

RAPPORT DE MISSION

Dé.formes sensibles

Résidence d'Expérimentation de 3 jours à la Humboldt Universität

**Dates :**

13 au 17 mai 2024

Localisation :

Berlin, Allemagne

Cluster of Excellence »Matters of Activity « Image Space Agency (Berlin)

Cadre de la mission :

Projet "Dé.formes sensibles"

MisBKit

Objet de la mission :

Expérimentations plastiques liées aux trois thèses des doctorants, mise en commun des compétences pour nourrir chacune des pratiques

Financement :

APP SACRe

Cluster Matters of Activity

PRÉPARÉ ET PRÉSENTÉ PAR

ANNA SCHAEFFNER, Reflective interaction, EnsadLab

CORENTIN LOUBET, Reflective interaction, EnsadLab

AUDREY BRUGNOLI, Symbiose, EnsadLab

Objectifs de la résidence

L'objectif principal de cette mission était de mener des expérimentations plastiques liées aux thèses des trois doctorants participants, en mettant en commun leurs compétences pour enrichir leurs pratiques respectives. Plus spécifiquement, la résidence visait à :

- **Concevoir, fabriquer et évaluer des prototypes de connecteurs souples et gonflables :**
 - Explorer différentes formes et matériaux (latex, silicone) pour améliorer le MisBKit
 - Développer des connecteurs capables de produire des mouvements plus organiques et fluides
- **Fabriquer et évaluer des peaux conductrices :**
 - Expérimenter l'incorporation de graphène dans des membranes en silicone
 - Tester différentes méthodes d'application de matériaux conducteurs sur des surfaces souples
- **Favoriser la collaboration interdisciplinaire :**
 - Partager les connaissances et les compétences entre les participants
 - Exploiter les synergies entre leurs domaines de recherche respectifs
- **Établir des contacts et des collaborations avec des chercheurs :**
 - Échanger sur les pratiques et les avancées dans le domaine des matériaux souples et réactifs
 - Identifier des opportunités de collaboration future

Doctorants porteurs du projet

Anna Schaeffner anna.schaeffner@hu-berlin.de

Designer d'interaction, doctorante SACRe, laboratoire de recherche de l'École nationale supérieure des Arts Décoratifs, Université Paris Sciences et Lettres. En co-supervision avec le Cluster of Excellence "Matters of Activity. Image Space Material" et la Kunsthochschule Weissenhof, Berlin.

Corentin Loubet corentin.loubet@ensad.fr

Designer, doctorant SACRe, laboratoire de recherche de l'École nationale supérieure des Arts Décoratifs, Université Paris Sciences et Lettres

Audrey Brugnoli audrey.brugnoli@ensad.fr

Designer, doctorante SACRe, laboratoire de l'école nationale supérieure des Arts Décoratifs, Université Paris Sciences et Lettres, en collaboration avec l'Assistance Publique - Hôpitaux de Paris (AP-HP), l'Hôpital Necker Enfants Malades et l'Institut de recherche Imagine

Méthodologie

Matériaux et techniques explorés

- **Connecteurs souples :**
 - Latex : choisi pour son aspect écologique, nous avons exploré l'assemblage de feuilles de latex pour créer des formes gonflables.
 - Silicone : sélectionné pour sa plasticité, ses qualités de mouvements, sa facilité d'utilisation et son caractère hypoallergénique. Nous avons testé le silicone moulé et le silicone appliqué sur textile souple.
- **Surfaces conductrices :**
 - Graphène : incorporation de poudre de graphène dans des membranes en silicone à différentes concentrations (5%, 10%, 30%)
- Encre conductrice : application sur diverses surfaces, y compris des textiles élastiques, pour créer des peaux conductrices flexibles.

Processus de travail

- **Mise en commun des connaissances :**
 - Partage d'expertise sur la confection de moules pour robots souples
 - Formation collective sur l'utilisation du MisBKit, son logiciel et ses composants électroniques
 - Echanges de connaissances sur les surfaces sensibles et flexibles
- **Documentation et réflexion :**
 - Utilisation des ressources du Cluster Matters of Activity pour réaliser des tests sur les matériaux souples
 - Développement d'un protocole pour la création de connecteurs souples en matériaux naturels
 - Expérimentation avec différentes techniques : moulage, assemblage, application d'encre conductrices



Résultats

Connecteurs souples et gonflables

- **Prototypes réalisés :**
 - Connecteurs en silicone moulé : Plusieurs formes activables ont été développées et prototypées rapidement.
 - Connecteurs en latex : Création de prototypes par assemblage de feuilles de latex, utilisant une technique de soudure avec du latex liquide.
 - Connecteurs en silicone sur textile : Exploration de l'application de silicone sur différents supports textiles pour créer des structures flexibles.
- **Défis rencontrés et solutions trouvées :**
 - Difficulté d'assemblage des feuilles de latex : Résolu par la conception de petites pièces 3D pour améliorer les jonctions.
 - Problèmes de moulage du silicone : Ajustement des techniques de coulage et expérimentation avec différentes viscosités de silicone.
 - Défi de la découpe précise : Utilisation réussie de la découpe laser pour les feuilles de latex, permettant d'obtenir directement les formes souhaitées pour les soft robots.
 - Exploration de la soudure ultrason : Réglage des paramètres pour la création de soft robots en PVC.



