PROJECT

# TALLY

## L'APPRENTIE ARTISTE QUANTIQUE

**TALLY est une intelligence artificielle née d'un ordinateur quantique et d'une machine à dessiner. Elle a la capacité de peindre, et de progresser par le jugement du public.**

Matthieu Poli

**Sven Björn Fischer et Alexis Toumi**

## Contexte

# Les IA créatives et l'avènement des ordinateurs quantiques

L'art généré par l'IA créé a actuellement un impact considérable sur la communauté artistique. Les outils de conversion de texte en image utilisés - Midjourney ou DALL-E pour nommer les deux plus célèbres - génèrent de « nouvelles » œuvres d'art basées sur une entrée de texte par un utilisateur / artiste. Ces services fonctionnent en exploitant des données extraites de millions de jeux d'images annotés et traités par des algorithmes d'apprentissage automatique.
Cela conduit à de nombreuses discussions autour des questions du savoir-faire, de propriété du style individuel, de droit d'auteur et bien sûr de la position de l'utilisateur manipulant ces outils.

Ces nouveaux services logiciels génèrent une sortie d'image ou de vidéo apparemment sans fin.
Cela peut sembler être une explosion de «créativité», mais l'art produit n'est essentiellement (par conception) rien de plus qu'un remix hyper-complexe d'œuvres d'art préexistantes. Des questions fondamentales se posent : ce type d'IA n'est-elle rien de plus qu'un nouveau type de pinceau pour l'artiste ? Les utilisateurs deviennent-ils automatiquement des artistes en l'utilisant ? Ou l'artiste est-il l'IA elle-même ?

Nous sommes convaincus que le remixage n'est pas le seul moyen de générer de l'art. C'est un concept trop simple et nous en attendons plus des systèmes d'IA - en particulier avec les nouveaux horizons offerts par l'informatique quantique.

Alors, serait-il possible de générer de l'art d'une manière radicalement différente, en partant de zéro, sans aucune absorption de d'image existante ? Et si oui, par où commencerait l'IA ? Quelle serait l'entrée minimum à fournir pour obtenir une sortie ? Et comment décrire l'art « nouveau » ainsi généré ? En tant qu'artiste, est-il possible d'avoir un vrai dialogue avec cette IA pour influencer sa sortie ?
Quelle nouvelle symbiose pouvons-nous construire entre les artistes qui développent et utilisent ces outils et le public confronté à cette production influente ?

Les algorithmes d'IA actuels pour la génération d'art sont basés sur des modèles statistiques entraînés sur des jeux de données contenant des millions d'œuvres, d'images ou de sons. Les connaissances incorporées dans ces modèles reposent sur l'identification de corrélations statistiques — potentiellement cachées — entre divers éléments d'une œuvre d'art, comme toutes choses qui peuvent accessoirement constituer le style d'un artiste. Par conception, ces modèles manquent toutefois d'historicité dans le sens heideggérien : Ils n'incarnent pas une structure d'existence (et son constituant fondamental, l'altérité) mais plutôt une projection de cette structure sur une représentation du paysage énergétique qui organise l'information sur les corrélations.

Afin de permettre l'incorporation d'une telle structure, nous avons besoin de beaucoup plus qu'une projection (qui entraîne inévitablement une perte irréversible d'informations). Ce dont nous avons besoin peut probablement s'approcher des milliards d'émotions accumulées au cours d'une vie, ainsi que de ce qui s'est passé au moment même où elles ont été perçues, dans une sorte d'arborescence événementielle infinie : origines, lignées, racines, arrière-plans et héritages indicibles,... tous ces objets vivants laissent des traces qui finissent par constituer une historicité.

Cela rappelle fortement ce que Robert French appelle la compréhension - qui est bien plus que le simple savoir - lorsqu'il exprime que «le fondement de toute compréhension est, après tout, la capacité de construire, de contextualiser et d'utiliser des représentations internes des données».
Pourtant, si le contexte est crucial pour la création artificielle, comment l'inclure dans le processus de création basé sur l'IA ? Sur quelle représentation interne des données devons-nous nous appuyer ?

La plupart des algorithmes doivent recourir à des générateurs de nombres pseudo-aléatoires pour créer de la nouveauté, en tirant au hasard des échantillons à l'aide d'une distribution de probabilité biaisée qui a été, précisément, construite sur des jeux de données.

Il est donc tentant de penser à une autre façon de créer de l'aléatoire, et de l'aléatoire pur : les systèmes quantiques. Et, la dynamique quantique offre bien plus que de simples aléas car elle fournit la capacité de générer une structure riche à multiples événements qui puise, notamment, de l'intrication et pourrait ainsi intégrer de manière innée une construction innovante.

