

Les Myxomycètes

ne manquent pas de relief

UNE PROPOSITION D'EXPOSITION À
NE PAS MANQUER POUR VOTRE MUSÉE !!



Exposition Arts & Sciences exceptionnelle !

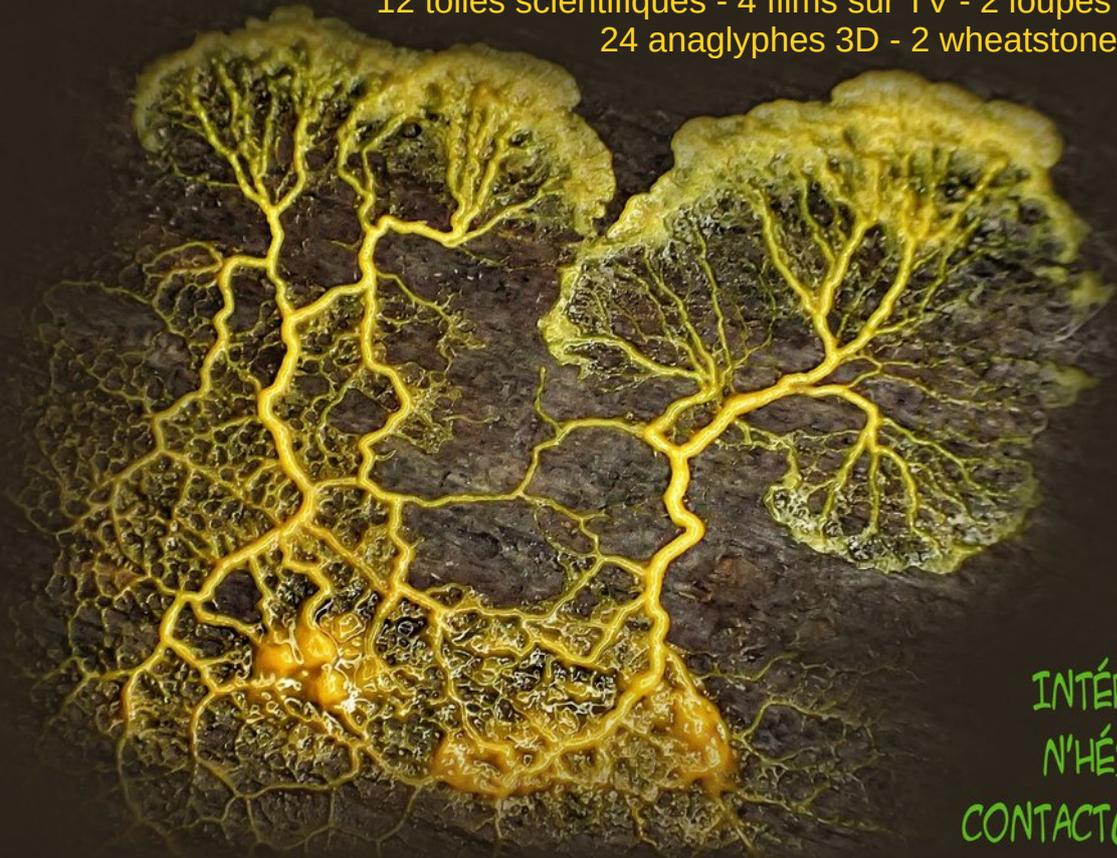
Les myxomycètes, vous connaissez ? Ils sont partout, se déplacent, se nourrissent, se métamorphosent avec une discrétion qui n'a d'égale que le formidable défi qu'ils lancent à la science. Ni animal ! Ni végétal ! Ni champignon ! Ils n'ont pas fini de nous surprendre...

De dimensions millimétriques, les fructifications de ces organismes forment de merveilleux petits paysages que seule une observation au stéréomicroscope révèle pleinement. Lorsqu'il s'est attelé à la mise en valeur de la collection d'exsiccata de myxomycètes constituée par la mycologue neuchâteloise Janna Oppel et conservée à l'Université de Neuchâtel, le microbiologiste Bernard Jenni a opté pour des macrophotographies permettant une vision en relief des spécimens, un choix inédit pour une telle documentation. Ce travail, publié dans le Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles en 2021, est également accessible, avec galeries interactives, sur le site microbiolvideos.ch.

Convaincu de la qualité artistique de ces images, Didier Chatellard, Président du Club Stéréoscopique des Montagnes Neuchâteloises (csmn.ch) et enseignant au Lycée Blaise-Cendrars, a entrepris la réalisation de cette exposition hors normes, où sont présentées, en format XXL, des photographies anaglyphes d'exsiccata.

