

ART & SCIENCE

Le cerveau caché de Michel-Ange

Dans deux panneaux du plafond de la chapelle Sixtine, la Création d'Adam et la Séparation de la lumière et des ténèbres, Michel-Ange aurait dissimulé des planches anatomiques du système nerveux.

Loïc MANGIN

En 1505, Michel-Ange (1475-1564) quitte Florence et rejoint Rome à la demande du nouveau pape Jules II (1443-1513). Ce dernier confie au sculpteur le soin de lui concevoir un tombeau monumental dans la basilique Saint-Pierre : le mausolée ne sera jamais achevé... Après un exil de quelques mois à Bologne, Michel-Ange s'attelle à un autre projet, le plafond de la chapelle Sixtine qu'il peindra entre 1508 et 1512. Le projet fut proposé à l'artiste à l'instigation de l'architecte Bramante qui était persuadé de l'échec de son rival. Mal lui en prit, le plafond est un des plus célèbres chefs-d'œuvre de la Renaissance italienne !

Le plafond, de 40 mètres de longueur et 14 de largeur, est situé à 20 mètres de hauteur. Il est constitué de différentes surfaces en demi-lunes, en triangles, en rectangles... où Michel-Ange devait, selon son contrat, représenter les 12 apôtres. L'artiste vit plus grand et proposa d'y peindre des épisodes de la Genèse (voir la figure a), de la Séparation de la lumière et des ténèbres jusqu'à l'ivresse de Noé en passant par la Création d'Adam. Les murs latéraux étaient déjà ornés de fresques où le Pérugin, Botticelli et d'autres ont raconté les vies du Christ et de Moïse.

Intéressons-nous à la Séparation. Les historiens ont longtemps été intrigués par les irrégularités du cou de Dieu dans ce panneau (voir les figures b et c) et par le traitement de la lumière dans cette région du corps. Le personnage, Dieu, est éclairé en diagonale, du bas à gauche vers le haut à droite, mais le

cou semble illuminé par une lumière venant de la droite. Est-ce une erreur ? Ian Suk et Rafael Tamargo, experts en neuroanatomie à l'École de médecine de l'Université Johns Hopkins, à Baltimore, y voient plutôt le signe d'un message caché...

D'abord, ils ont vérifié qu'aucun autre cou peint par Michel-Ange n'est aussi étrange et « grumeleux ». Ensuite, ils ont montré que les détails du cou se superposent à l'anatomie d'un cerveau humain vu du dessous (voir la figure d). De fait, la correspondance est étonnante.

Les détails du cou de Dieu se superposent à l'anatomie du cerveau humain.

Les deux neurologues vont plus loin et discernent la moelle épinière dans les replis du drapé qui traversent le torse (voir la figure e). De plus, au niveau de l'abdomen, un pli en Y semble se prolonger par deux protubérances sphériques situées sous le thorax (voir la figure f) : ce schéma coïncide précisément avec un dessin du nerf optique et des yeux, effectué par Léonard de Vinci en 1487. Or les deux artistes sont contemporains et s'apprécient mutuellement.

En 1990, Frank Meshberger avait déjà remarqué que, dans la Création d'Adam, le rideau entourant les anges et Dieu reproduit une coupe transversale de cerveau humain

(voir les figures g et h). Précisons que d'autres y virent un rein, un organe qui fit beaucoup souffrir Michel-Ange...

