

vascularisation

une recherche à l'intersection entre design, chirurgie expérimentale et physique nucléaire

Emile De Visscher – 18 décembre 2024

• alchimie • arbres électriques • bio-inspiré • chirurgie • chirurgie expérimentale • design pour le vivant • fulgurites • nouveaux matériaux
• physique des particules • recherche par la pratique • recherche par le design

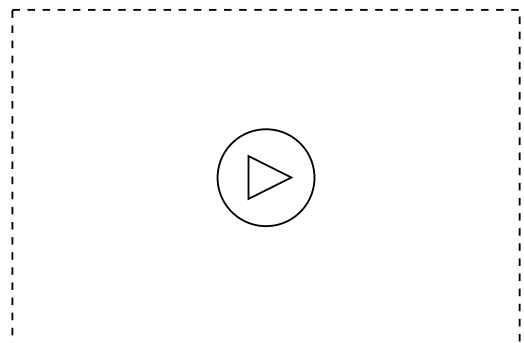
Récemment, un changement de paradigme dans la science et l'ingénierie des matériaux s'est produit. L'accent traditionnel mis sur la résistance, la durabilité ou encore la stabilité génère des objets difficiles à recycler et est donc directement lié à la crise écologique actuelle. De ce fait, le design, l'ingénierie et l'architecture s'intéressent désormais aux capacités évolutives, auto-guérisseuses, multifonctionnelles et actives des matériaux, à l'instar du vivant. Or, dans les organismes vivants, ces mécanismes sont souvent guidés et orchestrés par des typologies dendritiques ou vasculaires, qui soutiennent les fonctions métaboliques, basées sur la circulation des fluides, et l'optimisation des échanges avec l'environnement.

Le projet présenté est le fruit d'une collaboration entre designers, biologistes et chercheurs en chirurgie, pour comprendre le fonctionnement des structures vasculaires dans les organes et trouver de nouvelles techniques de fabrication dendritiques. Du côté de la médecine, l'intérêt de cette recherche porte sur les Matrices Extra-Cellulaires (ECM), l'architecture de nos organes dans laquelle les cellules peuvent opérer. La fabrication efficace de ces ECM est un enjeu majeur de la recherche en chirurgie, afin de pallier le manque de dons d'organes.

Inspiré par les fulgurites, ces structures de verre générées par la décharge d'un éclair dans le sable, nous avons réussi à utiliser les électrons afin de creuser des tunnels dans des matières, à des échelles de l'ordre du micromètre. Pour ce faire, l'usage d'un accélérateur d'électrons était nécessaire, que nous avons pu utiliser à l'École Polytechnique à Palaiseau à différentes reprises. Le principe est simple : il s'agit d'exposer un bloc de matière en PMMA (transparent, aussi appelé plexiglass) ou PLA (bioplastique, de couleur vert-jaune) à un faisceau d'électrons, qui sont capturés dans sa structure, puis de leur donner une voie de sortie par un choc avec un clou connecté au réseau terrestre. Instantanément, l'ensemble des électrons s'échappent en fabriquant des réseaux vasculaires dont les parcours sont optimisés par le procédé lui-même. Ce projet, autant recherche d'expression de la matière que développement de potentielles applications, questionne le rôle du designer en tant que lien entre savoirs, technologies et discours de disciplines habituellement considérées étrangères.

Cette contribution a été publiée sur www.able-journal.org
au format video.able :

www.able-journal.org/fr/vascularisation





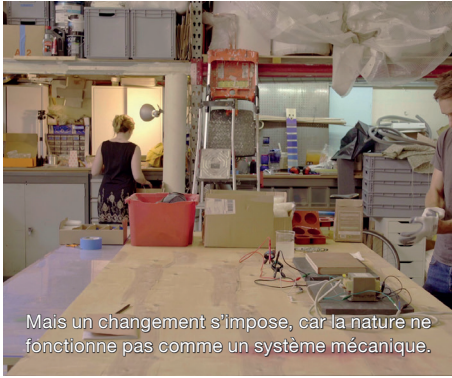
Comment *designer* pour le vivant ?



Un grand nombre de designers ne veulent plus contribuer à la pollution industrielle.



Ils s'orientent vers la biologie pour créer des matériaux, au lieu de les extraire du sol.



Mais un changement s'impose, car la nature ne fonctionne pas comme un système mécanique.



Au lieu d'utiliser des matériaux stables, des géométries simples et des procédés énergivores,



les designers doivent faire avec des matériaux actifs, des géométries complexes et des phénomènes efficaces d'auto-génération.