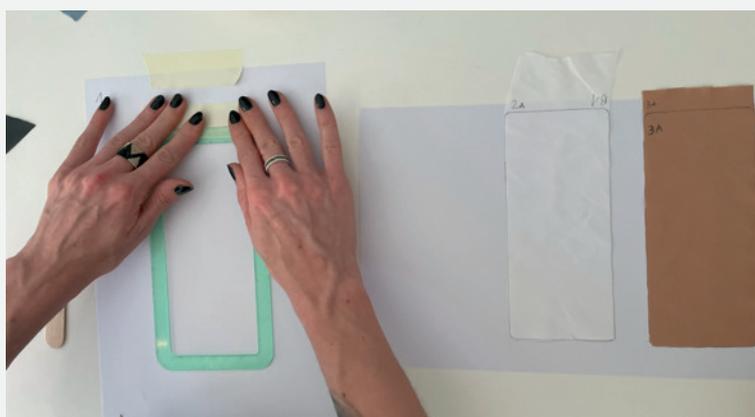
Surfaces conductrices

• **Tests effectués :**

- Incorporation de poudre de graphite dans la masse de silicone : Tests à 5%, 10% et 30% de concentration.
- Application de graphène sous forme d'encre : Essais sur diverses surfaces, y compris des supports moins conventionnels.
- Peinture conductrice sur textile élastique : Exploration de la flexibilité et de la conductivité.
- Tests de la poudre de graphite sur différents supports : Évaluation de l'adhérence et de la conductivité sur diverses surfaces.

• **Résultats obtenus et pistes d'amélioration :**

- Résultats mitigés pour l'incorporation de graphène dans le silicone : Nécessité d'ajuster les concentrations et les méthodes de mélange pour améliorer la conductivité.
- Succès relatif de l'application d'encre de graphène : Identification de surfaces intéressantes pour de futurs développements.
- Peinture conductrice sur textile : Résultats encourageants en termes de flexibilité, mais nécessité d'améliorer la durabilité.
- Pistes d'amélioration suggérées par Ana Piñeyro : Exploration de nouvelles techniques basées sur ses recherches antérieures.
- Perspective de collaboration avec Luke Franzke : Potentiel d'intégration de ses travaux sur les capteurs flexibles dans notre projet.



Collaborations et échanges

Nous avons contacté plusieurs chercheurs au cours du workshop, notamment pour répondre à une candidature de financement de la chaire Beauté PSL. Pour cela, nous nous sommes entourés de Filipe Pais, porteur de l'appel. Nous avons également contacté Benoit Roman du (PMMH) et Céline Coutrix (CNRS de Grenoble), qui ont accepté de figurer dans l'appel et de nous soutenir. Malheureusement, notre candidature n'a pas été retenue mais d'autres demandes de financement sont en cours.

Rencontres et discussion avec les experts

- **Ana Pineyro :**
 - Échange sur son projet expérimental mené durant son doctorat
 - Partage de ses connaissances et de son expertise sur les matériaux conducteurs souples
 - Fourniture d'échantillons de matériaux pour nos futurs tests
 - Conseils techniques pour surmonter certains défis rencontrés
- **Filipe Pais :**
 - Porteur de l'appel à projets de la chaire Beauté PSL
 - Discussion sur notre projet et son potentiel dans le cadre de cet appel
 - Aide à la formulation de notre candidature
- **Benoit Roman (PMMH) et Céline Coutrix (CNRS Grenoble) :**
 - Contacts établis pour soutenir notre projet
 - Accord pour figurer dans notre candidature à l'appel à projets
 - Apport de leur expertise respective dans les domaines des matériaux et de l'interaction homme-machine

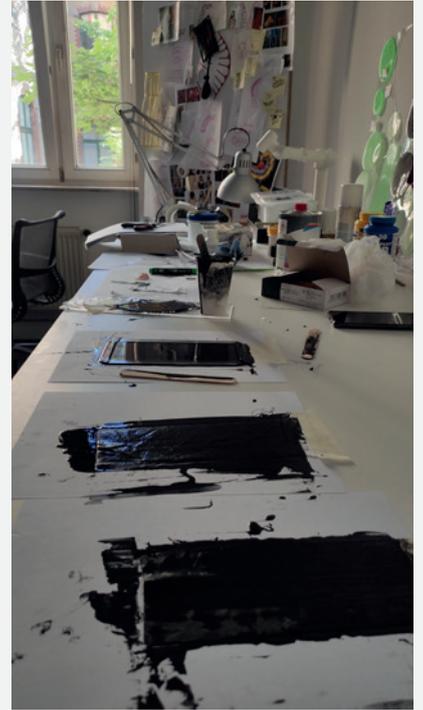
Perspectives de collaboration future

- **Luke Franzke (ZhDK) :**
 - Doctorant travaillant sur le développement de capteurs flexibles
 - Identification d'un potentiel de collaboration pour intégrer ses recherches à notre projet
 - Projet de le contacter pour discuter de possibles synergies

