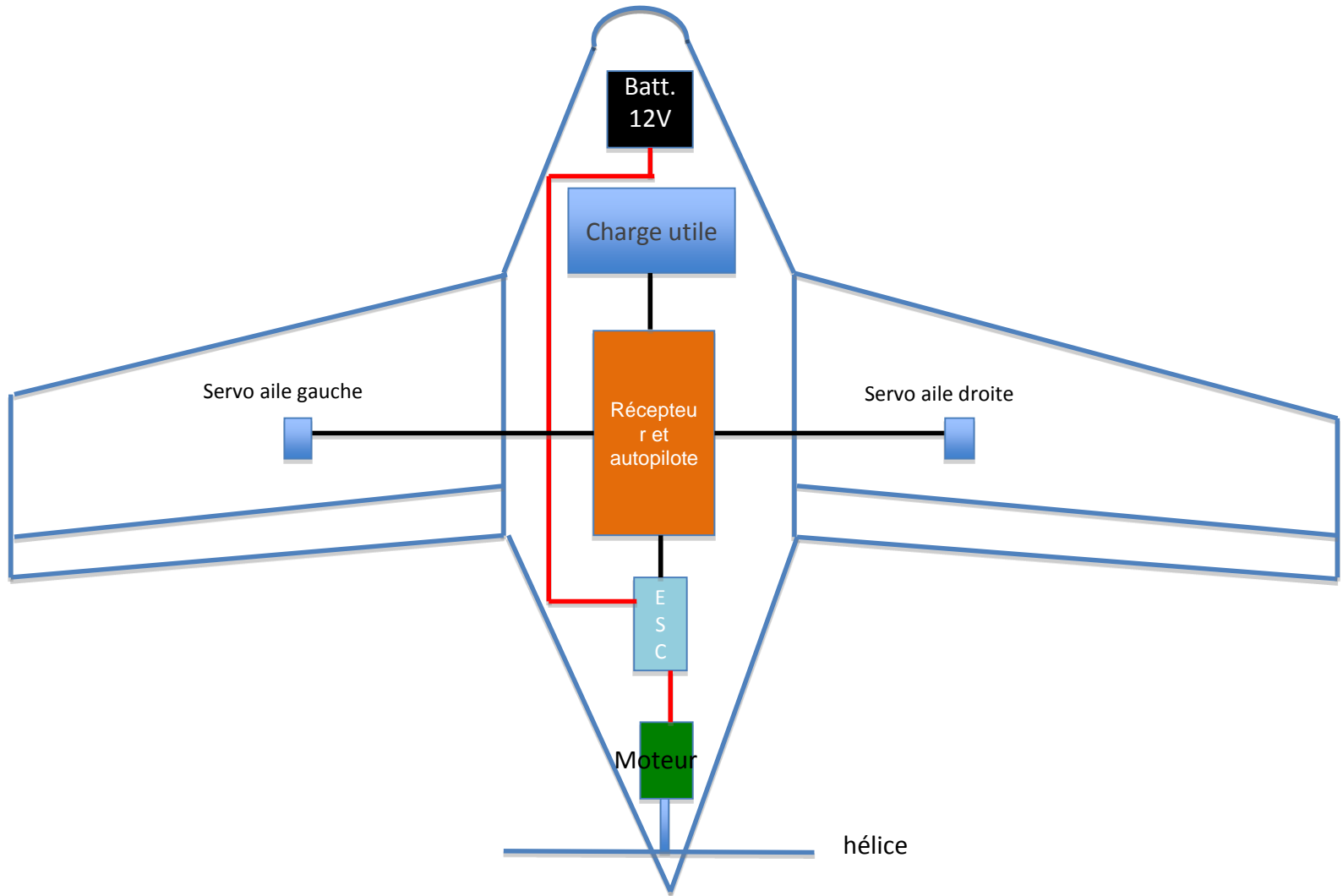
SenseFly eBee (Suisse)



