



# Opinions Libres

le blog d'Olivier Ezratty

## Comment évaluer le Flyboard Air de Franky Zapata ?

La surmédiasation des prouesses de Franky Zapata et de son Flyboard Air bat son plein depuis sa démonstration lors du défilé du 14 juillet à Paris et sa traversée de la Manche réussie le 4 août 2019 après un échec la semaine précédente.

L'histoire contient sa bonne dose d'ingrédients, entretenant le mythe de l'inventeur dans son garage, plutôt incompris, que d'autres pays nous envieraient, et prêt à changer le monde face à tous les obstacles. Qui plus est, Franky Zapata est un "bon client" : tenace, sympathique, astucieux et courageux.

Un bon ange est venu l'aider, à savoir l'armée française et précisément sa nouvelle Agence d'Innovation de la Défense créée mi-2018 qui a décidé de le financer après l'avoir aussi aidé à lever divers freins côté réglementation. Ci-dessous, Franky Zapata sur son stand du Forum Innovation Défense organisé par l'**Agence de l'Innovation de la Défense (AID)** en novembre 2018. Il avait alors fait une belle démonstration de vol au-dessus de la Seine (vidéo).



Observer les réactions dans les réseaux sociaux illustre un clivage classique entre les sceptiques et les optimistes de l'innovation. On navigue entre symbolique, rationalisme, quotient émotionnel de l'inventeur et *whataboutism* avec son lot d'analogies historiques pas toujours bien placées. Du genre, si l'on émet un doute quelconque sur le Flyboard, cela nous range d'emblée dans le camp des non-visionnaires qui, en leur temps, auraient rabroué Louis Blériot après sa traversée de la Manche ou empêché le développement des hélicoptères.

Face à ce genre de prouesse, et c'en est une, j'essaye d'adopter une démarche raisonnée :

- Quelle est l'histoire de ce type de moyen de transport et les autres projets similaires ?
- Quelle est l'origine des systèmes de propulsion de ces systèmes ?
- Quelle est sa nature et la portée technologique de la prouesse de Franky Zapata ?
- Quels sont les usages potentiels de sa solution ?
- Quels sont ses avantages et inconvénients ?
- Comment peut-elle progresser pour corriger ces derniers ?
- Quel peut être son degré de démocratisation ?
- Quelles peuvent en être les innovations dérivées ?

### Histoire des jetpacks

Les idées du vol personnel autonome remonte au rêve d'Icare puis à Léonard de Vinci avec son hélicoptère à force humaine. L'aspiration à se délester de la gravité terrestre a conduit à la création d'une grande diversité de moyens de transport, des Montgolfières de la fin du 18e siècle aux premiers avions du début du 20e siècle, avec des aéronefs à usages civils et militaires avec ballons, hydravions, avions de transport de passagers ou de marchandise, hélicoptères de formes diverses, avions à décollage vertical avec le Harrier britannique jusqu'aux V-22 Osprey américains, les avions supersoniques et les ULM. Plus récemment, les drones de passagers ont commencé à pointer du nez. Les "drones de passagers" est une expression contestée qui décrit la grande variété des aéronefs à propulsion généralement électrique et à décollage vertical, autonomes ou pas selon les cas.

Nous nous intéressons ici au cas particulier des moyens permettant à un humain de voler de manière autonome et avec un dispositif le plus léger possible. J'exclue le *paragliding* et autres *wingsuits* qui ne permettent pas de décoller. Ce sont des systèmes de vol à partir d'un point haut, des sports extrêmes et plutôt dangereux, pas des moyens de transport.

Les vols de Franky Zapata me rappellent inmanquablement la séquence d'ouverture du quatrième James Bond, **Thunderball** (Opération Tonnerre), sorti en 1965. On y voit James Bond, joué par Sean Connery, s'échapper d'un château en France avec un sac à dos lui permettant de décoller verticalement et de faire quelques dizaines de mètres en l'air pour récupérer dare-dare son Aston Martin DB5 ([vidéo](#)). L'engin utilisé par le cascadeur existait vraiment. C'était un **Bell Rocket Belt** qui avait volé pour la première fois en 1961. Son autonomie n'était que de 20 secondes. Le moyen de propulsion était de l'eau oxygénée concentrée qui était transformée en gaz chaud en traversant un catalyseur à base d'argent. Le système avait été testé puis abandonné par l'US Army qui ne l'a jamais utilisé de manière opérationnelle.