Plusieurs vidéos et textes expliquent la biologie de ces organismes et les méthodes photographiques mises en œuvre. S'y ajoutent les superbes prises de vue de myxomycètes «frais» de la myxomycétologue Anne-Marie Rantet-Poux, dont on peut également découvrir l'excellent livre [Les Blobs-trotteurs](#).

12 toiles scientifiques - 4 films sur TV - 2 loupes numériques
24 anaglyphes 3D - 2 wheatstones géants 3D



INTÉRESSÉ(E) ?
N'HÉSITÉZ PAS !
CONTACT@CSMN.CH

Naissance de cette exposition : qui, quoi, comment, pourquoi ?

Cette exposition est née de la rencontre entre deux mondes, la myxomycétologie d'une part et la stéréoscopie (photographie 3D) d'autre part. Son aboutissement fait suite à 4 années de travaux, dont voici l'histoire.



Au départ, une belle endormie, la collection d'exsiccata de myxomycètes de la mycologue neuchâteloise Janna Oppel. C'est Yves Delamadeleine (président de la Société de mycologie de Neuchâtel et environs), qui va la réveiller. Il commence par réorganiser les échantillons, puis il en établit l'inventaire. À l'issue de ce travail, en juin 2018, il dépose officiellement les exsiccata à l'herbier de l'Institut de biologie de l'Université de Neuchâtel.

En 2019, le microbiologiste Bernard Jenni entreprend la mise en valeur de la collection au moyen de documents photographiques, afin de constituer un matériel de référence scientifique d'une part et d'autre part d'offrir au grand public une vitrine numérique de ce groupe d'êtres vivants que sont les myxomycètes. La technique de l'empilement des images numériques (focus stacking) et de leur conversion en images permettant leur perception en relief (3D) s'impose alors comme la méthode de choix pour mener à bien ce travail.

Ce travail a été publié à la fin 2021 dans le Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles : Bernard Jenni & Yves Delamadeleine. Mise en valeur de la collection de myxomycètes de la mycologue Janna Oppel (1942-2009). Bull. Soc. neuchâteloise. Sci. Nat. 141: 63-93 (2021).

Photos de la collection : <https://www.microbiolvideos.ch/myxomycetes/>

Survient alors en 2021 la rencontre décisive entre Bernard Jenni et Didier Chatellard (professeur de physique au Lycée Blaise-Cendrars et président du Club Stéréoscopique des Montagnes Neuchâteloises). Pour ce dernier, ces documents photographiques méritent d'être montrés au public dans le cadre d'une exposition dont il sera le principal réalisateur.

Finalement la mycologue Anne-Marie Rantet-Poux se joint au projet, apportant son expertise en myxomycétologie. Ses photographies de myxomycètes «frais» contrebalancent agréablement les images des spécimens déshydratés de la collection.



Merci au Lycée Blaise-Cendrars www.lclb.ch et au Club Stéréoscopique des Montagnes Neuchâteloises www.csmn.ch pour leur soutien opérationnel et financier.

Motivations pour une mise en valeur



Au printemps 2019, la presse attirait l'attention sur le fait que seuls 17 % des plus de 60 millions d'objets constituant les collections de sciences naturelles en Suisse avaient été numérisés et ainsi rendus facilement accessibles aux chercheurs. La collection de Janna Oppel constituait un parfait exemple de ces objets oubliés. Bien que modestes et d'un intérêt scientifique limité, elle réunissait de nombreux spécimens récoltés dans la région de Neuchâtel par une mycologue passionnée à qui nous voulions rendre hommage.

Notre travail n'a pas la prétention de constituer un apport scientifique de grande ampleur. Il s'apparente plutôt à la mise en ligne d'un cabinet de curiosités. Nous espérons cependant qu'il puisse contribuer à stimuler l'intérêt du public et la motivation de futurs étudiants. Nous souhaitons également éveiller la conscience de la valeur encore trop souvent ignorée de telles collections et faire connaître au plus grand nombre l'étonnante beauté et complexité du micromonde.

Car oui, les fructifications de ces organismes séchés, de dimensions millimétriques, forment de merveilleux petits paysages que seule une observation au stéréomicroscope révèle pleinement. Par conséquent, cette mise en valeur permet aussi de révéler par l'image l'esthétique des myxomycètes, une qualité absente des documentations présentées uniquement sous forme de tableaux de données.

La collection de Janna Oppel

En 2015, conformément aux dispositions testamentaires de madame Janna Oppel, mycologue, sa famille a remis à la Société de mycologie de Neuchâtel et environs son matériel d'observation ainsi qu'une collection d'exsiccata de myxomycètes. Cette collection se présente sous la forme de boîtes d'allumettes étiquetées contenant chacune un myxomycète séché (exsiccatum) et identifié, collé sur un support de papier. Des quelques centaines de spécimens que comptait le legs, 312 étaient suffisamment documentés pour être conservés. Ceux-ci appartiennent à 128 espèces réparties dans 29 genres. Les récoltes proviennent de France (principalement de Provence), de Suisse (principalement du canton de Neuchâtel) et, pour quelques-unes, d'Italie.



