

> puissance de moteur disponible, ce qui lui permet de dépasser son concurrent.

En vélo, lorsqu'un cycliste se cale dans le sillage d'un autre pour lui «sucer la roue», la dépression située derrière ce prédecesseur réduit la surpression qu'il crée lui-même. La traînée aérodynamique en est réduite de plus de 20% pour un cycliste en position semi-couchée, y compris lorsque les vélos sont séparés de 1 mètre.

Et comme la dépression à l'arrière du cycliste de tête est réduite par la surpression créée par son successeur, la traînée qu'il subit l'est aussi. Ce gain est faible, de l'ordre de 1,5% pour 10 centimètres d'écart roue à roue, le même que procure à un cycliste une voiture qui le suit à 5 mètres. Un gain faible, mais pas sans conséquence: 1,5% de réduction de traînée à 15 mètres par seconde permet de parcourir 20 kilomètres en 10 secondes de moins!

Cet effet signifie que dans un contre-la-montre, une voiture peut avantager un coureur si elle le suit de trop près. Le choix de l'Union cycliste internationale de 10 mètres comme distance réglementaire, plutôt motivé par des raisons de sécurité, assure ainsi *a posteriori* l'équité du contre-la-montre, l'effet de la voiture sur la traînée étant négligeable à cette distance.

UNE RÉDUCTION DE LA TRAÎNÉE QUI PEUT DÉPASSER 90%

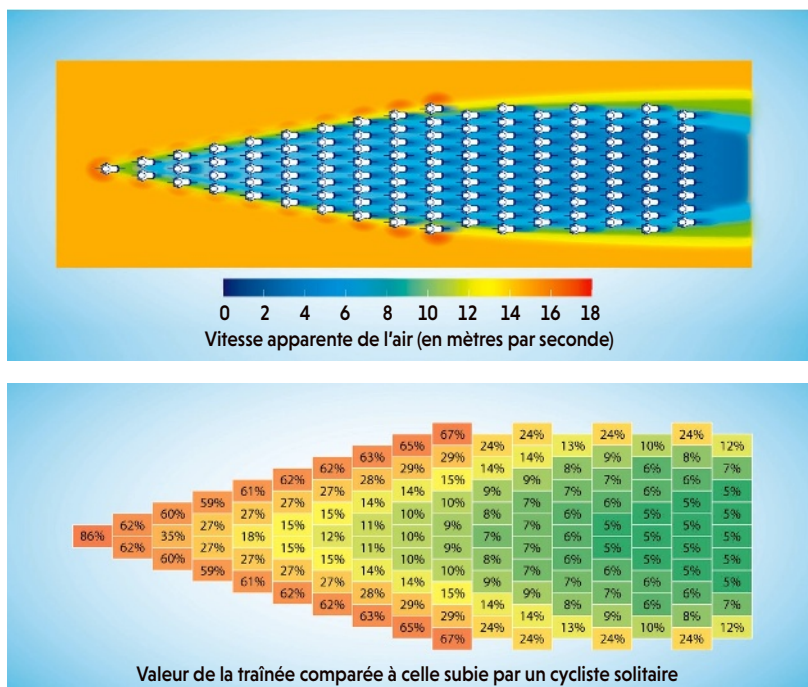
Revenons à nos cyclistes et continuons à en ajouter jusqu'à ce qu'ils soient huit, effectif typique d'un contre-la-montre par équipe. On peut remarquer qu'ils roulent en file indienne, et il y a de bonnes raisons à cela. En effet, à 0,5 mètre d'écart roue à roue entre les coureurs, on obtient des réductions de traînée encore plus élevées qu'en binôme: 37% pour le deuxième dans la file et plus de 55% à partir du quatrième. Sur l'ensemble du groupe, la traînée est ainsi réduite en moyenne de 45% par rapport à la situation où chacun court individuellement.

Seul le cycliste de tête ne bénéficie que d'une réduction marginale, ce qui explique que les coureurs se relaient dans la file pour partager plus équitablement l'effort sur la durée de la course. En tout cas, si tout le monde joue le jeu, partir en petit groupe améliore sensiblement la possibilité de mener au bout une échappée.

Nous pouvons maintenant changer d'échelle et considérer un peloton entier. C'est ce qu'ont fait en 2018 Bert Blocken et ses collègues en étudiant, par

UN CŒUR DE PELOTON TRÈS CONFORTABLE

L'équipe de Bert Blocken, aux Pays-Bas, a effectué des études en soufflerie sur modèle réduit et des simulations numériques d'un peloton composé de 121 cyclistes. Elles révèlent une réduction considérable de la vitesse apparente de l'air (figure du haut) et donc de la traînée aérodynamique (figure du bas) pour les coureurs se trouvant au cœur du peloton. Les résultats présentés ici sont relatifs à un peloton dense roulant à 15 mètres par seconde (environ 54 kilomètres par heure).



simulation numérique et en soufflerie avec un modèle réduit à l'échelle un quart, un groupe de 121 cyclistes plus ou moins dense. Les tendances précédentes sont amplifiées (voir l'encadré ci-dessus): la traînée est réduite de 14% pour le coureur en tête, de près de 40% pour les coureurs sur les côtés, et de 94% au cœur du peloton!