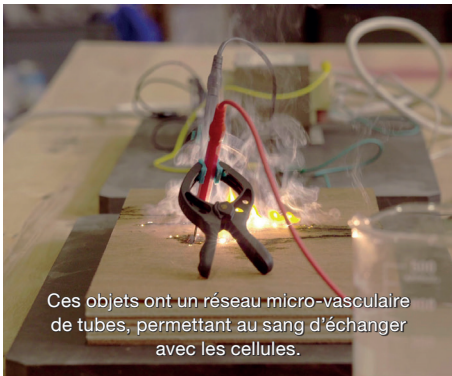
Le projet a débuté par la collaboration avec des chirurgiens, sans doute les plus impliqués



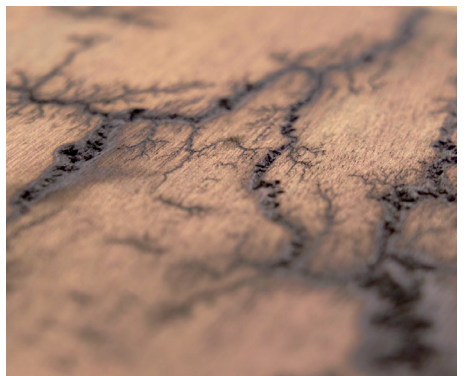
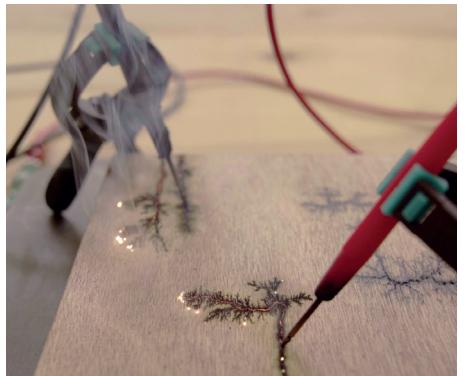
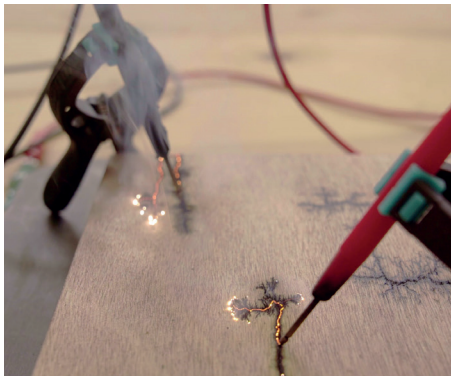
dans la préservation de la vie. Ils cherchaient comment fabriquer efficacement



dés matrices extracellulaires, l'architecture des organes, pour pallier le manque de dons.

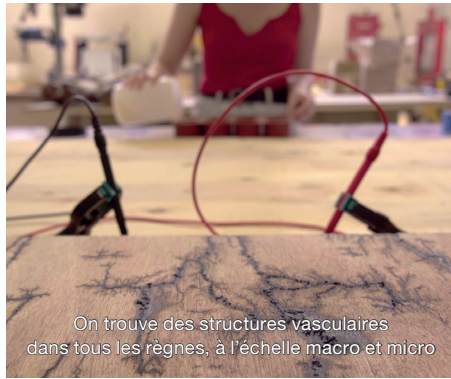


Ces objets ont un réseau micro-vasculaire de tubes, permettant au sang d'échanger avec les cellules.





Comment concevoir pour les cellules, plutôt que pour les humains ?



On trouve des structures vasculaires dans tous les règnes, à l'échelle macro et micro



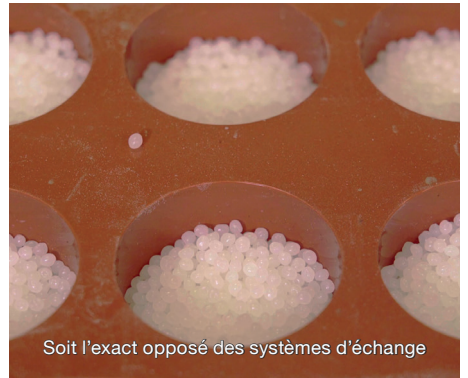
C'est l'une des géométries typiques de la nature,



un système de diffusion optimisant les contacts de surface et les échanges de liquide.



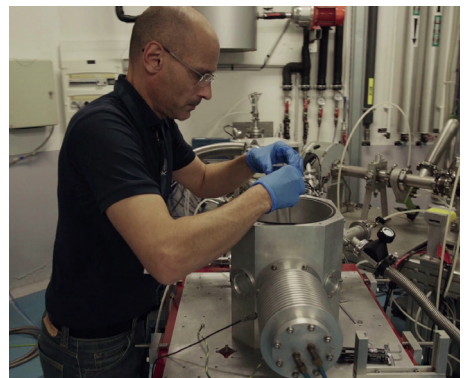
C'est une géométrie complexe, mais faite de matériaux simples.

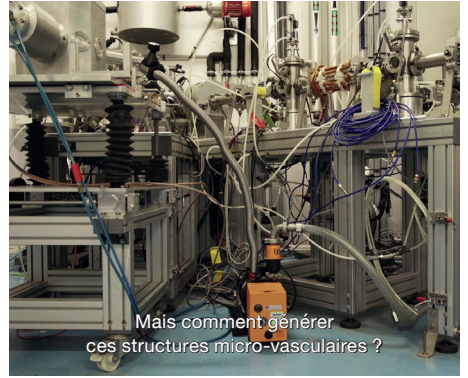
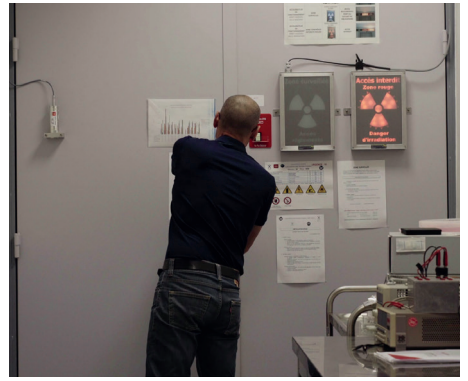