## Bell Rocket (USA) 20s de vol

Ce genre de système fait partie de la catégorie des **jetpacks**. Son histoire est bien racontée dans **Wikipedia**. On peut y découvrir que Franky Zapata fait partie d'une lignée de projets, entreprises et inventeurs qui ont cherché à perfectionner la technique sur près de 60 ans. Aujourd'hui, c'est Iron Man qui remplace James Bond comme source d'inspiration issue de la science-fiction. La science fiction a progressé bien plus vite que la science et la technologie dans ce cas précis.

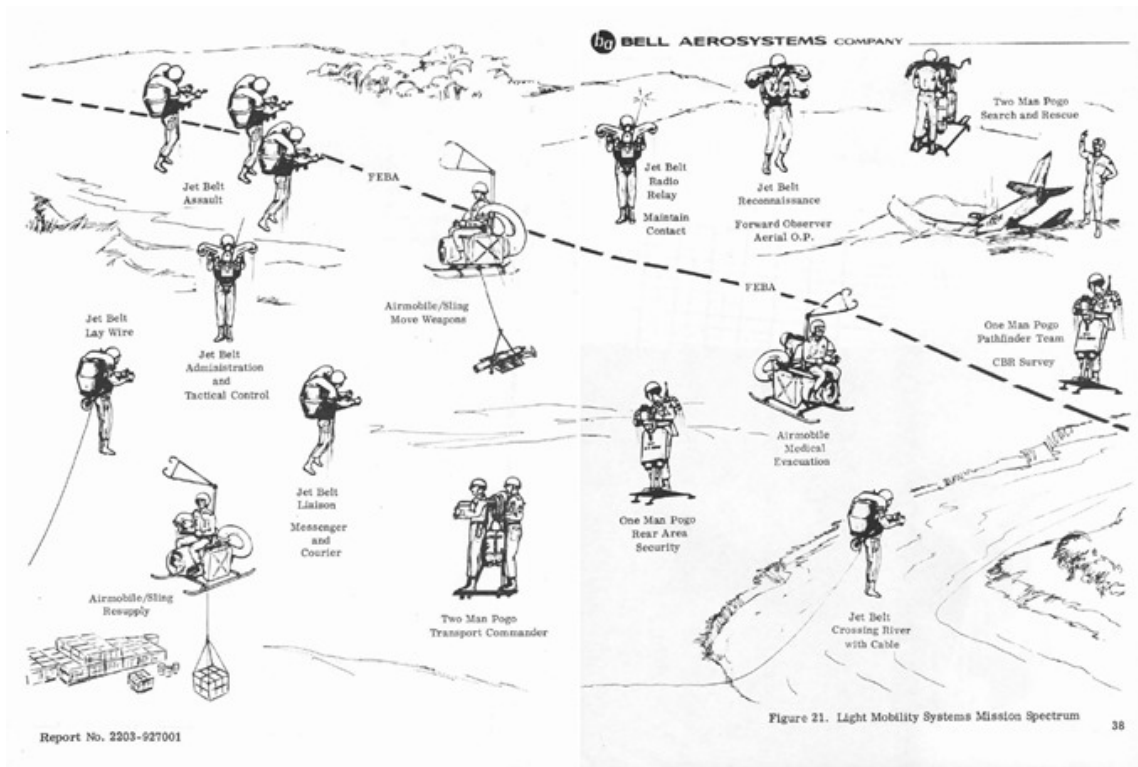
Les jetpacks sont segmentés en deux grandes catégories :

- Ceux qui exploitent de l'**eau oxygénée** comme le Bell de Thunderball et ses successeurs.
- Ceux qui s'appuient sur des **turbines à gaz** miniatures, alimentées en kérosène, comme le Flyboard Air de Franky Zapata.

La propulsion à eau oxygénée n'a pas véritablement progressé depuis Thunderball (54 ans). Les vols durent un maximum de 30 secondes. Le carburant est plutôt cher. Le système est assez dangereux et difficile à piloter. Son usage a donc été restreint à des démonstrations et cascades diverses, comme pour l'ouverture des JO de 1984 à Los Angeles.