Janna Oppel

La plupart des spécimens ont été récoltés par Janna Oppel et leur identification souvent vérifiée par des myxomycétologues de son réseau. Cette collection est modeste. À titre de comparaison, celle du Conservatoire et Jardins botaniques de Genève (CJBG) abrite près de 40 000 spécimens légués à cette institution par la myxomycétologue internationalement reconnue Marianne Meyer.

Boîtes d'allumettes étiquetées utilisées pour le stockage des myxomycètes séchés



Biographie de Janna Oppel



Janna Oppel en 2007

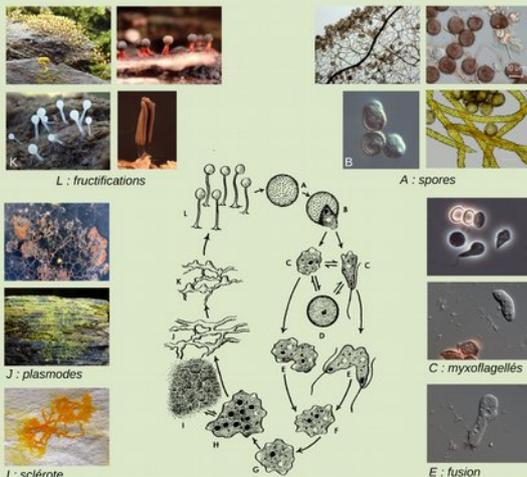
Janna Wilhelmina Veltkamp, née en 1942 à Eindhoven (NL), s'établit à Neuchâtel en 1965 et s'y marie avec Jean-Blaise Oppel. Après avoir travaillé comme secrétaire pendant plusieurs années à l'Institut romand de documentation pédagogique (IRDP), elle reprend des études et obtient son diplôme d'infirmière de l'École de La Source, à Lausanne. Contrainte pour raison de santé d'arrêter son activité professionnelle, elle va se passionner pour la mycologie. Elle adhère en 1997 à la Société de mycologie de Neuchâtel et environs. Immédiatement attirée par les petits champignons, les ascomycètes, elle se plonge ensuite dans le monde mystérieux des myxomycètes. Jusqu'en 2008 Janna Oppel va chercher et récolter, déterminer et conserver des centaines d'échantillons. Afin d'améliorer ses connaissances, elle intégrera le réseau des myxomycétologues, travaillant entre autres avec Marianne Meyer, mycologue vosgienne. Elle participera à de nombreux congrès et rencontres internationales, perfectionnant ainsi constamment ses connaissances. Elle décèdera en 2009 des suites d'un cancer.

LES MYXOMYCETES : des organismes déroutants et méconnus !

Ni animaux, ni plantes, ni champignons, les myxomycètes sont classés actuellement dans l'embranchement des amibozoaires (*Amoebozoa*).

Se nourrissant principalement de bactéries, ils se développent sur des surfaces libérant, en conditions humides, les substances nutritives nécessaires à la croissance bactérienne: végétaux en décomposition, feuilles, branches, troncs d'arbre, etc..

Cycle biologique des myxomycètes



Sclérote et plasmode vus au microscope



Schéma tiré de: Myxomycetes. A Handbook of Slime Molds. S.L. Stephenson & H. Stempert, Timber Press, 1994.

Caractères phénotypiques importants pour l'identification

Couleur des spores, capillium, périidium, grains de calcaire

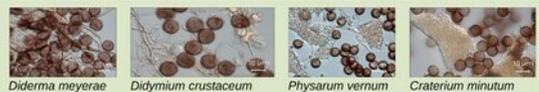
ORDRE	FAMILLES	GENRES
Liceales	Cribariaceae	Cribaria
	Diclydiaethalaceae	Diclydiaethalum
	Reticulariaceae	Licogala, Reticularia, Tubifera
	Licinaeae	Licina
	Tubiferaceae	Tubifera

Spores claires ou colorées, rarement foncées, absence de vrai capillium



ORDRE	FAMILLES	GENRES
Physariales	Didymiaceae	Diachea, Didyma, Didymium, Lepidoderma, Mucilago, ...
	Physaraceae	Badhamia, Craterium, Fulgo, Leocarpus, Physarum, Wilkomlingia, ...

Spores brun foncées, granules ou cristaux de calcaire



ORDRE	FAMILLES	GENRES
Stemonitales	Stemonitidaceae	Comatricha, Diacheopsis, Eneverthenema, Lamproderma, Meriderma, Stemonitis, Stemonitopsis, ...

