

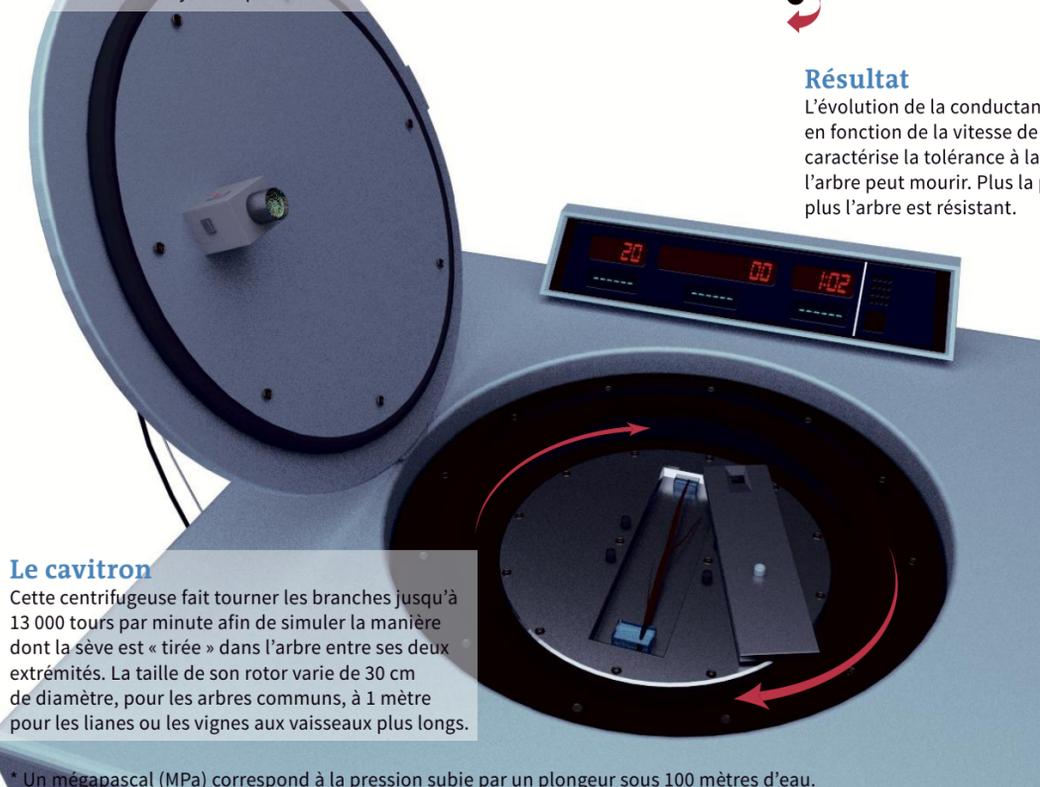
# Le cavित्रon teste la résistance des arbres à la sécheresse

L'INRA de Bordeaux s'est doté d'un modèle de cavित्रon unique au monde, le Cavित्रon ou Cavित्रop, pour estimer la tolérance au stress hydrique des arbres ou des vignes. Ces derniers peuvent mourir par embolie : des bulles d'air apparaissent dans le liquide circulant dans les vaisseaux (le xylème), bloquant la montée du précieux fluide. Ces bulles sont créées lorsque le fluide est tiré entre l'appel transpiratoire au niveau des feuilles et un sol trop sec. Hervé Cochard, de l'INRA de Clermont-Ferrand, a inventé le cavित्रon au début des années 2000 afin d'accélérer les études sur la résistance à la sécheresse. L'instrument, perfectionné par Sylvain Delzon et Régis Burette, à Bordeaux, mesure simultanément la pression au cœur du fluide et la conductance hydraulique, en moins d'une demi-heure, contre plusieurs jours avec les techniques précédentes. Des cavित्रons existent désormais dans plusieurs laboratoires en Australie, en Allemagne, aux États-Unis et en Chine. Grâce à eux, les chercheurs ont passé au crible des centaines d'espèces et ont alerté en 2012 sur les très faibles marges de manœuvre des forêts mondiales en cas de réchauffement climatique. L'équipe de Bordeaux envisage de proposer aux pépiniéristes des échelles indiquant la plus ou moins grande tolérance à la sécheresse de leurs plantes. ■

DAVID LAROUSSE

## Double pression

La rotation de la branche crée au centre une pression négative « tirant » sur le fluide. Aux extrémités, deux récipients de volumes d'eau différents induisent un gradient de pression hydraulique maintenant la circulation du fluide. Une caméra repère la vitesse de déplacement du niveau d'eau, proportionnelle à la conductance hydraulique de la branche.

