

# NANO-PAYSAGES, CARTOGRAPHIER L'INVISIBLE

## DU NANOMÉTRIQUE AU PAYSAGE : ART, IMAGERIE ET IMAGINAIRES SCIENTIFIQUES

ADÈLE TILOUINE, Céline ELIE-CAILLE, JÉRÔME DEJEU

Un des intérêts majeurs de l'imagerie scientifique est la possibilité de rendre visible ce qui, sans elle, nous resterait imperceptible. Grâce aux technologies d'observation contemporaines, les mondes nanoscopiques deviennent accessibles sous forme de reliefs, de cartographies et de paysages de données qui révèlent l'organisation invisible du vivant. Ces images ne sont pas de simples outils de mesure : elles produisent également de nouvelles formes visuelles, porteuses d'une esthétique propre et d'un puissant potentiel de représentation.

En mars 2024, l'équipe Nano2BIO de l'Institut Femto-ST de Besançon a accueilli la science-artist Adèle Tilouine pour une résidence artistique d'un mois. Au sein du laboratoire, Adèle Tilouine a partagé le quotidien des chercheurs, ingénieurs et étudiants travaillant sur les vésicules extracellulaires (VEs) et leur observation par microscopie à force atomique (AFM), cocréant un espace de rencontre entre visualisation scientifique et création artistique. Cette immersion a permis d'engager un dialogue étroit entre pratiques scientifiques et artistiques autour d'une même question : comment donner à voir l'invisible ?

Les images produites par l'AFM possèdent une matérialité singulière. Constituées de reliefs, de variations topographiques et de structures organiques, elles évoquent autant des paysages géologiques que des cartographies à différentes échelles. En traduisant les propriétés physiques des échantillons en

images interprétables, cette technologie ouvre un espace où mesure scientifique et imagination visuelle se rejoignent. L'enjeu de la démarche artistique n'est alors pas d'illustrer la science, mais de proposer d'autres modes d'appropriation de ces réalités nanométriques. La collaboration entre Adèle Tilouine, Céline Elie-Caille, Jérôme Dejeu et l'ensemble de l'équipe Nano2BIO a ainsi donné lieu à une véritable co-construction des œuvres. Certaines pièces ont également été réalisées avec les étudiants du laboratoire, intégrés au processus de création art-science aux côtés des chercheurs et ingénieurs. Cette dimension collective souligne combien les images scientifiques peuvent devenir des espaces de transmission, d'expérimentation et de dialogue entre disciplines.

De cette résidence est née *Nano-Paysages*, une exposition itinérante réunissant installations, dessins et sculptures inspirés des VEs et de leur imagerie par AFM. En mêlant différentes échelles de perception, du nanométrique au cosmique, du biologique au conceptuel, les œuvres proposent une nouvelle manière d'explorer les nanosciences. Elles invitent le spectateur à considérer les instrumentations scientifiques, non seulement comme des outils d'analyse, mais aussi comme des producteurs de formes, de récits et d'imaginaires capables de rendre compréhensible l'invisible.

## 1- VISUALISER LES NANOSCIENCES

Les VEs proviennent de cellules eucaryotes et procaryotes et jouent un rôle crucial dans les communications intercellulaires. Ce sont des particules, de l'ordre de 100 nm de diamètre, naturellement produites par les cellules, qui sont délimitées par une bicouche lipidique et ne peuvent se répliquer, car ne contenant pas de noyau fonctionnel. Ces vésicules circulent et sont retrouvées dans les fluides biologiques : le sang, le liquide céphalo-rachidien, la salive, l'urine, etc.

Des vésicules de diverses origines cellulaires ou tissulaires s'accumulent donc dans les biofluides complexes. Ces vésicules sont aujourd'hui reconnues comme étant de potentiels biomarqueurs de pathologie et dosables dans le sang. Elles sont également étudiées depuis plus récemment comme de potentiels nanovecteurs, pour cibler et agir, dans le domaine de la thérapie.

## 1. a - Les outils de la cartographie

Cartographier l'invisible nécessite des outils capables d'explorer des territoires situés bien au-delà des limites de notre perception. Dans les laboratoires de nanosciences, ces instruments permettent de révéler des mondes dont la visualisation directe est impossible : protéines, virus, membranes cellulaires ou assemblages moléculaires. Pourtant, leur intérêt ne se limite pas à la production de connaissances. Les images, les objets et même les gestes techniques qu'ils génèrent possèdent une forte charge esthétique qui en fait des matériaux privilégiés pour la création art-science.

Lorsqu'ils quittent le laboratoire pour entrer dans l'espace de l'exposition ou de la création artistique, les instruments et matériaux scientifiques changent de statut sans pour autant perdre leur identité. Ils deviennent ce que les sociologues des sciences Susan Leigh Star et James Griesemer ont nommé des *objets-frontières* : des objets capables de circuler entre différents univers sociaux tout en conservant une signification propre à chacun d'eux.

Dans le laboratoire, une biopuce d'or est un support expérimental ; une pointe de micropipette est un consommable ; une image AFM est un jeu de données destiné à l'analyse scientifique. Dans le contexte artistique, ces mêmes

éléments acquièrent une nouvelle dimension. Ils deviennent des formes, des matières, des paysages ou des symboles qui interrogent notre rapport à l'invisible, au vivant et à la technologie. Leur force réside précisément dans cette double appartenance : ils demeurent porteurs de leur histoire scientifique tout en s'ouvrant à de nouvelles interprétations artistiques et culturelles.

Leur réemploi dans des œuvres d'art-science ne constitue donc pas une simple transposition esthétique. Il crée un espace de dialogue où se rencontrent différentes manières de produire du sens. L'objet conserve les traces de sa fonction première tout en devenant le support d'un récit nouveau. Il agit comme un médiateur entre des communautés qui se croisent rarement : chercheurs, artistes, médiateurs culturels et publics. En ce sens, ces instruments ne se contentent plus de cartographier le monde nanoscopique ; ils cartographient également les relations qui se tissent entre science, culture et société.

### **1.b - La microscopie à force atomique : dessiner le relief du vivant**

Inventée en 1986 par Gerd Binnig, Calvin Quate et Christoph Gerber, la microscopie à force atomique (AFM) a profondément transformé notre manière d'observer le monde nanoscopique. Contrairement à un microscope classique qui utilise la lumière ou les électrons, l'AFM explore les surfaces en les parcourant avec une pointe extrêmement fine, de quelques nanomètres seulement.

