



Association des Anciens
de l'Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales

29 avenue de la Division Leclerc
92320 Châtillon

Châtillon, le 1^{er} décembre 2020

Chères amies et chers amis,

La Covid-19 n'a pas tué l'AAO ! Mais il faut reconnaître que, comme pour toutes les associations, elle a gelé les activités et rencontres. Heureusement l'écrit nous permet d'échanger, que ce soit par courrier ou par internet. Nous pouvons aussi nous appeler les uns les autres par téléphone pour garder le contact et continuer de garder le lien que nous souhaitons tous entretenir.

Notre Assemblée Générale réglementaire ne pourra pas être tenue en ces temps de crise sanitaire. Nous ne manquerons pas de la réunir dès que les contraintes sanitaires le permettront.

Nous alimentons notre site internet avec des articles susceptibles de vous intéresser. L'Aéronautique souffre beaucoup de la crise économique due à la Covid-19 au plan opérationnel (transport aérien, fabrications,...), mais à l'Onera, le futur continue de se préparer. L'avion 0 carbone pour 2035, les programmes de Défense (SCAF, composante aéroportée de la dissuasion nucléaire, drones,...).

A l'Onera :

La nomination de Franck Lefèvre comme Directeur Technique Général, en remplacement de Thierry Michal, l'arrivée du Général d'Armée Aérienne Vincent Carré, en remplaçant du Général Denis Strasser, comme Conseiller Militaire du Président et Directeur de la Sûreté, la Sécurité et de la Qualité, et l'arrivée d'un nouveau Directeur Défense, Monsieur René Mathurin, constituent les nouveautés dans la gouvernance de l'Onera.

A l'AAO :

Des amis nous ont quittés :

Pierre ESCOFFIER (OM), 84 ans, en janvier 2020 - Pierre MOREAU, 82 ans, le 12/02/2020 - Jean-Jacques PHILIPPE (DTG), le 31/03/2020 - Paul KUENTZMAN (HC), 79 ans, le 31/03/20 - Roger LABOURDETTE (OR/DPI), 79 ans, le 02/04/2020 - Ambroise MOREAU (SAT), 96 ans, le 05/04/2020 - Andrée BRUNET (RHG), le 05/04/20 - Alain PIERNAS (DPRS/DCPS), le 08/04/2020 - Jean LECOCQ (OA), le 24/04/20 - Jean-Marie GARREL (DES) - Georges GAUBERT (CFM), 79 ans - Jean-Pierre LELOUP (OE), 77 ans, le 19/05/2020 - Michel ROBERT (OR/DSME), 82 ans, le 25/05/2020 - Ginette MORTIER (CC, OP, DOTA), 75 ans, le 28/05/2020 - Claude BERNARD - Thérèse CARIU épouse de Jean (SML), le 06/06/2020 - René CAUDRON (OM, LEM), 82 ans, le 18/06/2020 - Pierre MENU (DES), 87 ans, le 27/07/2020.

Nous avons une pensée pour eux et pour leurs familles.

Chers amis, nous vous invitons à rester en relation les uns avec les autres en ces temps difficiles, mais en veillant bien à respecter les consignes sanitaires pour vous préserver et préserver les autres. Le téléphone, les emails, voire les courriers nous permettront de traverser cette période en restant liés.

Nous restons vigilants sur le déroulement de cette pandémie et, dès que nous aurons le feu vert, nous réorganiserons au pied levé, quelques sorties (restaurants ou autres).

En attendant ces agréables moments, les membres du CA souhaitent à chacun d'entre vous de très heureuses fêtes de fin d'année que nous espérons pouvoir partager chaleureusement. Ils formulent à votre attention leurs meilleurs vœux pour l'année nouvelle, une année vraiment nouvelle, avec une pandémie maîtrisée et la possibilité de renouer avec une vie sociale normale.

