

Airbus Engineering unlimited
performance inspired

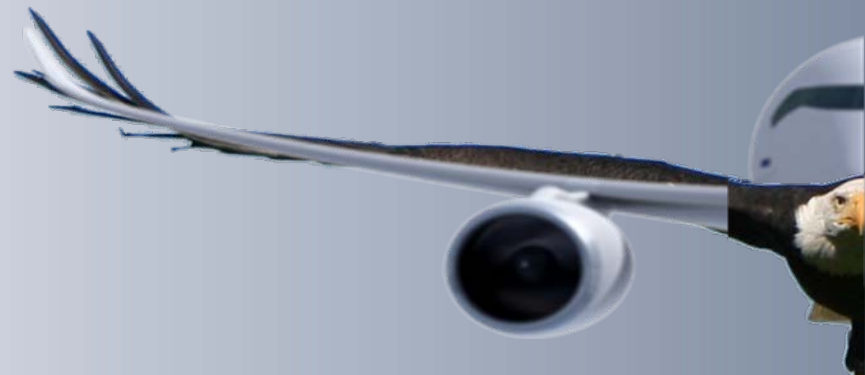


Centre of Competence Flight Physics

Biomimétisme: *Quand la technologie s'inspire de la nature*

**Denis Darracq
Head of Flight Physics R&T**

Mai 2012



Introduction

- Si on demandait à des ingénieurs de concevoir un objet volant d'environ 1 kg capable d'un vol continu de plus 10.000 km en moins de 10 jours, nombreux d'entre eux répondraient certainement, avec prudence, que tels objectifs ne peuvent être atteints avec les technologies actuelles. D'autres chercheraient même à démontrer que cela est physiquement impossible, par exemple au regard de l'énergie à emporter.
- Mais en « simplement levant les yeux au ciel », des zoologistes ont observé que la barge rousse, un petit mais élégant oiseau migrateur, réalise une telle prouesse, et même au-delà, lors de la traversée du Pacifique central, sans escale depuis l'Alaska jusqu'à la Nouvelle-Zélande.
- Ceci simplement pour illustrer que le monde vivant a mis en place des solutions technologiques ainsi que des stratégies extrêmement efficaces, par exemple l'économie d'énergie dans le vol.



Un Moteur: la Sélection Naturelle

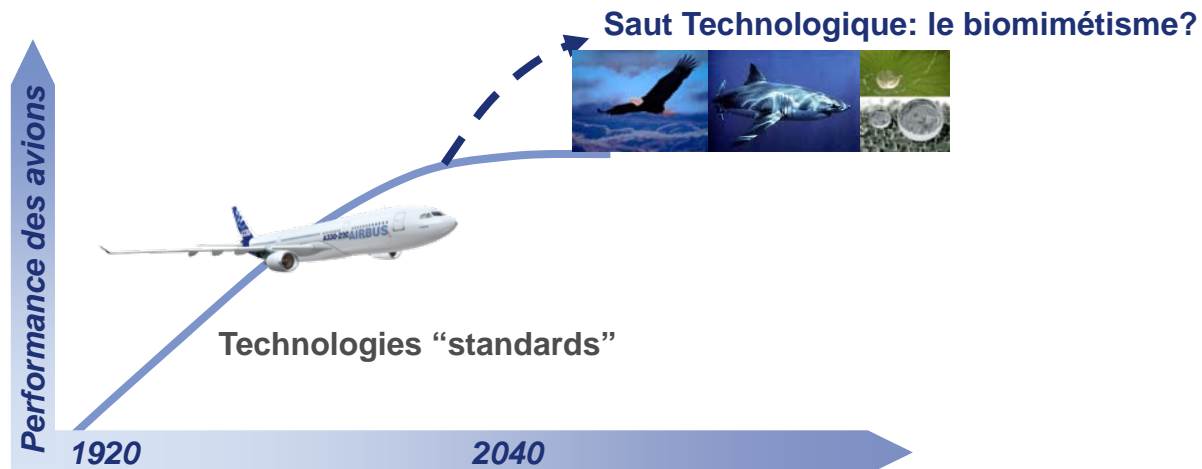
- La sélection naturelle agit depuis le début de l'apparition de la vie il y a plus de trois milliards d'années.
- Il s'agit d'un des mécanismes clés de la vie qui conduisent l'évolution des espèces.
- Cette évolution est responsable de l'adaptation des espèces à leur milieu.
- Cette lente adaptation a produit de remarquables réalisations.
- Face à un nouveau défi pour l'intelligence humaine, ces réalisations de la nature ont souvent été une source d'inspiration et d'enseignement
- Mais au XXIe siècle, de quelles réalisations de la nature l'homme peut-il s'inspirer pour améliorer la technologie aéronautique?