Soit l'exact opposé des systèmes d'échange

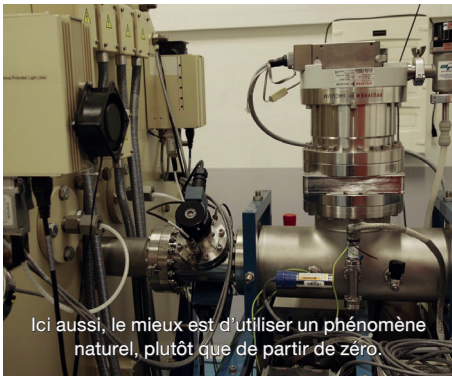


que l'on trouve par exemple dans les batteries lithium-ion.

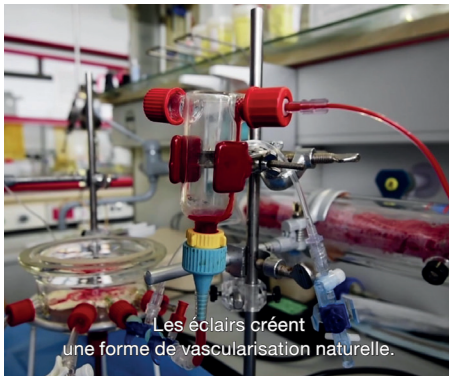




Mais comment générer ces structures micro-vasculaires ?



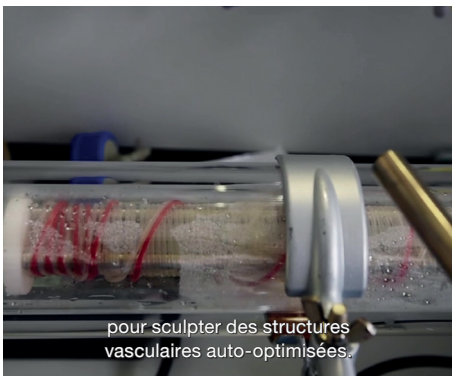
Ici aussi, le mieux est d'utiliser un phénomène naturel, plutôt que de partir de zéro.



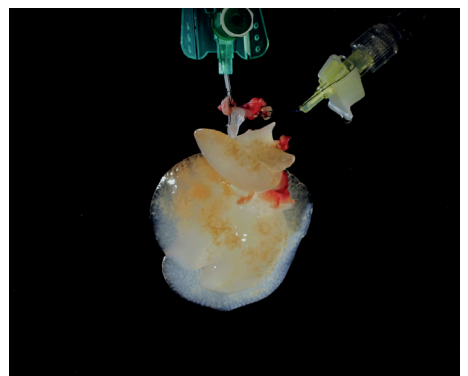
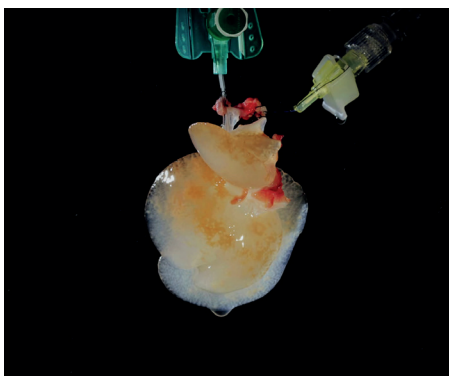
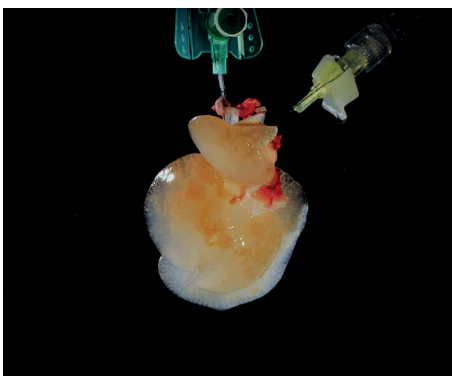
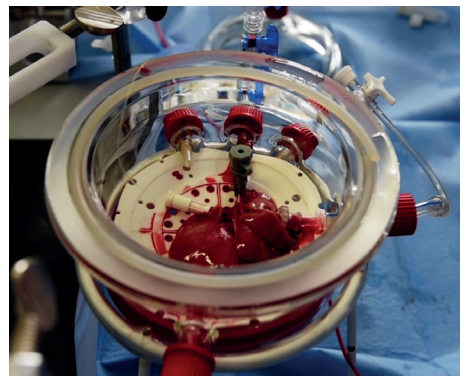
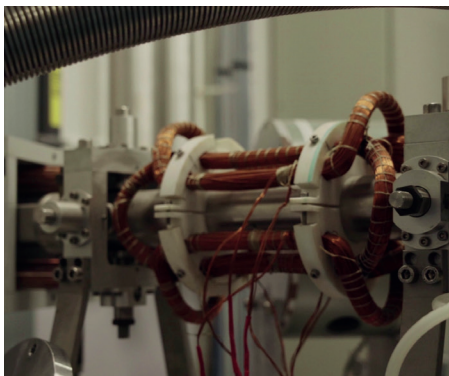
Les éclairs créent une forme de vascularisation naturelle.