Cette pointe balaie l'échantillon ligne après ligne, comme un explorateur cartographiant un territoire inconnu. Les interactions entre la pointe et la matière sont enregistrées puis traduites en reliefs numériques. L'image obtenue n'est donc pas une photographie mais une reconstruction topographique : une véritable carte du paysage moléculaire.

À cette échelle, les protéines prennent l'apparence de chaînes montagneuses, les membranes cellulaires évoquent des déserts sculptés par le vent et les nanoparticules ressemblent à des astres suspendus dans l'espace. Les données scientifiques produites par l'AFM possèdent ainsi une puissance visuelle qui dépasse largement leur fonction analytique.

C'est précisément cette ambiguïté entre document scientifique et paysage imaginaire qui nourrit la démarche art-science de Nano-Paysages. Les images AFM deviennent alors des territoires à contempler autant qu'à comprendre. Elles offrent au public un accès à des réalités habituellement réservées aux spécialistes et participent à faire sortir l'univers nanoscopique des laboratoires pour l'inscrire dans l'espace public.

### **1.c - Les biopuces d'or : des surfaces où se rencontrent lumière et matière**

Pour observer ou capturer les molécules du vivant, les chercheurs utilisent des supports particuliers appelés biopuces d'or. Ces surfaces permettent d'immobiliser des objets biologiques afin de les analyser par résonance plasmonique de surface ou par microscopie à force atomique.

Fabriquées à partir de lames de verre recouvertes d'une couche nanométrique d'or déposée sous vide, ces biopuces sont produites au sein de la centrale technologique MIMENTO de l'Institut FEMTO-ST. Leur fabrication mobilise des procédés issus de la micro- et nanotechnologie où chaque couche métallique est contrôlée avec une précision de quelques nanomètres.

Dans le laboratoire, ces surfaces sont avant tout des outils de mesure. Mais lorsqu'elles quittent leur fonction initiale, elles révèlent une autre dimension. Leurs reflets métalliques, leurs textures microscopiques et les phénomènes optiques qu'elles exploitent en font également des objets plastiques fascinants.

Certaines biopuces ayant participé à des expériences deviennent ainsi les témoins matériels de la recherche en nanoscience. Réemployées dans des installations ou intégrées à des œuvres, elles conservent la mémoire des phénomènes qu'elles ont permis d'observer. Elles incarnent alors un dialogue direct entre matière scientifique et matière artistique, entre expérimentation et représentation.

#### 1.d - Les objets ordinaires du laboratoire : une esthétique de l'infiniment petit

La recherche en biophysique et en nanosciences repose sur des composés biologiques particulièrement précieux. Certaines protéines utilisées lors des expériences peuvent coûter plusieurs milliers d'euros pour quelques dizaines de microgrammes. Cette contrainte conduit les chercheurs à travailler dans des volumes extrêmement faibles, parfois inférieurs au microlitre.

Pour manipuler ces quantités infimes, le laboratoire s'appuie sur un ensemble d'objets aussi discrets qu'indispensables : micropipettes, cônes de prélèvement, microtubes ou plaques d'analyse. Ces instruments accompagnent quotidiennement le travail scientifique mais demeurent généralement invisibles aux yeux du public.

Pourtant, observés hors de leur contexte fonctionnel, ils révèlent une esthétique inattendue. Les cônes de micropipettes, par exemple, évoquent des architectures futuristes ou des silhouettes urbaines miniatures. Cette analogie a directement inspiré l'œuvre *nano-Cités*, dans laquelle ces consommables deviennent les éléments constitutifs d'une ville imaginaire issue du monde du laboratoire.

De la même manière, les microtubes utilisés pour conserver les échantillons biologiques ont été réinterprétés dans l'œuvre *Dialogue*. Détournés de leur usage scientifique, ils cessent d'être de simples contenants pour devenir les acteurs d'une

narration visuelle. Leur présence rappelle que derrière chaque découverte se cache une multitude d'objets modestes, témoins silencieux du travail de recherche.

Ainsi, qu'il s'agisse des paysages révélés par la microscopie à force atomique, des surfaces lumineuses des biopuces d'or ou des objets ordinaires du laboratoire, les outils de la cartographie nanoscopique produisent bien davantage que des données. Ils génèrent des formes, des images et des récits capables de circuler entre les disciplines. Le réemploi de ces matériaux dans une démarche artistique ne relève pas seulement d'un geste esthétique ou écologique. Il constitue également un acte de médiation. En intégrant à l'œuvre des objets authentiques issus du laboratoire, *Nano-Paysages* crée un lien tangible entre le public et les espaces de recherche habituellement inaccessibles. Ces instruments deviennent alors des passeurs : ils transportent avec eux les récits, les savoir-faire et les imaginaires de la science contemporaine

## 2- LE CORPS ET LES APPLICATIONS

Connues depuis une trentaine d'années, les vésicules extracellulaires sont de petits sacs vésiculaires, de quelques dizaines à quelques centaines de nanomètres, produits par les cellules et capables de transporter diverses molécules hors de la cellule. Elles peuvent être capturées par simple prises de sang ou prélèvement d'urine. Cependant leur isolement et l'analyse de leurs sous-populations est beaucoup plus complexe.

### 2.1 - L'apport des recherches sur les vésicules extracellulaires pour la recherche fondamentale

Les VEs étant secrétées par des cellules, elles possèdent des marqueurs identiques à leur cellule mère. La capture et la caractérisation de ces VEs pourraient

donc permettre de détecter précocement certaines pathologies. Cependant, l'hétérogénéité de taille, de composition et d'origine cellulaire des VEs, combinée à la difficulté de les distinguer d'autres éléments pouvant interférer avec leur détection, tels que les lipoprotéines ou les virus, rendent difficiles, encore aujourd'hui, la normalisation des approches biochimiques et physiques pour leur caractérisation. L'engouement de ce domaine de recherche auprès d'une communauté scientifique grandissante, qui se traduit par une expansion considérable des travaux de recherche et leur concrétisation industrielle depuis une décennie ne doit pas occulter la nécessité de mettre en place des méthodologies d'étude adaptées à ces nanovésicules. L'étude de ces VEs a aussi déjà permis de suivre en temps réel, l'efficacité de certains traitements.

## 2.2 - Les applications thérapeutiques

Les VEs transportent des molécules issues de cellules dont elles sont originaires, vers des cellules « cibles », receveuses. Les VEs sont alors en capacité d'agir, soit négativement ou positivement, sur ces tissus cibles ; « négativement » avec leur contribution dans le développement de métastases, « positivement » dans l'activation de mécanismes biologiques permettant à une cellule/un tissu de se réparer, de se régénérer. Ainsi, naturelles ou de synthèse, les VEs pourraient aussi servir de nanomédicaments, naturellement ou après chargement en principes actifs. Les VEs pourraient révolutionner les thérapies cellulaires et géniques.