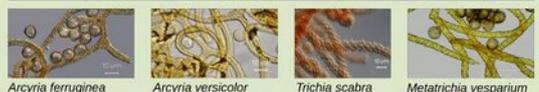
Toutes ont un périidium membraneux, des spores sombres et aucun élément ne contient du calcaire. Capillium presque toujours présent. La famille regroupe 18 genres.



ORDRE	FAMILLES	GENRES
Trichiales	Arcyriaceae	Arcyria, Perichaena
	Dianemataceae	Dianema, Calomyxa
	Trichiaceae	Hemtrichia, Metatrachia, Trichia, ...

Cette famille est caractérisée par des spores claires ou colorées, et par la présence d'un capillium composé d'élastères, plus ou moins flexibles, ornés la plupart du temps par des anneaux, demi-anneaux, épines, vermes.

Capillium toujours présent, constitué le plus souvent de bandes spirales.



Comparaison entre myxomycètes vivants et exsiccata

Si les fructifications telles que l'on peut les observer dans la nature (photos de Anne-Marie Rantet-Poux) sont évidemment plus pimpantes et parfois bien colorées, leurs homologues séchées (exsiccata) et entreposées depuis une quinzaine d'années sont en général étonnamment bien conservées.



Lamproderma sauteri



exsiccata



Perichaena depressa



exsiccata



Arcyria obvelata



exsiccata



Comitricha nigra



exsiccata

Comparaison entre myxomycètes vivants et exsiccata

Si les fructifications telles que l'on peut les observer dans la nature (photos de Anne-Marie Rantet-Poux) sont évidemment plus pimpantes et parfois bien colorées, leurs homologues séchées (exsiccata) et entreposées depuis une quinzaine d'années sont en général étonnamment bien conservées.



Arcyria incamata



exsiccata



Physarum leucophaeum



exsiccata



Physarum psittacinum



exsiccata



Badhamia utricularis



exsiccata

Production des images en relief

Le programme Picolay génère une image empilée la plus nette possible grâce à un algorithme mathématique appliqué à une série d'images enregistrées à travers l'objectif de la caméra ou du microscope. Il crée aussi automatiquement une carte de profondeur pendant la routine d'empilage des images brutes initiales. Cette carte qui relie les pixels nets de chaque couche numérique à l'image empilée originale est utilisée pour produire les images stéréoscopiques. En fait, il s'agit de pseudo-stéréoscopie puisque ce système génère des images à partir d'un seul point de vue, contrairement à la stéréophotographie traditionnelle, basée sur des paires d'images obtenues via deux caméras séparées d'une distance équivalente à l'écartement des yeux. Néanmoins, ce processus algorithmique génère deux images planes, l'une pour l'œil gauche, l'autre pour l'œil droit, qui diffèrent légèrement pour imiter l'angle de vision des yeux. Elles sont ensuite combinées pour produire une image anaglyphe qui, observée à travers les lunettes rouge-cyan, permet la restitution en relief des objets. Pour les impressions en grand format on optimise l'image empilée et la carte de profondeur avant la conversion 2D-3D.



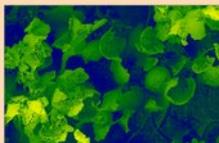
Extrait de la série d'images brutes. La zone de netteté passe du premier plan à l'arrière plan.



Image empilée initiale via Picolay



Image empilée optimisée via Gimp



Carte de profondeur initiale



Carte de profondeur optimisée



Images droite-gauche, à regarder en louchant.



Anaglyphe final

Macrophotographies

Les prises de vues ont été effectuées avec un appareil Canon EOS 90D muni d'un objectif macro EF-S 60 mm pour la proxiphotographie des boîtes d'allumettes et d'un objectif macro MP-E 65 mm 1-5x pour la macrophotographie des fructifications. S'agissant de tels objets millimétriques, la profondeur de champ (pdc) est trop petite pour donner une image totalement nette. Augmenter la pdc en fermant le diaphragme de l'objectif est une mauvaise idée, parce que la quantité de lumière diminue alors drastiquement et la résolution de l'image est réduite à cause de l'augmentation de la diffraction. C'est là qu'intervient la méthode des empilements d'une série d'images enregistrées en variant le plan focal (focus stacking). Pour cela un dispositif automatisé monté sur support vertical contrôlé par ordinateur (wemacro rail, 2020) a été utilisé. La juxtaposition des zones nettes d'une série d'images par traitement informatique permet d'obtenir une extension de la pdc à l'objet entier. Pour un agrandissement de 4-5x et f/5,6 avec l'objectif MP-E 65 mm, la pdc est d'environ 0,1 mm, ce qui nécessite plusieurs dizaines d'images. Les empilements ont été réalisés avec le programme gratuit PICOLAY développé par Heribert Cypionka, professeur retraité de paléomicrobiologie de l'université d'Oldenburg en Allemagne.