Tant qu'aucune mesure quantique n'est effectuée, la dynamique quantique génère un arbre d'histoires à croissance exponentielle (Kempe, 2003) qui garde une trace de chaque événement suivant une structure spatio-temporelle riche.
Cette présentation explore comment une dynamique quantique peut aider à incarner une structure d'existence dans un dispositif d'IA créative quantique.
Cependant, l'informatique quantique ne concerne pas seulement le parallélisme, mais aussi l'intrication en tant que représentation non triviale des corrélations multi-échelles entre les événements. Il est donc intéressant de réfléchir à la façon dont une intelligence artificielle créative quantique pourrait tirer parti du stockage de corrélations quantiques plutôt que de corrélations classiques, et de la mise en œuvre d'un processus d'entraînement qui utilise l'intrication comme données fondamentales.

Nous nous interrogerons donc ici sur la façon dont l'informatique quantique pourrait favoriser le début d'un apprentissage automatique basé sur le contexte, et véritablement créatif, destiné à la génération d'art.

## La réfléxion de l'auteur

# Étude artistique du processus d'apprentissage

Le genève du projet a été initié par moi, Matthieu Poli, artiste auteur plasticien numérique, je me suis interrogé sur le parcours intellectuel dans l'apprentissage d'une œuvre artistique. En prenant comme angle celui de la peinture abstraite, comment un enfant, dont la destinée qu'il ignore sera d'être artiste, initie son parcours artistique par la volonté de dessiner avec un crayon son tout premier trait sur une feuille, à celui de, dessin après dessin, peinture après peinture de devenir un peintre aguerri. Afin d'étudier ce phénomène de processus d'apprentissage, il me fallait créer une représentation. Une étude artistique me donnant une vue d'ensemble de ce processus.
Un pont logique et contemporain m'a poussé à me tourner vers analogie au développement technologique. Comment une méthode scientifique me permettrait d'obtenir une réponse artistique ?
En m'informant sur toutes les capacités d'apprentissages contemporaines des IA, j'ai compris que ma réponse se situait là. Sauf que j'étais heurté par leurs méthodes : comment obtenir une étude d'évolution quand les IA créatives partent déjà d'un savoir-faire dépensant presque celui des humains ? La réflexion alors était celle du point de départ : comment se débarrasser d'une entrée constituée d'un principe d'absorption de million d'images existantes ?  et adopter celle d'une entrée similaire à celui d'un enfant, partir d'une «feuille banche» ?

"Supposons que l'esprit soit… un papier blanc, vide de toutes lettres, sans aucune idée : comment viendra-t-il à en être pourvu ?" (John Locke, Philosophe).

Il me fallait partir de la création d'une IA créative portée sur un nouveau processus d'apprentissage, changer la méthodologie, changer de technologie.

# Réponse artistique

## Une rencontre entre un artiste et des scientifiques ingénieurs qui partagent la même passion : l'art.

Afin de concevoir mon étude artistique, il me fallait créer un être nouveau. Une machine ayant la capacité moteur de tenir un outil et de dessiner avec, et la capacité intellectuelle de progresser avec.
Quand j'ai parlé de mon idée à Alexis Toumi, il a tout de suite évoqué les qualités relatives à l'ordinateur quantique et de sa thèse sur le Quantum Language Computing. J'avais alors un scientifique capable de penser une programmation nouvelle, de programmer et d'entraîner un ordinateur quantique pour faire de ce projet une réalité. Mais, il manquait la production physique de ces peintures.
Je voulais aller plus loin que l'œuvre digitale, je voulais que le public voit ce programme pouvant créer une œuvre physique. Sven, utilisateur et testeur de draw machines depuis des années, a été la personne parfaite pour donner à Tally les bras qui lui manquait et pour créer le lien de programmation entre l'ordinateur quantique et l'œuvre physique.

Ensemble nous avons donc imaginé l'œuvre suivante :

TALLY

L'APPRENTIE ARTISTE QUANTIQUE

TALLY, l'apprentie artiste quantique est une œuvre d'art qui intègre une IA créative robotique. Née d'un ordinateur quantique et d'une machine à dessiner. Elle a la capacité de peindre des compositions picturales abstraites devant un public, et de progresser. Afin d'exécuter ses créations, TALLY possède un corps, un plateau flottant muni de deux bras robotiques pouvant manipuler sur son format papier ses stylos peintures.