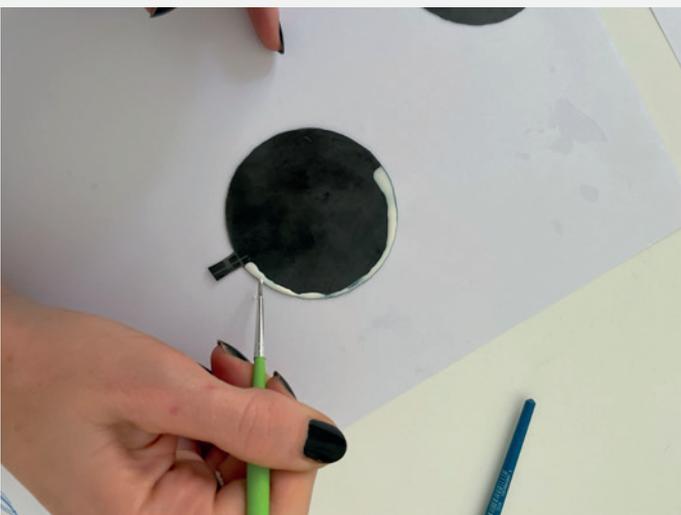
Annexe 1 : Documentation

Processus

- **Incorporation de poudre de graphite dans la masse de silicone**
 1. tests à 5%, 10% et 30%
 2. dans un moule en acrylique
 3. sur different textiles



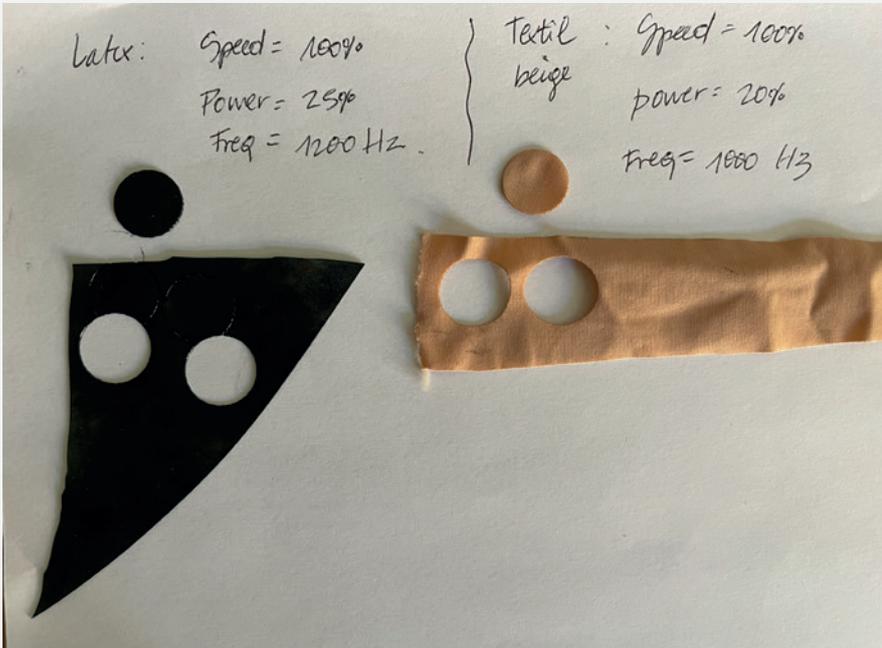
- **Technique de soudure de feuille de latex en utilisant du latex liquide**



- **Réglage des paramètres pour la découpe laser**

Il nous est possible de découper nos feuilles de latex à la découpe laser ce qui nous permet de directement obtenir les formes des soft robots souhaité et de seulement avoir à coller les deux feuilles de latex entre elles.

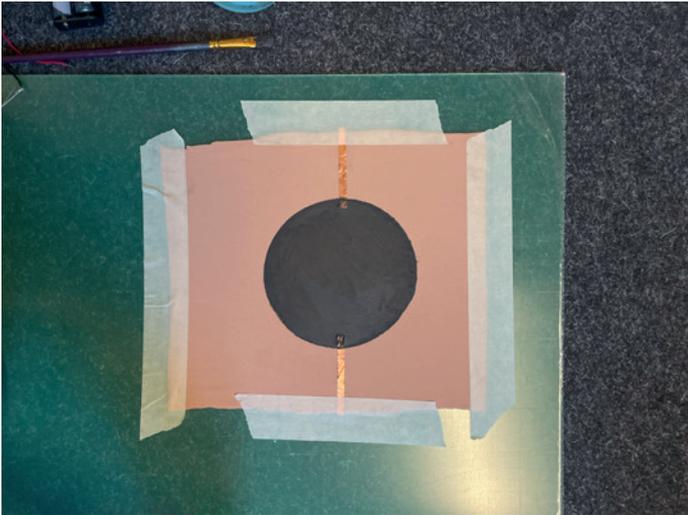
- **Réglage de la soudeuse ultrason pour la création de soft robot en PVC**