Avantages :  
endurant  
maniable  
compact.  
solide

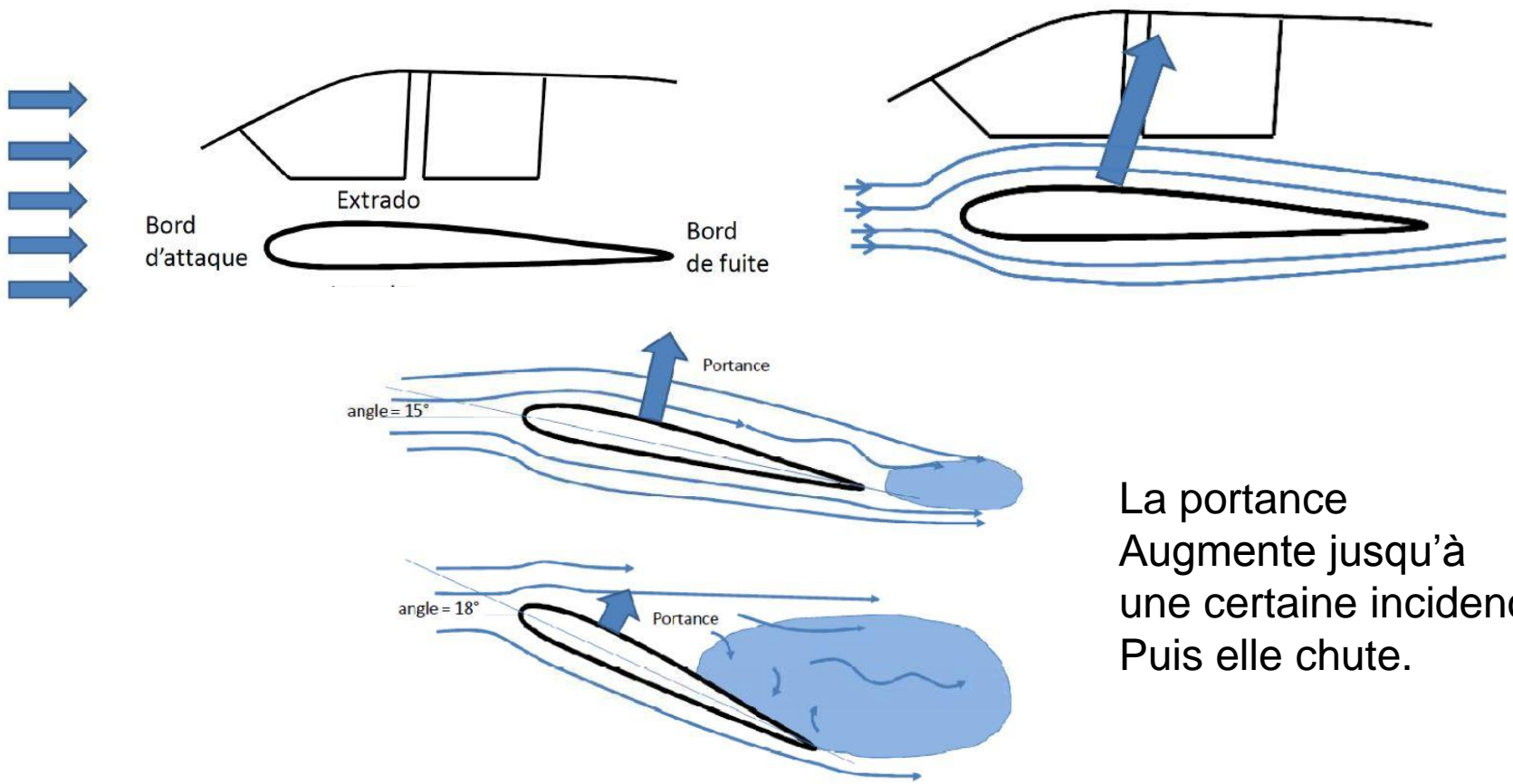
Moins de 10% du parc de drone

# 3 Les voilures fixes



# 3 Les voilures fixes

Une enveloppe de vol limitée



La portance  
Augmente jusqu'à  
une certaine incidence  
Puis elle chute.

# 3 Les voilures fixes

Une sensibilité au vent

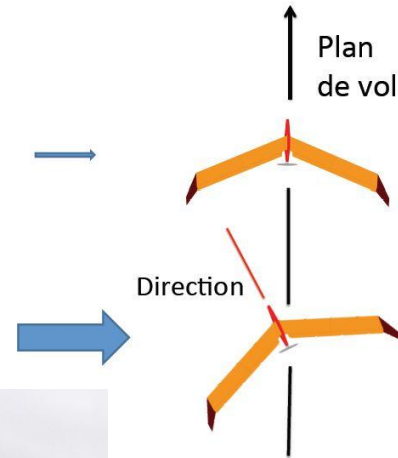
L'aile fixe se met à voler en crabe :  
sa vitesse air reste la même, mais sa vitesse  
sol diminue

En cas de vent fort :

- Garder le drone face au vent.
- Augmenter la distance aux obstacles

En cas de rafales :

- augmenter la vitesse d'atterrissage



# 3 Les voilures fixes

Lancé main



Roulage sur piste



## Catapultes.

Elastique + crémaillère



Pneumatique



# 3 Les voilures fixes

Atterrissage sur ventre



Parachute



# 3 les drones hybrides

## 1) A rotors fixes

Hélicéo, le Foxy. (France)



VTOL et viser l'endurance d'un avion.