Qu'est-ce que le biomimétisme?

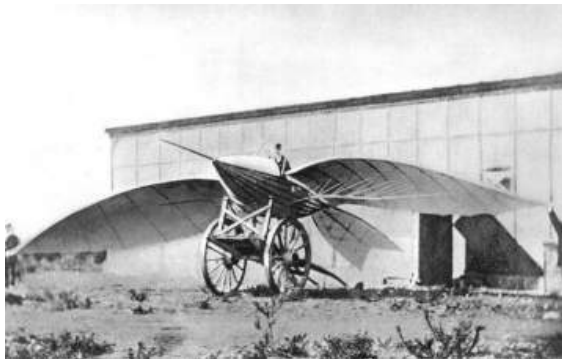


- Le biomimétisme n'est pas une discipline scientifique à part entière mais plutôt une nouvelle approche dans laquelle biologistes et ingénieurs travaillent ensemble, et tout d'abord apprennent à partager le même langage.
- 40 dernières années réduction de 70% la consommation de carburant des avions et leurs émissions et 75% le bruit des appareils.
- C'est ici tout l'enjeu du **biomimétisme**: la nature un réservoir d'innovation comme relais de performance pour le transport aérien.



Hier: l'inspiration naturelle

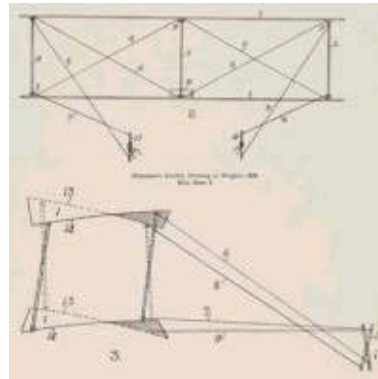
- Les domaines de vol d'un oiseau et d'un avion de transport restent extraordinairement différents. Il ne s'agit donc pas d'imiter mais bien de s'inspirer les solutions de la nature.
- De nombreux pionniers de l'histoire de l'aviation restent cantonnés dans l'imitation naturaliste, avec plus ou moins de réussite:
 - 1858-1861: Jean-Marie Le Bris affirme avoir accompli un vol plané à partir d'une barque munie d'ailes mobiles. Il se serait librement inspiré du vol des albatros observés dans le pacifique sud.
 - 1890 Clément Ader réalise le premier -controversé- vol humain à bord d'un appareil motorisé plus lourd que l'air. Les formes d'*Eole* imitent clairement la chauve-souris



Hier: l'inspiration naturelle

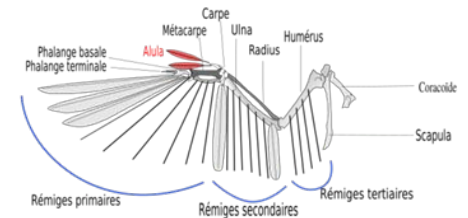
- D'autres tirent des enseignements de la nature

- 1903: Les Frères Wright réalisent le premier vol motorisé à bord du *Flyer*. Ce biplan est équipé d'un système de contrôle du « gauchissement » de l'aile permettant de générer le mouvement de roulis indispensable à la réalisation d'un virage équilibré sans dérapage. Cette technique reste certainement la première remarquable application raisonnée du monde animal au monde de l'aviation.
- En effet, Wilbur Wright observa très justement que les busards, partiellement déstabilisés par un coup de vent, rétablissaient leur équilibre latéral à l'aide d'une légère torsion de l'extrémité de leurs ailes.



