

# ScaleWings : le système de propulsion à sécurité intégrée entre en développement

Le groupe ScaleWings, renommé pour le développement et la production de la réplique unique du Mustang SW-51, pose les fondations de son prochain grand coup. D'après les dernières informations du siège de la société, l'entreprise autrichienne de conception et de développement a mis au point les concepts d'un moteur d'avion révolutionnaire. Le développement technique sur trois ans aura lieu en Allemagne ou en Pologne à partir de la mi-2019.

Hans Schwoeller, concepteur et Directeur Général du groupe ScaleWings, révèle les premiers détails.

## La redondance et l'hybride en tant que « recette secrète »

Dans sa configuration standard, le concept révolutionnaire du moteur d'avion multiredondant comprend trois moteurs imbriqués, dont deux fonctionnent sur la base de moteurs à injection 4 temps à deux cylindres efficaces. Le troisième moteur, sous la forme d'un moteur électrique à haute performance de dernière génération, fournit une puissance supplémentaire énorme en fonction des besoins ou est utilisé, par exemple, pour la réduction du bruit lors de l'accélération et de la montée en altitude de croisière.

La version standard du moteur d'avion spécial combine trois groupes motopropulseurs fonctionnant de manière totalement indépendante en **UN seul bloc moteur**. En cas de défaillance d'un module, les deux composants restants assurent une continuation de vol sans problème. Peu importe que le circuit d'huile ou d'eau de refroidissement tombe en panne ou que des composants importants du moteur tels que la commande du moteur, l'injection, l'allumage, le vilebrequin, la bielle ou les soupapes soient défectueux. Le moteur continue à fonctionner même si un composant se bloque complètement. Même avec un seul module fonctionnel, il est possible de continuer à voler.

## Décollage et atterrissage silencieux avec moteur électrique - grande autonomie avec moteur à essence

En plus de la redondance du bloc moteur, le système d'entraînement révolutionnaire offre la combinaison en option de trois systèmes de motorisation.

- Des jantes spéciales en aluminium qui sont conçues comme des moteurs de moyeu de roue. En utilisant l'efficacité considérablement plus élevée de la propulsion des roues motrices par rapport à l'hélice, ceci permet l'accélération électrique et donc silencieuse de l'avion avec les roues sur la piste.
- Dès que les roues patinent, la puissance électrique qui ne peut plus être transmise au sol est de plus en plus transférée au moteur électrique qui fait tourner l'hélice.
- La montée à l'altitude de croisière, électrique et donc très silencieuse, s'effectue à environ 5 m/s avec un MTOM de 600 kg.
- Le vol de croisière s'effectue ensuite avec deux moteurs à injection à deux cylindres efficaces, fonctionnant en toute indépendance, qui, par rapport à un entraînement électrique, permettent de multiplier l'autonomie.
- L'approche à l'atterrissage ainsi que l'atterrissage s'effectuent également électriquement et donc quasi silencieusement.

Le concept du moteur est protégé dans le monde entier depuis des années par plusieurs demandes de brevets. Ces dernières années, le concept n'a cessé d'être amélioré et sécurisé par de nouvelles demandes de brevet.

## En pleine tendance :

### **SÛR - SILENCIEUX - PROPRE - mais avec une puissance et une autonomie plus que suffisantes**

En plus de l'aspect sécurité incomparable, la propulsion hybride révolutionnaire offre l'utilisation des avantages de la propulsion électrique ET à combustion. Cela permet d'éviter les gaz d'échappement au décollage et à l'atterrissage et de réduire au minimum les émissions sonores. Cela répond parfaitement à la sensibilité croissante des riverains des aéroports. En même temps, les moteurs à combustion modernes et efficaces permettent une autonomie à celles d'un moteur purement électrique.

## DISGRESSION :

### **L'état actuel de la technologie des batteries et leur importance pour le vol électrique**

Les communiqués de presse et des entreprises sur l'augmentation rapide des performances des batteries n'ont pu être prouvés jusqu'à présent et n'ont malheureusement guère de sens pour le vol électrique. Depuis des années, la capacité des batteries n'a augmenté que de façon insignifiante, puisqu'il n'existe aucune technologie vraiment nouvelle. Même les technologies de batterie avec le matériau miracle graphène n'offrent pas d'avantages significatifs pour le vol électrique. Ces technologies sont adaptées à l'industrie automobile, qui vise un chargement plus rapide et des performances maximales en quelques secondes.