- **Coulage du mélange poudre de graphite et silicone dans les moules pour créer un soft robot**



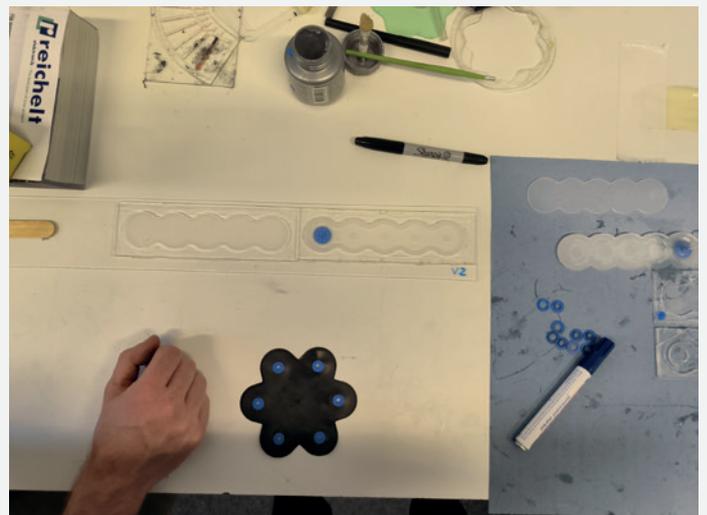
- Peinture conductrice sur textile élastique