Le Président

Jean-Pierre CHAQUIN

QUELQUES NOUVELLES DU SECTEUR AEROSPATIAL

1 - Airbus dévoile sa feuille de route pour un avion à hydrogène « zéro émission » en 2035 – Les Echos-Bruno Trévidic

L'avionneur a dévoilé lundi les différents concepts d'avions « décarbonés » développés sous le nom de code « ZEROe ». De ces concepts doit émerger, d'ici à 2035, le premier avion à hydrogène, sans émission de CO₂

Offrir une perspective optimiste face aux discours de ceux qui, sous couvert de lutte contre le réchauffement climatique, veulent le déclin du transport aérien. Tel est le sens de la présentation, lundi, des projets d'avions « décarbonés » en cours de développement chez Airbus, sous le nom de code « ZEROe ». Avec une ambition de « *sortir le premier avion décarboné à l'horizon 2035* ».

A ce stade, il ne s'agit toutefois encore que de concepts, « *qui ne voleront pas tels quels* », a précisé le directeur de l'ingénierie d'Airbus, Jean-Brice Dumont. Il est également trop tôt pour dire lequel de ces trois concepts s'approchera le plus du futur Airbus vert. « *Aujourd'hui, notre seule certitude, c'est que nous mettrons en service un premier avion décarboné en 2035*, a expliqué le dirigeant. *Mais nous n'avons pas encore de produit-cible pour dire à quel modèle, quelle taille, quel rayon d'action nous aboutirons. Il faudra probablement attendre 2024-2025.* »

La date de 2035 n'a toutefois pas été choisie au hasard. Elle correspond à la période à partir de laquelle Airbus et Boeing ont prévu de lancer les successeurs de l'A320 et du 737. Ces deux familles de monocouloirs moyen-courriers représenteront les deux tiers des besoins d'avions neufs au cours des vingt prochaines années. En toute logique, le premier Airbus à hydrogène devrait donc être capable d'accomplir l'essentiel des missions d'un A320 actuel : transporter quelque 200 passagers avec un rayon d'action maximal d'environ 3.500 kilomètres.

Un réservoir quatre fois plus gros

La seule certitude, à ce stade, est que le futur Airbus vert fonctionnera à l'hydrogène, le seul carburant « zéro émission » aujourd'hui disponible. Des moteurs électriques nécessiteraient en effet une masse de batteries supérieure à celle de l'avion. Et l'hydrogène est abondant et propre. Sa combustion ne produit quasiment que de la vapeur d'eau. Selon une étude européenne, il permettrait de réduire de 75 à 90 % la contribution du transport aérien à l'effet de serre.

Le seul gros défaut de l'hydrogène est de devoir être transporté sous forme liquide pour réduire son volume, ce qui nécessite de le maintenir à une température inférieure à 250 degrés. Mais même réfrigéré, l'hydrogène nécessite un réservoir quatre fois plus gros, à capacités égales, que le kérosène classique. Celui-ci serait logé à l'arrière de l'avion, « *ce qui implique d'allonger le fuselage, tout en évitant de dégrader les performances de l'avion* », a expliqué la directrice technique d'Airbus, Grazia Vittadini.

La solution de l'avion électrique n'est toutefois pas totalement écartée. Avant l'A320 à hydrogène, un autre concept en cours de développement chez Airbus devrait voir le jour : un avion régional à hélices allant jusqu'à 100 places et capable de parcourir de courtes distances de l'ordre d'un millier de kilomètres, au moyen de moteurs électriques. Aucune date précise n'est avancée concernant ce successeur des actuels ATR.

A plus long terme, Airbus prépare également les futurs long-courriers, eux aussi à hydrogène. Leur architecture s'annonce très différente des A350 actuels. Ce troisième concept, plus « disruptif », selon Guillaume Faury, pourrait prendre la forme d'une aile volante d'environ 200 places, à l'image du modèle réduit Maveric dévoilé l'an dernier. Cette architecture permettrait de caser les deux énormes réservoirs d'hydrogène

nécessaire à un trajet longue distance, de part et d'autre de la cabine passagers centrale, tout en améliorant l'aérodynamisme.