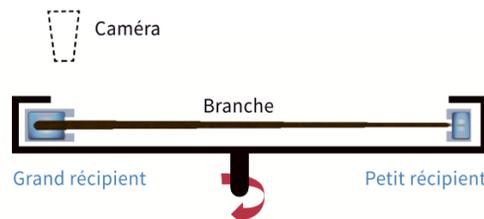


## Le cavित्रon

Cette centrifugeuse fait tourner les branches jusqu'à 13 000 tours par minute afin de simuler la manière dont la sève est « tirée » dans l'arbre entre ses deux extrémités. La taille de son rotor varie de 30 cm de diamètre, pour les arbres communs, à 1 mètre pour les lianes ou les vignes aux vaisseaux plus longs.

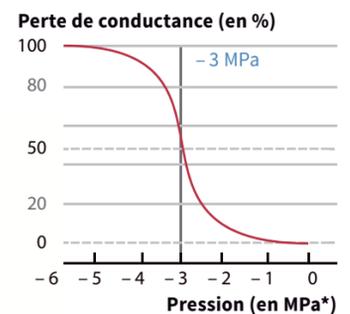
\* Un mégapascal (MPa) correspond à la pression subie par un plongeur sous 100 mètres d'eau.

INFOGRAPHIE : JACQUES LOURADOUR



## Résultat

L'évolution de la conductance hydraulique en fonction de la vitesse de rotation (équivalente à une pression négative) caractérise la tolérance à la sécheresse. Lorsqu'elle chute de moitié, l'arbre peut mourir. Plus la pression à laquelle cela se passe est grande, plus l'arbre est résistant.



Le conifère australien *Callitris tuberculata* détient le record : - 19 MPa

Le chêne vert (*Quercus ilex*) : - 7 MPa

Le pin maritime (*Pinus pinaster*) : - 3,78 MPa



SOURCES : SYLVAIN DELZON, RÉGIS BURLETT

Pour le physicien cellulaire Daniel Riveline, l'originalité de la formation et de la recherche dans l'Hexagone permet l'émergence de nombreuses idées nouvelles à l'interface entre la physique et la biologie

## Entre physiciens et biologistes, un dialogue à la française

| TRIBUNE |

On peut espérer de grandes richesses d'un dialogue approfondi entre les physiciens et les biologistes. Et la science que ce dialogue construit devra beaucoup à la recherche à la française. Le rapprochement entre physiciens et biologistes ne va pas de soi. Les physiciens cherchent des lois reliant mathématiquement des phénomènes de la nature – comme celle de Snell-Descartes expliquant comment un rayon de lumière change de direction en pénétrant dans un milieu différent, par exemple en passant de l'air à l'eau. Les physiciens d'aujourd'hui continuent et approfondissent ce type d'approche par l'expérience et le calcul.

Les biologistes, quant à eux, cherchent des critères qui permettent d'identifier les briques élémentaires du vivant, par exemple les expressions de gènes permettant de définir les identités des cellules. Pour le dire en termes schématiques, dans une équation donnée, les biologistes s'intéresseront à l'identité des inconnues  $x$  ou  $y$ , alors que les physiciens chercheront à résoudre l'équation quelle que soit l'identité des inconnues  $x$  ou  $y$ . Deux approches scientifiques aux logiques distinctes et également rigoureuses, mais apparemment inconciliables.

Biologistes et physiciens partagent pourtant aujourd'hui un même rêve : comprendre une unité de fonctionnement du vivant, malgré les difficultés formelles en physico-chimie pour appréhender un système aussi complexe et divers que la cellule vivante. Ambition claire qui mêle équations différentielles, gels d'électrophorèse, culture cellulaire, montages expérimentaux exigeants, où chaque pièce mécanique ou optique et chaque vis compte.

Comment construire une génération de chercheurs qui auront l'envie et les compétences pour naviguer entre ces savoirs variés, qui requièrent un apprentissage long et difficile ? Dans la plupart des universités, dans le monde entier, les formations en physique et en biologie sont généralement séparées. Ce cloisonnement est certes nécessaire pour former d'authentiques spécialistes et des chercheurs créatifs dans chaque discipline, mais on ne peut s'en contenter.