Sa capacité à générer de l'art se veut être en opposition aux IA actuelles ne sachant faire que du remixage artistique. En exploitant les nouveaux horizons offerts par l'informatique quantique et les capacités prométeuse du Quantum Machine Learning. Elle questionne la manière de générer de l'art autrement. En partant de zéro, alors sans aucune absorption d'art existant.

Le public est amené à observer sa gestuelle, mais aussi a participer.
Pour que Tally puisse progresser, il lui faut un retour sur son travail, nous proposons de mettre à contrubution le public dans le rôle de professeur. Le public aura la tache satisfaisante de juger et noter ses créations.
Le but de Tally sera de comprendre ce jugement et s'en servir pour progresser petit à petit.
Entre le public et la machine nous souhaitons créer une sorte de dialogue portant sur la signification des éléments picturaux — le point, la ligne, le tracé, la forme, le format, la composition — une approche de la compréhension portée sur le contexte et l'historicité des éléments dessinés.

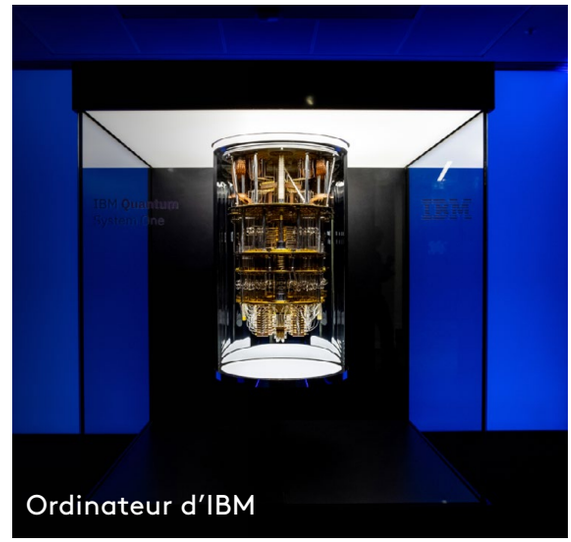
Nous souhaitons que l'œuvre ne se porte pas uniquement sur TALLY en tant que machine, mais plus sur ces productions dans leur temporalité. Une grande fresque d'accrochage viendra racconter son évolution picturale. Dans ses tous premiers coups de pinceau aux dernières œuvres plus conplexes, un parcours exposant les œuvres les plus appreciées (et également les moins).

En permanance sous l'influence public, ce jugement façonnera avec le temps une esthétique plus qu'une autre sur la masse des votants. il sera donc interressant de constater vers quel style elle s'engage. Intervention minimaliste ou complexe,  forme destructurée ou géometrique, composition chaotique ou ordonnée…

Une manière pour le public de mieux comprendre les prémices de la révolution des technologies quantiques par l'art.

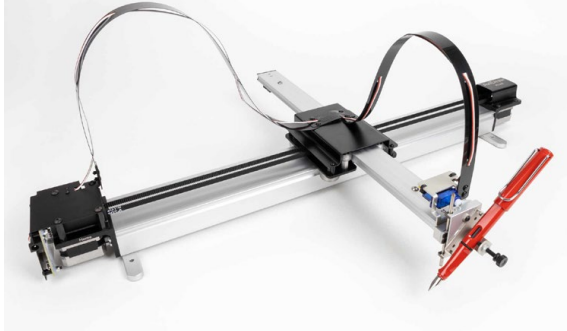
# Design de Tally

Sa forme globale fait référence à l'ordinateur quantique d'IBM. Elle se tient de manière verticale, pour s'imposer devant l'homme et montrer à tous ce qu'elle dessine, comme l'union d'un artiste devant son chevalet.
Sur un double plateau en plexiglass sont positionné ses deux bras, à gauche et à droite du papier, afin de tenir deux médiums differents, par exemple un feutre rouge sur le bras gauche et un feutre bleu sur le bras droit. Ses bras sont deux Draw-Machine en quinconce. Le choix du plexiglass est pour