Pour le vol électrique, cependant, quelque chose de complètement différent a une importance capitale :  
Le rapport entre la **capacité de la batterie et le poids de l'ensemble du système de batterie**, y compris le chauffage, le refroidissement, le câblage, le boîtier incassable et de nombreux autres composants.

Selon des estimations réalistes, aucune technologie n'est assez avancée pour que, dans un avenir proche, on puisse s'attendre à un bond en avant majeur pour l'aviation électrique. Les autonomies réelles réalisables des avions équipés d'un entraînement électrique seront très limitées dans un avenir prévisible. Dans certains cas, des réductions de sécurité sont effectuées pour montrer que cela fonctionne d'une manière ou d'une autre. Il n'est souvent pas mentionné dans les temps de vol extrêmement ambitieux et médiatiques des avions électriques que la réserve minimale de 30 minutes de vol doit encore être déduite de ces valeurs. De plus, les autonomies indiquées ne sont données qu'avec des vitesses minimales et des charges utiles faibles. On est loin des conditions réelles de vol.

### Confrontation avec la réalité :

#### **Une comparaison des formes d'énergie BATTERIE et ESSENCE**

La comparaison suivante examine les faits et met en évidence le rapport entre l'unité de propulsion, la source d'énergie et le poids :

Le Tesla modèle 3 utilise la dernière génération de piles lithium-ion de type 2170. Le système de batterie d'un Tesla 3 a un poids de 477,3 kg avec une capacité de stockage de 80 kWh (à l'état neuf avec une charge minimale). Il en résulte une **capacité du système de batterie** (y compris le chauffage et le refroidissement de la batterie, le câble, le système de gestion de la batterie, le boîtier incassable, etc.) de 80 000 Wh: 477,3 kg = 167 Wh par kg. Abstraction faite des pertes de moteur, de régulateur et de câble d'environ 12 %, **l'hélice ne dispose que de 147 Wh/kg de poids de batterie.**

En comparaison, **l'essence** a un contenu énergétique d'environ 11 400 Wh/kg, plus le poids du système de réservoirs. Grâce au rendement d'un moteur d'avion à pistons moderne d'environ 35 %, il en résulte une **énergie utilisable à l'hélice de 3 691 Wh/kg** du système de réservoir à essence.

Les tableaux suivants montrent une comparaison des poids des moteurs et de la source d'énergie, ainsi que la comparaison pour un vol prévu de 2 heures :

Comparaison support d'énergie	Moteur d'avion à injection de carburant 74 kW / 100 PS	Entraînement électrique 74 kW / 100 PS
Consommation spécifique	250 g d'essence / kWh	Pertes : Moteur 8 %, contrôleur env. 2 %, câblage env. 2 % = <b>1,14 kWh</b> (par kWh utile)
Degré d'efficacité	$11,4 \text{ kWh/kg} \times 0,25 \text{ kg/kWh} = 2,85$ $1 / 2,85 =$ <b>35 %</b>	$1 / 1,14 =$ <b>88 %</b>
Densité vecteurs énergétiques spécifiques convertibles	Essence : 11 400 Wh/kg + Réservoir (60 g/l = 81 g/kg d'essence) = Système de réservoir/essence : 10 545 Wh / kg $10 545 \text{ Wh/kg} \times 35 \% =$ <b>3.691 Wh/kg</b>	$167 \text{ Wh / kg} \times 88 \% =$ <b>147 Wh/kg</b>
Poids du vecteur d'énergie spécifique	$1 / 3.691 \text{ kWh/kg} =$ <b>0,27 kg / kWh</b>	$1 / 0,147 \text{ kWh/kg} =$ <b>6,8 kg / kWh</b>
Rapport du poids du vecteur d'énergie spécifique	<b>1</b>	<b>25</b>

### La comparaison avec l'exemple d'une voiture électrique confirme le calcul physique ci-dessus :

Moteur à combustion : Une voiture de classe moyenne conduit de manière très économique a besoin d'environ 5 l/100 km. Cela signifie que pour 430 km, vous avez besoin de 21,5 l de carburant, soit environ 16 kg de carburant pour 430 km.