Installation de prise de vue en mode macro



Rail macro automatisé

Microphotographies

Les observations des fragments de fructifications (spores et capillitium) ont été menées entre lame et lamelle en milieu aqueux éventuellement additionné de tampon glycérolé (GDS) afin d'augmenter leur mouillabilité. L'APN EOS 90D était fixé sur un microscope Leica DMRB trinoculaire avec un adaptateur LMscope. Un dispositif de projection de diapositives (accessoire Leica) a servi à superposer une échelle micrométrique calibrée à l'image microscopique. Pour exemple, l'échelle de 10 µm est utilisée avec l'objectif à immersion Leitz/Leica PL Fluotar 100x/1.30, oil, PH3. La plupart des prises de vues ont été effectuées en contraste interférentiel. Avec un tel agrandissement, la pdc n'est que d'environ 1 µm. Pour pallier cet inconvénient, est souvent ajouté à la documentation une très courte vidéo enregistrée pendant la rotation de la vis micrométrique afin de modifier la zone de netteté. Conjointement, les trames extraites de ces séquences (FHD : 1920 x 1080 px ou 4K : 3840 x 2160 px, 25 trames/s) ont été traitées avec le programme PICOLAY afin d'obtenir une image à pdc augmentée et une double image pour la perception en relief.



Installation en mode micro



Microscope avec lame d'observation

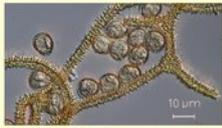
Ornementation des spores décrites par les mycologues



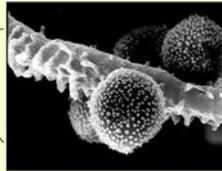
- A lisse ou presque lisse
- B rugueuse, avec de fines aspérités
- C verruqueuse
- D finement verruqueuse
- E verruqueuse avec des groupes de verrues plus distinctes
- F épineuse
- G finement épineuse
- H crétée-réticulée
- I réticulée avec des épines ou des verrues
- J partiellement réticulée
- K grossièrement réticulée

© 1991: Myxomycetes. A handbook of Steve Mills, S.L. Stephenson & H. Stimpfen, Timber Press, 1994

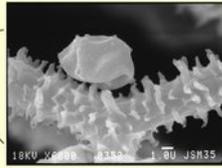
Comparaison de l'ornementation des spores vues au microscope photonique et au microscope électronique à balayage (MEB)



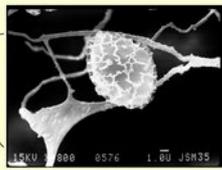
Arcyria ferruginea



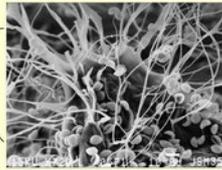
Arcyria incarnata



Diacheopsis metallica



Diacheopsis metallica



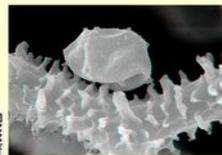
Les images MEB proviennent de <https://www.discoverlife.org/>

Anaglyphes rouge-cyan stéréoscopiques obtenues par traitement informatique des images MEB

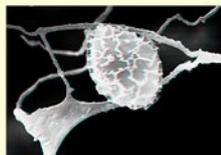
Les QR-codes donnent accès aux images équivalentes vues au microscope photonique.



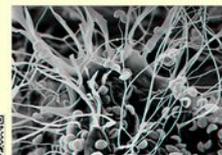
Arcyria ferruginea



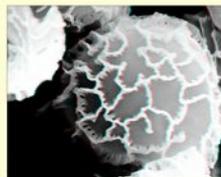
Arcyria incarnata



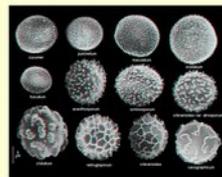
Diacheopsis metallica



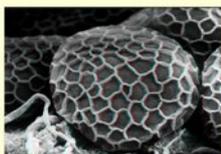
Diacheopsis metallica



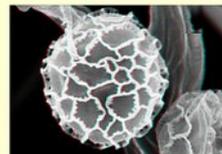
Diacheopsis metallica



Lamproderma spp.