L'un des domaines les plus actifs dans le développement de VEs chargées est celui de la cancérologie. Une grande variété de sources cellulaires est utilisée, d'origine humaine (cellules dendritiques, cellules souches mésenchymateuses, cellules autologues, etc.), pour diverses activités ciblées, d'immunomodulation ou de vaccination notamment. Les VEs dérivées des plantes et des bactéries peuvent être aussi employées dans cet objectif du développement de nouvelles biothérapies,

ce qui permet de diminuer les coûts de bioproduction. Divers agents chimiothérapeutiques, comme la doxorubicine, la gemcitabine, le carboplatine, ou des petits ARN interférants (*small interfering RNA*) ont déjà été encapsulés dans les VEs.

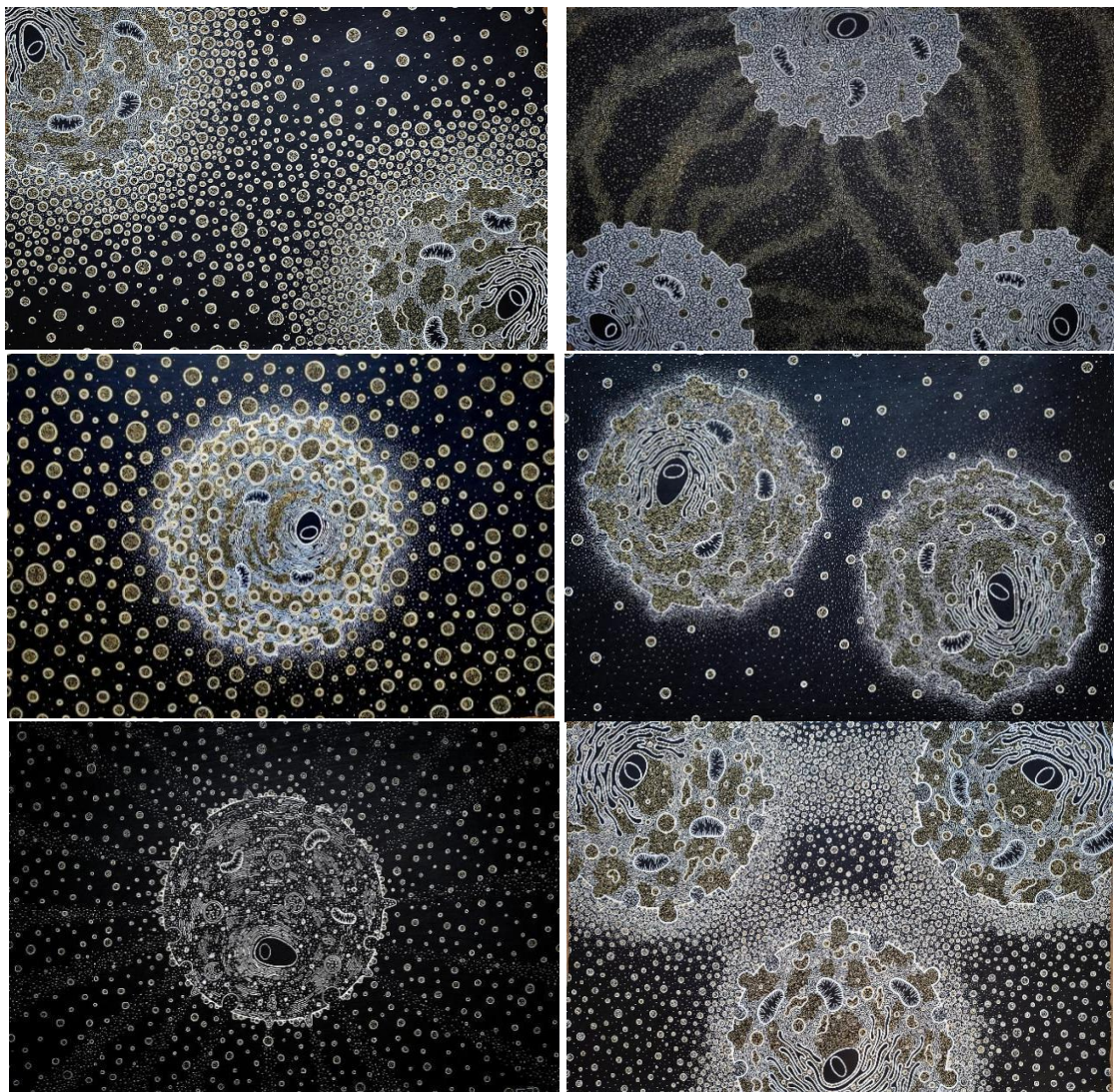
### 3- RENOUELER LA PERCEPTION DES NANOSCIENCES PAR LA FORME ARTISTIQUE

Représenter l'invisible constitue l'un des grands défis des nanosciences contemporaines. Les phénomènes observés à l'échelle nanométrique échappent à toute perception directe et nécessitent des dispositifs d'imagerie capables non seulement de les détecter, mais aussi de les traduire en formes compréhensibles. Dans ce contexte, l'imaginaire joue un rôle essentiel : il permet de transformer des données abstraites en expériences visuelles et sensorielles susceptibles d'être partagées au-delà du cercle scientifique. La collaboration entre artistes et chercheurs ouvre ainsi un espace de dialogue où les démarches issues des laboratoires deviennent des supports de création, de médiation et de réflexion collective. En faisant entrer les recherches scientifiques dans le champ de la culture, la démarche art-science contribue à rendre accessibles des réalités complexes tout en remaniant notre manière de percevoir le vivant et les mondes invisibles qui le composent.

#### 3-a – Cartographier le monde invisible par l'imaginaire

À travers les séries *Nano-Univers*, *Nanopaysages* et l'installation *Le Globe d'or*, le spectateur est invité à explorer les manières dont l'art peut s'emparer des formes produites par l'imagerie scientifiques afin de rendre perceptible un monde normalement inaccessible à l'œil humain. En mobilisant le dessin, le collage et l'installation, ces œuvres proposent différentes stratégies de représentation du

nanométrique : transposition cosmique, analogie paysagère ou cartographie topographique. Cette approche ne vise pas à illustrer les nanosciences de manière didactique, mais à interroger les visualisations de l'invisible. Les œuvres analysées dans ce chapitre démontrent que les images scientifiques sont des constructions culturelles et intellectuelles, dont l'interprétation peut être prolongée, déplacée ou enrichie par l'interprétation artistique.