- Série de testes de la poudre de graphite sur différents supports



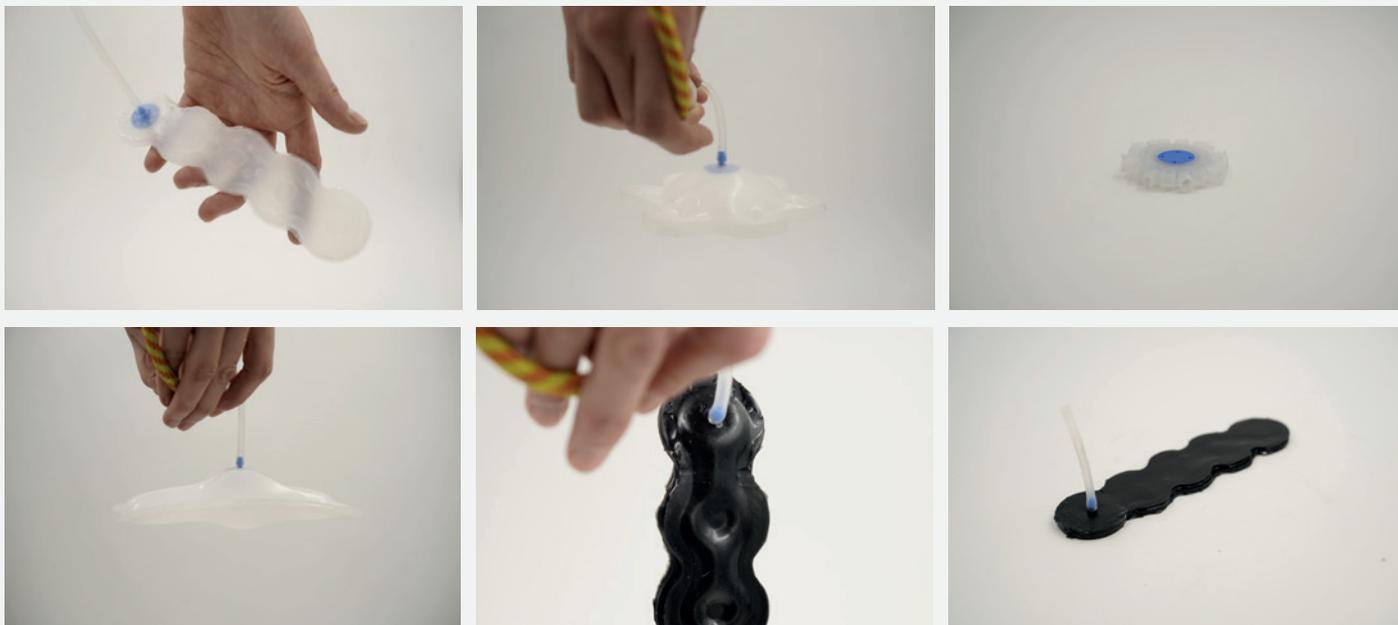
- Fabrication soft robot en silicone



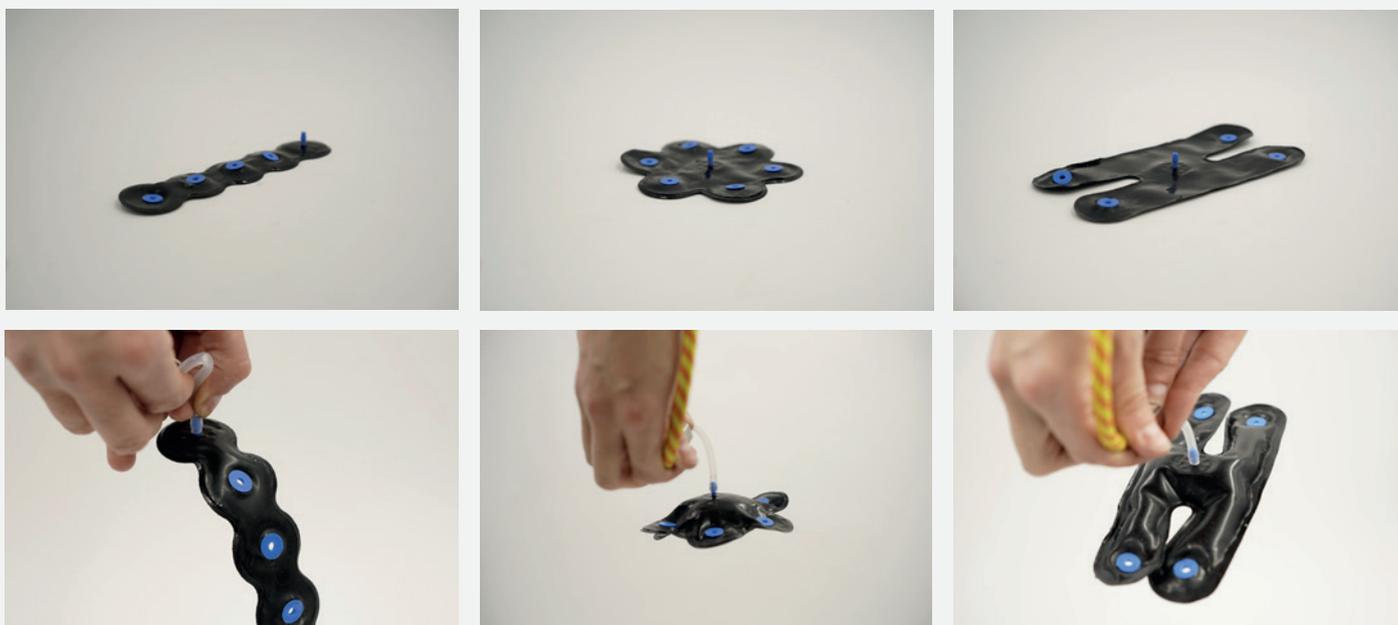
Résultats

- **Prototypes de connecteurs gonflables pour le MisBKit**

- Prototypes coulés en silicone :