Reticularia splendens

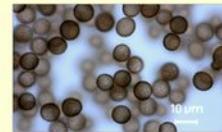
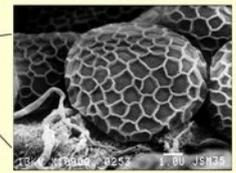


Stemonitis fusca

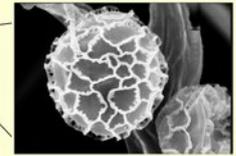
Les images MEB proviennent de <https://www.discoverlife.org/>



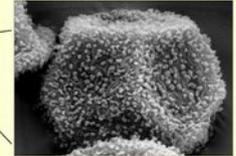
Reticularia splendens



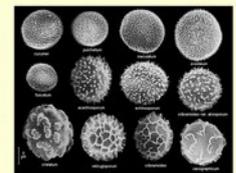
Stemonitis fusca



Trichia alpina



Lamproderma echinosporum



Lamproderma spp.



Lamproderma ovoideum



L. cristatum



L. retrugisporum

Les images MEB proviennent de <https://www.discoverlife.org/>

Les myxomycètes ne sont pas toujours minuscules

Brefeldia maxima est l'un des plus grands myxomycètes du monde. Un exemplaire très imposant a été découvert en 2019 dans la forêt de Boudry sur un petit sapin blanc (*Abies alba*).

Le 14 novembre 2019

Le 10 décembre 2019



Fructifications



Plasmode



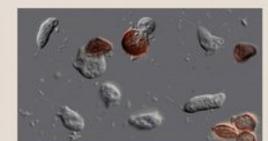
Nombreuses fructifications aussi au pied du sapin.



L'aventure de ce myxomycète fait l'objet d'une vidéo sur YouTube : <https://youtu.be/DxRE3v87aco>



Capillitium à filaments fins, contenant des vésicules septées très caractéristiques, ressemblant à des lanternes.