**Figure 1:** Nano-Univers (© Dessin sur papier népalais poli à la pierre noire, crédit photo : Adèle Tilouine)

Présentée comme un ensemble de cartographies célestes, la série *Nano-Univers* transpose l'univers cellulaire dans un imaginaire cosmique où l'infiniment petit adopte les codes visuels de l'infiniment grand. Réalisés au Posca sur papier

népalais noir poli à la pierre, les six dessins déploient un espace ambigu : le spectateur croit d'abord contempler des galaxies, des nébuleuses ou des systèmes planétaires avant de reconnaître des cellules et des VEs observées à l'échelle nanométrique. Ce trouble perceptif constitue le cœur du projet : abolir les frontières entre microcosme et macrocosme afin de mettre en regard ces mondes inaccessibles à l'œil humain, qui tendent vers l'infini.

Adèle Tilouine s'inspire ici des VEs, structures membranaires impliquées dans la communication intercellulaire. Ces nano-objets biologiques transportent protéines, lipides et matériels génétiques, jouant un rôle fondamental dans la transmission d'informations entre cellules. Dans les dessins, cette circulation invisible devient perceptible sous la forme de nuées de points, d'orbites et de flux lumineux reliant les entités cellulaires entre elles. Les cellules apparaissent alors comme des astres communicants, inscrits dans un réseau dynamique d'échanges et de signaux.

L'artiste ne cherche pas à produire une représentation strictement scientifique des VEs; elle procède plutôt par analogie et translation visuelle. Les observations issues de l'imagerie scientifique, notamment celles produites par microscopie électronique ou microscopie à force atomique, sont réinterprétées dans une écriture graphique qui transforme les données biologiques en paysages mentaux. Cette liberté d'interprétation permet de déplacer les nanosciences hors du seul champ de l'expertise technique pour les inscrire dans une expérience esthétique et cognitive plus large.

Le jeu d'échelle, en particulier, vise à produire cet effet. Les cellules sont envisagées comme des mondes autonomes, des territoires vivants dont les frontières poreuses permettent une circulation continue d'informations. En rapprochant le fonctionnement cellulaire des représentations astronomiques, *Nano-Univers* suggère que les logiques d'organisation du vivant traversent

toutes les dimensions du réel. Le spectateur oscille alors entre observation scientifique et contemplation cosmologique, entre lecture biologique et projection imaginaire.

Le choix du papier népalais, fait de fibres végétales broyées, teintées en noir, puis polies à la pierre accentue cette dimension immersive dans les différentes composantes du monde. Sa profondeur mate absorbe la lumière tandis que les tracés blancs et dorés semblent émerger de l'obscurité. Cette matérialité évoque autant les fonds stellaires que les images issues de dispositifs d'imagerie scientifique. Le support devient ainsi un espace de révélation où l'invisible acquiert une présence concrète.



À travers *Nano-Univers*, Adèle Tilouine interroge enfin le rôle de l'image dans la construction des savoirs scientifiques. Les nanosciences reposent largement sur des procédés de visualisation capables de transformer des phénomènes imperceptibles en formes interprétables. En hybridant iconographie scientifique et imaginaire cosmique, l'artiste montre que comprendre l'invisible nécessite aussi des récits, des analogies et des formes poétiques. L'art devient alors un outil de médiation essentiel : non pas une simple illustration de la science, mais une manière

d'élargir notre capacité à penser les réalités du monde nanométrique.

**Figure 2:** Le Globe d'or (© Installation, crédit photo : A. Tilouine)

L'installation *Globe d'or* poursuit la démarche des *Nano-Univers* en proposant une rencontre entre l'échelle familière du monde géographique et l'infiniment petit des nanosciences. À première vue, l'œuvre reprend la forme immédiatement reconnaissable du globe terrestre, objet pédagogique, presque enfantin, associé à la représentation du monde connu. Ici, les continents émergent sous forme de reliefs organiques et accidentés évoquant les images obtenues par microscopie à force atomique (AFM), notamment celles des VEs observées à l'échelle nanométrique.

Par ce nouveau déplacement d'échelle, l'œuvre rend compréhensible une réalité de la microscopie à force atomique, qui ne produit pas une image au sens classique du terme, mais « touche » la matière. Une sonde mécanique extrêmement fine parcourt la surface de l'échantillon, détecte ses aspérités et retranscrit ces variations topographiques grâce à un système laser-photodiode. L'image résulte alors d'une traduction de données physiques en relief perceptible. En cela, l'AFM relève autant de l'exploration que de l'interprétation : elle construit un paysage de l'invisible.

L'artiste s'empare précisément de cette dimension interprétative pour en proposer une transposition plastique. Les amas de matière, les cavités et les irrégularités observés à l'échelle nanométrique deviennent ici des continents, comme si les structures biologiques formaient une nouvelle géographie du vivant. En réinjectant ces formes dans un objet de connaissance du monde, l'artiste révèle la part narrative, et culturelle de toute visualisation scientifique.

Le choix de l'or participe à souligner cette articulation entre matérialité scientifique et puissance symbolique. Le globe est majoritairement recouvert d'une peinture dorée qui renvoie à l'utilisation de biopuces d'or dans certaines expérimentations en AFM. Mais l'or évoque également un imaginaire de la préciosité, de la rareté et de la découverte. Il transforme l'objet scientifique en

artefact précieux, en trésor, soulignant la fascination contemporaine pour les technologies capables d'explorer l'invisible.

À travers le *Globe d'or*, art et science ne sont donc pas simplement juxtaposés : ils deviennent complémentaires dans leur manière de produire du savoir. Là où la science mesure, cartographie et analyse, l'art crée les conditions d'une expérience sensible et intuitive. L'œuvre ouvre un espace de médiation où les nanosciences cessent d'être un domaine technique pour devenir un territoire perceptible, habitable par l'imaginaire.