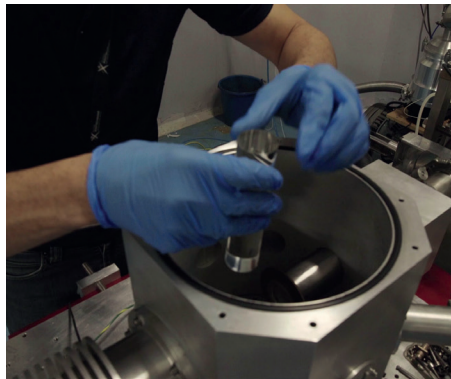
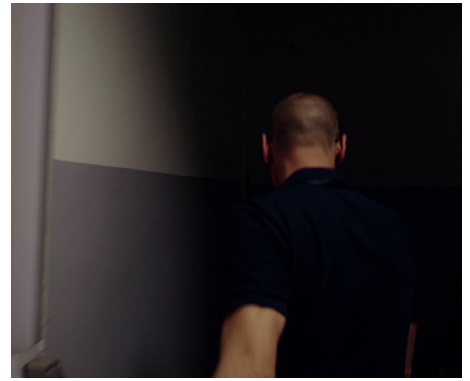
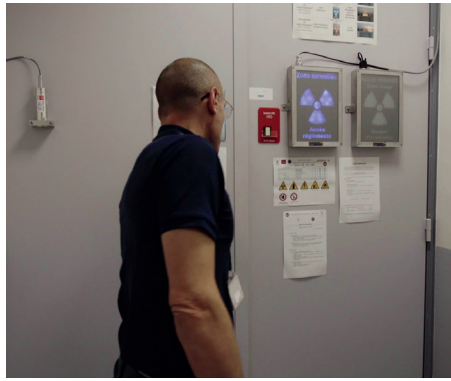
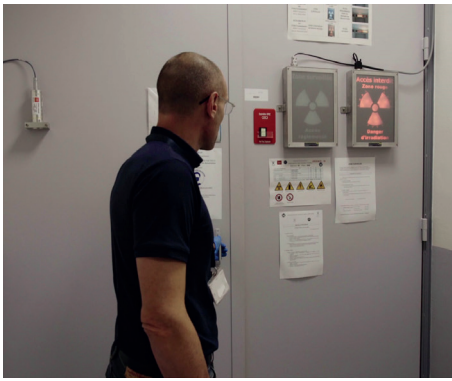


Nous avons cherché à reproduire des micro-éclairs dans des biomatériaux



pour sculpter des structures vasculaires auto-optimisées.





- Irradier ici et donner le coup là ou irradier là et donner le coup ici.



- Si on fait ça, il y aura un très beau démarrage avec des branches sur tous les côtés



Un phénomène naturel est ainsi utilisé pour produire une architecture

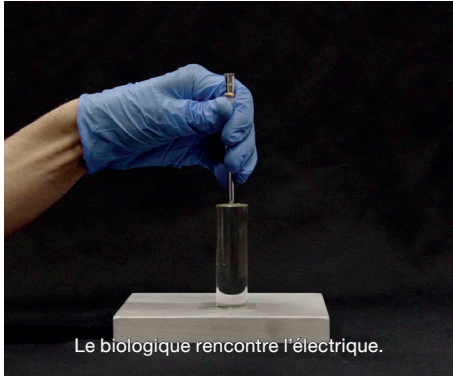
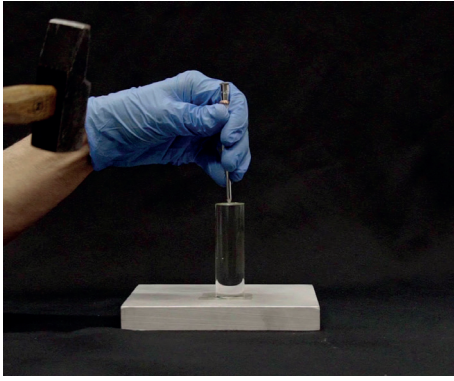
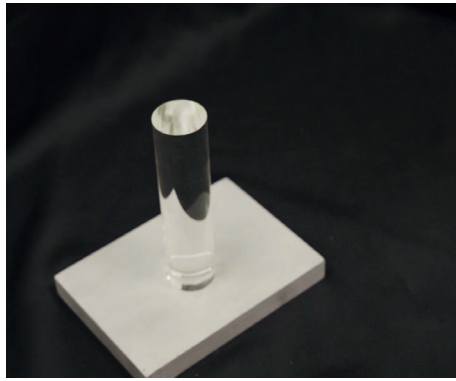
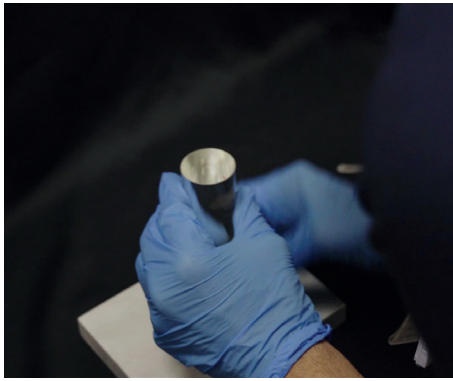


servant de base à un autre phénomène naturel.