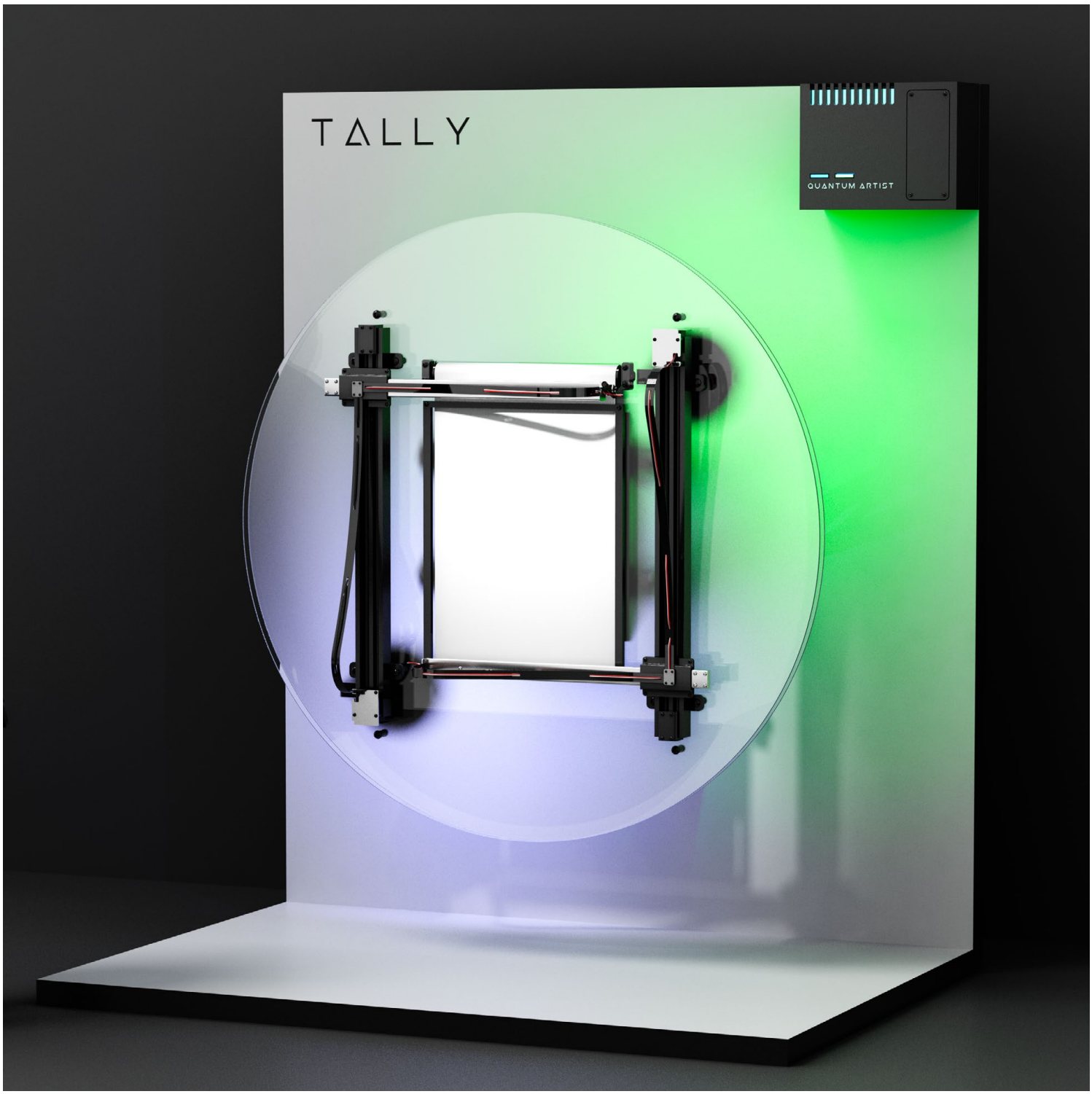


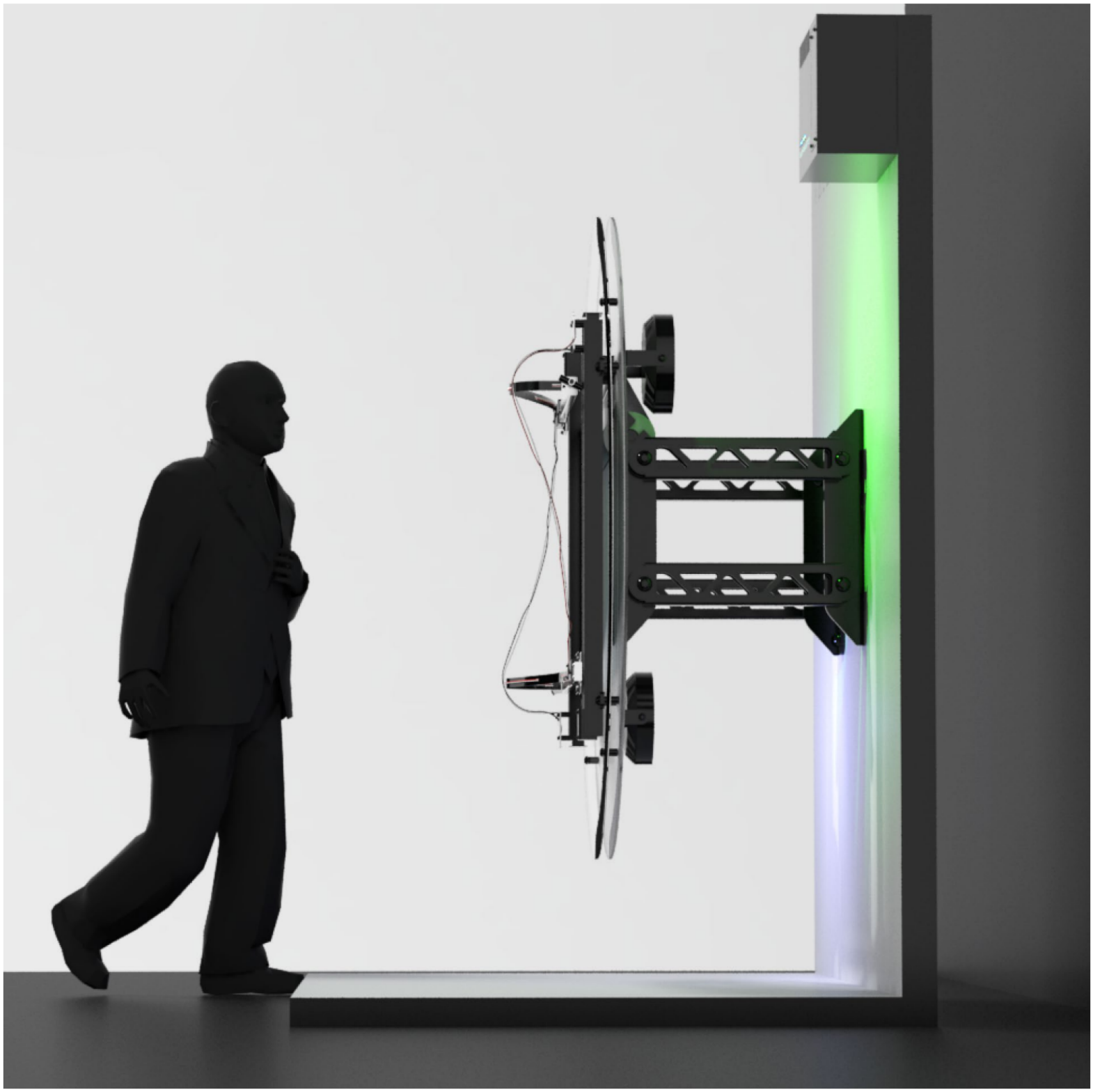
Ordinateur d'IBM

amener de la légèreté visuelle à la structure. Le papier central découle d'un rouleau situé à l'arrière qui est armé de glissières latérales.
Au dos du plateau, deux lampes à LED diffusent des couleurs animées sur la structure qu'il la tienne, comme une lueur de son âme. Un ordinateur sera placé un sein d'une boite noire en haut à droite de la structure laissant rêver au mystère de son intélligence.