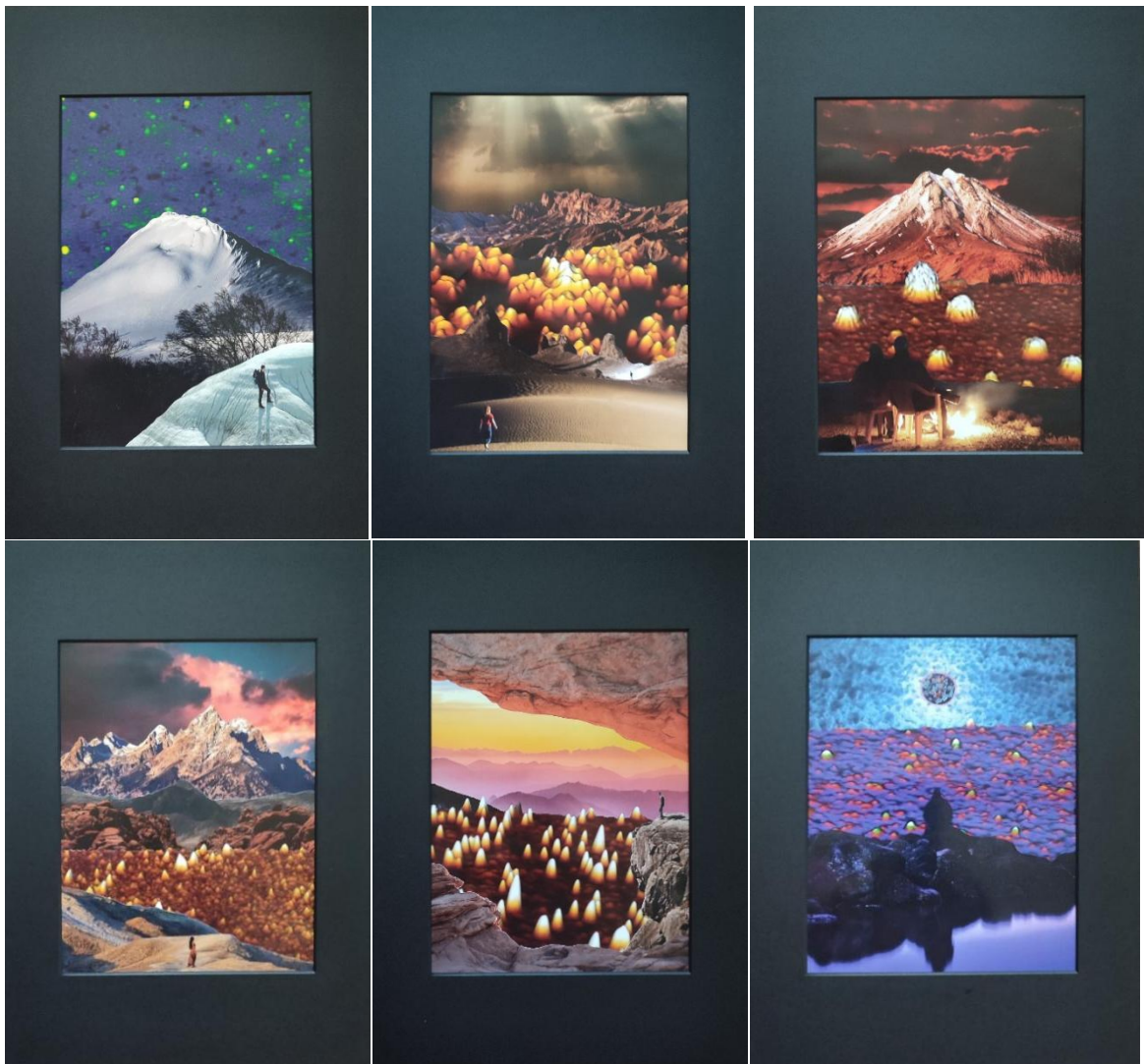


Figure 3: Nano-Paysages (© Collages, crédit photo : A. Tilouine)

Réalisés à partir d'imagerie de VEs obtenues par microscopie à force atomique (AFM) au sein de l'équipe Nano2Bio de l'institut FEMTO-ST de Besançon, les collages *Nano-Paysages* transforment des données issues du monde nanométrique en paysages imaginaires. Les reliefs révélés par l'AFM évoquent spontanément des chaînes montagneuses, des vallées, des formations minérales ou des ciels étoilés. En s'appropriant cette esthétique singulière, Adèle Tilouine fait émerger une continuité troublante entre les formes du vivant microscopique et celles des paysages terrestres ou cosmiques.

Au sein de ces collages, les images AFM sont associées à des photographies de paysages réels : montagnes, étendues désertiques ou formations rocheuses, afin de créer des compositions hybrides où différentes échelles coexistent sans hiérarchie. Le regard passe alors du nanométrique au géologique, sans rupture immédiate. Cette circulation entre les dimensions produit un trouble perceptif qui invite le spectateur à reconsidérer ses repères spatiaux habituels.

Le jeu d'échelle constitue ainsi l'un des enjeux fondamentaux de la série. En rapprochant les topographies nanoscopiques des paysages naturels, Adèle Tilouine souligne la récurrence de certaines formes à travers les différents niveaux d'organisation du réel. Les structures nanométriques semblent reproduire des dynamiques présentes à l'échelle terrestre ou cosmique, comme si le vivant partageait avec les paysages une même logique morphologique.

La présence de silhouettes humaines dans plusieurs compositions renforce encore ce processus d'identification. Placées face à ces paysages composites, elles introduisent une échelle de référence immédiatement reconnaissable et invitent à une projection mentale dans l'image. Le spectateur n'observe plus simplement une donnée scientifique ; il devient lui-même explorateur de ces territoires intermédiaires où se rencontrent science, fiction et contemplation.