En France, l'esprit du siècle des Lumières a insufflé à l'enseignement scientifique une forme d'idéal encyclopédique dont les étu-

dians héritent encore aujourd'hui dans leur cursus scolaire et universitaire, et qui compense le cloisonnement des spécialités. Les étudiants apprennent patiemment les méthodes de biologie moléculaire, de biologie cellulaire et biologie du développement, tout en s'exposant aux formalismes rigoureux et difficiles de la physique statistique et de la chimie.

Faut-il voir derrière cet idéal du savant complet une aspiration irréaliste et vaine ? Certainement pas. Un tel savant utilise son savoir non pas comme une arme pour faire taire, mais comme une source d'étonnement et de remise en cause à propos. Comme l'écri-

**« Ces chercheurs partagent un même rêve : comprendre une unité de fonctionnement du vivant, malgré les difficultés formelles pour appréhender un système aussi complexe que la cellule »**

vit Victor Hugo, dans *L'Art et la science*, « la science va sans cesse se raturant elle-même. Ratures fécondes ». Les ratures de la science sont d'autant plus fécondes qu'elles sont faites par un savant curieux et ouvert, en mesure d'identifier avec clairvoyance ce qui est susceptible d'être raturé.

Chercheur aux interfaces et responsable d'un master de physique du vivant, j'ai rencontré des spécialistes de la physique des mousses ou des gels qui regardent avec leur formalisme physique les cellules d'embryons en développement ; ils ont contribué à comprendre de manière inédite comment les tissus biologiques changent de forme. A terme, leur recherche permettra de comprendre et de maîtriser potentiellement les transformations des tissus dans des processus cancé-

reux qui montrent les mêmes phénomènes.

J'ai aussi rencontré des chercheurs qui comprenaient la complexité des réseaux génétiques à la lumière de leurs connaissances des circuits en électronique et des réseaux en mathématiques : leurs raisonnements leur permettaient de penser autrement la différenciation cellulaire, étape clé en biologie, ou encore la contribution des fluctuations sur le devenir des cellules et des organes. Ces deux exemples de travaux ont vu le jour à la suite d'interactions intenses entre chercheurs en biologie et en physique, qui gardaient les uns et les autres leurs formations d'origine, mais s'efforçaient d'identifier leur méconnaissance de l'autre domaine et de ses enjeux pour tenter de traduire dans de nouvelles catégories leurs intuitions premières. Il est prévisible que ces découvertes en recherche fondamentale ouvriront des voies nouvelles pour la recherche médicale.

C'est grâce à cette originalité de la formation et de la recherche à la française que de nombreuses idées nouvelles à l'interface entre la physique et la biologie ont émergé. D'autres cultures scientifiques ont aussi beaucoup apporté à ces découvertes et à d'autres dans ce domaine interdisciplinaire, mais de manière différente. Pourtant, l'apport de cette originalité de la recherche française n'est pas reconnu à sa juste valeur. Des chercheurs français sont accueillis régulièrement avec enthousiasme dans des centres à l'étranger qui leur offrent des conditions exceptionnelles de travail, à Princeton et à Boston aux États-Unis, à Singapour, à Tokyo, à l'Institut Weizmann en Israël, dans de nombreux Instituts Max-Planck en Allemagne, pour ne citer que quelques exemples de centres bien visibles.

A l'issue de ces séjours, les résultats de leur recherche sont diffusés, mais la spécificité française de leur contribution est souvent effacée au profit des laboratoires d'accueil. C'est dommage. Dommage pour les chercheurs impliqués, dommage aussi pour la société française qui a investi temps et argent pour permettre l'émergence de ces talents. Il est urgent d'en faire état et de susciter cette fierté dans la communauté scientifique et dans la société françaises. Sans quoi, cet enthousiasme risque de s'étioler pour laisser la place à une science normative et cloisonnée, tendue surtout vers une course aux publications à la mode. ■

Daniel Riveline, directeur de recherche au CNRS, université de Strasbourg.

Le supplément « Science & médecine » publie chaque semaine une tribune libre ouverte au monde de la recherche. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à [sciences@lemonde.fr](mailto:sciences@lemonde.fr)

PARTEZ À LA DÉCOUVERTE DES MERVEILLES DE L'UNIVERS...

**LE GRAND ATLAS DE L'ASTRONOMIE**  
Le Monde

272 pages - 39,00 euros - Préface de Hubert REEVES  
Des images satellites de la NASA, 88 constellations, la liste des observatoires de France...

**EN LIBRAIRIE**

EDITIONS ATLAS | Glénat  
[www.glenat.com](http://www.glenat.com)