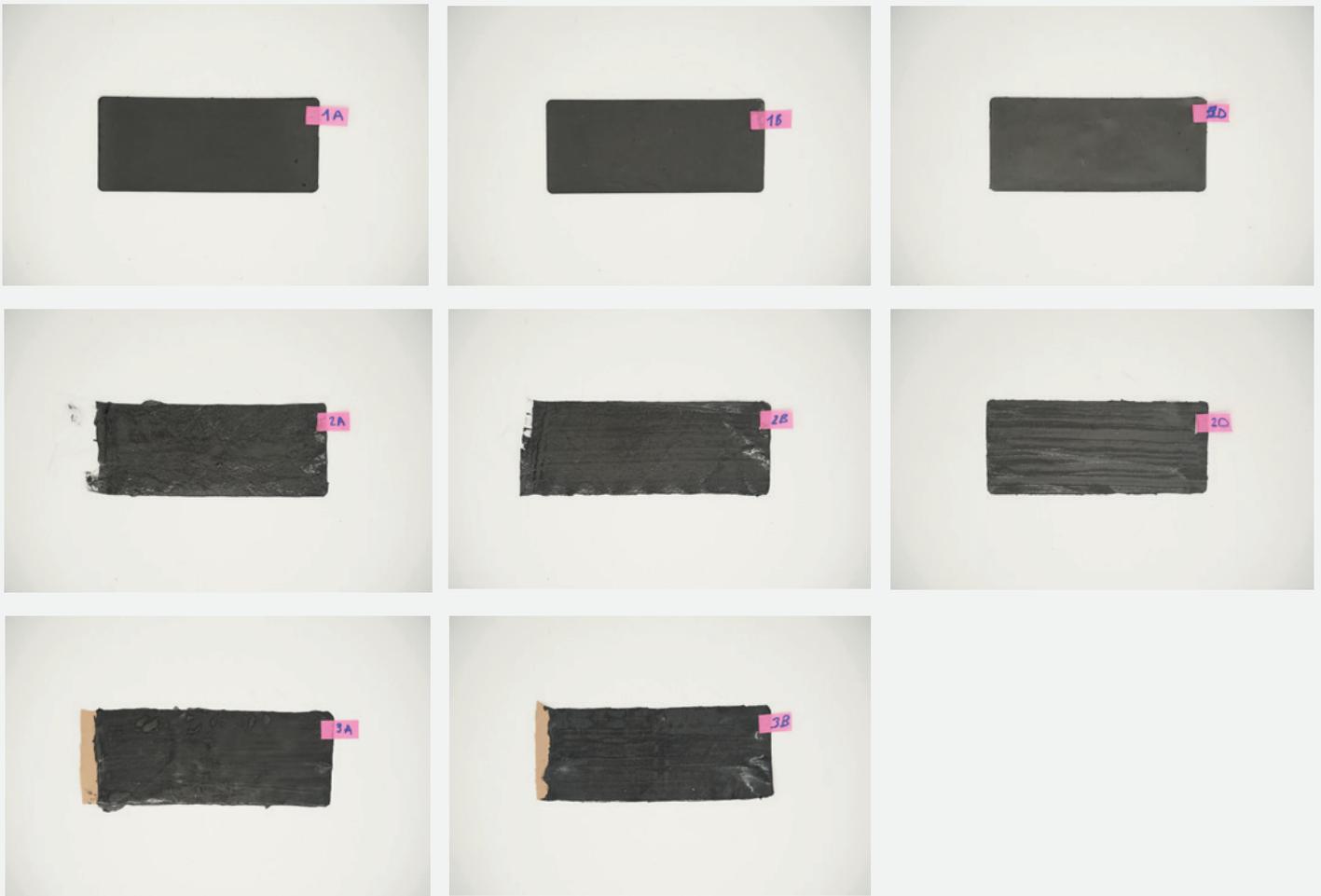


- Prototypes en latex :

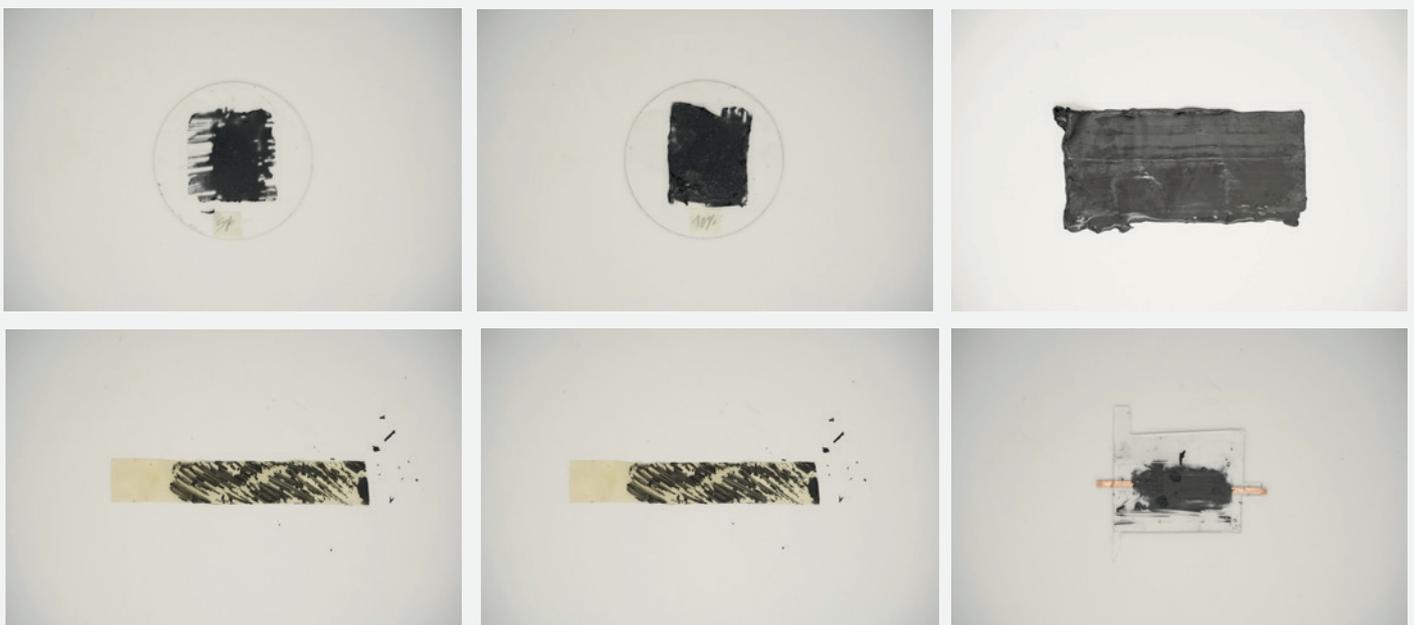


- **Surfaces souples conductrices**

- Échantillons de silicone avec différentes quantités de poudre de graphène :



- Échantillons de poudre de graphène sur différents supports :



Annexe 2 : Contexte initial du projet

Cette résidence d'expérimentation propose d'explorer la synergie entre les axes de recherche des trois doctorants SACRe (Corentin, Anna et Audrey) à travers une résidence d'expérimentation de trois jours à la Humboldt Universität dans le cadre du Cluster of Excellence "Matters of Activity. Image Space Material". Corentin applique le design comportemental à des objets connectés pour étudier leurs interactions dynamiques avec les humains, Audrey se penche sur la simulation et la reproduction des fonctionnalités de la peau avec une approche sensorielle. Anna explore l'utilisation de capteurs souples pour rendre des membranes sensibles aux stimuli extérieurs, renforçant la communication entre utilisateur et technologie.