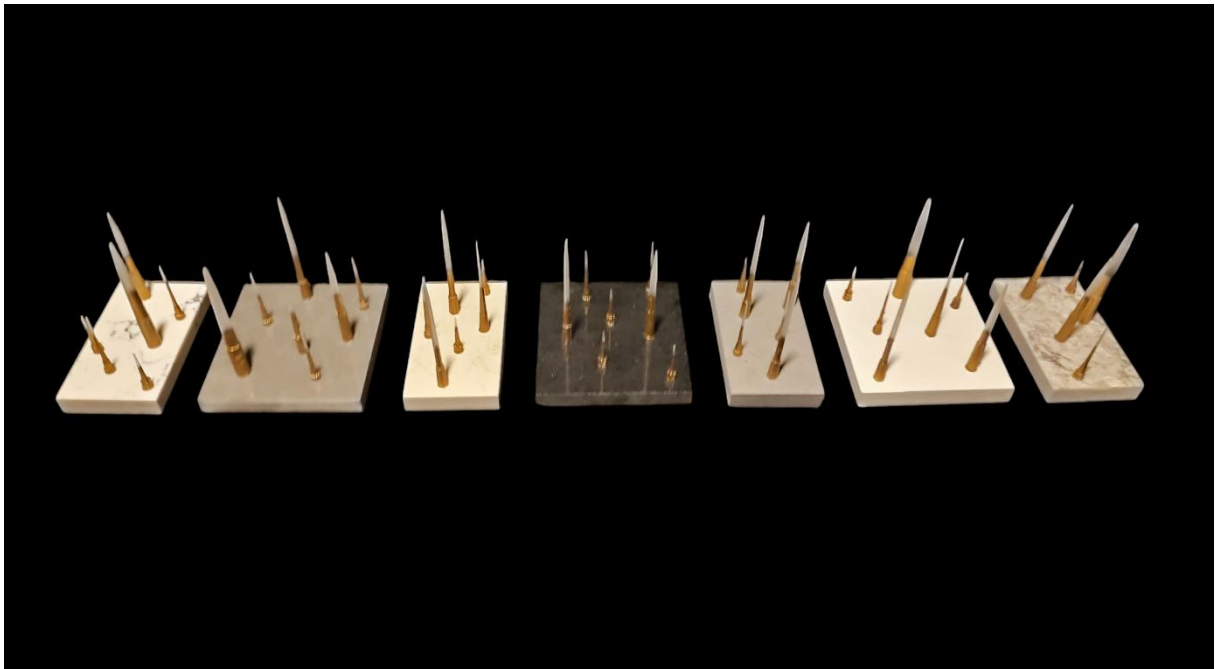
À travers cette série, la démarche art-science apparaît comme un véritable outil de renouvellement des savoirs. Loin de se limiter à une illustration esthétique des recherches scientifiques, *Nano-Paysages* interroge la manière dont les images façonnent notre compréhension du réel et invitent le spectateur à considérer les nanosciences non seulement comme un domaine d'expertise technique, mais aussi comme un champ d'expériences visuelles et imaginaires capable de transfigurer notre perception du vivant.

### 3-b- Sublimer les outils de la cartographie du monde invisible

À travers les installations *Nano-Cités* et *Nano-vibrations*, ainsi que la série de parures *Bijoux biopuces*, l'attention se déplace des images du nanométrique vers les instruments, matériaux et gestes qui rendent ces visualisations possibles. Les œuvres réunies dans cette partie explorent la dimension esthétique, symbolique et culturelle des outils scientifiques en les extrayant de leur contexte fonctionnel pour les inscrire dans l'espace artistique. Tubes de laboratoire, biopuces d'or, ou dispositifs inspirés de la microscopie à force atomique deviennent ainsi des éléments de création, capables de révéler la sophistication technique mais aussi la dimension humaine et collective de la recherche contemporaine.

Cette démarche ne consiste pas seulement à magnifier l'objet scientifique ; elle interroge également les processus de production du savoir et les compétences invisibles qui les sous-tendent. En mobilisant le réemploi, la parure, l'installation interactive ou la collaboration avec les étudiants-chercheurs de l'équipe Nano2BIO de l'Institut FEMTO-ST, ces œuvres montrent que la recherche scientifique repose autant sur des technologies de pointe que sur des gestes, des pratiques expérimentales et des dynamiques interdisciplinaires. L'art-science apparaît alors comme un espace de traduction mutuelle où artistes et scientifiques participent

conjointement à rendre perceptible, compréhensible et partageable l'exploration du monde invisible.



**Figure 4:** Nano-cités (© Installation, crédit photo : A. Tilouine)

La série d'installations *Nano-Cités* prend pour point de départ des éléments issus du quotidien scientifique : des tubes et micropointes provenant des laboratoires de l'institut FEMTO-ST, réassemblés sur des plaques de marbre pour composer des architectures miniatures aux allures futuristes. Par ce geste de réemploi, Adèle Tilouine déplace le matériel scientifique hors de sa fonction utilitaire pour en faire les matériaux de construction de cités imaginaires, inspirées des paysages nanoscopiques.

Cette hybridation entre paysage urbain et imagerie scientifique produit un trouble perceptif fécond. À travers cette ambiguïté visuelle, l'artiste souligne comment les images scientifiques elles-mêmes relèvent de constructions culturelles et perceptives en ce que les reliefs révélés par l'AFM ne sont pas des visions immédiates du réel, mais des traductions de signaux physiques en formes

interprétables. *Nano-Cités* valorise ce processus de médiation en donnant une matérialité sculpturale à des données issues de l'infiniment petit.

Le choix du marbre, de la disposition des instruments et des dorures confère à l'expérience scientifique une dimension monumentale, figeant les composants de laboratoire, habituellement associés à la manipulation, dans la structure familière de l'urbain. En plaçant les outils mêmes de la recherche sur un piédestal, Adèle Tilouine propose une réflexion sur l'importance des gestes ordinaires et des outils de base dans la connaissance scientifique.



**Figure 5:** Bijoux biopuces ( © Série de bijoux en argent, or nordique et biopuces d'or, crédit photo : A. Tilouine)

Cette série de bijoux d'art-science se compose d'un collier, de deux pendentifs et d'une paire de boucles d'oreilles réalisés en argent et en « or nordique », alliage de cuivre, d'aluminium, de zinc et d'étain, obtenu ici par le martelage de pièces de centimes d'euro. Conçue et réalisée par Adèle Tilouine au Népal, dans l'atelier du joaillier Suraj Risal à Pokhara, héritier d'une lignée d'artisans ayant autrefois réalisé les parures de la famille royale népalaise, cette série associe des techniques traditionnelles de joaillerie à des composants issus de la recherche en nanosciences : des biopuces d'or fabriquées à l'Institut FEMTO-ST de Besançon,

dans les salles blanches dédiées à la conception de dispositifs pour l'observation par AFM.

Les chercheurs de l'équipe Nano2BIO ont confié à Adèle Tilouine un ensemble de ces biopuces afin d'explorer leur potentiel plastique et symbolique à travers la création de parures. Le projet ne consiste pas seulement à réemployer un matériau scientifique ; il opère un déplacement de statut. Ces supports techniques, habituellement invisibilisés dans l'espace du laboratoire, deviennent ici des bijoux, sertis de matière précieuse. La série interroge ainsi la capacité de la parure à transformer des instruments de recherche en objets de médiation esthétique et culturelle, tout en conservant la mémoire de leur fonction scientifique initiale : accueillir et analyser des échantillons biologiques.