L'idée du jetpack avait germé en 1953 dans la tête d'un ingénieur de Bell, **Wendell Moore**. Depuis la fin des années 1950, la grande majorité des projets de jetpacks étaient financés par l'US Army. En plus de Bell, deux autres sociétés s'étaient impliquées dans le domaine : **Aerojet General** et **Thiokol Corporation**. Ce dernier est bien connu pour ses propulseurs d'appoint à poudre utilisés notamment dans la navette spatiale US et à l'origine de l'explosion de Challenger au décollage en 1986. Ces projets visaient la création de "Small Rocket Lift Device" ou SRLD.

Cette histoire est bien décrite dans **The U.S. Army Once Dreamed of a Jetpack Future** par Joseph Trevithick en 2015. L'US Army souhaitait équiper ses soldats pour faciliter leur mouvement sur les champs de bataille (cf le schéma *ci-dessous*). C'était juste avant la guerre du Vietnam et ses terrains marécageux (1961-1975) et bien avant les combats de rue ou dans des montagnes des guerres en Irak ou en Afghanistan (2001-aujourd'hui). Mais ces projets n'aboutirent pas. Les débouchés étaient plutôt indirects. Les moyens de propulsion testés ont été réutilisés dans le programme Apollo notamment pour les systèmes de test sur Terre d'alunissage du LEM, dont celui qui avait failli coûter la vie à Neil Armstrong en mai 1968 lors de l'un de ses nombreux vols d'essai.



Ont suivi les jetpacks “Rocketman” de **Powerhouse Productions**, d’un certain Kinnie Gibson, qui étaient utilisés pour des cascades et démonstrations, et ceux de **Jetpack International** dont le dernier modèle, le T-73, a une autonomie d’environ 9 minutes (vidéo). Ces systèmes n’ont pas du tout pris le chemin de la démocratisation. C’est même le contraire qui s’est produit : en 60 ans, la technologie n’a pas progressé, et qui plus est, il est devenu de plus en plus difficile de se procurer le carburant, l’eau oxygénée concentrée.

La **Parisien** a aussi fait un historique de ces différents jetpacks, dans **L’homme volant, 70 ans d’histoire** paru en août 2019. Ils évoquent un vol en jetpack de Michael Jackson dans un concert à Bucarest en 1992 en omettant de préciser que, grâce à un tour de passe-passe, ce n’est pas le chanteur qui volait mais Kinnie Gibson de Powerhouse Productions. Une simple observation de la vidéo permet de se rendre compte de la mise en scène, digne d’un tour de méga-illusion à la David Copperfield, ce dernier ayant d’ailleurs contribué à sa préparation. Le lieu et l’époque n’étaient pas anodins : ils permettaient de gérer ce genre de cascade alors qu’ailleurs et aujourd’hui, les contraintes de sécurité ne le permettraient sans doute pas.

La seconde catégorie de jetpacks à base de micro-réacteurs et kérosène est plus prometteuse. La densité énergétique du kérosène est meilleure. L’autonomie peut dépasser les dizaines de secondes des systèmes à eau oxygénée et atteindre une dizaine de minutes. Les premiers vols datent de 1969 avec le **Bell Jet Flying Belt WR 19** (vidéo).



Il utilisait un réacteur éponyme WR19 de la société **Williams International**, créée en 1954. Ce réacteur faisait 61 cm de long et 30 cm de diamètre (*ci-dessous*). Le réacteur avait son entrée d'air en bas du "sac à dos" et l'air chaud sortant par le haut était renvoyé sur deux tuyères orientées vers le bas. Le système était piloté par deux joysticks. Ces jetpack Bell Jet ont été abandonnés par l'US Army car trop embarrassants et peu pratiques.



Par contre, le réacteur WR19 a été exploité dans les missiles de croisière américains lancés dans les années 1980 avec les célèbres **Tomahawk** de **General Dynamics** (TE-416) et les moins connus ALCM de **Boeing** qui étaient embarqués dans les bombardiers B-52 (*ci-dessous*, à la suite).