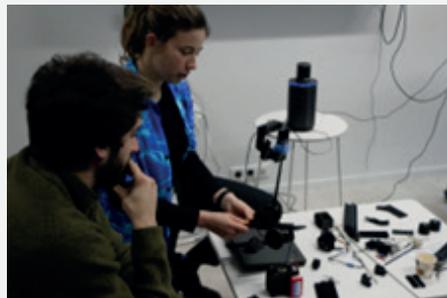
Cette résidence vise à combiner ces diverses expertises pour générer des prototypes à partir de leurs expérimentations respectives déjà réalisées et expliquées dans les trois axes à la suite. En associant le design comportemental, l'étude pratique des états de surface et l'intégration technologique des membranes actives, les doctorants envisagent de créer des objets et environnements interactifs. Ce projet collectif serait également une opportunité pour appliquer concrètement ces recherches dans des contextes de recherche, comme des colloques, des publications ou des expositions.

Axe 1 : Objets à comportement

Designer de formation, Corentin mène une recherche au sein du laboratoire EnsadLab sur le design du comportement matériel des objets connectés et "intelligents". Sa thèse s'inscrit dans l'axe de recherche "behavioral objects" dirigé par le groupe Réflective Interaction.

Son travail vise à observer et analyser les interactions induites par la cohabitation avec des appareils dont le comportement matériel reflète l'activité informatique. Récemment, il a collaboré avec le laboratoire de recherche de la CNIL sur ces sujets et a développé plusieurs prototypes en partenariat avec eux. En parallèle, Corentin contribue depuis plusieurs années au développement du MisBKit, un outil de robotique modulaire créé par des membres d'EnsadLab. Dans ce cadre, il a dirigé plusieurs ateliers impliquant divers participants, tels que des étudiants, des chercheurs et des designers. Cette expérience lui a permis d'identifier plusieurs pistes d'amélioration, notamment l'intégration de connecteurs souples et gonflables (expérimentations menées avec Anna).

C'est donc à travers son expertise technique dans le "design du comportement" que profite sa contribution à ce projet. Il joue ainsi un rôle actif dans l'élaboration des conditions matérielles et informatiques visant à créer des formes dotées de facultés de mouvement expressives. De plus, son intérêt croissant pour la robotique souple, notamment dans le cadre du développement du MisBKit, offre un cadre d'application potentiel pour ces expérimentations.



Axe 2 : Peaux des objets / états de surface

Audrey Brugnoli concentre son apport sur les expérimentations matérielles de son projet doctoral "Peaux Éthiques", explorant les états de surface et la reproduction des fonctionnalités de la peau. Cette recherche se distingue par une approche méthodique et analytique des matériaux, visant à mieux comprendre et simuler les interactions dynamiques de la peau avec son environnement. Cela concerne à la fois la peau du corps humain mais aussi la peau des objets. Sa recherche de matériaux global incarne cette exploration, avec une attention particulière portée aux matériaux flexibles et transformables à la surface des corps ou des objets. En se focalisant sur l'adhésion, la réaction à la pression, et la régulation de la transpiration, Audrey cherche à repousser les limites entre le vivant et le non-vivant, le soi et le non-soi.

Les méthodes scientifiques pour reproduire les couleurs du cercle chromatique en silicone soulignent la rigueur des expérimentations, répondant à un besoin de précision et de reproductibilité dans le cadre de présentations et collaborations qui seront utilisées dans ce projet. La robotique molle et les structures expansibles démontrent la capacité de ces expérimentations à créer des solutions adaptatives, qui épousent et respectent la morphologie du corps ou des objets. Ces investigations trouvent leur application dans des domaines variés, allant de la robotique molle à l'élaboration de textiles actifs, en passant par la création de structures expansibles et l'utilisation de "Turing Patterns" pour inspirer des formes bio-mimétiques.

Par exemple, dans son projet de thèse "Peaux Éthiques", ces explorations matérielles servent de fondement à l'élaboration de dispositifs médicaux inclusifs, avec une attention soutenue à la sensorialité. Ce travail illustre comment les expérimentations matérielles peuvent être appliquées à des enjeux concrets et améliorer le bien-être des patients.

