

CARTE
BLANCHEUn extraterrestre
au fond du tube
à essai

Par ALICE LEBRETON

Cinq notes jouées au synthétiseur et François Truffaut en chef d'orchestre... En 1977, dans un célèbre film de Steven Spielberg, il n'en fallait guère plus pour que la rencontre entre l'humanité et une forme de vie extraterrestre soit couronnée de succès. Par bonheur, nos visiteurs humanoïdes, doués d'intelligence, mélomanes et technologiquement avancés, y avaient eux aussi mis les moyens. Mais si d'aventure, au cours de nos pérégrinations dans le cosmos, nous venions à croiser une forme de vie totalement différente de la nôtre, saurions-nous la reconnaître? C'est l'un des questionnements fondamentaux qui guident la recherche en exobiologie, intéressée à détecter des traces de vie extraterrestre, les conditions physico-chimiques qui permettraient son apparition, et incidemment, à mieux comprendre ce qui a permis l'émergence de la vie sur Terre.

Pour aborder cette question, un prérequis était de s'entendre sur une définition de la vie, qui soit suffisamment restreinte pour exclure tout phénomène spontané comme la combustion, et suffisamment générique pour inclure des formes de vie hors de portée de notre imagination. Depuis 1994, la NASA a adopté une définition à la fois concise, précise et souple : « *La vie est un système chimique auto-entretenu capable d'évolution darwinienne.* »

Les exobiologistes s'accordent à peu près sur le fait qu'un tel système ne pourrait émerger que sur une planète rocheuse offrant de l'eau sous forme liquide, reposerait sur les six éléments-clés de la chimie organique (carbone, hydrogène, azote, oxygène, phosphore et soufre), et impliquerait une molécule support d'information, capable d'évolution, analogue à notre ADN.

Alphabet génétique étendu

Une branche de la biologie de synthèse s'est fixé pour objectif d'explorer les variations possibles autour de ce thème, afin d'en tester la robustesse et la souplesse. L'équipe de Steven Benner, en Floride, a ainsi récemment réalisé la prouesse de produire une molécule d'ADN dotée de quatre paires de bases azotées, dont les propriétés sont en tous points similaires à celles de notre ADN à deux paires de bases. Pour cette étude, toutes les synthèses ont été réalisées in vitro, mais d'autres ont pour but de créer des organismes vivants utilisant un alphabet génétique étendu. Certaines approches modifient de plus l'interprétation du code génétique lors de la traduction des ARN messagers, de sorte à incorporer d'autres acides aminés que les vingt qui composent universellement nos protéines.

Simple exercice de style, ou fantasme prométhéen? A la réflexion, ni l'un ni l'autre. Outre l'ambition de tester le champ des possibles, de multiples intérêts émergent de ces travaux. Ils engendrent par exemple de nouveaux outils applicables en laboratoire de biologie moléculaire, facilitant l'étude des interactions entre composants cellulaires, ou permettant l'activation locale et instantanée de la fonction d'une protéine par un faisceau de lumière.

En biotechnologie, les micro-organismes semi-synthétiques offrent également des perspectives prometteuses. Supposez un OGM rendu dépendant à une molécule qu'il ne peut trouver dans la nature, et dont l'alphabet génétique étendu exclurait tout transfert de gènes avec des organismes terriens. Ce super-OGM futuriste ne pourrait, en théorie, s'échapper malencontreusement du site de production ni céder par inadvertance son matériel génétique à une autre espèce. Il fournirait ainsi un rempart contre les conséquences d'accidents préoccupants, telle la contamination, en 2018, de stocks de vitamine B2 destinés à l'alimentation du bétail par l'OGM résistant aux antibiotiques qui avait servi à les produire. Modifier plus pour risquer moins, tiendrait-on bientôt la recette de l'OGM parfait? ■

Alice Lebreton

chargée de recherche à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), Institut de biologie de l'École normale supérieure

Plaidoyer pour un nouveau système
de tarification basé sur le parcours du patient

TRIBUNE - Des professionnels de santé appellent à la mobilisation des acteurs du secteur pour rompre avec les aberrations de la tarification à l'activité et se concentrer sur la santé du patient

Au pied du mur, notre système de santé est soumis à une triple transition : démographique, le vieillissement de la population s'amplifiant chaque année ; épidémiologique, les progrès de la médecine transformant certaines pathologies mortelles en maladies chroniques ; technologique, grâce aux progrès réalisés sur les diagnostics, traitements et suivi thérapeutiques. Parallèlement, la situation financière des hôpitaux se fragilise, aboutissant à un paradoxe : les opportunités offertes par les innovations technologiques semblent creuser les déficits au lieu de produire, comme dans d'autres pays, une amélioration de la qualité, de l'organisation et du coût de la prise en charge des malades.

