

# Du vol des oiseaux au vol de l'avion

Françoise Montigny - Rannou

## De l'observation du vol des oiseaux au calcul de l'avion

Depuis l'Antiquité et la légende d'Icare, l'homme a rêvé de quitter le sol et de voler comme les oiseaux. Léonard de Vinci au XV<sup>e</sup> siècle a imaginé de nombreuses *machines volantes*. Mais pour que l'aviation, telle que nous la connaissons maintenant, voit le jour, il a fallu l'association de deux trouvailles :

*La forme de l'aile, optimale pour le vol.* C'est Otto Lilienthal qui, le premier, fit la théorie du vol humain en publiant un article célèbre en 1896. En observant le vol des cigognes, il mit en évidence le principe du vol du plus lourd que l'air ; **le poids est compensé par une force appelée portance due à une dépression sur le dessus de l'aile.** Cette force dépend de la forme de l'aile ainsi que de la vitesse.



Etude de l'aile d'une cigogne  
O. Lilienthal 1896

*Le moteur à explosion apparaît pour les avions vers 1902.*

C'est pourquoi en 1903, il fut possible à Wilbur et Orville Wright d'accomplir le deuxième vol mécanique. Malgré l'ingéniosité de Clément Ader, l'Avion III ne put faire qu'un petit saut en octobre

1897. En effet l'aile inspirée de celle de la chauve-souris et les moteurs à vapeur ne permettaient pas de créer cette *portance*.



L'Avion III de Clément Ader - © CNAM

Ce sont Kutta en 1902 et Joukovsky en 1905 qui commencèrent l'étude théorique des profils d'ailes, suivis par Prandtl en 1917. Malheureusement, ce sont les deux guerres mondiales 1914-1918, 1939-1945 qui permirent les grandes avancées dans la conception des avions. À l'heure actuelle, le calcul numérique associé aux essais en soufflerie permet la construction d'avions de plus en plus rapides et confortables.

Il s'agit de résoudre les équations de la Mécanique des Fluides pour simuler l'écoulement de l'air autour d'une maquette d'avion virtuelle dont la forme sera modifiée peu à peu pour atteindre le but de l'aérodynamique qui est : **augmenter la portance et diminuer la traînée** (force de frottement).

Les équations de la Mécanique des Fluides sont obtenues en écrivant les lois de conservation de la masse ( $m$ ), de la quantité de mouvement ( $m\vec{v}$ ) et de l'énergie ( $E$ ) pour une particule fluide de volume  $dx*dy*dz$ , à chaque instant  $t$ . Ces équations dites *aux dérivées partielles* n'ont pas de solutions

## Du vol des oiseaux au vol de l'avion

analytiques simples. Le résultat ne pourra être obtenu que de façon approchée, sur les nœuds d'un maillage, d'autant plus nombreux que la maquette virtuelle est complexe et que les conditions de vol sont difficiles.

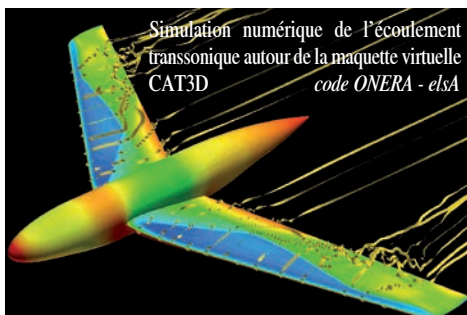


C'est pour cela que la simulation numérique des écoulements en Mécanique des Fluides nécessite de programmer sur de très puissants calculateurs. Les maquettes virtuelles comme celle ci-dessus sont construites à l'aide de logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur).

Il est plus facile de modifier la forme des maquettes virtuelles que de modifier celles essayées en soufflerie. La mise au point d'un avion nécessite un dialogue entre les numériciens qui calculent et les souffleurs qui font les essais. La figure ci-dessus présente sur un demi avion en configuration fuselage-voilure-nacelles la distribution de pression sur la peau de l'Airbus A380. En rouge sont les pressions les plus fortes, en bleu les plus faibles. Sur la figure de la simulation numérique est représenté l'écoulement transsonique autour de la maquette virtuelle CAT3D. Les instabilités de l'air à l'extrémité de l'aile sont mises en



évidence. Par des modifications successives de la maquette virtuelle, on cherchera à diminuer ces instabilités. Une vérification sera faite en soufflerie à la fin des calculs.



C'est grâce à ce dialogue, parfois difficile, entre le calcul et l'expérience que l'Airbus A380 est sorti sans avoir eu de prototype.

La mise au point de ces grands codes de simulation numérique est un challenge passionnant pour toutes celles et tous ceux qui aiment se mesurer avec des calculateurs de plus en plus puissants.

Françoise Montigny-Rannou

ONERA

Pour en savoir (un peu) plus

[www.onera.fr](http://www.onera.fr)