De plus, il y a l'équipement (réservoir, pompe, etc.) avec environ 8 % = 17,3 kg de poids vecteur d'énergie.

Moteur électrique : Avec le Tesla 3, vous obtenez - également avec une conduite très économique - une autonomie d'environ 430 km. Le système de batterie nécessaire pour cela pèse 477 kg.

Il en résulte un rapport de poids des supports de stockage de 17,3 kg : 477 kg. Ainsi, la pratique réelle est encore pire que celle calculée par la physique, **à savoir plus de 1 : 27 !**

### La comparaison réelle le montre clairement :

**Avec une batterie de 25 kg (avec les systèmes de batterie nécessaires), on apporte autant d'énergie motrice sur l'hélice qu'avec un kilogramme d'essence (système de réservoir inclus).**

Même s'il était possible de doubler la capacité de la batterie dans les années à venir, le poids du système de batterie correspondrait encore à 12,5 fois celui de l'essence/du réservoir.

Comparaison moteur	Standard 74 kW / 100 PS Moteur d'avion à injection	Entraînement électrique 74 kW / 100 PS
Poids du système	85 kg y compris collecteur, silencieux, radiateur, pompes à carburant, eau, huile, etc.	20 kg y compris électronique, câblage, système de refroidissement
Performance spécifique du système	0,87 kW/kg 1,18 PS/kg	3,7 kW/kg 5,0 PS/kg

### Comparaison de l'ensemble des systèmes vecteur d'énergie et de propulsion pour un vol de 2 heures

Comparaison de l'ensemble du système de propulsion	Moteur à essence (74 kW / Moteur 100 CV) 2 heures de vol prévues + 0,5 heure de réserve supplémentaire = 2,5 h durée de fonctionnement calculée de 2,5 h Prestation de voyage 60 kW / 82 PS	Moteur électrique (74 kW / Moteur 100 CV) 2 heures de vol prévues + 0,5 heure de réserve supplémentaire = 2,5 h durée de fonctionnement calculée de 2,5 h Prestation de voyage 60 kW / 82 PS
Entraînement poids du système	85 kg y compris collecteur, silencieux, radiateur, pompes à carburant, eau, huile, etc.	20 kg y compris électronique et câblage (dans le meilleur des cas)
Quantité d'énergie nécessaire	2,5 h x 60 kW = 150 kWh	2,5 h x 60 kW = 150 kWh
Poids du vecteur d'énergie	150 kWh x 0,27 kg/kWh = 40,5 kg	150 kWh x 6,8 kg/kWh = 1020 kg
Poids du système de propulsion + vecteur d'énergie	85 + 40,5 kg = <b>125,5 kg</b>	20 kg + 1020 kg = <b>1040 kg</b>

Cela montre que la propulsion électrique est considérablement plus légère, mais en raison de la très faible densité d'énergie du système de batterie, cela n'a pratiquement aucune influence sur l'ensemble du système de propulsion.

Si l'on compare de manière réaliste le poids de l'ensemble du système de propulsion et du système de la source énergétique, un avion de sport à propulsion électrique ayant la même puissance et la même autonomie, pour une durée de vol prévue (avec réserve) de 2,5 heures, pèse **914,5 kg supplémentaires** (1040 - 125,5 kg). Les effets sur les performances de vol ainsi que la question de la certification doivent être laissés de côté !

Ou vice versa : il faudrait **économiser un poids de 914,5 kg dans la cellule d'un avion électrique** pour obtenir les mêmes performances et la même autonomie qu'avec un moteur à essence pour un temps de vol prévu de 2 heures. Cela ne sera probablement pas possible avec un poids à vide de l'avion (sans moteur et

sans réservoirs) d'environ 250 kg. La solution pour les avions électriques actuels est donc inévitablement une charge utile la plus faible, des performances de vol minimales et une autonomie très limitée.

**Pour des temps de vol plus longs que ceux calculés ici à titre d'exemple, la comparaison aurait un impact beaucoup plus dramatique.**

**Intéressant :**

### **Une comparaison pour les avions de ligne**

La comparaison devient encore plus extrême lorsqu'on l'applique aux avions de ligne. La densité de puissance de la partie motrice d'un turboréacteur moderne est à peu près la même de celle des moteurs électriques haute performance. Côté poids, le remplacement de la partie turbine d'un moteur d'avion par une partie électrique n'apporte donc guère d'avantages.

