

> exceptionnel, mais elle sonne comme un avertissement. Les modèles des climatologues prédisent qu'avec le réchauffement global en cours, ces épisodes caniculaires se multiplieront sur toute la planète. Une équipe de l'université Columbia a donc entrepris d'étudier l'impact du réchauffement climatique sur le trafic aérien. Si certains aéroports ou appareils s'en sortent bien (Charles-de-Gaulle, à Paris, JFK, à New-York, les A320 et A380...), certains binômes seront fragilisés.

UN RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE PERTURBANT POUR LE TRAFIC AÉRIEN

Ainsi, vers 2050, à l'aéroport La Guardia, à New York, où la piste ne fait que 2 100 mètres, un avion 737-800 devra subir 40 jours par an des allègements d'au minimum 2,7 tonnes de sa masse à pleine charge pour décoller aux heures les plus chaudes de la journée. Sachant que sur cet appareil, 100 kilogrammes d'allègement s'obtiennent en enlevant 83 kilogrammes de charge utile et 17 kilogrammes de carburant, il faudra embarquer au minimum 22 passagers en moins ! La gestion du trafic aérien n'en sera pas facilitée...

Qu'advient-il durant le vol si la hausse des températures modifie aussi la masse volumique de l'air en altitude ? Pour le coup, pas grand-chose. En vol de croisière, à vitesse constante, la portance compense le poids et la poussée des moteurs la traînée. Comme le rapport portance/traînée est presque une constante, il en est de même du rapport poids/poussée. L'énergie consommée pendant le vol (produit de la poussée par la distance parcourue) sera donc la même quelle que soit l'altitude choisie. Tout au plus l'avion devra-t-il augmenter sa vitesse de croisière pour compenser une diminution de la masse volumique : les moteurs devront fournir plus de puissance, mais le temps de parcours en sera réduit d'autant.

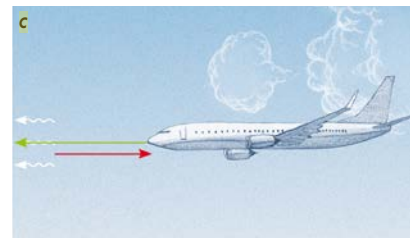
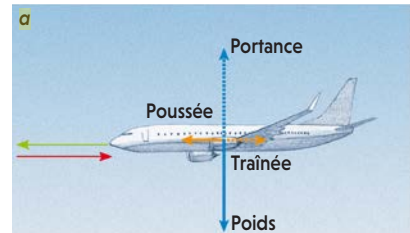
Plus inquiétantes sont les modifications prévues des jet-streams (ou courants-jets), couloirs venteux permanents qui règnent entre 8 000 et 12 000 mètres d'altitude, là où justement volent les avions de ligne. Ces « rivières » d'air, deux dans chaque hémisphère, sinueuses et changeantes, circulent d'ouest en est à une vitesse moyenne d'environ 21 mètres par seconde.

Face au vent, la vitesse de croisière de l'avion sera inférieure, car les forces aérodynamiques dépendent du vent relatif : la

VENT DE FACE OU VENT ARRIÈRE

En vol de croisière, le poids de l'avion est compensé par la portance aérodynamique, et la poussée fournie par les moteurs est compensée par la traînée aérodynamique (a). Comme la portance dépend de la vitesse de l'avion par rapport à l'air ambiant, la vitesse de l'air relativement à l'avion (flèche rouge) doit être la même, qu'il y ait ou non du vent et quelle que soit la vitesse de ce dernier. Par conséquent, en présence d'un vent de face de vitesse v , l'avion doit réduire sa vitesse par rapport au sol d'une valeur v (b), tandis qu'il doit l'augmenter de v en cas de vent arrière (c). Ainsi, contrairement à ce qu'on pourrait penser, le retard pris par un avion qui vole face au vent n'est pas dû à la résistance plus forte rencontrée par l'appareil, mais à la nécessité de ralentir pour garder une portance égale au poids.

-  Vitesse du vent par rapport à l'avion
-  Vitesse de l'avion par rapport au sol
-  Vitesse du vent par rapport au sol



condition de sustentation (portance égale au poids) sera donc atteinte à des vitesses plus basses, et le temps de vol sera rallongé. Avec un vent arrière, c'est le contraire (voir la figure ci-dessus).

Les passagers des vols transatlantiques le savent bien : entre New York-JFK et Londres-Heathrow (5 540 kilomètres), le temps de vol à 900 kilomètres par heure serait de 6 heures et 9 minutes s'il n'y avait pas de jet-stream. En raison du jet-stream et en optimisant la trajectoire de l'avion, on gagne ou perd environ une demi-heure sur ce trajet.

Or les modèles climatiques prévoient une augmentation de la vitesse moyenne du jet-stream, typiquement de l'ordre de 3 mètres par seconde, ainsi qu'une plus grande variabilité. Si l'impact moyen sera modeste (gain de 4 minutes de New York à Londres, perte de 5 minutes et 20 secondes dans l'autre sens), les probabilités de vol exceptionnellement courts (moins de 5 heures et 20 minutes) ou longs (plus de 7 heures) vont doubler, avec des perturbations associées du trafic aérien. Les voyageurs du XXI^e siècle ne sont donc pas au bout de leurs peines, entre retards et annulations. Et c'est sans compter avec l'accroissement prévu des turbulences aériennes ! ■

BIBLIOGRAPHIE

E. D. Coffel et al.,
The impacts of rising temperatures on aircraft takeoff performance,
Climatic Change, pp. 1-8,
juillet 2017 (doi 10.1007/s10584-017-2018-9).

P. D. Williams,
Transatlantic flight times and climate change,
Environmental Research Letters, vol. 11,
article 024008, 2016.

737 : Airplane characteristics for airport planning, document Boeing, 2013
(www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/737.pdf).