Aujourd'hui: l'adaptation aux faibles vitesses

- Les phases d'atterrissage des oiseaux (ou d'attaque aérienne des prédateurs) exigent une diminution de la vitesse d'approche tout en assurant la sustentation nécessaire au maintien en l'air (risque de décrochage en faible vitesse). Ces deux objectifs sont atteints par l'ouverture complète de l'aile (surface alaire maximale) couplée à une forte incidence. Ainsi freinage (traînée aérodynamique) et élévation (portance aérodynamique) sont simultanément contrôlés.
- C'est exactement ce principe qui est appliqué sur les avions Airbus: augmentation de l'incidence combinée au déploiement de dispositifs hypersustentateurs (becs et volets) et d'aérofreins (spoilers)



Aujourd'hui: les extrémités de bout d'aile

- L'envergure de l'aigle des steppes est contrainte par le diamètre de rotation de l'oiseau qui ne doit pas quitter la colonne de courant ascendant. L'aigle peut contrôler l'extrémité des plumes de l'aile pour les recourber vers le haut et atteindre une quasi verticale créant ainsi une « ailette », c'est-à-dire une adaptation naturelle qui fait minimiser la formation de tourbillons et améliore l'efficacité du vol pour une envergure donnée.
- C'est ce principe d'extension fictive d'envergure qui a été appliqué à la voilure de l'A380 afin d'accommoder sa taille aux limites des aéroports. L'A320 sera prochainement équipé de grandes ailettes qui augmenteront encore son efficacité aérodynamique de qui conduira à une réduction de la consommation et des émissions.



Aujourd'hui: le Contrôle actif

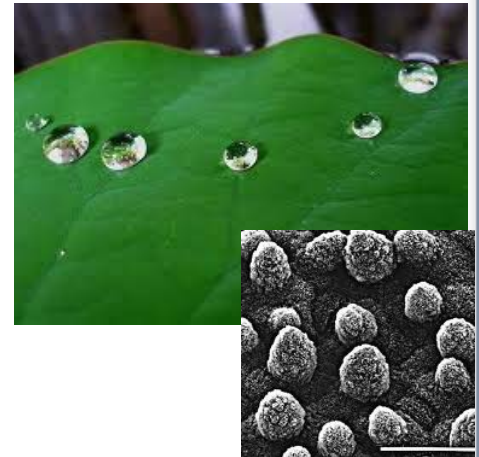
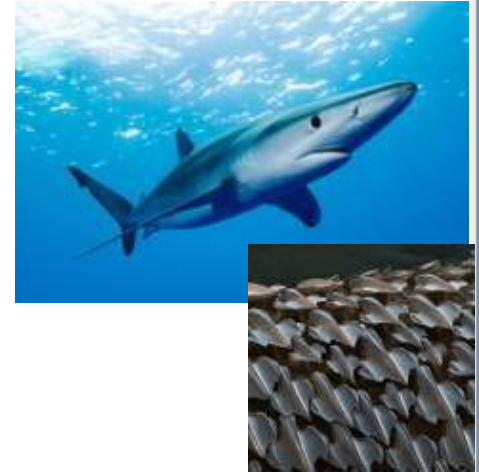
- Au fil de l'évolution les oiseaux ont développé un mécanisme de contrôle actif local de l'écoulement d'air sur l'aile.
- Ce même principe est appliqué sur la voilure des avions Airbus avec l'extension de spoilers sur la voilure qui assure le contrôle de la portance lors de la rencontre de rafales de vents.
- Plus spectaculaire encore, chez certains oiseaux de mer, ce dispositif est couplé à une fonction de détection des rafales par le bec de l'animal. De la même façon, des senseurs localisés sur la pointe avant de l'A350 XWB permettent d'anticiper l'activation des surfaces de contrôle pour une meilleure efficacité.