La gamme des réacteurs de Williams International comprend des modèles de taille diverse dédiés à des usages civils et militaires divers comme pour l'aviation d'affaire. Ce sont des réacteurs de taille modeste au regard de



ceux qui équipent les avions de ligne. Ils font de 61 à 134 cm de long. A ce jour, le WR19 est leur réacteur le plus miniaturisé, mais pas assez pour des jetbacks d'aujourd'hui.

Pour trouver des réacteurs plus compacts, il faut se tourner vers les **Jetcat P400** qui font 35 cm de long et 14,7 de diamètre. Ils proviennent de la société allemande Jetcat ([site](#)). Chaque réacteur est commercialisé à 10K€ (*ci-dessous*). Le marché de cette société est surtout l'aéromodélisme.



Ils équipent notamment l'aile volante du pilote suisse **Yves Rossy**, qui l'a utilisée en 2008 pour traverser la Manche en 9 minutes. Le vol démarrait d'un avion et se terminait au parachute ([vidéo](#)). L'aile donne une portance qui permet de consacrer l'énergie des réacteurs à la propulsion, d'où la vitesse record obtenue de 300 km/h. Malheureusement, ce dispositif ne permet pas de décoller de manière indépendante. La poussée des quatre turbines et leur disposition ne semblent pas être compatibles avec un décollage vertical. Avec son collègue Vince Reffet de leur société **Jetman**, Yves Rossy s'est aussi distingué en volant en formation autour d'un A380 à Dubaï ([vidéo](#)). On peut aussi noter la traversée de la Manche par l'Autrichien Felix Baumgartner en 2003 mais c'était un vol plané avec une aile non motorisée, donc hors catégorie dans ce jeu des jetpacks.



Depuis 2015 sévit **Jetpack Aviation** et son JB-9, un jetpack de format "sac à dos" voisin des premiers jetpack à eau oxygénée des années 1960. Il est propulsé par deux réacteurs d'aéromodélisme **AMT Nike** faisant tout de même 52 cm de long et 20 cm de diamètre. Son autonomie va jusqu'à 10 minutes avec une consommation de 3,8 litres par minute et une vitesse de pointe de 102 km/h ([vidéo](#)). Un nouveau JB-10 irait jusqu'à 200 km/h. Tout cela donne des caractéristiques assez voisines du Flyboard Air de Franky Zapata. Mais cela n'a pas vraiment progressé depuis 1969 ! D'ailleurs, l'ingénieur de Jetpack avait travaillé sur la démonstration des JO de 1984 à base du même Bell Rocket de Thunderball !



Plus récemment, c'est l'anglais Richard Browning de **Gravity Industries** qui a adopté un choix de propulsion original avec son **Daedalus Flight Pack**. Il est équipé de six ou cinq turbines dont une à deux dans le sac à dos et deux sur chaque bras, alimentées par le kérosène d'un sac à dos voisin de ce celui qu'utilise Franky Zapata.



### **Gravity Industries - Richard Browning (UK) 10 mn de vol**

C'est sympathique pour les démonstrations, Richard Browning ayant déjà effectué des vols, mais l'équation mécanique est douteuse pour le corps du pilote. En effet, son poids est supporté en majorité par les bras du pilote et son équilibre tout autant ([vidéo](#)). Les bras permettent au pilote de se guider. L'autonomie est toujours celle de l'état de l'art actuel, à savoir une dizaine de minutes. L'avantage est qu'il peut atterrir directement sur le sol. Les gaz chauds qui sortent des turbines refroidissent assez rapidement. Le pilote doit cependant être équipé d'un pantalon légèrement ignifugé pour supporter les gaz d'échappement de la turbine dorsale. Il est aussi équipé d'un casque à réalité augmentée provenant de Sony (SmartEyeglass). La vitesse maximale actuelle est située aux alentours de 50 km/h. La poussée des moteurs devrait permettre de dépasser théoriquement les 200 km/h. Le système a un prix d'environ 400K€.

Dans un autre registre, signalons un autre projet, un peu loufoque, celui de la moto électrique volante du Français **Ludovic Lazareth**. Le prototype vole mais pour l'instant, suspendu à un filin, en blanc dans l'image (voir la [vidéo](#)). Les questions de physique de base vont probablement lui donner la vie dure côté autonomie.