Le collier central constitue la pièce la plus emblématique de cet ensemble. Il présente une plaque circulaire de verre plaqué d'une fine couche d'or dans laquelle ont été découpées plusieurs biopuces d'or rondes formant, par transparence, une composition florale. Cette organisation évoque simultanément les structures cellulaires observées par AFM et les rosaces ornementales de certaines traditions joaillières himalayennes. Autour de ce noyau central, des motifs alternés d'argent et d'or nordique dessinent des silhouettes montagneuses qui se superposent à la plaque de découpe des biopuces. Ces reliefs évoquent les topographies produites par l'imagerie AFM, fondée sur la lecture de variations infinitésimales de surface, tout en faisant dialoguer deux territoires géographiques : l'Himalaya népalais, lieu de fabrication de la parure, et les montagnes du Jura, proches de Besançon, où les biopuces ont été conçues.

La composition articule ainsi paysage scientifique et paysage géographique dans une même écriture formelle. Le motif placé au sommet du pendentif renvoie plus explicitement au fonctionnement de l'AFM : une pointe métallique stimulée par un faisceau laser dont la déviation est captée par une photodiode. En intégrant

cette référence instrumentale au vocabulaire décoratif du bijou, l'œuvre rend perceptible l'infrastructure technique qui permet l'accès à l'invisible biologique. Le bijou devient alors non seulement support de contemplation, mais également vecteur de médiation du savoir.

Les boucles d'oreilles prolongent cette réflexion sur la matérialité des surfaces. Réalisées en or nordique martelé, elles intègrent deux biopuces circulaires issues de la découpe de la plaque principale du collier. Leurs contours dentelés évoquent les profils irréguliers et les creux visibles dans les cartographies AFM. Le martelage accentue encore cette dimension topographique : la surface du métal capte la lumière de manière vibratoire et rappelle que l'AFM repose précisément sur une lecture tactile du relief à l'échelle nanométrique. Le geste artisanal rejoint ici le principe scientifique de palpation de la matière.

Les deux pendentifs rectangulaires développent une iconographie plus épurée. Les biopuces d'or y apparaissent comme des fragments du ciel enchâssés dans un paysage de montagnes en argent. Les surfaces martelées prolongent l'esthétique du relief déjà présente dans les autres pièces, tandis que le soleil et la lune ornant chacun des pendentifs introduisent une dimension cosmologique et temporelle. Ces symboles renvoient aux dynasties royales d'ascendance solaire et lunaire qui ont dirigé le Népal et dont les insignes figurent encore sur le drapeau népalais, en même temps qu'ils évoquent les cycles du vivant et les temporalités de la recherche scientifique, faite d'une alternance entre périodes d'obscurité et d'illumination.

L'usage de l'« or nordique » possède enfin une portée conceptuelle qu'il s'agit de souligner. Issu de pièces de monnaie courantes, ce matériau introduit dans la parure une réflexion implicite sur l'économie de la recherche et les conditions matérielles de production du savoir scientifique. En transformant des unités monétaires en objets d'art-science, l'artiste souligne la nécessité du financement des

nanosciences et de leurs applications thérapeutiques, tout en proposant une revalorisation poétique d'un métal ordinaire au contact de composants de haute technologie.

Cette série se situe ainsi à la croisée de plusieurs régimes de valeur : scientifique, esthétique, anthropologique et politique. En intégrant des biopuces réelles à des objets de parure, elle déplace les frontières entre outil et ornement, entre laboratoire et corps, entre invisible scientifique et visibilité sociale. Le bijou ne fonctionne plus uniquement comme signe décoratif ou identitaire ; il devient un médium de transmission des imaginaires de la recherche contemporaine et une interface entre le vivant, la technologie et l'expérience humaine.



**Figure 6:** Nano-vibrations (© Installation interactive, création avec les étudiants de Femto-St, crédit photo : A. Tilouine)

*Nano-Vibrations* est une installation interactive d'art-science conçue collectivement par la science artist Adèle Tilouine avec les étudiants de master et de doctorat de l'équipe Nano2BIO de l'Institut FEMTO-ST de Besançon en mars 2024.

À la croisée de la médiation scientifique, de l'expérimentation plastique et de la recherche collaborative, l'œuvre propose une transposition des principes de AFM et des modes de visualisation des VEs à l'échelle nanométrique.

L'installation se compose d'une surface recouverte de reliefs évoquant les cartographies topographiques obtenues par AFM lors de l'observation de nano éléments biologiques. Ces excroissances, réparties de manière organique sur la plaque, rappellent les représentations tridimensionnelles des vésicules extracellulaires produites par les logiciels d'imagerie scientifique. Le choix d'une matérialité sombre et irrégulière accentue l'impression d'un paysage microscopique agrandi à l'échelle humaine : le spectateur ne contemple plus une image scientifique plane mais pénètre symboliquement dans une topographie nanométrique devenue environnement matériel.

Au milieu de cette plaque se trouve un contenant sur lequel est placé une surface flexible au centre de laquelle est placée une biopuce d'or fabriquée à l'Institut FEMTO-ST. Habituellement destinée à accueillir des échantillons biologiques dans un contexte expérimental, cette biopuce est ici déplacée de son usage strictement scientifique vers une fonction à la fois esthétique et performative. L'objet technique devient alors un acteur dynamique du dispositif perceptif.

L'œuvre repose en effet sur un système de vibrations et de réflexion laser, inspiré du fonctionnement de l'AFM. Une petite enceinte dissimulée sous la membrane souple diffuse une composition sonore qui provoque des micro vibrations de la surface. Ces oscillations modifient la réflexion d'un faisceau laser, dirigé vers la biopuce d'or. Les formes lumineuses générées par cette réflexion deviennent alors visibles pour le spectateur sous la forme de déformations mouvantes et instables. Ce mécanisme transpose à l'échelle macroscopique le principe même de l'AFM, fondé sur l'analyse des interactions physiques entre une pointe extrêmement fine et une surface observée. Là où l'instrument scientifique

traduit des variations infinitésimales en données visuelles exploitables, *Nano-Vibrations* transforme ces phénomènes en expérience immersive et sensorielle.

L'installation possède une forte dimension pédagogique. En reproduisant analogiquement certains mécanismes fondamentaux de l'AFM : vibration, interaction de surface, lecture optique par laser, elle permet au public de saisir intuitivement des processus scientifiques complexes souvent difficiles à représenter hors du laboratoire. Le spectateur ne reçoit plus seulement une information théorique ; il expérimente physiquement la relation entre vibration, matière et image. L'œuvre met ainsi en évidence le fait que l'imagerie scientifique n'est jamais une simple captation neutre du réel invisible, mais le résultat d'interactions techniques, de traductions instrumentales et de phénomènes physiques médiés par des dispositifs de mesure.