De plus, la masse de carburant d'un avion de ligne est réduite au fur et à mesure que la route de vol progresse, ce qui réduit la puissance requise de l'avion. Cependant, le poids des batteries à transporter reste le même jusqu'à l'atterrissage. Il faut également déterminer d'où doit provenir la chaleur produite par la cabine à une température extérieure de moins 50° Celsius.

Si l'on compare le poids d'un système de batterie à celui d'un système au kérosène d'un avion de ligne, **le stockage de l'énergie électrique pour les avions de ligne est encore bien pire que dans la comparaison ci-dessus pour les avions de sport.**

Comme nous le savons, le poids est une question extrêmement sensible pour les avions de ligne. On se bat pour le moindre kilo. Aucune compagnie aérienne ne transporterait ne serait-ce que 100 kg de kérosène de plus que ce qui est nécessaire pour la liaison.

Ce ne serait donc pas une solution que, par exemple, de remplacer les 20 tonnes de kérosène correspondant à la capacité de réservoir d'un avion de ligne A320 par 500 tonnes de batteries (= 20 à 25 fois plus).

La masse maximale au décollage de l'A320, selon les versions, n'est que de 78 tonnes ! Reste aussi à savoir comment recharger une batterie de 500 tonnes dans un laps de temps très court afin de pouvoir repartir.

### **Les voitures électriques existent bien, alors pourquoi pas les avions ?**

**Pour de nombreuses raisons, les moteurs électriques pour avions ne sont pas aussi faciles à mettre en œuvre que les moteurs électriques pour automobiles. Voici quelques-unes des différences les plus marquantes :**

- La charge utile d'une voiture est beaucoup moins importante que celle d'un avion, puisque le poids à vide sans moteur ni réservoir est considérablement plus élevé pour une voiture que pour un avion,
- C'est-à-dire que la sensibilité au poids d'un avion est plusieurs fois supérieure à celle d'une voiture,
- Les moteurs électriques offrent un multiple de la puissance continue pendant quelques secondes, ce qui permet des accélérations rapides ; en vol, aucune puissance de l'ordre de quelques secondes n'est nécessaire, mais une surcharge des moteurs électriques pendant plusieurs minutes n'est pas possible,
- Avec une voiture, il n'y a pas de réserve minimum de 30 minutes à calculer obligatoirement comme dans l'aviation sportive, car il est possible de s'arrêter à tout moment.
- Et bien plus encore

ScaleWings pense aussi que le vol électrique est quelque chose de formidable et de désirable à faire, mais malheureusement, il ne sera pas possible de le faire de manière réaliste dans un avenir proche.

**En raison des faits mentionnés ci-dessus et des perspectives actuellement non disponibles pour le vol purement électrique, ScaleWings a décidé d'intégrer les avantages des moteurs électriques et des moteurs à combustion dans le concept d'un système hybride révolutionnaire et multiredondant.**

Il combine un décollage et un atterrissage silencieux et sans émissions avec la grande autonomie et la sécurité de deux moteurs à combustion dans une seule unité de moteur.

## **ScaleWings : Avec seulement 13 à 15 kg de poids du système de batterie à l'altitude de croisière**

Pour le moteur hybride ScaleWings, la puissance de la batterie déjà disponible aujourd'hui est tout à fait suffisante. La courte durée de fonctionnement des moteurs électriques permet d'amener à l'altitude de croisière un avion de 600 kg avec un poids de batterie de seulement 13 à 15 kg et une puissance purement électrique de 81 kW (= 110 CV) à une performance de montée de 5 m/s environ.

### **Modularité et sécurité future du concept**

La conception révolutionnaire et modulaire du moteur de vol ScaleWings offre de nombreuses possibilités de combinaison.