### Les caractéristiques du Flyboard Air

La spécificité principale du Flyboard Air consiste à déplacer le centre de gravité vers le bas avec un système équipé de six turbines placées sous les pieds du pilote, quatre en-dessous pour la poussée et deux sur le côté qui ont l'air de servir d'auxiliaires de guidage. Elles ont l'air d'être différentes.

Comme tous les projets précédemment évoqués, le kérosène est stocké dans un sac à dos, avec une capacité d'emporte de 37 litres. Ce choix est diamétralement opposé à celui de Richard Browning. Il est plus versatile comme nous le verrons plus loin dans la déclinaison militaire Ez-Fly de l'engin.

Comme pour les jetpacks sans ailes, le système n'a pas de portance autre que celle qui est fournie par les réacteurs. La poussée est répartie entre poussée verticale pour rester en l'air et poussée horizontale pour avancer. D'où le fait que pour traverser la Manche, Franky Zapata volait en étant penché d'environ 45°. Lors de sa traversée de la Manche, il atteignait une vitesse de croisière dépassant 160 km/h. Le Flyboard Air présente aussi l'originalité de pouvoir théoriquement voler assez haut, à plus de 2000 m d'altitude. Cela sert à rien d'aller au-delà : la pression y est trop basse tout comme la teneur en oxygène de l'atmosphère. Et il faut compter la mise en altitude et la descente, qui prennent tout de même quelques minutes.





L'origine des deux types de turbines utilisées n'est pas précisée mais elle est commerciale. Le sourcing est peut-être le même que celui de Richard Browning qui n'est pas non plus précisé. Le système est pilotable par joystick avec ajustement dynamique de l'orientation des tuyères pour la gestion de l'équilibre.

Comme tous les systèmes à base de turbine créés depuis 1969, l'autonomie de l'ensemble est toujours limitée à une dizaine de minutes. C'est ce qui explique le besoin de ravitaillement au milieu de la Manche pour sa traversée. C'est lié à la configuration de vol avec l'emport de kérosène dans un sac à dos. Cette autonomie pourrait être meilleure en déplaçant ailleurs le kérosène, mais avec une configuration de vol très différente.

Il faut noter que Franky Zapata et Richard Browning sont tous les deux des sportifs de haut niveau. L'anglais est coureur de marathon et réserviste de la Royal Navy. Le français est champion de jetski. Ils sont tous les deux de jeunes quadragénaires.

Le Flyboard Air a pour l'instant besoin d'une plateforme avec un grillage pour décoller et atterrir. Et pour cause, puisqu'il faut permettre aux gaz de sortir des turbines sans déséquilibrer le jetpack. L'ensemble est pour l'instant très bruyant. Le contrôle du vol est réalisé par le système de commande des moteurs et par le positionnement du pilote. Celui-ci subit d'ailleurs une charge vibratoire significative issue des réacteurs. Cela fait mal aux jambes à la longue !

D'où l'intérêt du **Ez-Fly** que la société de Franky Zapata développe pour l'armée, en visant aussi bien les USA que la France. L'initiative est bien décrite dans **Quelles applications militaires pour le Flyboard Air de Zapata Industries?** de Franck Lagneau, février 2019. Ce dérivé du Flyboard Air rappelle le concept du Segway. Le sac à dos du réservoir de kérosène est déporté sur une structure métallique qui contient deux poteaux sur lequel le soldat peut s'agripper et contrôler l'ensemble. Cela tombe bien car 30 kg à faire porter par le dos n'est pas très bon pour les vertèbres, la densité du kérosène étant d'environ 0,8 kg / L. Un sac de ciment, c'est déjà 25 kg !

Cela permet de voler sans s'équiper, sauf à supposer qu'il faille des chaussures spécialement arrimées au système comme c'est le cas dans le Flyboard Air. Cela peut intéresser les armées de terre pour faciliter le déplacement de soldats dans des zones difficiles d'accès, pour générer un effet de surprise (modulo le bruit), organiser l'évacuation de blessés (pouvant tenir debout), et, ultimement, transporter quelque charge utile. Ultimement, cela pourrait avoir également des usages dans le civil, notamment pour se rendre dans des zones difficiles d'accès.