Les moteurs verticaux ne servent qu'en montée et descente  
Avantage : simplicité, mais poids et trainés

## 2) A rotors basculant

Ezonov, es manta (France)



Autel Robotics le kestrel (US)



Tous les moteurs sont Utilisés en permanence.  
Mais :  
la transition est délicate  
le pas de l'hélice n'est pas optimal, si fixe.



# 5 des drones plus exotiques

Clearflightsolutions  
(Hollande)

## **Ailes battante.**

Avantage : imite l'oiseau .

Inconvénient : complexe.



# 5 des drones plus exotiques

## Ailes molles

Avantage : facile à piloter, vol lent, gros porteur

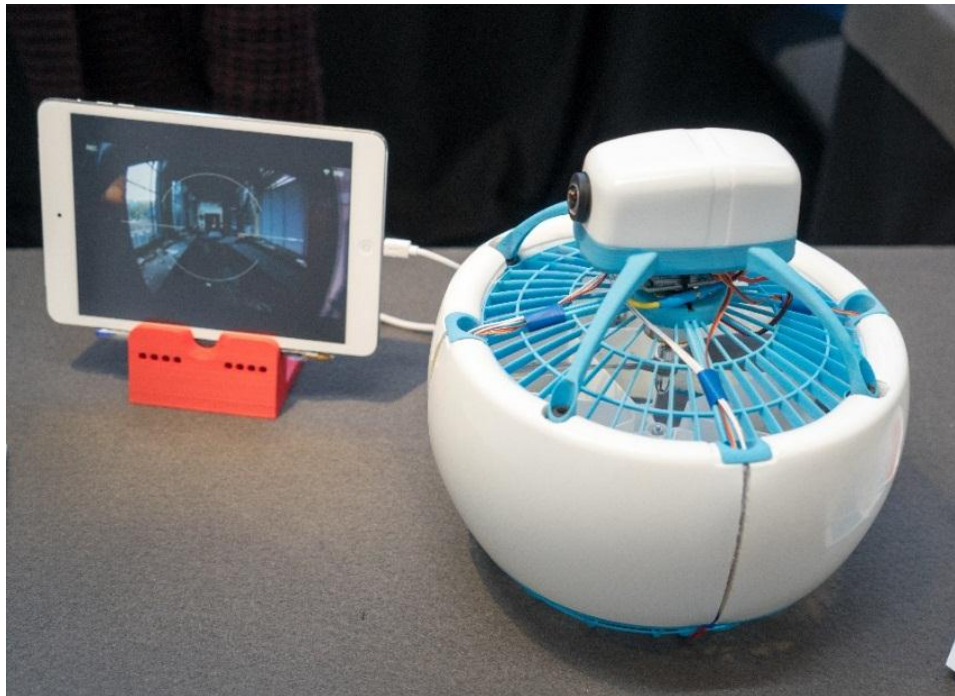
Inconvénient : très sensible au vent



# 5 des drones plus exotiques

**Ducted fan** : un seul moteur souffle sur des ailettes orientables

Eye fleye (Belgique)