Les modules suivants sont prévus actuellement :

- N66 Moteur d'aspiration V90 à 2 cylindres, 1150 ccm, 66 kW / 90 CV
  - T88 Moteur turbocompresseur V90 à 2 cylindres, 1150 ccm, 88 kW / 120 CV
  - E58 Unité motrice électrique 58 kW / 80 CV, refroidi à l'air
  - E81 Unité motrice électrique 81 kW / 110 CV, refroidi par liquide
  - E116 Unité moteur électrique redondante 2 x 58 kW / 2 x 80 CV, refroidie à l'air
- Chaque module dispose de circuits de refroidissement entièrement indépendants. Le refroidissement des modules de combustion fonctionne sur une double base qui a fait ses preuves des milliers de fois : les cylindres sont refroidis par air, les culasses par de l'eau.

**En raison de la modularité du système d'entraînement, la configuration peut être choisie pour s'adapter exactement à l'avion :**

Par exemple :

- E58 + N66 : 170 CV (124 kW)  
moteur électrique très léger + moteur d'aspiration à 2 cylindres très léger  
le plus petit moteur redondant, par ex. comme entraînement hybride UL très léger  
des performances de décollage, de montée et de voltige très élevées de 170 CV en combinaison avec des performances de déplacement continu efficaces de 85 CV, couplées à une redondance grâce à l'entraînement électrique.
- N66 + N66  
2 moteurs à 2 cylindres à aspiration naturelle d'une puissance redondante de 180 CV (132 kW), par ex. pour avions UL
- E58 + N66 + N66  
Groupe moteur électrique de 58 kW plus 2 moteurs d'aspiration à 2 cylindres = 260 CV (190 kW)
- E81 + T88 + T88  
2 moteurs turbo à 2 cylindres + groupe moteur électrique = 350 CV (257 kW)

Si les capacités de la batterie pouvaient être augmentées considérablement à un moment donné, une combinaison de E116 + N66, par exemple, fournirait une performance de vol électrique redondante élevée et avec la propulsion à combustion, un système de secours ou d'extension de la distance de vol possible permettrait une autonomie énorme, qui pourrait également être utilisée pour charger la batterie en vol.

Cependant, il existe également des variantes à 6 ou 8 cylindres avec des redondances multiples correspondantes dans le concept. D'autres moteurs électriques avec des puissances différentes peuvent également être utilisés pour des applications futures si nécessaire. Le concept du moteur et donc les solutions techniques restent utilisables pour toutes les applications. **Cela montre l'interprétation tournée vers l'avenir de l'ensemble du concept.**

Les configurations ne sont limitées que par la longueur du compartiment moteur et la conception de l'avion.

Au décollage, tous les composants du système de propulsion peuvent être utilisés en même temps, ce qui permet une énorme performance en montée. Cependant, le système de propulsion peut également être utilisé pour des avions multiplaces ou multimoteurs avec les surplus de puissance correspondants et les amener rapidement à l'altitude de croisière.

Grâce aux moteurs à combustion turbocompressés en option, la pleine puissance de déplacement permet d'atteindre des altitudes élevées.

**En raison du concept de construction unique,  
la largeur et la hauteur sont toujours celles  
d'un moteur d'avion conventionnel de 100 CV**

**dans les différentes configurations, ce qui signifie que le moteur spécial peut être utilisé dans pratiquement tous les ULM, avions, autogires ou hélicoptères.**

### **Vol IFR - un seul moteur, mais en toute sécurité**

Le vol aux instruments monomoteur comporte un risque qu'il ne faut pas sous-estimer, car un atterrissage de secours peut très rapidement entraîner une catastrophe en cas de panne moteur en raison de la visibilité souvent insuffisante. Toutefois, l'exploitation d'un avion multimoteur est beaucoup plus coûteuse, nécessite une licence multimoteur et, en cas de panne unilatérale du moteur, comporte des risques potentiels supplémentaires dans des situations défavorables.

Conçu et maintenant perfectionné par ScaleWings, le concept de moteur modulaire combine les avantages d'un fonctionnement IFR simple et économique avec un avion monomoteur (Single Engine Pilot Licence, SEP) avec plus de sécurité qu'un avion bimoteur, car le couple en lacet ne peut pas se produire.

Cela donne au vol aux instruments une perspective nouvelle et rentable.