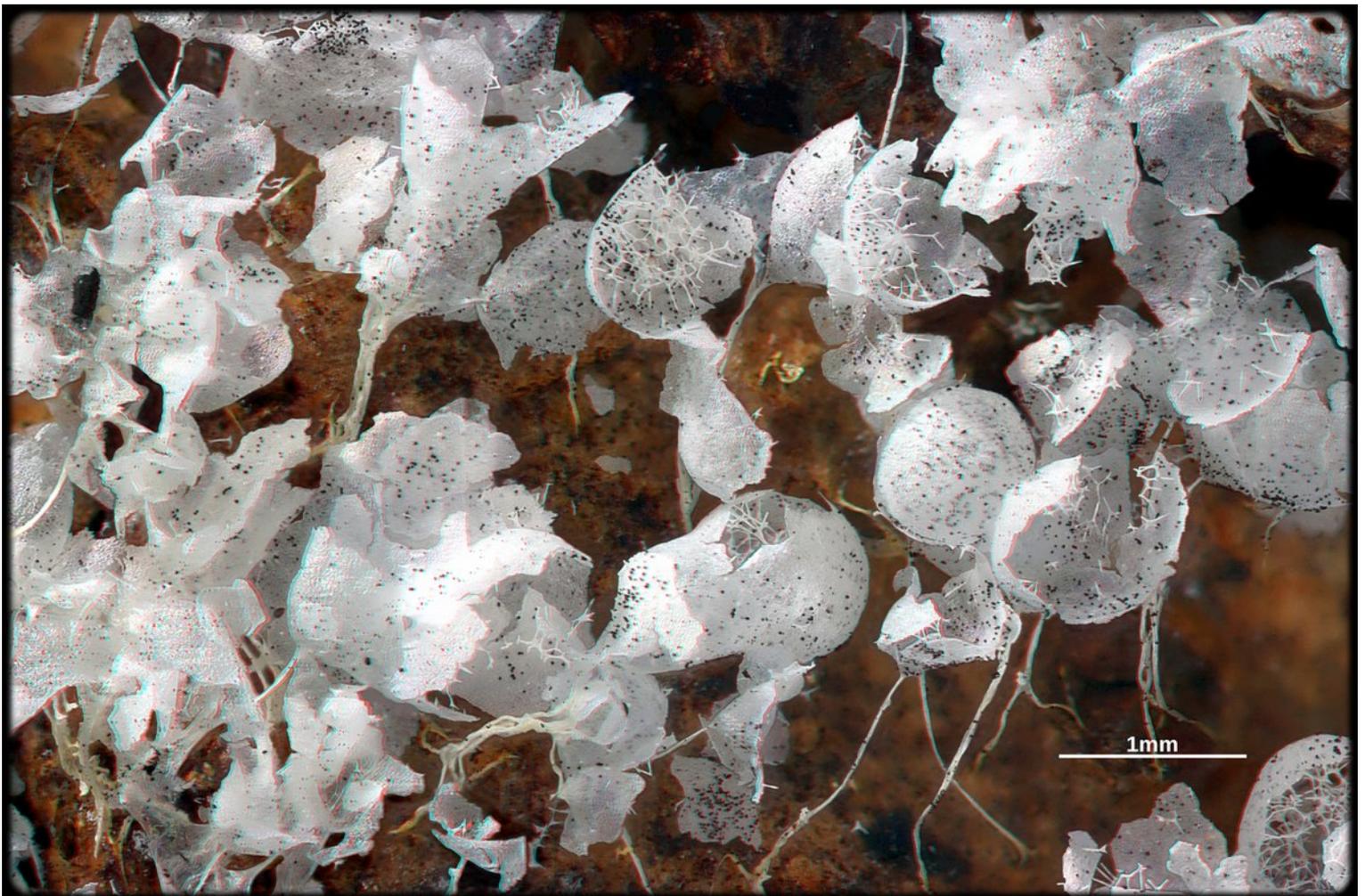


Les myxoflagellés de *Brefeldia maxima* ont la particularité d'utiliser leur flagelle pour aider à la capture des bactéries.