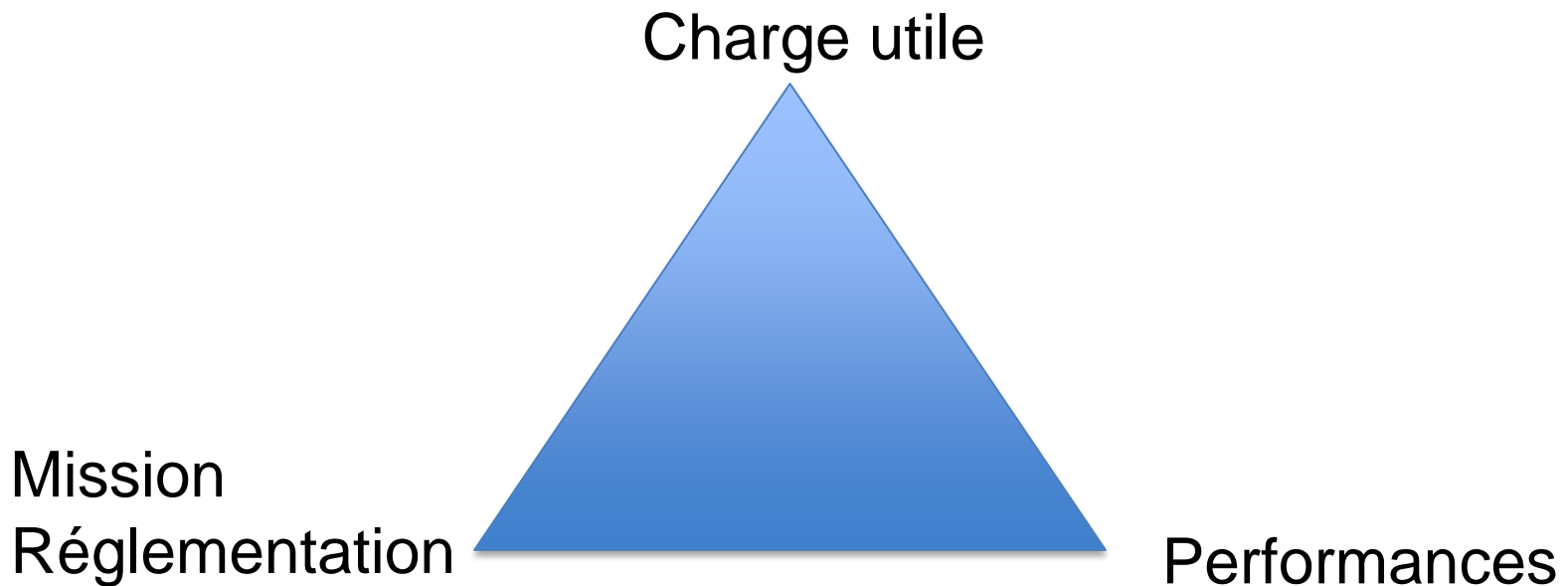


## 2.1 les multirotors

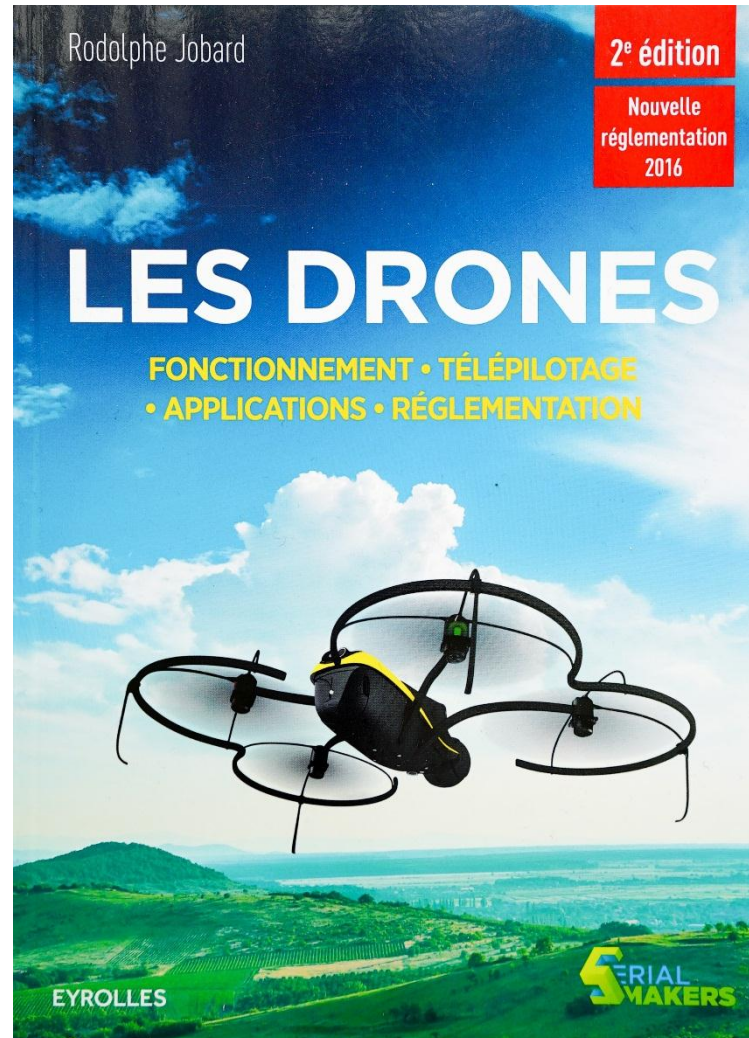
	Avantages	Inconvénient
Aile volante	Maniabilité Facilité de transport	Moyennement endurant Difficultés à lancer
Avion	Endurant	Encombrement Difficultés à poser Sensible au vent
Multirotor	Facile à piloter	Peu endurant
Multirotor à pas variable	1 seul moteur	Complexité Difficile à piloter
Hélicoptère à pas variable	1 seul moteur Autorotation	Complexité Danger du rotor
Hybride avion/hélicoptère	VTOL	Complexité. Transitions délicates
Ailes battantes	Imite l'oiseau	Complexité/fragilité
Ducted fan	1 seul moteur	Réglage des ailettes

# Synthèse

Le design est déterminé par :



# MERCI!



Le premier livre  
Sur les drones  
Civils, éd. Eyrolles  
2016, 2<sup>ème</sup> ed. 190p  
24 €