« *Compte tenu de l'espace offert pour les réservoirs d'hydrogène et de la possibilité de jouer sur deux, voire trois dimensions pour optimiser la configuration, l'aile volante pourrait convenir aux vols long-courrier* », a estimé Jean-Brice Dumont. Mais la forme pourrait également présenter des avantages pour remplacer un A320. Le directeur de l'ingénierie d'Airbus reconnaît toutefois des problèmes spécifiques, tels que l'absence de hublot ou la question de l'évacuation des passagers. Boeing et la Nasa travaillent sur un projet équivalent (le X-48) depuis dix ans.

2 - Moscou relance le Superjet, l'espoir déçu de l'aviation civile russe - Les Echos - Benjamin Quénelle, Correspondant à Moscou.

Le premier appareil civil post-soviétique doit faire peau neuve avec un moteur et des équipements made in Russia.

Après vingt ans de saga - ponctuée de coopérations techniques internationales et de déboires commerciaux à l'exportation -, l'aéronautique russe veut donner un coup de jeune à son Superjet. Moscou a d'ores et déjà trouvé un nouveau nom pour la nouvelle version de son premier appareil civil post-soviétique : le « Superjet new ».

D'ici à 2023, quelque 120 milliards de roubles (plus de 1,3 milliard d'euros) seront investis pour développer une version made in Russia de cet avion régional moyen-courrier (moins de 100 passagers), selon le réputé quotidien économique moscovite « Vedomosti ». L'aéronef avait été lancé en 2001 grâce à l'apport d'entreprises occidentales (Boeing pour la conception, Safran pour le moteur...).

Le « Superjet new » pourrait devenir le grand projet de Rostec, le puissant conglomérat d'Etat, un géant militaire diversifié dans le civil qui a intégré l'UAC (United Aircraft Corporation), le holding regroupant les constructeurs soviétiques. Parmi eux : Soukhoï, le spécialiste des avions de chasse chargé de développer le Superjet. Dirigé par un proche du président Vladimir Poutine, Rostec est au coeur de la stratégie du Kremlin pour réduire la dépendance de l'industrie russe aux importations occidentales. Pour ce projet donc très politique, un moteur entièrement russe doit ainsi être conçu, le PD-8, engloutissant la moitié du budget. Il remplacera le SaM146, le moteur produit avec Safran en Russie. Cette association avait permis au Superjet, fabriqué jusque-là avec 70 % de composants étrangers, d'être le premier appareil russe certifié Easa (Agence européenne pour la sécurité aérienne).

Le « Superjet new » sera, lui, presque 100 % russe, du moteur jusqu'aux systèmes de freinage et de climatisation. « *Même en interne, chez les Russes, le projet suscite un vif scepticisme...*, a confié aux « Echos » un dirigeant industriel européen impliqué dans l'actuel Superjet. *Le nouveau moteur ne sera pas prêt avant cinq ans et risque de se baser sur des technologies dépassées.* ». Le MC21, l'autre projet-phare russe, présenté en futur concurrent de l'Airbus A320, peine déjà à décoller à cause d'un problème de moteur : celui de l'américain Pratt & Whitney a été certifié aux standards européens ; et le PD-14, conçu au sein de l'UAC, reste en développement.

Marché saturé

Mais le principal nuage sur le Superjet, ancien et nouveau, reste bien son marché. Loin des 1.300 avions promis au lancement, seuls 140 Superjet sont en exploitation, essentiellement chez Aeroflot et au sein de Rostec. Une quarantaine d'appareils supplémentaires attendent d'être intégrés dans ces flottes, et la production se poursuit, au rythme de 20 cette année et d'une quinzaine l'an prochain pour continuer de saturer le marché russe. L'export reste toujours aussi compliqué et pas seulement à cause de

lourdeurs de maintenance : le programme a été terni par deux accidents mortels en 2012 et 2019. Dix ans après la mise en service avec l'espoir de faire concurrence au brésilien Embraer et au canadien Bombardier, les ventes du Superjet à l'international n'ont jamais décollé.