Le projet est codéveloppé avec Sofwerx du groupe **Defensewerx** qui résulte d'un partenariat entre le **Doolittle Institute** (institut de recherche pour l'US Air Force) et l'**USSOCOM** (US Special Operations Command). Cela ressemble à un hub d'innovation ouverte pour les forces spéciales US. Le tout est situé en Floride. Sofwerx semble avoir mené un programme de test et de formation pour l'Ez-Fly. Deux anciens des forces spéciales et des SEAL ont pu apprendre à voler avec l'Ez-Fly en une heure de vol. Mais l'armée américaine ne semble pas être passée par l'étape de la commande à ce stade.

Parallèlement à ce Ez-Fly, Franky Zapata développe un nouveau mini-réacteur. Il doit être codéveloppé avec l'**ONERA** et la société **Poly-shape**, une filiale de AddUp, elle-même JV de Michelin et Fives, spécialisée dans l'impression 3D en métal. L'idée est de concevoir des réacteurs maison, imprimés en 3D métal, qui auraient un meilleur rendement et généreraient moins de bruit que les turbines du commerce actuellement utilisées. S'il est aujourd'hui possible de produire en 3D certaines pièces de réacteur, comme cela a été testé chez Rolls Royce, cela n'est pas évident à généraliser sur l'ensemble des pièces. Cela nécessite de toutes manières un gros travail de finition pour s'assurer que les pièces sont bien finies ("lisses") et assurent un rendement maximum au réacteur.

Mais pas de **Safran** à l'horizon, le champion français des turbines qui équipe une bonne part des hélicoptères de ce bas monde. Le tout est associé à un financement public de 1,3M€ par l'AID pour la R&D qui est somme toute modeste pour ce genre d'aventure.

Du côté consommation et autonomie, les données dont on dispose sur le Flyboard Air font état de 37 litres de kérosène embarqués dans le sac à dos avec une consommation de 2 litres au kilomètre et une portée d'environ 18 km. Les 35 km de la traversée de la Manche ont été réalisés grâce à un réapprovisionnement sur un navire au

milieu de la Manche. Ce n'est donc pas techniquement une traversée de la Manche autonome. Au final, cela ferait du 200 litres au 100 km, ce qui est évidemment exorbitant en comparaison de quasiment n'importe quel autre moyen de transport, aviation d'affaire comprise. C'est le coût du vol vertical sans aile !

Franky Zapata a évoqué le test de biocarburants. Mais cela ne changera pas grand chose à la donne car leur densité énergétique n'est pas meilleure que celle du kérosène aérien. De plus, cela pourrait même empirer le bilan carbone car ces biocarburants issus de la transformation d'oléagineux comme le colza généreraient encore plus de CO<sub>2</sub> et de gaz à effet de serre que le kérosène issu des hydrocarbures traditionnels (source et Le "Flyboard Air" de Franky Zapata, un gouffre en matière de consommation de kérosène?).



Olivier Razemon  
@OlivierRazemon

200 litres aux 100 km.

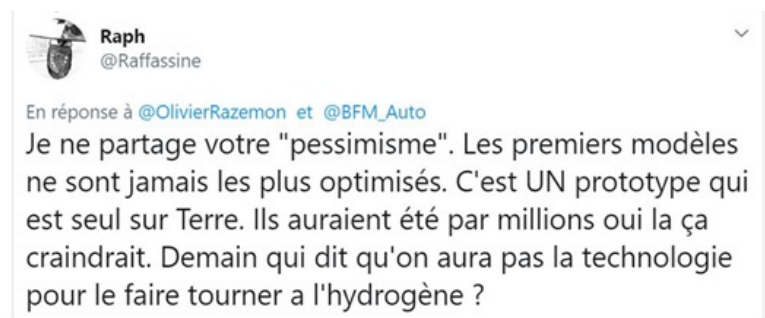
On arrête quand de croire aux gadgets?