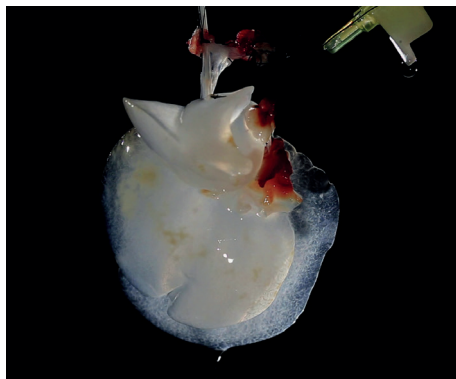
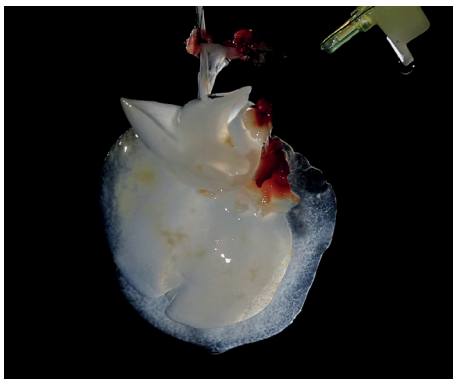
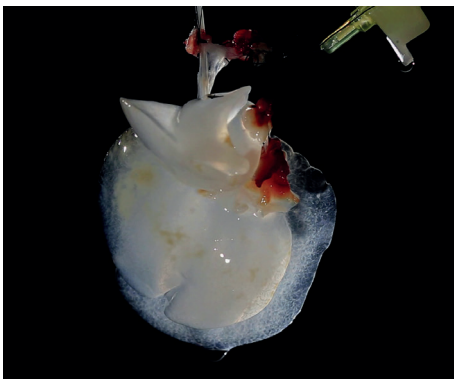
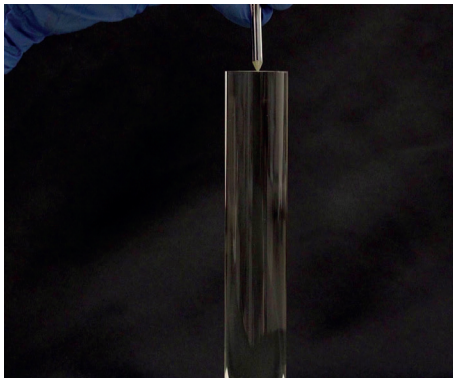
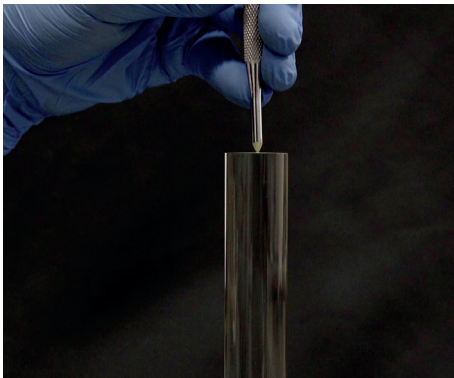
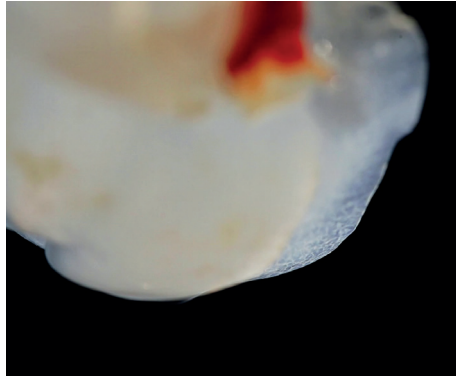
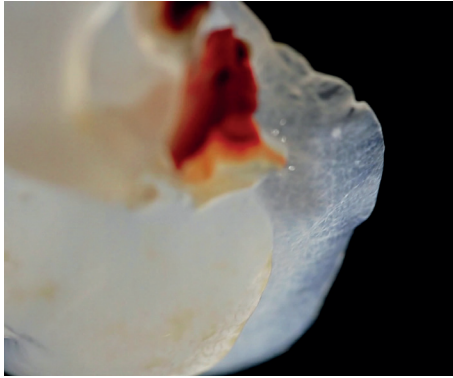
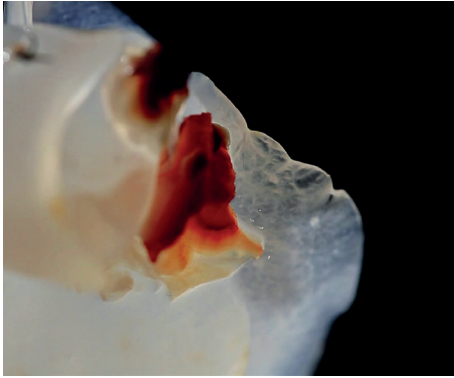
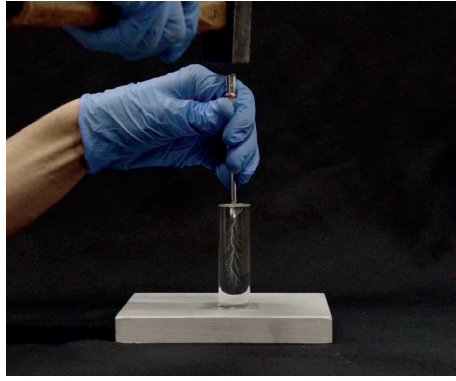