3 - Une palette de solutions technologiques pour un transport aérien plus vert - Les Echos-B.T.

Les futurs Airbus à l'hydrogène ne sont pas l'unique solution pour éliminer progressivement les émissions de CO₂ du transport aérien. Les biocarburants et les nouveaux avions actuels peuvent déjà faire beaucoup.

Quinze ans pour mettre en service le premier avion « vert » sans émission de CO₂, c'est à la fois très court et très long. Du point de vue de l'aéronautique, c'est la durée minimale requise pour développer, fabriquer, tester et commercialiser un nouveau programme d'avion de ligne.

Lancé officiellement en 2006 après un premier projet avorté, le dernier modèle d'Airbus, l'A350 est entré en service en 2015. Mais il n'avait pas le caractère révolutionnaire d'un avion à hydrogène, dont bon nombre d'aspects technologiques restent à valider, bien au-delà d'Airbus et de son futur avion. Passer du kérosène à l'hydrogène nécessitera aussi de lourdes adaptations des infrastructures dans les aéroports, avec la création d'une nouvelle filière de production et de distribution d'hydrogène à usage aéronautique, située en zone aéroportuaire. Ce qui implique de ne pas interdire l'extension des aéroports existants, comme le voudraient les propositions de la Convention citoyenne. Mais aussi de mettre en place un cadre réglementaire et fiscal incitatif, afin d'aider les industriels et les compagnies aériennes à investir. Une nécessité qui n'est pas non plus compatible avec le projet d'écotaxe destinée à financer d'autres modes de transport, ainsi que tout ce qui contribue à affaiblir davantage un transport aérien déjà exsangue.

Cependant, quinze ans, c'est également bien long du point de vue des vrais défenseurs de l'environnement, qui ont beau [jeu](#) de souligner qu'en dépit des efforts réalisés la part du transport aérien dans les émissions de CO₂ a doublé en trente ans, pour atteindre 3,8 % des émissions mondiales, sous l'effet du quadruplement du trafic mondial.

L'engagement de 2050

De 2005 à 2020, les émissions de CO₂ du transport aérien ont augmenté de 70 %, malgré l'introduction de nouveaux modèles. Et si rien n'est fait, sur la base d'un trafic en hausse de 4 % à 5 % par an, ces émissions augmenteraient encore de 300 % d'ici à 2050, alors que l'ensemble du secteur s'est engagé à réduire ses émissions de 50 % à cette échéance.

Mais, là encore, la solution ne se limitera pas à l'attente de l'avion vert. Le simple remplacement des avions anciens par des avions de nouvelle génération, comme l'A350, et le Boeing 787 en long-courrier, l'A320 neo et le Boeing 737 MAX en moyen-courrier, permettrait déjà de réduire les émissions de CO₂ en Europe de 18 % d'ici à 2030. L'optimisation des trajectoires des avions et de la gestion du trafic aérien permettrait aussi de gagner au moins 5 %.

Toutefois, le levier le plus prometteur est l'utilisation de biocarburants. Mélangés à du kérosène classique, ces carburants issus de la biomasse pourraient permettre de réduire de 80 % le bilan carbone d'un vol, en tenant compte du CO₂ absorbé par les plantes nécessaires à ces biocarburants. Et ils peuvent être utilisés dans les avions actuels. Mais, là encore, la filière de production et de distribution n'en est qu'aux balbutiements et sa mise en place nécessitera des investissements et un soutien des gouvernements.

4 - La Terre va tester son bouclier contre les astéroïdes tueurs - Les Echos-Yann Verdo

Deux missions spatiales - l'américaine DART, suivie de l'européenne Hera - vont s'enchaîner pour tester notre capacité à dévier un astéroïde potentiellement menaçant.