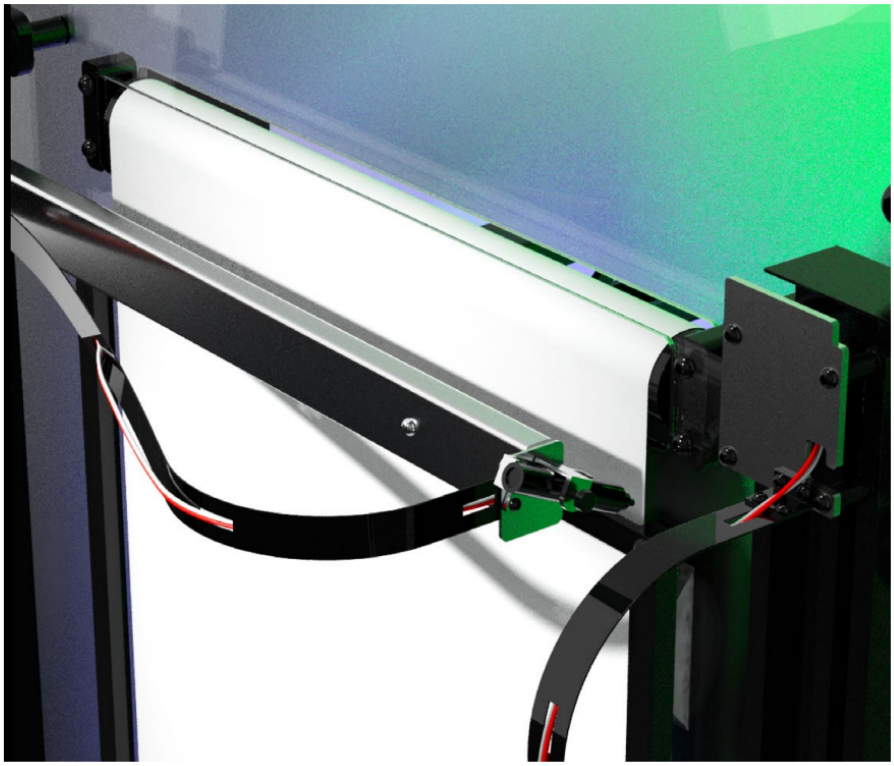


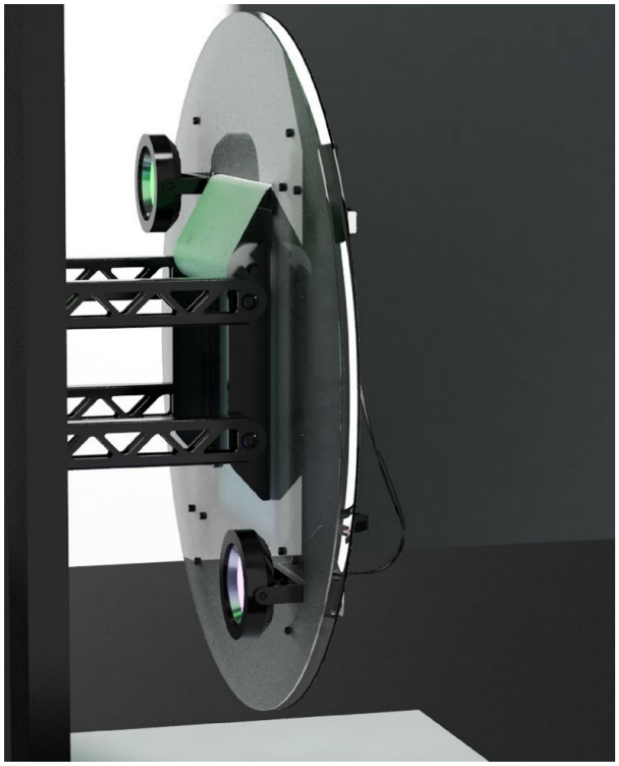
Draw-Machine





Quantum artist





*Les compositions illustrées dans cette mise en situation, sont issus de test de dévelloppement. Basé sur un exercice avec seulement cinq éléments graphiques possibles. Il ne reflète en rien les capacités futures de Tally.*

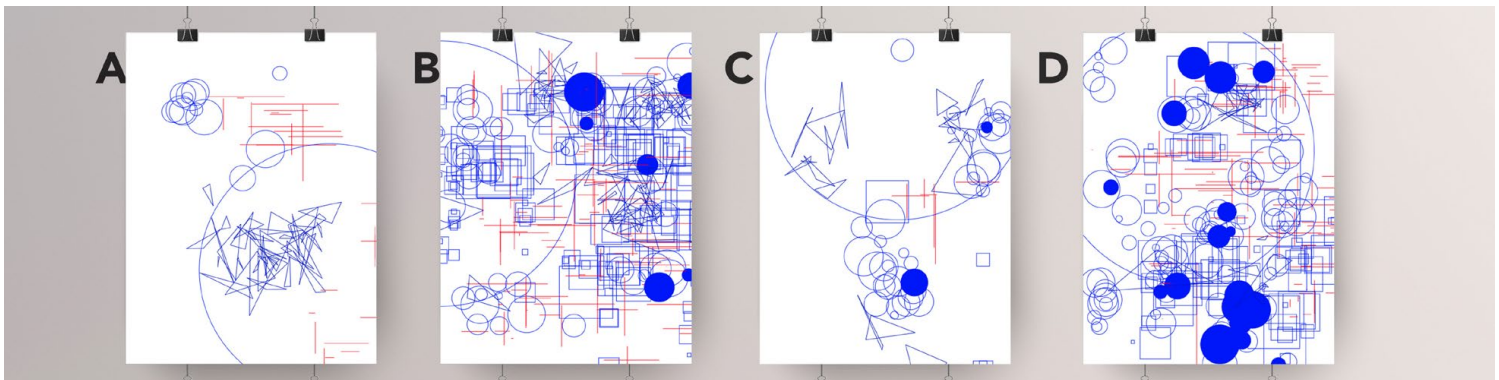
# Le jugement du public

## *«Cet art doit être juger, légitimement, du point de vue de l'harmonie, de la composition, de l'ordre - ou de la dysharmonie, de la contre-composition, du désordre délibéré.»*

***Michel Seuphor (peintre et poète belge)***

Un jugement qui doit être fait par le public afin de créer des datas pour Tally. Ces datas sont les seules données extérieures que Tally obtiendra. Aucune autre source d'information ne sera à sa disposition (comme navigation sur internet, bibliothèque numérique, etc).