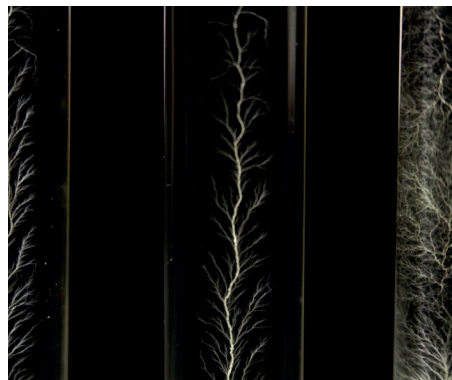
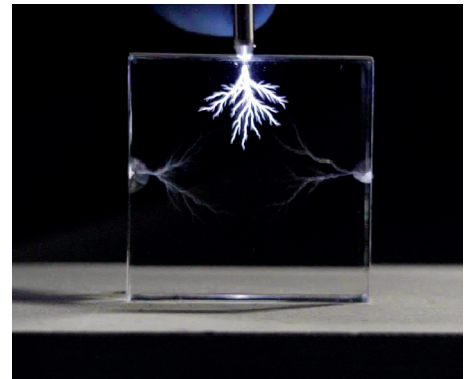
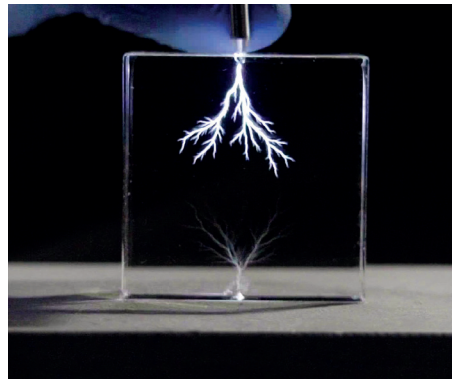
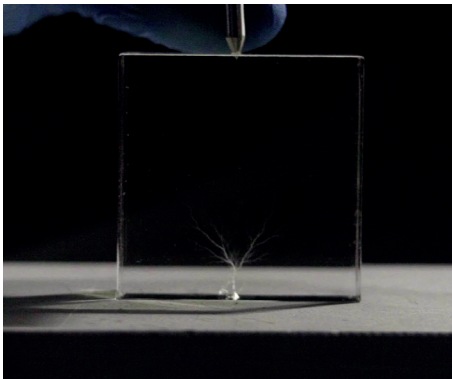
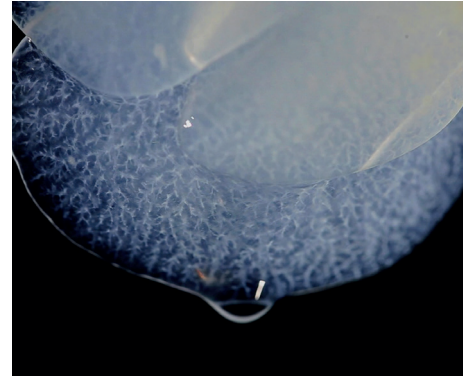
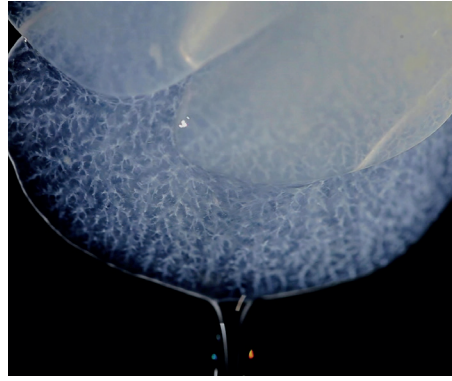
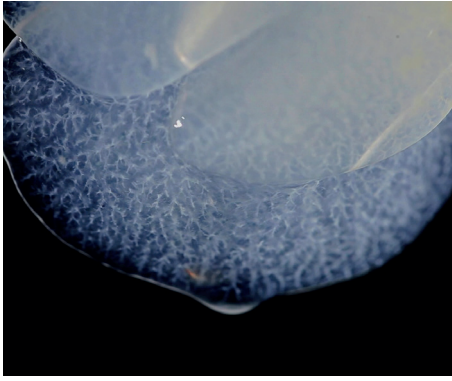
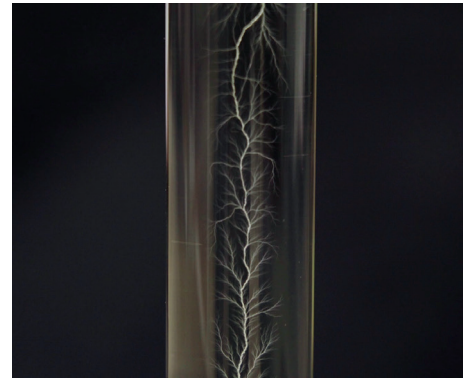
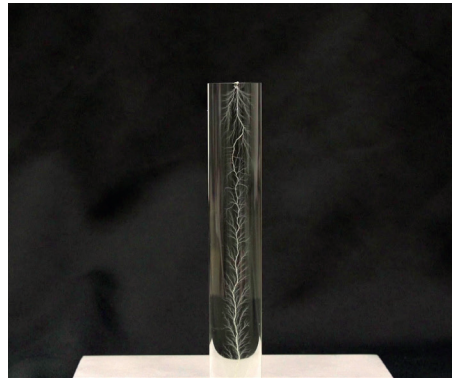
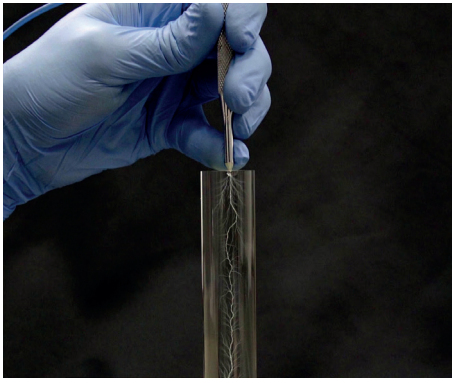