Voir la vidéo sur YouTube : <https://youtu.be/HF6XFSeSQds>



Quelques anaglyphes 3D



Quelques anaglyphes 3D



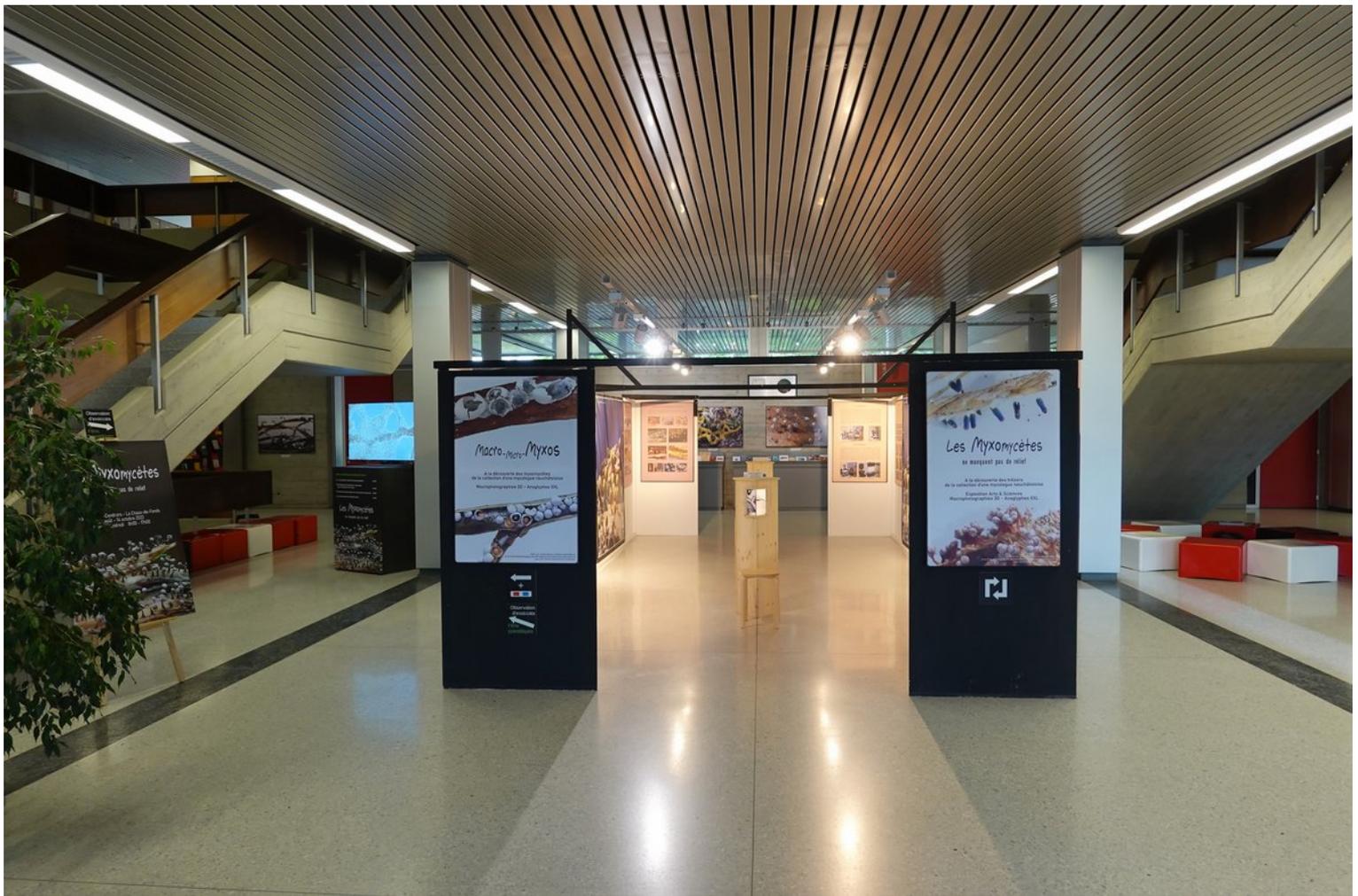
Quelques anaglyphes 3D



Quelques anaglyphes 3D



Quelques photos de l'expo au Lycée Blaise-Cendrars



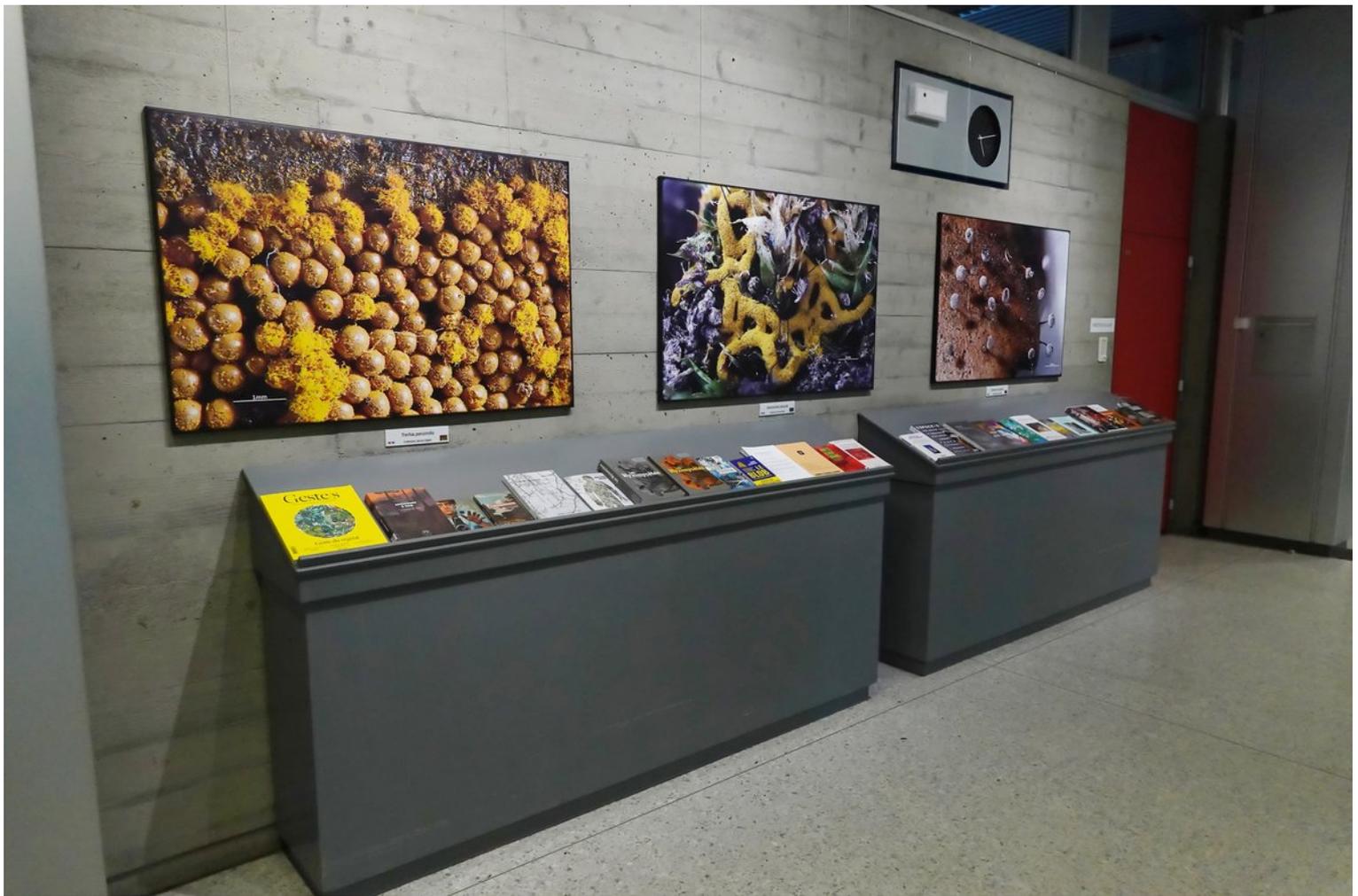
Quelques photos de l'expo au Lycée Blaise-Cendrars



Quelques photos de l'expo au Lycée Blaise-Cendrars



Quelques photos de l'expo au Lycée Blaise-Cendrars



Quelques photos de l'expo au Lycée Blaise-Cendrars