Il s'ensuit qu'au cœur du peloton, un cycliste a l'impression de rouler à 3,7 mètres par seconde, soit 13 kilomètres par heure, une allure de promenade familiale... Évidemment, choisir sa place dans le peloton n'est pas uniquement une question d'efforts énergétiques. Plus on est en queue, plus on est sensible aux effets d'accordéon provoqués par des accélérations en tête ou aux éventuelles chutes. C'est pourquoi les leaders du Tour préfèrent rester dans les premiers rangs, entourés de leurs équipiers: la réduction de traînée demeure très importante (80%), mais il leur est plus facile de réagir à une accélération soudaine des adversaires. ■

BIBLIOGRAPHIE

B. Blocken et al., **Aerodynamic drag in cycling pelotons: New insights by CFD simulation and wind tunnel testing**, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, vol. 179, pp. 319-337, 2018.

B. Blocken et al., **CFD simulations of the aerodynamic drag of two drafting cyclists**, *Computers & Fluids*, vol. 71, pp. 435-445, 2013.

P. D. Soden et B. A. Adeyefa, **Forces applied to a bicycle during normal cycling**, *Journal of Biomechanics*, vol. 12(7), pp. 527-541, 1979.

POUR LA SCIENCE

Édition française de Scientific American

**COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION
DÈS MAINTENANT !**



N° 514 (août 20)
réf. PL514



N° 513 (juill. 20)
réf. PL513



N° 512 (juin 20)
réf. PL512



N° 511 (mai 20)
réf. PL511



N° 510 (avril 20)
réf. PL510



N° 509 (mars 20)
réf. PL509



N° 508 (fév. 20)
réf. PL508



N° 507 (jan 20)
réf. PL507



N° 506 (déc. 19)
réf. PL506



N° 505 (nov. 19)
réf. PL505



N° 504 (oct. 19)
réf. PL504



N° 503 (sept. 19)
réf. PL503

À retourner accompagné de votre règlement à :

Next2C – Service abonnements Pour la Science – 26 BD Président Wilson CS 40032 – 67085 Strasbourg CEDEX – email : pourlascience@abopress.fr



OUI, je commande des numéros de Pour la Science, au tarif unitaire de 9,90 €.

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ 01 x 9,90 € = 9,90 €
 2^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
 3^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
 4^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
 5^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
 6^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

Offre valable jusqu'au 31/12/2020 en France Métropolitaine uniquement. Pour l'export, rendez-vous sur notre site internet boutique.pourlascience.fr. Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques. Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____

Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) _____

Signature obligatoire :



**RETROUVEZ TOUS LES ANCIENS NUMÉROS SUR
BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR**

L'AUTEUR



HERVÉ LE GUYADER
professeur émérite de biologie
évolutive à Sorbonne Université,
à Paris

L'EAU, MOTEUR DE L'ÉVOLUTION

Pas de vie sans eau, certes, mais pas d'eau sans vie et pas de Terre active sans eau... Biosphère, hydrosphère et lithosphère sont bien plus intriquées qu'on ne le pensait.

Que l'eau soit indispensable à la vie est une évidence depuis longtemps. De tous les organismes vivants connus, il n'en est pas un qui n'en contienne pas. Même les tardigrades, de minuscules animaux capables de rester plusieurs dizaines d'années en dessiccation complète, conservent 3% de leur eau. Depuis longtemps, il ne fait aucun doute que seule une planète présentant à sa surface de l'eau liquide a pu héberger une telle vie organique. En revanche, ce n'est que grâce à des travaux récents de géologues et géophysiciens que l'on a pu se convaincre de l'existence d'une interdépendance bien plus forte de l'eau, la Terre et la vie – et même de son évolution.

LA LEÇON DE MARS

Ce n'est pas tout d'avoir de l'eau, il faut la retenir. Les différentes missions sur Mars ont révélé qu'à une lointaine époque, il y a 4 milliards d'années, cet

astre était aussi une planète bleue. On y a trouvé du sable, des roches oxydées, des roches agglomérées dans le lit d'une ancienne rivière... De l'eau coulait sur Mars. Vraisemblablement, pendant plusieurs millions d'années, un océan a couvert 20% de sa surface dans l'hémisphère nord. Puis les rivières se sont taries, les mers évaporées. La température a chuté.

En fait, la Terre et Mars étaient deux planètes jumelles dont les dynamiques ont divergé rapidement. Comme la Terre, Mars a eu un cœur en fusion: on a trouvé d'anciennes roches qui ont enregistré une de ses manifestations – un puissant champ magnétique. Mais Mars était condamnée par sa petite taille – deux fois plus petite et dix fois moins massive que la Terre. Son noyau s'est vite refroidi, ce dont témoigne le fort déclin du champ magnétique enregistré dans des roches remontant à 500 millions d'années après la formation de la planète.

Privée de son champ magnétique protecteur, l'atmosphère martienne s'est évaporée dans l'espace, arrachée par le

L'eau occupe 71 % de la surface terrestre. Au total (en surface, à l'intérieur et dans l'atmosphère), la Terre compte environ 1 386 millions de kilomètres cubes d'eau.



Terre

Diamètre équatorial: 12 756 km
Distance au Soleil: environ
150 millions de km
Période de révolution: 365,26 jours