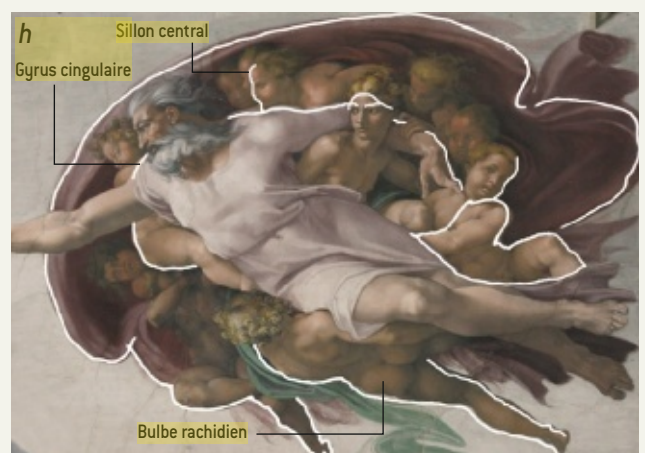
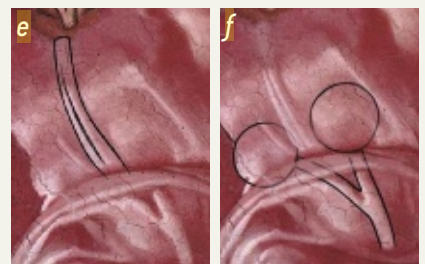
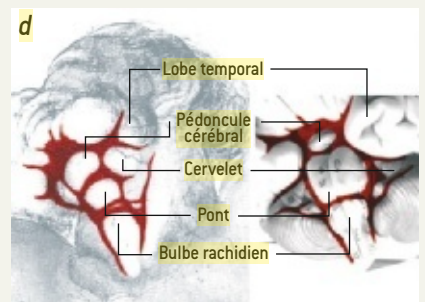
De même que nous voyons un visage dans le moindre nuage, ces ressemblances trahissent peut-être la trop grande habitude qu'ont les deux Américains des planches neuroanatomiques. Pourtant, Michel-Ange disposait des connaissances requises pour « cacher » un cerveau. En 1493, il offre au prêtre de la basilique Santa Maria del Santo Spirito, à Florence, un crucifix en bois peint. En échange, les autorités ecclésiastiques l'autorisent à examiner, et à disséquer, le corps de défunts en provenance de l'hôpital du couvent. Plus tard, il illustrera un traité d'anatomie de son ami, le chirurgien Realdo Colombo.

Si la ressemblance n'est pas fortuite, que signifie cette planche anatomique cachée dans la Séparation ? Selon I. Suk et R. Tamargo, Michel-Ange aurait cherché à rehausser le sens de ce panneau. Le neurologue américain Douglas Fields s'interroge : n'y aurait-il pas là une illustration de la lutte entre la religion et la science ? Ou bien Michel-Ange postule-t-il que l'intelligence – et l'organe qui en est le support, comme Hippocrate le pensait déjà – suffit au croyant pour communiquer avec Dieu, rendant l'Église inutile ? On comprend alors les précautions prises pour dissimuler la planche anatomique ! ■

I. Suk et R. Tamargo, *Concealed neuroanatomy in Michelangelo's Separation of light from darkness in the Sistine Chapel*, *Neurosurgery*, vol. 66 (5), pp. 851-861, 2010.



© Jim Zuckerman/Corbis



IDÉES DE PHYSIQUE

Les jetpacks ou l'homme-fusée

S'élever dans l'air comme une fusée, grâce à un petit équipement individuel ? Cette prouesse devient possible : divers dispositifs sont en cours de développement.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Démuni des pouvoirs de Superman, le héros de bandes dessinées Rocketeer utilise un réacteur placé dans son dos pour voler. Ce type de propulsion individuelle existe en réalité depuis plus de 50 ans ! Mais la puissance nécessaire interdisait une autonomie supérieure à la minute. Aujourd'hui, de nouveaux dispositifs permettent de voler durant plus d'une demi-heure. Sur quels principes physiques ces « jetpacks » sont-ils fondés, et quelles sont leurs limitations actuelles ?

Tous les jetpacks utilisent le principe de la propulsion à réaction, qui est fondé sur la loi de conservation de la quantité de

mouvement (produit de la masse par la vitesse). Lorsqu'un moteur expulse vers l'arrière un jet de fluide, il apparaît par réaction une force de poussée dont l'intensité est égale à la quantité de mouvement du fluide éjectée par unité de temps.