La portée de l'œuvre réside également dans sa méthodologie collaborative. *Nano-Vibrations* a été élaborée conjointement par une artiste et des étudiants-chercheurs impliqués dans les recherches de Nano2BIO. Cette co-construction a favorisé une circulation des savoirs entre pratiques artistiques et pratiques scientifiques : les étudiants ont participé à la conception esthétique de l'installation tandis que l'artiste s'est approprié les logiques expérimentales et instrumentales du laboratoire. Le projet devient ainsi un espace de traduction mutuelle entre deux cultures souvent pensées comme séparées.

Cette dimension interdisciplinaire s'est prolongée après la création de l'œuvre. Les étudiants et doctorants ont réutilisé *Nano-Vibrations* comme outil de médiation lors de soutenances de thèse, de séminaires et de présentations scientifiques. L'installation a alors acquis une fonction nouvelle : celle d'interface pédagogique capable de rendre accessibles des recherches complexes à des publics variés. Son efficacité tient précisément à sa capacité à articuler rigueur scientifique et expérience artistique. En mobilisant la lumière, le son, le mouvement

et la matérialité des reliefs, elle transforme une technologie de pointe en expérience perceptive partagée.

À travers cette œuvre, l'art-science apparaît non comme une simple hybridation esthétique de contenus scientifiques, mais comme un véritable mode de production de connaissances et de transmission. *Nano-Vibrations* démontre que la collaboration entre artistes et chercheurs peut générer des formes inédites de compréhension du monde invisible, tout en renouvelant les modalités de communication de la recherche contemporaine. L'installation propose ainsi une réflexion à la fois épistémologique et sensorielle sur les instruments de visualisation scientifique : elle donne à voir non seulement les nano-objets eux-mêmes, mais aussi les processus techniques, collectifs et culturels qui rendent leur existence perceptible.

### 3-c- Donner corps à la recherche

Avec *Dialogue*, la réflexion menée autour des nanosciences quitte le champ de la visualisation et de l'instrumentation pour investir pleinement celui du corps et de l'incarnation. L'œuvre interroge la manière dont les recherches sur l'infiniment petit transforment notre compréhension du vivant, mais aussi la façon dont elles s'inscrivent matériellement, symboliquement et thérapeutiquement dans l'expérience humaine. À travers la confrontation de matériaux organiques et d'éléments issus des dispositifs de laboratoire, l'installation met en scène les relations étroites qui unissent la recherche scientifique au corps qu'elle observe, analyse et cherche à soigner.

Cette dernière partie explore ainsi la capacité de l'art-science à donner une présence visible et humaine à des recherches souvent perçues comme abstraites ou éloignées du quotidien. En incarnant les nanosciences sous une forme anthropomorphe et sculpturale, *Dialogue* déplace les enjeux de la médiation

scientifique vers une réflexion plus large sur les liens entre technologie, vivant et identité corporelle. L'installation révèle également que la recherche contemporaine ne se réduit pas à une production de données ou d'innovations techniques : elle engage des imaginaires, des gestes, des projections thérapeutiques et des manières nouvelles de penser la place de l'humain au sein de la matière qu'il étudie et transforme.



**Figure 7:** Dialogue (© Installation, crédit photo : A. Tilouine)

Conçue à la suite de la résidence artistique d'Adèle Tilouine au sein de l'équipe Nano2BIO de l'institut Femto-ST à Besançon, l'œuvre explore la rencontre entre deux univers : celui des chercheurs en nanoscience, qui observent et manipulent la matière à l'échelle du nanomètre, et celui du vivant, dont les structures organiques inspirent sans cesse les sciences contemporaines. *Dialogue*

met en scène deux figures anthropomorphes, deux persona en miroir, incarnées par des bustes et leurs manteaux.

Ces silhouettes anthropomorphes, à taille humaine, se dressent comme des entités jumelles : l'une issue du monde organique, l'autre façonnée par la main technologique. Ensemble, elles forment deux pendants qui paraissent se compléter. Leur présence oscille entre l'humain et le surnaturel, le laboratoire et le rituel.

Le premier buste est cousu de centaines d'éléments naturels : pierres et gemmes, ambre, coquillages, graines, bois, fibres, qui évoquent les trois règnes du vivant : minéral, végétal et animal. Il incarne la richesse et la complexité du monde organique, celui qui précède et nourrit toute forme de connaissance.

Le second buste, en contraste, est composé de biopuces d'or, de pics métalliques utilisés dans l'exploration nanoscopique et de perles de métal rappelant les structures moléculaires schématiques. Il symbolise la science contemporaine, son regard pénétrant sur l'infiniment petit, mais aussi sa capacité à créer de nouvelles matières, de nouveaux mondes.

Entre ces deux entités s'instaure un dialogue silencieux : celui de la main et de la pensée, de la nature et de la technologie, de la sensibilité et de la mesure. Elles évoquent également les applications de ces recherches scientifiques sur l'organique dans le domaine thérapeutique et mettent en lumière leur importance pour soigner le corps. Ce face-à-face matérialise la conversation entre l'humain et la matière, entre l'observateur et ce qu'il observe, une conversation qui est au cœur même de la recherche scientifique et artistique.

L'installation ne cherche pas à opposer ces deux univers, mais à les concilier dans une même dynamique. En rapprochant les matériaux de la science et ceux du vivant, *Dialogue* révèle la continuité profonde entre le naturel et l'artificiel. L'œuvre pose la question : jusqu'où la science prolonge-t-elle la nature ? À quel moment la

matière créée devient-elle vivante ? Par cette mise en scène du savoir, *Dialogue* rend visible ce qui, dans la recherche scientifique, relève aussi du poétique : l'attention, l'émerveillement, la justesse du geste et de l'interprétation. L'installation célèbre la beauté du tissu invisible qui relie la connaissance humaine à la matière du monde.

## CONCLUSION

La collaboration entre l'équipe Nano2BIO et la science-artist Adèle Tilouine montre que la rencontre entre art et science peut produire davantage qu'un dispositif de médiation. En croisant leurs méthodes, leurs langages et leurs questionnements, artistes et chercheurs ouvrent de nouvelles voies pour représenter, interpréter et partager des objets scientifiques complexes. À l'heure où les nanosciences explorent des réalités encore éloignées de notre perception directe, le développement de telles collaborations apparaît comme un enjeu majeur. Encourager ces démarches interdisciplinaires, c'est non seulement renforcer la diffusion des connaissances, mais aussi créer les conditions d'un dialogue renouvelé entre recherche, création et société.