Si la pandémie de Covid-19 nous a enseigné une chose, c'est que, face à un événement qui a une faible probabilité de survenir, mais des conséquences d'une portée considérable s'il survient, mieux vaut être préparé - et, à l'évidence, l'humanité ne l'était guère en décembre dernier, quand un pangolin a transmis le coronavirus SARS-CoV-2 de la chauve-souris à l'homme... Dans la liste des catastrophes naturelles, il en est une un peu à part des autres : celle que notre planète soit frappée par un astéroïde géocroiseur (dont l'orbite autour du Soleil l'amène à faible distance de l'orbite terrestre). De toutes les catastrophes naturelles, c'est celle dont la probabilité d'occurrence est la plus faible ; mais aussi celle dont les conséquences seraient le plus dramatiques si cette probabilité, par malheur, se réalisait. Jugez plutôt. *« Si c'est un astéroïde de 140 mètres de diamètre qui frappe la Terre - cette taille étant considérée comme le seuil de catastrophe régionale, à l'échelle d'un pays voire d'un continent -, l'énergie dégagée par l'impact serait équivalente à 129 mégatonnes de TNT, soit 13 millions de fois Hiroshima. Si c'est un astéroïde de 1 km - seuil de catastrophe globale -, son impact représenterait 47.000 mégatonnes de TNT c'est-à-dire 4,7 milliards de fois la bombe qui a rasé la ville martyre japonaise »*, explique l'expert mondialement reconnu du sujet Patrick Michel, directeur de recherche au CNRS et responsable du groupe de planétologie au laboratoire Lagrange à l'Observatoire de la Côte d'Azur.

Si la collision avec un astéroïde géocroiseur constitue un cas à part dans la liste des catastrophes naturelles, c'est aussi que c'est la seule que l'on soit en mesure non seulement de prédire relativement à l'avance (au contraire des tremblements de terre ou des tsunamis), mais aussi et surtout d'éviter, en lançant, de façon coordonnée à l'échelle planétaire, une mission spatiale spécialement conçue pour dévier la trajectoire de l'objet menaçant. C'est à tester l'efficacité d'une des solutions possibles pour obtenir cette déviation salvatrice (celle de l'impacteur cinétique, lire ci-contre) que vise la double mission américano-européenne DART/Hera. Les Américains vont faire la première partie du travail avec DART, qui sera lancée en [juillet 2021](#) par une fusée SpaceX depuis la base de l'US Air Force de Vandenberg, en Californie. Cette sonde d'une masse de 560 kg arrivera, en 2022, à proximité de Didymos, un astéroïde ne présentant pas de danger (sa trajectoire ne nous menace pas) mais accompagné d'une petite « lune » de 160 mètres de diamètre, Dimorphos. Fin septembre ou début [octobre 2022](#), DART se laissera tomber à la vitesse de 6 km/s sur Dimorphos pour modifier la trajectoire de sa révolution autour du corps principal Didymos.

Mission en deux temps

La déviation sera modeste : elle n'aura pour effet que de rapprocher un peu Dimorphos du beaucoup plus massif Didymos, sans altérer la trajectoire de ce dernier... au risque de le mettre accidentellement sur une orbite dangereuse (éviter un tel risque est d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles Patrick Michel, quand il a imaginé le scénario de cette mission en deux temps avec un collègue américain, a choisi de frapper le plus petit corps d'un système double, plutôt qu'un astéroïde simple). Quatre ans après cet impact, ce sera au tour de la mission européenne Hera d'entrer en lice. Tirée en 2024 depuis Kourou, cette sonde arrivera à son tour à proximité de Didymos/Dimorphos à la toute fin de 2026 ou au début de 2027 pour y conduire un peu le même travail que la police scientifique sur une scène de crime : prendre des clichés, faire des analyses, etc., bref, reconstituer au mieux les faits d'après les indices laissés sur place. Hera, dont la première mouture remonte au tout début des années 2000 (elle s'appelait alors «Don Quichotte»), sera construite par l'industriel allemand OHB System, qui a signé mi-septembre un premier contrat de 130 millions d'euros, sur les 300 budgétés au total pour la mission européenne.