Poussée par réaction

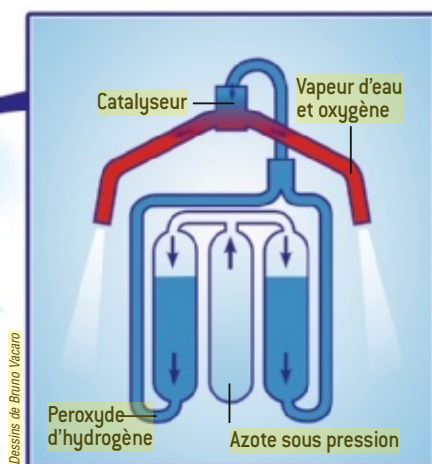
Faisons des estimations avec des chiffres ronds. La force nécessaire à la sustentation d'une personne de 100 kilogrammes (équipement compris !) est de 1 000 newtons. Par conséquent, si la vitesse d'expulsion du fluide est de 1 000 mètres par seconde, il faut éjecter un kilogramme de matière par seconde,

soit l'équivalent d'un mètre cube d'air à pression atmosphérique. Avec une seule tuyère, la section de cette dernière doit donc être de dix centimètres carrés. L'énergie cinétique du gaz éjecté par seconde, qui est au rendement près la puissance requise du moteur, est de un demi-mégawatt, soit 700 chevaux.

Cette puissance semble hors de portée pour un dispositif compact. Et pourtant, ces chiffres sont à peu de choses près les caractéristiques du premier modèle de jetpack, la *Bell Rocketbelt* développée dans les années 1960. La puissance nécessaire était obtenue grâce à une réaction chimique : la décomposition de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) à l'aide d'un catalyseur tel que l'argent. En moins d'un dixième de seconde, le liquide se décompose en eau et oxygène selon la réaction $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$; on obtient un gaz (mélange de vapeur d'eau et d'oxygène) à près de 750 °C et à la pression de 20 atmosphères.

L'avantage de ce procédé est qu'il est beaucoup moins dangereux et plus facile à mettre au point qu'un réacteur ordinaire à combustion, dont la température est bien plus élevée. En revanche, toute la matière éjectée doit être emportée dans le réservoir. En utilisant les estimations faites au paragraphe précédent, cela signifie qu'une quarantaine de kilogrammes de peroxyde d'hydrogène assurent une quarantaine de secondes d'autonomie.

En pratique, l'homme volant portait sur son dos deux bouteilles pleines de peroxyde d'hydrogène (pur à 90 pour cent), ainsi qu'une troisième bouteille pleine d'azote sous pression dont le rôle était de pousser à un débit suffisant le peroxyde



1. DANS L'UN DES SYSTÈMES DE JETPACKS, la propulsion est assurée par la décomposition de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) en vapeur d'eau et en oxygène gazeux grâce à un catalyseur. Une bouteille d'azote sous pression permet de pousser le peroxyde vers le catalyseur et d'obtenir ainsi un débit suffisant.

d'hydrogène vers le catalyseur. Après la zone de décomposition, deux tuyères dirigées vers le bas et orientables permettaient au courageux pilote de contrôler son vol.

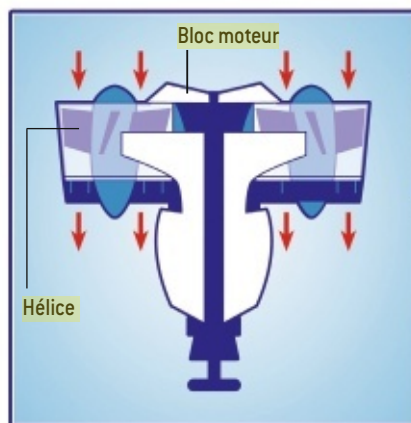
La quantité de peroxyde d'hydrogène que l'on peut embarquer étant limitée, les performances demeurent modestes : un vol de 20 secondes, à un peu plus de 55 kilomètres par heure et à une altitude maximum de 18 mètres. Toutefois, le caractère spectaculaire du vol a justifié une démonstration aux jeux Olympiques de Los Angeles en 1984.