Un système d'actions du public qui se fera principalement par le vote entre plusieurs compositions.
Ces compositions seront accrochées et perpétuellement renouvelées par les dernières créations de Tally.
Nous imaginons aussi des votes sur des séries sous contrainte, comme par exemple partir d'un même titre, ou seulement des monochromes, ou l'utilisation d'une même forme graphique.



# Pourquoi Tally est innovante ?

Tally innove en appliquant le **Quantum Natural Language Processing** à l'art génératif : l'ordinateur quantique apprend à générer les titres de ses œuvres et à les traduire en termes d'instructions graphiques compréhensibles  par une draw-machine. Cette innovation soulève trois défis scientifiques majeurs :

**L'intelligence artificielle des petites données** ("small data"). Là où les modèles de langage déployés par les géants du Web consomment les données par téras (milliers de milliards), Tally n'apprend qu'à partir de sa seule interaction avec le public physique et digital.
**L'intelligence artificielle explicable** (dit XAI). Par opposition aux réseaux de neurones classiques, l'intelligence de Tally se doit d'être compréhensible par un humain, qui pourra apprécier le sens de ses œuvres à travers la grammaire de leurs titres.
**L'ère du quantique bruité d'échelle intermxédiaire** (NISQ era). L'ordinateur quantique du futur promet de résoudre des problèmes inaccessibles aux plus grands supercalculateurs classiques. L'ordinateur quantique d'aujourd'hui est encore trop petit et trop bruité pour cela, mais il permet déjà d'explorer les limites de l'art génératif au-delà des limites de l'informatique classique.

# L'équipe

## L'artiste

**Matthieu Poli**

Après cinq ans d'études de graphisme à Penninghen et huit ans en tant que directeur artistique pour des entreprises françaises et étrangères, j'ai pris la décision, il y 7 ans, de me dédier à la production plastique, graphique, aux arts numériques et à la composition musicale.

Mon but a toujours été d'attirer le visiteur par le mystère de la technique, du processus. Une fois le mystère de la technique envolé, la réflexion artistique doit être facilement compréhensible et accessible.

Au début de ma carrière artistique, mon obsession était l'illusion optique, la perception. C'est dans cette idée que j'ai créé le Monolithe de l'Infini, une création sculpturale numérique, intégrant un dispositif de vidéo volumique. La sculpture a pour ambition d'entrouvrir une porte vers l'infini spatial et ses théories. Elle a été présentée au Centre Pompidou de Paris, au Festival Zero1 de La Rochelle, au NAV de Stockholm.

Ensuite, j'ai développé le statique, l'illusion figée par l'encadrement du numérique et enfin des séries photographiques d'oeuvre numérique.

En 2020, en pleine période de repli sur soi, j'ai voulu sortir de ma zone de confort, travailler en résidence avec une troupe de comédiens de la Ville en Feu pour le développement d'un spectacle alliant art numérique, chant et danse autour de l'oeuvre les Planètes de Gustav Holst. Les premières représentations sont prévues pour Printemps 2023.

En 2021, la rencontre avec Alexis Toumi, alors en thèse à Oxford University dans la chaire de recherche en ordinateur quantique a été un moment fort dans ma carrière. L'idée de créer Tally, d'allier une première artistique et un terrain inexploré de la science est née de la rencontre de nos deux univers.

**Sur le projet Tally, j'ai conçu conçu l'oeuvre, imaginé le parcours de l'exposition, et coordonné les parties prenantes (équipe d'experts et partenaires).**

# L'Expert I.A.

## Alexis Toumi

Chercheur postdoctoral, il est conseiller scientifique universitaire à Aix-Marseille et à temps partiel à Cambridge Quantum où ses recherches portent sur l'intersection de l'informatique quantique et de l'intelligence artificielle. Sa thèse de doctorat a été pionnière dans le domaine du traitement automatique du langage naturel (QNLP): les problèmes de traitement du langage naturel sont plus facilement résolvable avec l'utilisation d'ordinateurs quantiques qu'avec les ordinateur classique. Même si les ordinateurs quantiques ne peuvent rivaliser avec les milliards de paramètres utilisé par les générateurs de langage tels que GPT. Cependant, ils nous offrent une chance de repenser la façon dont nous interagissons avec les machines : exploiter la structure de la mécanique quantique permet de concevoir des machines avec un apprentissage automatique expliqué et avec des raisonnements automatiques, par opposition aux boîtes noires en réseaux de neurones classiques. Ainsi, il voit les arts numériques comme le terrain de jeu idéal pour l'informatique quantique.