Ainsi, un orage est utilisé pour créer les conditions nécessaires à la prolifération de cellules vivantes.



Le biologique rencontre l'électrique.





crédits

auteur : Emile De Visscher (PhD), Chaire de professeur junior (CPJ) à l'ENS Paris-Saclay, Université Paris-Saclay / auparavant chercheur associé au sein du Cluster of Excellence »Matters of Activity. Image Space Material«, Humboldt Universität, Berlin / EA SACRe, École nationale supérieure des Arts Décoratifs, Université PSL, Paris

collaborateur.ices :

Prof. Dr. Igor Sauer, Directeur du Experimental Surgery Lab, Charité – Universitätsmedizin Berlin.

Prof. Dr. Marie Weinhart, Directrice du Weinhart Research Lab, Freie Universität, Berlin.

support scientifique :

Antonino Alessi, Romain Grasset et Olivier Cavani, Laboratoire des Solides Irradiés, École polytechnique, Palaiseau.

Marcus Lindner, groupe de recherche Weinhart Group, Freie Universität, Berlin.

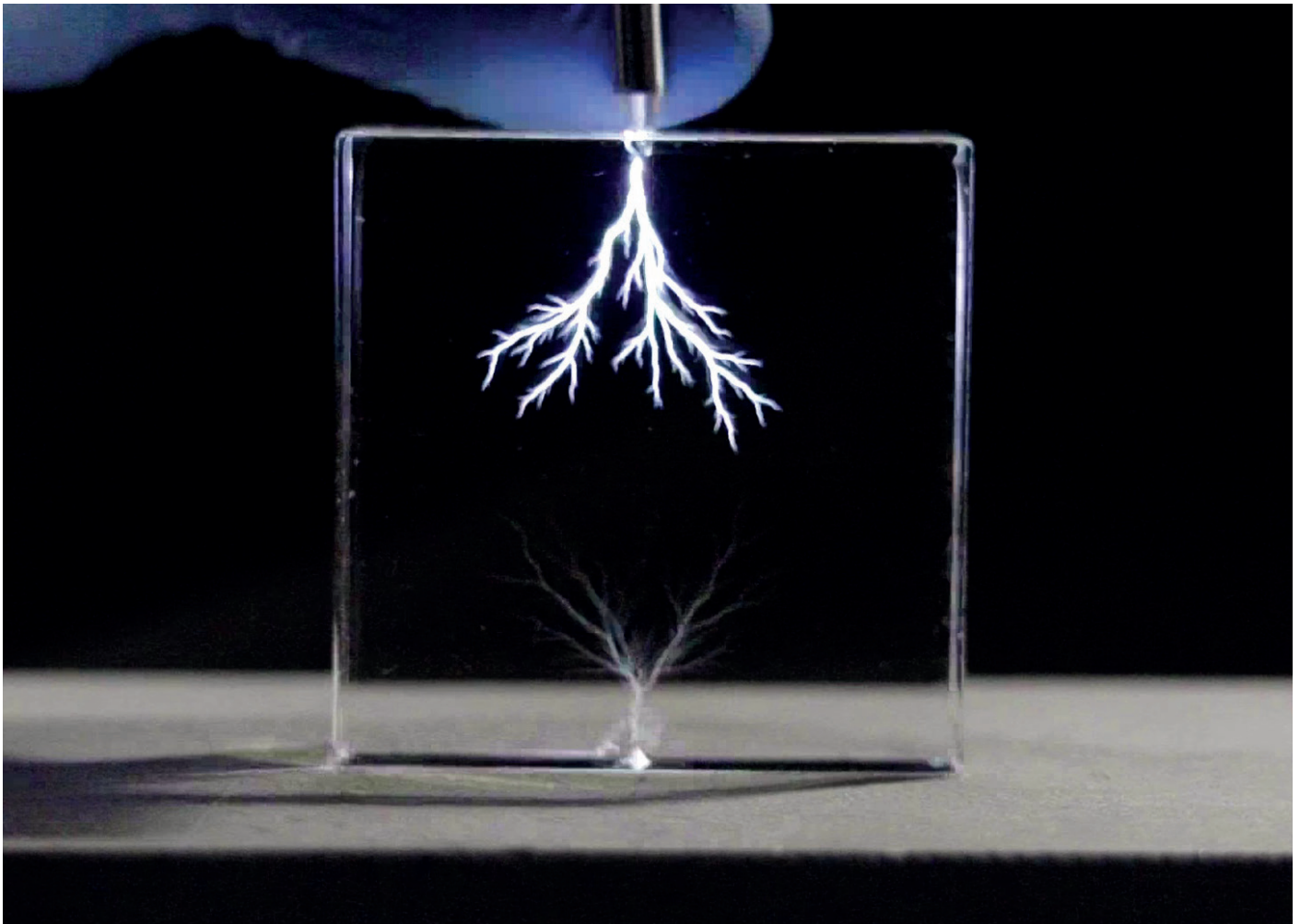
Elisa Seban et Clara Martini, Laboratoire d'Emile De Visscher, La Courneuve.