Si la tarification à l'activité (T2A) s'avère adaptée pour le financement d'activités standardisées comme la chirurgie, les professionnels de santé se retrouvent parfois dans des situations absurdes où des innovations, pertinentes pour le patient et le système de santé au niveau global, sont financièrement pénalisantes pour ceux qui les déploient à un niveau microéconomique.

Ainsi, pour certaines indications du cancer du sein, les techniques de radiothérapie peropératoire permettent d'économiser près de trente séances de radiothérapie postchirurgie, en réalisant une seule irradiation pendant l'opération. Outre l'amélioration du confort pour le patient, cette nouvelle approche thérapeutique pourrait permettre d'engendrer des économies substantielles pour l'Assurance-maladie... Or, aujourd'hui, les établisse-

ments qui souhaitent déployer ce progrès thérapeutique se retrouvent dans une impasse budgétaire, en se privant des recettes T2A de trente séances de radiothérapie externe.

De même, la coopération entre établissements et/ou professionnels de santé, ou les efforts pour réduire les actes et prises en charge inutiles sont autant de pratiques vertueuses, développées par quelques précurseurs, mais peu ou pas valorisées dans le système actuel. Ainsi des dépenses de transport sanitaire, à l'heure où télé-médecine et consultations à distance permettraient d'en réduire la facture de façon substantielle.

Dans ce contexte, l'instauration d'une tarification au parcours pour les pathologies chroniques impliquant médecine de ville et hospitalière apparaît pertinente. A titre exploratoire, quatre (insuffisances rénales, cardiaques, respiratoires et diabète) permettraient de tester le « parcours patient ». Il s'agit de mieux coordonner les soins tout en assurant une surveillance rapprochée des patients chroniques afin d'éviter les situations aiguës, très coûteuses quand elles nécessitent une réhospitalisation. Dans ce type de parcours, le patient devient un acteur central, étroitement accompagné par la médecine de ville. Ce changement pose plusieurs défis.

Le premier concerne le patient lui-même. C'est en transmettant des informations personnelles (sommeil, nutrition, activités...) nécessaires au pilotage de son parcours qu'un suivi totalement individualisé sera possible, sans risque de rupture de soins ni,

LA TARIFICATION
AU PARCOURS POUR
LES PATHOLOGIES
CHRONIQUES
IMPLIQUANT
MÉDECINE DE VILLE
ET HOSPITALIÈRE
APPARAÎT
PERTINENTE

inversement, d'actes inutiles. Encore faut-il que le patient accepte son nouveau rôle. Un effort d'éducation thérapeutique et technologique ainsi que l'émergence d'outils numériques adaptés devraient y aider.

Le second défi concerne l'adhésion des professionnels de santé, de ville comme hospitaliers. Au-delà des outils informatiques permettant la coordination des soins se posent les questions d'implication, de reconnaissance et d'évolution des métiers et de qualité de vie au travail. La mise en place du parcours de soins, par le biais d'un réseau coordonné d'interventions, doit apporter plus de valeur ajoutée pour les praticiens. Des infirmières de coordination, dont le métier émerge, sont au cœur du dispositif, apportant confort et efficacité au patient tout en générant des économies.

Concernant le troisième défi, le financement, les pouvoirs publics doi-

vent clairement s'engager. Que couvrira le forfait au parcours et selon quelle valorisation? Un financement mixte - tarification à l'acte combinée à une rémunération forfaitaire - permettrait aux acteurs de soins de se recentrer sur la coordination, la qualité et la pertinence des soins. Il faudra néanmoins veiller à ne pas verser dans une sous-médicalisation. La mise en place d'indicateurs de qualité des soins sera ainsi une source de transparence indispensable pour l'ensemble des acteurs, patients compris.

Des expérimentations existent, financées ponctuellement au niveau local, régional ou national. Il s'agit désormais d'initier une politique globale d'accompagnement et d'investir à grande échelle pour concevoir un nouveau système à la hauteur des mutations technologiques et médicales qui bouleversent les schémas traditionnels de la médecine, marquant l'avènement d'une « smart santé ».