### **La performance à l'état pur : 350 CV dans la taille d'un moteur de 100 CV**

Revenons à la performance : grâce à son concept unique, ce moteur d'avion concentre une puissance maximale allant jusqu'à 350 CV dans la taille d'un moteur d'avion conventionnel de 100 CV. Grâce à son extrême compacité, il peut être intégré dans tout avion dans lequel tient un moteur d'avion de 100 CV - des avions ultra légers aux multiplaces bimoteurs - certifiés et non certifiés, pour UL et avion expérimental. Le système de refroidissement multi-ventilateur intégré et léger fournit non seulement suffisamment d'air de refroidissement à tous les composants du moteur (cylindre, eau de refroidissement, huile, air de suralimentation, turbocompresseur, silencieux et moteur électrique), mais il assure également une ventilation efficace du poste de pilotage quelle que soit la vitesse. Il permet l'installation du moteur hybride dans des avions modernes, très minces avec de petites prises d'air, ainsi qu'un système de propulsion intégré pour hélicoptères ultralégers et légers.

Le système d'alimentation en huile pour voltige ScaleWings AcroOil en attente de brevet assure l'alimentation en huile pour la voltige.

### **Utilisation simple**

La propulsion hybride ScaleWings est extrêmement facile à utiliser et, en tant que moteur à injection, il ne demande aucun réglage du mélange et aucune procédure de démarrage compliquée. Il est actionné par un interrupteur principal, un bouton de démarrage et un seul levier de puissance (pour tous les unités de la propulsion). Au choix, on peut utiliser une hélice à pas variable hydraulique ou électrique avec levier de réglage de l'hélice ou avec commande automatique à levier unique pour moteur et hélice. Malgré ses avantages exceptionnels, le moteur hybride ScaleWings est plus facile à utiliser que certains moteurs d'avion classiques.

### **Le son fait la musique**

Grâce à sa conception, le moteur en V à 90° a un très bon bilan de masse et fonctionne donc avec très peu de vibrations. Grâce à la conception spéciale du vilebrequin et à la séquence d'allumage, le moteur produit un son très intéressant. Il fait penser à un moteur radial.

### **Poids et prix**

La puissance de combustion est transmise à l'arbre porte-hélice par l'intermédiaire d'étages d'engrenages spéciaux avec amortissement des vibrations de torsion, ce qui permet d'obtenir un très bon rapport poids/performance. La conception modulaire des moteurs en V nécessite très peu d'espace d'installation et n'exige pas de composants volumineux et compliqués. Cela signifie que des alliages d'aluminium et de titane à haute résistance peuvent être utilisés dans les techniques de fraisage les plus modernes, ce qui permet de gagner du poids.

En plus de sa polyvalence, le concept modulaire désormais optimisé offre des avantages significatifs aussi bien dans le développement que dans la production en série. Ceci permet de réaliser ce concept moteur révolutionnaire à des prix de vente très intéressants.

Pour les fabricants d'avions, le moteur modulaire offre l'avantage de pouvoir couvrir la motorisation de l'ensemble d'une flotte d'avions, de l'ULM à l'avion multi-siège haute performance, avec une seule série de moteurs.

### **Développement du moteur : en Allemagne ou en Pologne**

Le Mustang SW-51 a été complètement redéveloppé au cours des 14 derniers mois sur la base de la certification CS-23 pour avions à moteur. La production du Mustang SW-51 devrait avoir atteint sa pleine capacité mensuelle vers la mi-2019. Le démarrage du développement des moteurs est prévu mi-2019, dès que les capacités nécessaires seront disponibles.

Des pourparlers sont en cours avec les investisseurs intéressés ; les premiers engagements d'investissement ont déjà été reçus. La question de savoir si le moteur d'avion hybride révolutionnaire sera développé **en Allemagne ou en Pologne** et produit en grandes quantités et en grande variabilité pour le marché mondial sera décidée conjointement avec les investisseurs. Le saut technologique devrait également se traduire par d'importantes subventions (communautaires et nationales).

**Les personnes intéressées peuvent se diriger à Hans Schwoeller à l'adresse [hans.schwoeller@scalewings.com](mailto:hans.schwoeller@scalewings.com).**



#### **ScaleWings AeroGroup GmbH**

Gewerbegebiet Sued 4  
5204 Strasswalchen / Autriche

Management: +43 (0)676 5695500

Site internet : [www.scalewings.com](http://www.scalewings.com)

Adresse e-mail : [info@scalewings.com](mailto:info@scalewings.com)