

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LE LAC PAVIN, MONDE ÉTRANGE

Profond de 92 mètres, le lac Pavin, en Auvergne, est le seul lac de France dont les eaux profondes, anaérobies, ne se mélangent pas avec les eaux de surface. En 2010, Téséphore Sime-
Ngando et ses collègues de l'Université Blaise Pascal à Clermont-Ferrand nous présentaient ce lac de cratère et les extraordinaires communautés d'archées méthanogènes qui y vivent (voir « Les bactéries du lac Pavin », *Pour la Science*, janvier 2010, http://bit.ly/PLS387_Ngando).

Dans une nouvelle étude (*The ISME Journal*, 30 mai 2012), T. Sime-
Ngando et ses collègues se sont intéressés pour la première fois aux virus qui infectent ces archées dans les 40 premiers centimètres au fond du lac, correspondant à quelque 130 ans de sédimentation. La plupart des particules virales découvertes sont de morphologie tête-queue (phages), ce qui est habituel dans les communautés benthiques (d'eau profonde) ; d'autres, de formes plus atypiques (citron, bâtonnet, filament, etc.), sont des parasites des archées que l'on connaissait jusque-là seulement dans les milieux très chauds (fumeurs noirs) ou hypersalins (lagunes salées), mais pas dans l'eau douce tempérée. Les chercheurs ont aussi trouvé de nouvelles formes, tels ces virus cubiques qui n'avaient jamais été observés dans la nature. Il faudra prendre en compte ces communautés virales : elles infectent les archées méthanogènes et, de ce fait, pourraient influencer sur la production de méthane, un puissant gaz à effet de serre.

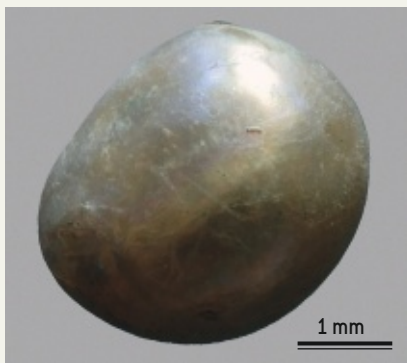
→ UN ORIENT DES PLUS ANCIENS

Le lustre et l'orient, c'est-à-dire les façons dont une perle réfléchit et diffuse la lumière, mesurent sa qualité, indiquait Christian Milet (voir « Les perles, de l'huître au bijou », *Pour la Science*, janvier 2008, http://bit.ly/PLS363_Milet). De quel orient et de quel lustre sont les très anciennes perles que Vincent Charpentier et son équipe du Laboratoire *ArScAn*, à

→ DES LACS DE MÉTHANE TROPICAUX SUR TITAN

La plus grande lune de Saturne, Titan, a des nuages, de la pluie et des lacs, mais à base de méthane et non pas d'eau. Sushil Atreya l'expliquait en 2007 et indiquait que l'on hésitait à attribuer au méthane une source biologique ou géologique (voir « Le méthane, signe de vie sur Mars et Titan », *Pour la Science*, juin 2007, http://bit.ly/PLS356_Atreya). Or Caitlin Griffith, de l'Université d'Arizona, et des collègues viennent de mettre en évidence la présence probable de lacs tropicaux sur Titan (*Nature*, 14 juin 2012). Les nuages empêchent normalement la prise d'images de la surface de Titan ; mais au sein d'étroites fenêtres spectrales dans le domaine infrarouge, l'atmosphère de cette lune est suffisamment transparente pour que le spectromètre de la sonde spatiale *Cassini* puisse cartographier la surface. Les chercheurs ont ainsi relevé une région sombre mesurant environ 60 sur 40 kilomètres, qui avait déjà été repérée en 2004. L'étude des transferts du rayonnement sur cette surface indique qu'il s'agit d'un lac de méthane liquide qui ne disparaît pas pendant la saison sèche tropicale, quand les pluies de méthane sont absentes. Les chercheurs ont aussi identifié quatre autres zones similaires, sans doute également des lacs tropicaux de méthane.

Comme les lacs d'oasis du Sahara, que l'évaporation assècherait si les aquifères ne les alimentaient, le méthane des lacs titaniens est probablement d'origine souterraine. Par ailleurs, comme les ultraviolets décomposent le méthane atmosphérique en 10 à 100 millions d'années, les calculs indiquent qu'une production constante de 0,6 gramme de méthane par mètre carré et par an est nécessaire pour expliquer la météorologie à base de méthane de Titan, et notamment ses lacs tropicaux. Cette production de méthane est-elle due à un regain d'activité géologique de Titan ? Et ce regain éventuel est-il lié au refroidissement de cette lune de Saturne et à la lente évolution de son orbite, comme des planétologues l'ont suggéré ? D'autres observations seront nécessaires pour répondre à ces questions.