Il appartient aux pouvoirs publics, dans le maintien d'une cohérence globale, de permettre aux établissements et/ou régions qui le souhaitent de disposer des marges d'initiative et de liberté pour construire ensemble cette nouvelle voie. ■

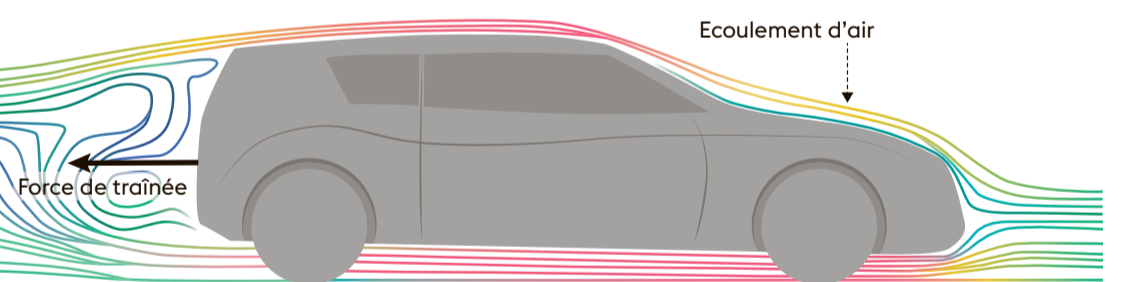
■ Anne Albert-Cromarias, enseignante-chercheuse, groupe ESC Clermont; Malik Albert, centre hospitalier Princesse-Grace; Christian Fillatreau, président du cluster TIC Santé Nouvelle Aquitaine; Pr Khaled Meflah, directeur général, centre François-Baclesse

Le supplément « Science & médecine » publie chaque semaine une tribune libre. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à sciences@lemonde.fr

DES JETS D'AIR POUR AMÉLIORER L'AÉRODYNAMIQUE

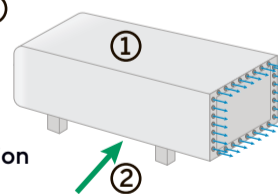
FROTTEMENT AÉRODYNAMIQUE

Tout véhicule en mouvement est soumis à une force de résistance de l'air. Elle est due à l'apparition de turbulence à l'arrière. Le sillage arrière du véhicule est responsable de 30 % de la traînée globale. Le reste étant principalement dû aux roues et au soubassement.

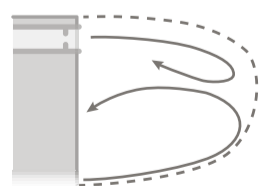


EXPÉRIENCE

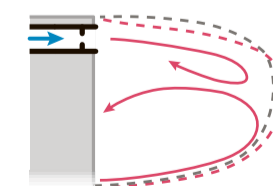
Un modèle ① de véhicule roulant à 90 km/h est simulé en soufflerie avec vent de côté ② (une boîte de 90 cm de long et 35 cm de large). De l'air est éjecté à l'arrière, ce qui augmente la pression et diminue la différence totale de celle-ci entre l'amont et l'aval, synonyme de réduction de la force de résistance.



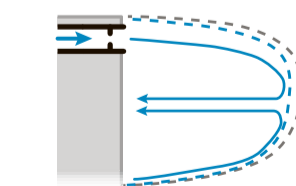
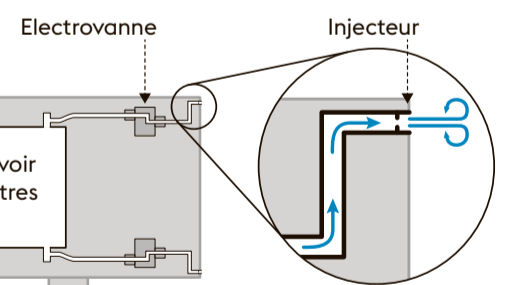
VUE DE DESSUS D'UN SEUL INJECTEUR



Sans injection, l'écoulement n'est pas symétrique et la turbulence est importante.



Avec une éjection à haute fréquence, la structure de l'écoulement est décalée, comme s'il y avait un aileron, ce qui réduit de 6 % la traînée.



L'ajout d'une modulation à basse fréquence permet la symétrie de l'écoulement, ce qui diminue la turbulence. La traînée est réduite de 7 %.

INFOGRAPHIE : PHILIPPE DA SILVA

SOURCES : PHYSICAL REVIEW FLUIDS

Réduire la résistance de l'air sur un véhicule permet de diminuer les consommations de carburant et donc les dégagements de CO₂. On estime que 10 % de moins sur la force de traînée équivaut à 3,5 g de CO₂ d'économie par

km (pour une vitesse de 90 km/h). La première méthode est d'optimiser la forme du véhicule. La deuxième est d'ajouter des petits ailerons. Une troisième est à l'essai à l'Institut Pprime de Poitiers (CNRS), soutenu par

le constructeur automobile PSA : l'éjection d'air pulsé à l'arrière. Les travaux, issus de la thèse de Ruiying Li, ont été publiés dans *Physical Review Fluids* du 19 mars. Grâce à des jets d'air à haute fréquence (500 fois par seconde) dont

l'intensité est modulée par une basse fréquence (20 Hz), la traînée a été réduite de 7 % (quand le véhicule n'est pas tout à fait face au vent). Reste à estimer le rendement complet du dispositif. ■

DAVID LAROUSSIERE