captation, réalisation et montage : Boris De Visscher

production : CineCeviche, Bruxelles, Belgique

voix off : Sophie Cazimi

remerciements : nous remercions le French EMIR&A Network pour la mise à disposition du faisceau d'irradiation, ainsi que le soutien du Cluster of Excellence »Matters of Activity. Image Space Material« financé par la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, Fondation Allemande de Recherche) dans le cadre de la Germany's Excellence Strategy – EXC 2025 – 390648296.



à propos de l'auteur

Emile De Visscher (PhD) est ingénieur et docteur en design. Il fait sa thèse au sein de l'Université PSL (SACRe – PSL à l'EnsAD, Paris) et un post-doctorat au sein du Cluster of Excellence « Matters of Activity. Image Space Material » de l'Université Humboldt à Berlin. Il est aujourd'hui Professeur Junior à l'ENS Paris-Saclay et titulaire de la chaire « Design pour les transitions écologiques » au Centre de Recherche en Design (CRD). Son travail se concentre sur l'invention de nouveaux matériaux et outils de production, pour questionner nos futurs écologiques, politiques et sociétaux.

<https://edevisscher.com>

<https://matters-of-activity.de/en>

<https://crd.ens-paris-saclay.ensci.com>

<http://design.ens-paris-saclay.fr>

droits et références

droits et références

iconographiques

Voir la section « crédits »

références et bibliographie

ENJEUX SCIENTIFIQUES ET CONCEPTUELS DU PROJET

De Visscher, Emile. 2024. "Biocompatible radiations – Designing for the living." In *Toward a New Culture of the Material*. Edité par Frank Bauer, Yoonha Kim, Sabine Marienberg et Wolfgang Schäffner. Berlin : De Gruyter, <https://doi.org/10.1515/9783110714883>

ARTICLES SCIENTIFIQUES

Eder, Michaela, Amini Sharhouz et Peter Fratzl. 2018. « Biological composites-complex structures for functional diversity. » *Science* 362 (6414) : 543–547.

Elomaa, Laura et al. 2020. « Development of GelMA/PCL and dECM/PCL resins for 3D printing of acellular in vitro tissue scaffolds by stereolithography. » *Materials Science & Engineering C, Materials for Biological Applications* 112 : p. 110958.

Everwien, Hannah et al. 2020. « Engineering an endothelialized, endocrine Neo-Pancreas: Evaluation of islet functionality in an ex vivo model. » *Acta Biomaterialia* 117 : pp. 213–225.

Huang, Jen-Huang et al. 2009. « Rapid Fabrication of Bio-inspired 3D Microfluidic Vascular Networks. » *Advanced Materials* 21 : pp. 3567–3571.

Zheng, Hualong, George Chen et Simon Rowland. 2019. « The influence of AC and DC voltages on electrical treeing in low density polyethylene. » *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 114, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.105386>.

AUTRES RÉFÉRENCES IMPORTANTES

Barad, Karen. 2017. « No Small Matter: Mushroom Clouds, Ecologies of Nothingness, and Strange Topologies of SpaceTimeMattering. » In *Arts of Living on a Damaged Planet*. Edité par Anna Tsing et al, G103-G120. Minneapolis : University of Minnesota Press.

Von Bush, Otto. 2022. *Making Trouble. Design and Material Activism*. Camden : Bloomsbury.

pour citer cet article

De Visscher, Emile. 2024. « Vascularisation : une recherche à l'intersection entre design, chirurgie expérimentale et physique nucléaire ». *Revue .able* : <https://able-journal.org/fr/vascularisation>

MLA FR De Visscher, Emile. « Vascularisation : une recherche à l'intersection entre design, chirurgie expérimentale et physique nucléaire ». *Revue .able*, 2024. <https://able-journal.org/fr/vascularisation>

ISO 690 FR DE VISSCHER, Emile. Vascularisation : une recherche à l'intersection entre design, chirurgie expérimentale et physique nucléaire ». *Revue .able .able* [en ligne]. 2024. Disponible sur : <https://able-journal.org/fr/vascularisation>

APA FR De Visscher, E. (2024). Vascularisation : une recherche à l'intersection entre design, chirurgie expérimentale et physique nucléaire ». *Revue .able*. <https://able-journal.org/fr/vascularisation>

DOI FR <https://doi.org/10.69564/able.fr.24024.vascularization>