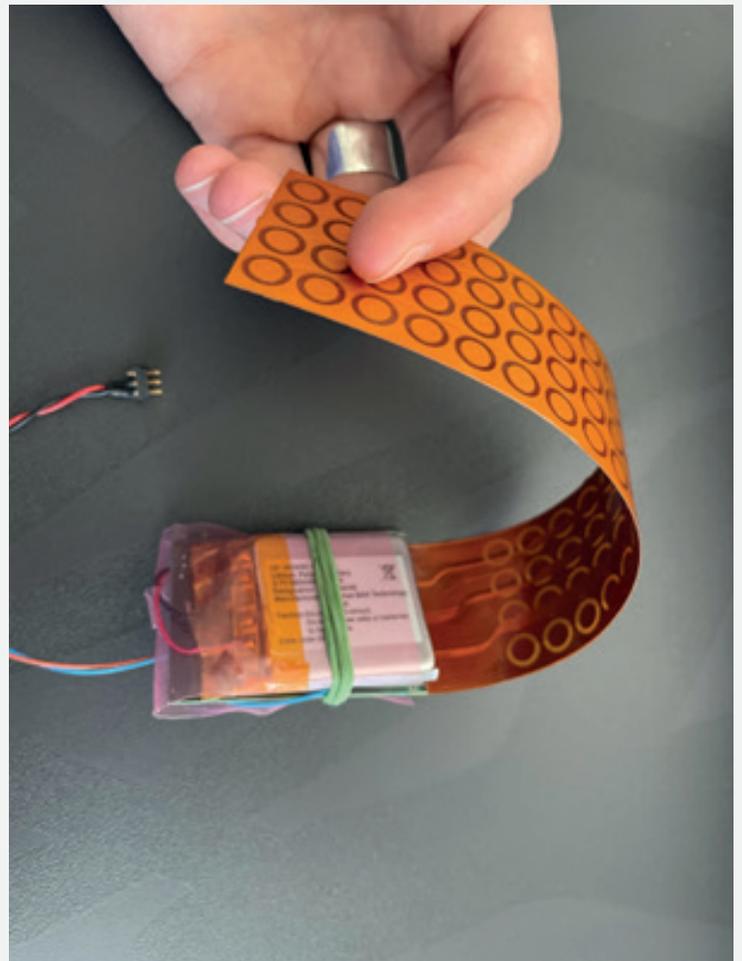


Axe 3 : Membranes actives et réactives

Anna cherche à explorer l'intégration de capteurs souples dans ses membranes déformables, afin de les rendre sensibles. Dans des projets antérieurs elle a pu explorer l'intégration de capteurs souples.

Dans le projet soft collision (2024) par le biais d'une collaboration avec l'institution italiana di tecnologia (IIT), qui a développé des surfaces tactiles (touch Sensors) appelés Flex TS. Composés de 24 capteurs disposés en trois rangs. Ces capteurs peuvent être programmés sous la forme de différentes combinaisons; de la droite vers la gauche, de haut en bas, ou inversement, tous les capteurs à la fois etc. Et serviront d'input. Dans ce cas-ci la surface tactile est intégrée à une membrane en silicone pneumatique. Placée sur un bras robotique (UR5) la membrane pneumatique devient une interface physique grâce à l'intégration des capteurs FLEX TS. Lorsque l'utilisateur vient au contact de la surface tactile et effectue l'une de combinaisons d'input, la membrane est activée et se gonfle. Ici l'activation de la membrane par les capteurs sert comme forme de communication entre robot et usager. Lors d'un précédent projet Situated behaviors (2021) des capteurs développés par le Fraunhofer ISC. Ces capteurs DES en silicone sont extrêmement extensibles, s'activent et permettent de mesurer des changements de densité. Ils sont cependant difficilement intégrables à cause de leur matérialité.

Ainsi l'exploration d'une nouvelle forme de capteurs qui serait intégré dans la masse...



Annexe 3 : Budget initial

DEPENSES		Résidence SACRe - Humboldt Universität	Budget prévisionnel
DEPENSES			
A. Budget demandé			
A. Production			
A01	Silicones	Polyester 93	Achat de plusieurs types de silicones et catalyseurs associés
A02	Composants électroniques	Gotronic	Microcontrôleurs, câbles, batteries, ...
A03	Consommables		Encres conductrices, colorants, spatules, matériel de chimie...
	Sous-total A		950
B. Frais de fonctionnement			
B01	Train Paris-Berlin	SNCF / Trainline	L'avion peut être une option moins chère mais les porteurs de projet préfèrent le train par soucis écologique
B02	Hebergement	Airbnb	Location d'un appartement à Berlin pour la durée de la résidence
B03	Imprévus		Urgence sur place, maintenance, nécessité d'acheter du matériel manquant
	Sous-total B		1300
C. Partenaires, autres structures engagées			
C01	Ateliers techniques	Ensad	En préparation de la résidence : impression 3D, matériel et responsable technique
C02	Ateliers techniques	Humboldt Universität	Pendant la résidence : locaux, responsables techniques, matériels techniques
C03	MisBkit	Ensad	Kit de robotique modulaire développer par le groupe Reflective Interaction
TOTAL		TOTAL	2250