Bardée d'instruments de mesure et flanquée de deux CubeSats, dont l'un (Apex) étudiera la composition de la surface des deux corps tandis que l'autre (Juventas) percera à jour la structure interne de Dimorphos - une première scientifique, visant à savoir s'il s'agit d'un rocher d'un seul bloc ou d'un agrégat de cailloux plus petits, liés entre eux par la force de gravité -, Hera, par les résultats de ses analyses, permettra aux experts d'affiner leurs modèles de simulation de la physique des impacts. Et donc, de mettre sur pied des missions de déviation au moyen d'un impacteur dont le résultat soit garanti. En d'autres termes, de bétonner « l'assurance-vie » de la planète Terre contre les astéroïdes tueurs.

Crash sur Jupiter

Autant être clair : à ce jour, aucun objet connu ne menace la Terre dans un avenir prévisible, c'est-à-dire à l'échelle de 50 à 100 ans. L'emballement sur les réseaux sociaux provoqué par le prochain passage dans notre voisinage, le 2 novembre - veille des élections américaines -, du tout petit caillou de 2 mètres de diamètre, appelé «2018 VP1», n'a aucune raison d'être : même s'il ne passe pas à côté de la Terre et fonce droit sur elle - ce qui n'a que 0,5 % de chances de se produire -, il est si petit qu'il sera pulvérisé par l'atmosphère avant de pouvoir toucher le sol. Un candidat plus sérieux est Apophis, un astéroïde de 350 mètres de diamètre (largement au-dessus du seuil de catastrophe régionale). Là encore, aucun danger : il ne fera que frôler la Terre à 36.000 km de distance en 2029.

Le problème, et il n'est pas mince, c'est que les astrophysiciens sont loin d'avoir recensé et mis sous surveillance tous les objets potentiellement menaçants. Ils y travaillent pourtant - et ce depuis le feu d'artifice provoqué en 1994 par Shoemaker-Levy 9. En juillet de cette année-là, les Terriens médusés avaient pu observer en direct et pour la première fois, grâce à leur télescope, cette comète de 1,8 km de diamètre se crasher sur Jupiter : les cicatrices infligées à la planète géante, visibles plusieurs semaines durant, rivalisaient de taille avec la fameuse Grande Tache rouge. « *Shoemaker-Levy 9 a été un tournant dans la prise de conscience de l'opinion publique mondiale* », estime Patrick Michel, qui rappelle que c'est à la suite de cet événement que le Conseil de l'Europe a adopté, début 1996, une résolution appelant les agences spatiales à se saisir du problème.

Deux ans plus tard, le Congrès américain demandait que soient répertoriés au moins 90 % des astéroïdes de 1 kilomètre ou plus, dont la population est d'environ un millier d'objets : c'est désormais chose faite. La nouvelle feuille de route est d'accomplir le même travail pour la population - beaucoup plus nombreuse - des astéroïdes de 140 mètres ou plus. Mais là, nous sommes encore loin du compte. « *On estime que seuls 30 % ont été répertoriés* », indique Patrick Michel. La fastidieuse mais nécessaire besogne s'accomplit lentement faute de programme dédié. Bonne nouvelle : la Nasa, qui a longtemps été à la traîne de l'Agence spatiale européenne sur cette question, a décidé fin 2019 la construction du télescope spatial Near-Earth Object Surveillance Mission (NEOSM), dédié à cette tâche. Il prendra son envol en 2025 et aura fini son travail en 2035. En attendant, croisons les doigts !