[auto.bfmtv.com/actualite/le-f...](https://auto.bfmtv.com/actualite/le-f...) via @BFM\_Auto



Le « Flyboard Air » de Franky Zapata, un gouffre en matière de consommation de ...  
L'engin de Franky Zapata consommerait deux litres de kérosène par kilomètre, soit 200 litres aux 100 km. Un niveau plus de cinquante fois supérieur à la ...  
[auto.bfmtv.com](https://auto.bfmtv.com)

On avance souvent le fait qu'il s'agit d'un prototype et qu'il faut donc espoir garder. Oui, certainement. Mais les lois de la physique et de la gravité sont ainsi faites qu'il faudra toujours emporter une grande quantité de carburant pour voler et qu'il sera polluant. Et la propulsion à hydrogène ? Si c'est pour faire tourner des moteurs électriques, il faut laisser tomber cela ou le réserver à des drones de passagers avec de grandes hélices, pas à des jetpacks.



Les raisons de ma circonspection sont liées à la dimension temporelle de l'innovation des jetpacks. Le concept a près de 60 ans d'ancienneté. Les premiers jetpacks à réacteurs sont apparus en 1969. Ils n'ont été à ce jour utilisés que par une poignée de personnes, visiblement moins d'une vingtaine. Les progrès les concernant ne suivent résolument pas la loi de Moore du côté de la propulsion. Ils sont même très lents. Les modèles récents ont surtout bénéficié de progrès communs à ceux des drones : les systèmes d'équilibrage liés à l'usage de calculateurs embarqués et de gyro-accéléromètres légers. Mais une fois la question du pilotage réglée, on en revient aux immuables et incontournables contraintes de la physique, de la gravitation et de la propulsion à énergie fossile. Elles rendent ce type de transport difficile à généraliser.

### Praticité et marché

L'un des regards critiques à porter sur toute innovation est son aspect pratique et sa compatibilité avec l'environnement physique. Les jetpacks ont besoin de place pour décoller et atterrir. Ils font du bruit. Ils polluent avec un bilan carbone au kilomètre déplorable. Ils coûtent encore cher, ce qui est normal tant qu'ils ne relèvent pas d'un marché de volume. Leur sécurité reste à démontrer à grande échelle. Ils ne sont pour l'instant pilotés que par leurs créateurs, qui sont des sportifs de bon niveau (mais pas l'Ez-Fly qui est pilotable par des tiers et, correction du 1er septembre 2019, le Gravity est piloté par au moins 3 personnes différentes). A moins de résoudre tous ces problèmes à la fois, ce n'est donc certainement pas un moyen de transport destiné à être démocratisé, surtout dans les villes. Quand on voit les déboires générés par de banales trottinettes électriques, imaginez des gens qui atterrissent et décollent n'importe où en ville !

Les usages de jetpacks, s'ils se développent, seront donc probablement cantonnés à des applications très spécifiques, là où ils sont justifiés et là où on peut se permettre de polluer, de faire du bruit et de prendre des risques en termes de sécurité. D'où... l'armée, certaines formes spécifiques de secourisme, les démonstrations et enfin, éventuellement, des loisirs de luxe ! On est à la frontière ténue entre l'invention (qui crée et expérimente un procédé nouveau) et l'innovation (qui se répand et se démocratise). Le passage de l'une à l'autre est toujours délicat, particulièrement dans les moyens de transport disruptifs.

Comme le lien entre les premiers réacteurs de jetpacks en 1969 et les missiles de croisière américains, on peut cependant anticiper l'émergence d'innovations dérivées. Il n'est pas impossible que les travaux sur la motorisation des jetpacks aient un impact sur d'autres moyens de transports, et pourquoi pas sur les avions hybrides et autres drones de passagers. Comme je l'évoquais dans **La bulle des drone de passagers** en février 2019, le développement des moyens de transports innovants sont des choix à la fois individuels et de la collectivité. Ce sont des décisions politiques, notamment d'aménagement du territoire, avec des choix à faire parmi de nombreuses possibilités.

---

Le progrès humain a besoin de rêves, de records et d'inventeurs hors norme. Un peu comme le saut de Baumgartner de 2012 à 39,5 km d'altitude, qu'il a été le seul à réaliser à ce jour. Cela fait certainement avancer la science et les technologies, parmi d'autres investissements en R&D de ce bas monde.

---

PS : voir aussi **Panem et circenses et flyboard ?** de Gilles Rosenberger.

Cet article a été publié le 9 août 2019 et édité en PDF le 23 décembre 2021.  
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>