Ken Walton

Alors que l'on pensait que la pêche à l'huître perlière avait commencé il y a 5000 ans au Japon, il s'avère qu'elle se pratiquait déjà 2500 ans plus tôt dans les dangereux récifs de la côte arabe du golfe Persique. La nacre des huîtres perlières était essentielle aux gens de la région : c'est à partir des grandes valves de l'espèce *Pinctada margaritifera* qu'ils façonnaient les hameçons dont ils se servaient pour capturer petits et grands poissons (des thons !). Peut-on imaginer que c'est par la recherche de cette matière première vitale pour eux qu'étaient les valves d'huîtres que les hommes néolithiques d'Oumm al Qai-waïn en sont venus à connaître les perles d'huîtres ? Si c'est le cas, l'immense industrie perlière d'aujourd'hui aurait pour origine une minuscule industrie néolithique vouée aux hameçons...

François Savatier

POINT DE VUE

Jeux Olympiques : une redéfinition inappropriée de l'athlète féminine

Seules les femmes produisant une quantité d'hormones mâles inférieure à celles enregistrées chez les hommes pourront participer aux jeux Olympiques de Londres. Au nom de quoi ?

Anaïs BOHUON

Pour les jeux Olympiques de Londres, en juillet 2012, la commission exécutive du Comité international olympique (CIO) a prévu une nouvelle réglementation. Elle a décidé de définir les conditions d'admissibilité des athlètes féminines présentant une production excessive d'hormones androgènes, en particulier de testostérone, ou hyperandrogénie. La législation sportive condamne déjà depuis plusieurs dizaines d'années le dopage aux hormones, c'est-à-dire l'utilisation d'hormones exogènes pour augmenter ses capacités physiques. Cette fois cependant, la réglementation envisagée concerne non pas le dopage aux hormones, mais la quantité d'hormones produites par le corps (hormones endogènes).

C'est l'exclusion de Caster Semenya, coureuse sud-africaine du 800 mètres, qui a suscité la prise de conscience dont sont issus les nouveaux règlements. Cette athlète a remporté la finale du 800 mètres féminin en 2009 aux championnats du monde d'athlétisme de Berlin. Elle a défrayé la chronique, non seulement à cause du rythme qu'elle impose, mais également parce que des « doutes visuels » ont été émis quant à son appartenance au genre féminin. Suite à sa victoire, la championne a subi des tests qui ont entraîné sa suspension jusqu'à ce qu'une commission d'experts statue sur son cas. Les examens pratiqués ont confirmé qu'elle était de sexe féminin, mais ont révélé une hyperandrogénie qui l'avantagerait par rapport à ses concurrentes.

Ainsi, selon l'un des premiers principes de cette nouvelle réglementation, « une personne reconnue en droit comme étant de sexe féminin devrait être habilitée à concourir dans des compétitions féminines pour autant que ses niveaux d'androgènes soient inférieurs aux valeurs enregistrées chez les hommes [...] ou, s'ils se situent dans la fourchette en question, que sa résistance aux androgènes soit telle qu'elle n'en retire aucun avantage pour la compétition. » En d'autres termes, si elle pro-

A-T-ON JAMAIS ENVISAGÉ
qu'un homme qui produirait « trop »
de testostérone soit interdit
de compétition ?

duit trop d'androgènes, ceux-ci ne doivent pas augmenter sa masse musculaire – et par conséquent ses performances – par rapport à la moyenne féminine.

Toute athlète qui ne serait pas autorisée à concourir devra être informée des conditions à remplir pour être à nouveau admissible. Celles qui ne parviendraient pas à se conformer à l'un des éléments de la procédure ou refuseraient de s'y soumettre ne seront pas admises à participer. Ce même texte précise enfin que les nouvelles dispositions visent à respecter l'esprit de la classification hommes/femmes tout en garantissant l'équité et l'intégrité des compétitions féminines.

Si ce projet entre en vigueur, les femmes présentant une hyperandrogénie auront à

corriger leur production d'androgènes en réduisant artificiellement les concentrations sanguines (par traitement aux hormones féminines ou par chirurgie, si la personne présente des testicules intra-abdominaux) pour participer aux jeux Olympiques de Londres. Autrement dit, encore au XXI^e siècle, l'activité physique et sportive des femmes ne doit pas brouiller la stricte séparation des sexes par les performances, les records et les morphologies.

Dès 1966, des tests de féminité, nommés aussi depuis quelques années « contrôles de genre », ont été imposés aux sportives afin d'empêcher les hommes de concourir chez les femmes et de calmer les soupçons quant au sexe de certaines sportives. Leur suppression, depuis les jeux Olympiques de Sydney, en 2000, a été toute symbolique, car ils restent utilisables en cas de « soupçons visuels » : la volonté de contrôler le sexe des athlètes féminines n'a pas quitté les instances dirigeantes. Et à nouveau, les sportives risquent d'être sommées aux jeux Olympiques de Londres de faire la preuve de leur « sexe » pour être inscrites aux compétitions, et c'est la production d'hormones sexuelles qui sera au centre des préoccupations.