Comment fonctionne un impacteur cinétique

En s'écrasant contre Dimorphos à la vitesse de 6 km/s, DART va transmettre une partie de sa quantité de mouvement (grandeur physique dépendant à la fois de sa masse et de sa vitesse) à ce petit astéroïde. L'ampleur de la déviation obtenue dépend de la quantité de mouvement transférée, qui dépend elle-même, notamment, du différentiel de vitesse entre l'impacteur et l'astéroïde (en l'occurrence, elle n'est pas négligeable, puisque Dimorphos ne tourne autour de Didymos qu'à 20 cm/s). A cet effet direct s'ajoute un effet indirect, lié au cratère provoqué par l'impact : en éjectant une certaine quantité de matière dans le sens opposé à la frappe, ce cratère contribue lui aussi, par action-réaction, à la

déviations, et ce de façon d'autant plus appuyée que la quantité de matière éjectée est grande. Mais il est très difficile de déterminer à l'avance l'importance de cet éjectat, qui dépend de la densité et de la porosité du corps frappé. Ce sera le travail d'Hera de mesurer cet effet indirect, crucial pour les missions à impacteur.

Les 3 solutions existantes

- 1 Le tracteur gravitationnel** Un essaim de satellites est envoyé près de l'astéroïde pour modifier progressivement sa trajectoire par attraction gravitationnelle. Cette solution « douce » ne vaut que pour les plus petits corps.
- 2 L'impacteur cinétique** Un impacteur est envoyé pour percuter l'astéroïde et dévier sa trajectoire. C'est l'option retenue dans le cadre de la mission-test DART.
- 3 L'explosion nucléaire** Même principe qu'avec l'impacteur, si ce n'est que c'est l'explosion nucléaire qui provoque la déviation. C'est l'option de la dernière chance, façon « Armageddon »/Bruce Willis ! Le risque est de disloquer purement et simplement l'astéroïde, multipliant ainsi les débris potentiellement dangereux.

5- Optique adaptative de l'Onera: une première mondiale en imagerie rétinienne - Communiqué de presse- 04/11/2020.

Transférer sa connaissance vers un autre secteur, l'ONERA le fait régulièrement. Transférer ses technologies développées pour l'astronomie et la défense vers le médical était plus osé. C'était le pari fou d'une équipe d'optique de l'ONERA. C'est la réalité aujourd'hui, avec en prime, une performance mondiale en matière d'imagerie rétinienne in vivo haute résolution.

Pour le secteur du médical, l'imagerie rétinienne in vivo corrigée par optique adaptative* (OA) est un outil de diagnostic médical très efficace pour détecter précocement et étudier les pathologies de la rétine. L'OA permet en effet d'augmenter la qualité des images in vivo, en compensant, en temps réel, les aberrations optiques (déformations) introduites par l'œil.

La résolution des images ainsi obtenue reste toutefois limitée par l'ouverture de la pupille de l'œil, et leur contraste reste réduit. Ces limitations rendent par exemple difficile une observation plus fine (cônes de la fovéola et bâtonnets).

Afin de pallier ces défauts et d'obtenir à la fois de la super-résolution et du sectionnement optique (le fait d'isoler optiquement une couche de l'objet observé), une équipe optique de l'ONERA a adapté et appliqué la technique d'illumination structurée**, développée initialement en microscopie, à un système d'imagerie rétinienne par optique adaptative installé à l'hôpital des XV-XX.

Les résultats obtenus constituent la première démonstration mondiale de l'imagerie rétinienne in vivo haute résolution par illumination structurée. Cette technique permettra à l'ONERA d'obtenir prochainement une résolution des images rétiniennes au-delà de la limite théorique de la diffraction.

* L'optique adaptative est une technique qui permet de corriger en temps réel les déformations évolutives et non-prédictives d'un front d'onde grâce à un miroir déformable. Développé à l'origine à l'ONERA pour la focalisation de faisceaux laser, l'optique adaptative a connu un développement spectaculaire pour l'astronomie et est à présent utilisée dans des domaines aussi variés que la médecine, les télécommunications optiques ou l'observation de satellites. Pionnier en Europe, l'ONERA en reste aujourd'hui un des leaders mondiaux.

** L'illumination structurée est une technique de microscopie permettant de réaliser de la super-résolution (SR) et d'améliorer le contraste par sectionnement optique.