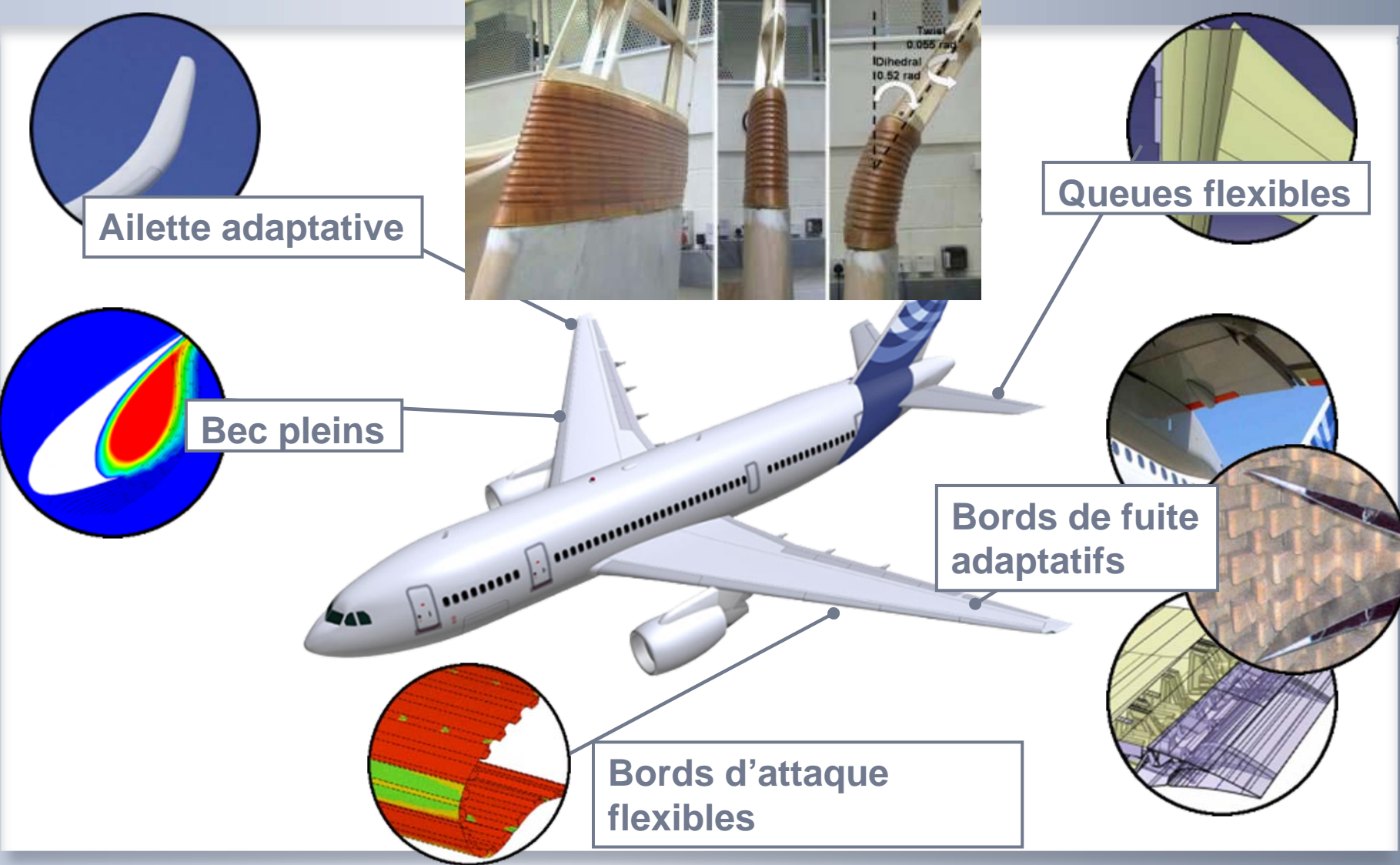
Demain: de nouvelles surfaces?