Or la testostérone est un marqueur peu fiable. Les concentrations moyennes de testostérone dans le sang sont certes nettement différentes chez l'homme et la femme. Cependant, elles varient notablement selon les jours, la période de la vie, le statut social et, surtout, l'intensité de la pratique sportive

de chacun(e). La testostérone n'est d'ailleurs pas la « molécule de l'athlétisme ». En atteste le fait que les femmes dont les tissus musculaires sont peu sensibles à la testostérone sont actuellement surreprésentées chez les athlètes de haut niveau.

Enfin, ce nouveau règlement manque de transparence. Quels types d'expertises et de preuves sont mis en place ? Et quelles seront les concentrations d'androgènes limites à ne pas dépasser pour une femme ? En outre, a-t-on jamais envisagé qu'un homme qui produirait « trop » de testostérone, ou plus que ses concurrents, soit interdit de compétition tant qu'il n'a pas suivi un traitement visant à ramener sa production à un niveau moyen acceptable ? Dès lors, pourquoi la concentration hormonale naturelle de certaines athlètes féminines devrait-elle être artificiellement diminuée ?

Pour légitimer ces nouvelles réglementations, les dirigeants sportifs se cachent depuis longtemps derrière l'argument de la protection de la santé des athlètes féminines. Or les traitements prévus afin de réguler les concentrations hormonales des athlètes féminines peuvent avoir des conséquences néfastes pour la santé des athlètes, tels maux de tête, fatigue et nausées...

Ainsi, au-delà d'un certain seuil, la sécrétion de testostérone des organismes féminins bouscule l'ordre sexué historiquement et médicalement défini. Certes, la prise de testostérone (dopage) par les athlètes menace l'équité essentielle à la logique de la compétition. Mais les athlètes peuvent parfois produire plus de testostérone que la moyenne, et bénéficier en conséquence d'une supériorité physique ; cette « inégalité » n'est-elle pas aussi « naturelle », par exemple, que

le rythme cardiaque plus lent de bien des coureurs d'exception ou que la faible production d'acide lactique de certains nageurs ? Il existe des avantages et des inconvénients innés que le classement par sexe, taille, âge, etc., ne suffit pas à niveler. Au nom de quoi pénaliser une différence « naturelle » et pas l'autre ? Toutes ces interrogations semblent oublier que l'égalité génétique n'existe pas.

Anaïs BOHUON est maître de conférences à l'UFR STAPS de l'Université Paris-Sud 11.

A. Bohuon, *Le test de féminité dans les compétitions sportives : une histoire classée X ?*, Éditions iXe, 2012.
K. Karkazis et al., *Out of bounds ? A critique of the new policies on hyperandrogenism in elite female athletes*, *The Am. J. of Bioethics*, vol. 12, n° 7, pp. 3-16, 2012.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Barrages : ces petits qui protègent les grands

La construction de petits barrages permet de créer de multiples oasis artificielles dans les régions arides, et limite l'envasement des grands barrages en aval.

Jean ALBERGEL

Barrage des Trois-Gorges, en Chine, sur le fleuve Yangtse : 185 mètres de hauteur, 2,3 kilomètres de longueur, réservoir d'eau de 39,3 milliards de mètres cubes. Barrage d'Itaipu, entre le Brésil et le Paraguay, sur la rivière Paraná : 196 mètres de hauteur, 7,9 kilomètres de longueur, réservoir de 29 milliards de mètres cubes ; sa construction a nécessité une quantité de fer et d'acier 380 fois supérieure à celle de la tour Eiffel. L'heure serait-elle au gigantisme pour les ouvrages hydrauliques ?

En partie seulement. À côté de ces géants se développent de « petits barrages », c'est-à-dire des barrages dont la hauteur de digue est inférieure à 15 mètres, selon la classi-

fication de la Commission internationale des grands barrages. Dotés d'un réservoir de quelques dizaines de milliers à un million de mètres cubes, ils sont un élément clef de l'aménagement des cours d'eau.

Les petits barrages sont utilisés depuis l'Antiquité. Les Égyptiens en auraient construit dès le III^e millénaire avant notre ère. En Syrie, un barrage édifié sous le règne de Sethi 1^{er} (1319-1304 avant notre ère) est toujours en service ; haut de six mètres et long de 2 000 mètres, il est situé près de Homs, sur l'oued Nahr El Asi (les oueds sont des cours d'eau très irréguliers, alternant entre crues et assèchement). Nombre de ces ouvrages ont été bâtis par les civilisations mésopotamienne, chi-

noise, romaine... Plus récemment, ils se sont multipliés en Europe et dans le reste du monde, respectivement au début et dans la seconde moitié du XX^e siècle. On en compte aujourd'hui plus de 700 000.

Les petits barrages créent de multiples oasis artificielles, réparties sur le territoire et précieuses sous des climats arides ou semi-arides. Depuis les années 1970, les pays d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient se sont lancés dans de grands programmes de construction de ces barrages. En Tunisie, par exemple, plus d'un millier d'entre eux ont été réalisés dans les années 1990. Leur construction est relativement bon marché : de l'ordre de 500 000 euros, parfois moins (en comparaison, le barrage des Trois-Gorges