Aujourd'hui, l'entreprise *Thunderbolt Aerosystems* assure la pérennité et la commercialisation de tels dispositifs. Son modèle TP-R2G2D est conçu pour emporter quelques kilogrammes de kérosène et le brûler en même temps que se décompose le peroxyde : cette combustion augmente la vitesse d'éjection des gaz, ce qui permet de réduire le débit et d'améliorer l'autonomie. Le constructeur californien annonce une autonomie de 75 secondes pour un parcours de plus de 1 000 mètres, à une vitesse de pointe de 120 kilomètres par heure. Notons qu'il existait un dispositif français, le *Ludion* SA-610, qui a volé au salon du Bourget en 1967 avec un propulseur différent, l'isopropyl-nitrate.

Gagner en autonomie

Que faire pour améliorer les performances des jetpacks ? Les facteurs limitants sont d'une part la masse importante de fluide à éjecter, d'autre part la puissance requise pour cette éjection. La matière qui sert à la propulsion était initialement embarquée dans des réservoirs portés par l'homme volant. Si l'on veut une quantité plus importante, il est nécessaire d'utiliser l'air ambiant. Cela signifie-t-il le retour au réacteur ?

C'est ce que pense le Suisse Yves Rossy, surnommé « Jetman » depuis qu'il vole avec des ailes de 2,40 mètres en fibre de carbone, fixées sur son dos et propulsées par quatre petits réacteurs à kérosène. En mai 2011, il a réalisé un vol spectaculaire de huit minutes à 300 kilomètres par heure au-dessus du Grand Canyon du Colorado. Le choix d'ailes aérodynamiques lui permet sans doute de bénéficier d'un



effet de portance, qui améliore la sustentation. Néanmoins, le départ du vol s'est fait à partir d'un hélicoptère à haute altitude, et l'arrêt par le déclenchement de parachutes : décollage et atterrissage sont fort délicats avec un engin qui se contrôle uniquement avec les mouvements du torse, de la tête et des bras !

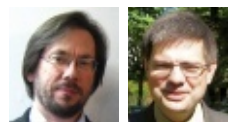
Pour explorer d'autres pistes, revenons à la physique de la propulsion à réaction : la poussée est le produit du débit massique par la vitesse du gaz éjecté, tandis que la puissance requise est le produit du débit massique par le carré de cette vitesse. Si l'on multiplie le débit massique par 10, on obtiendra la même poussée en divisant par 10 la vitesse d'éjection et la puissance. Comme le débit est plus important et la vitesse plus faible, cela signifie que la section de la tuyère d'éjection sera plus grande, dans notre cas d'un facteur 100. Le diamètre correspondant sera donc dix fois plus grand, soit une trentaine de centimètres au lieu des deux ou trois centimètres du premier jetpack.

C'est cette solution qui a été retenue pour la conception du récent *Martin Jetpack*. L'homme volant porte sur le dos deux hélices carénées qui expulsent de l'air vers le bas. Le moteur du dispositif fonctionne à l'essence et déploie une puissance de 150 kilowatts. Il soulève une charge utile de 130 kilogrammes avec une autonomie de 30 minutes, ce qui lui permet de parcourir 50 kilomètres à 100 kilomètres par heure. Présenté au public en 2008, le *Martin Jetpack* a effectué en mai 2011 à Canterbury



2. LE MARTIN JETPACK met en œuvre deux hélices carénées mues par un moteur à essence et qui expulsent de l'air vers le bas.

LES AUTEURS



Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK sont professeurs de physique à l'Université Pierre et Marie Curie, à Paris. Leur blog : <http://blog.idphys.fr>

✓ SUR LE WEB

<http://www.rocketbelts.americanrocketman.com/>

<http://www.thunderman.net/>

<http://martinjetpack.com/>

<http://www.jetlev-flyer.com/>

✓ BIBLIOGRAPHIE

K. Michaelson, *Rocketman : My Rocket-Propelled Life and High-Octane Creations*, Motorbooks, 2007.

Retrouvez les articles de J.-M. Courty et E. Kierlik sur www.pourlascience.fr