(*Inspiration du monde animal marin et monde végétal*)

- La peau des requin n'est pas lisse mais au contraire composée de microscopiques structures en forme de rainures. Des études détaillées ont montré que ces structures réduisent le frottement de l'écoulement sur le requin améliorant ainsi son efficacité énergétique et sa vitesse.
- Des essais en vol ont confirmé que de telles surfaces réduisent effectivement le frottement aérodynamique, donc la consommation des avions.
- Le domaine végétal peut être également une source d'inspiration, la surface des feuilles de lotus possède la remarquable propriété de rester propre et sèche dans une atmosphère humide: l'eau de pluie n'adhère absolument pas à la surface et entraîne toute impureté.
- De telles surfaces « hyperhydrophobes » sont à l'étude pour des utilisations potentielles de protection de l'avion au givrage ainsi que pour la maintenance réduite des cabines.

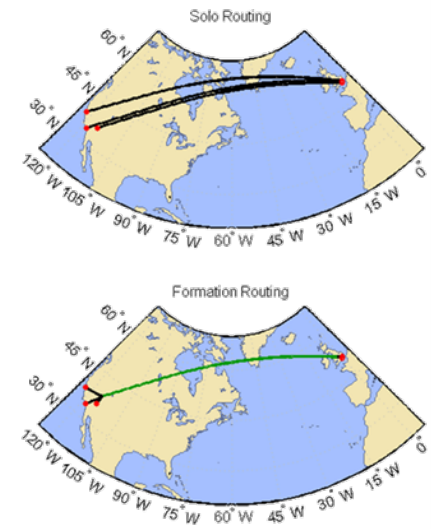
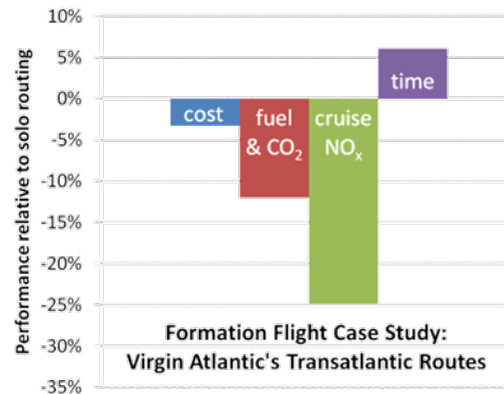


Demain: le "morphing"?



Demain: Le vol en formation?

- Nous avons tous déjà observé l'impressionnant vol en formation en V des oiseaux migrateurs. Des études scientifiques ont démontré que les pélicans en vol en formation permettait avait un rythme cardiaque plus bas que les même pélicans en vol solitaire, c'est-à-dire que le vol en formation assure une économie d'énergie. Les oiseaux suiveurs exploitent de façon très opportuniste la production de portance aérodynamique de l'oiseau de tête.
- Appliqué aux avions, les études montrent que le vol en formation en V inversé permettrait une réduction de consommation significative sur les vols transcontinentaux.



Conclusion

- Pour l'homme, la nature reste une immense bibliothèque recelant de merveilleuses réalisations techniques ainsi que d'extraordinaires stratégies d'adaptation.
- Ses livres sont de formidables sources d'inspirations technologiques pour les chercheurs et ingénieurs, bien au-delà des domaines biologique et médical.
- La disparition de toute espèce vivante ferme -peut-être à jamais- de nouvelles opportunités de savoir qui permettraient de réduire l'empreinte de l'homme sur son environnement.
- C'est pourquoi préservation de la biodiversité reste une préoccupation majeure d'Airbus dans sa quête d'un transport aérien durable.

« *Regardez bien la nature et vous comprendrez tout* », Albert Einstein



© AIRBUS S.A.S. All rights reserved. Confidential and proprietary document. This document and all information contained herein is the sole property of AIRBUS S.A.S. No intellectual property rights are granted by the delivery of this document or the disclosure of its content. This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the express written consent of AIRBUS S.A.S. This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied. The statements made herein do not constitute an offer. They are based on the mentioned assumptions and are expressed in good faith. Where the supporting grounds for these statements are not shown, AIRBUS S.A.S. will be pleased to explain the basis thereof.
AIRBUS, its logo, A300, A310, A318, A319, A320, A321, A330, A340, A350, A380, A400M are registered trademarks.