Il est en charge de la conception de l'intelligence artificielle de Tally, de son apprentissage automatique et de sa mise en production sur un ordinateur quantique.

# L'Architecte numérique

## Sven Björn Fischer

Artiste génératif ainsi qu'un fondateur de startup et CTO. En tant qu'artiste, son travail principal s'articule autour de la collaboration(s) entre les humains et les machines. Il crée des algorithmes qui produisent des résultats imprévisibles dans les détails en raison du caractère aléatoire du processus de génération. Son travail combine très souvent des éléments numériques et physiques et surtout du pseudo-aléatoires numériques et des imperfections physiques. Le rendu est principalement abstrait et de nature minimale en utilisant uniquement les formes les plus élémentaires pour créer de la complexité par la répétition et la distorsion.

En tant que CTO depuis plus de 20 ans, il a été responsable de l'architecture de nombreux systèmes en ligne complexes. Les problèmes les plus fascinants se posent à la périphérie de ces systèmes où les utilisateurs et les ordinateurs interagissent. Les problèmes systémiques sont toujours complexes, en constante évolution et ne se répètent jamais.

**Sur le projet Tally, il assure l'architecture technique : automatisation, liens réseaux sociaux, et programmation de la machine à dessiner.**

## Maison 7 productions

# Note d'intention du producteur

Croire en Tally, en sa capacité à révolutionner l'art numérique, l'art génératif et le rapport entre IA et art n'est pas forcément facile parce que c'est un ovni, une création, une oeuvre unique qui n'a pas de précédent et qui peut paraître superficielle pour celui qui ne connaît pas les fondamentaux de l'ordinateur quantique.

Croire en Tally, en son message sur le questionnement de l'apprentissage, de la formation, de la place de l'artiste n'est pas forcément facile si on ne fait pas de comparaison avec notre propre apprentissage d'humain, d'enfant. Tally est un enfant artiste que le public va voir grandir et que les créateurs vont laisser s'épanouir.

Croire en Tally, c'est faire confiance à une équipe à trois têtes unique qui allie la formation académique et appliquée des Beaux Arts, la formation scientifique, l'excellence de l'ingénierie et du code sur ordinateur quantique.

Croire en Tally, c'est s'assurer l'intérêt d'une partie de scientifiques qui œuvrent pour l'application des facultés de l'ordinateur quantique dans la société. Mais l'appliquer ne veut pas forcément dire expliquer. Or, l'enjeu de Tally est également d'expliquer la révolution que l'ordinateur quantique va amener dans nos vies.

Gilles Alvarez et l'équipe de la Biennale NEMO a, je pense, vu dans Tally tout ce que je vous explique plus haut. Tally n'a pas réellement de comparaison (ci-dessous quelques exemples d'application de code quantique), de benchmark. Tally est le seul projet artistique connu qui met l'ordinateur quantique au centre de toute la réflexion : en amont, dans l'interactivité, en aval dans l'ordre donné aux bras robotiques.

En tant que productrice, je donne de mon temps et de mon argent pour que Tally existe, pour que Tally questionne tous les publics sur la méthode d'apprentissage, sur la place des machines dans notre vie et dans le futur. Tally doit être accompagnée dans sa présentation par l'équipe, par des médiateurs parce qu'elle gagne à être expliquée. Choisir Tally ce n'est pas la facilité mais c'est le genre de défis qui font que Maison 7 Productions existe.

## *On dénombre quelques exemples d'artistes/scientifiques qui utilisent l'ordinateur quantique dans leurs créations :*

### LIBBY HEANEY, physicienne et artist.

Libby Heaney a tout d'abord utilisé l'ordinateur quantique dans des créations sonores, des réinterprétations d'œuvres de la culture pop. Elle développe des œuvres immersives qui "combine humour, surréalisme et non-sens afin de miner l'appropriation capitaliste de la technologie".

### Russell Huffman, collaborant avec IBM

Russell Huffman a développé une série d'œuvres d'art intutilée "Quantum Circuit Disks"
Son objectif est de faire de l'art quantique tout en étant "authentique" c'est-à-dire mettre en lumière les capacités propres de l'ordinateur quantique : générer une série de chiffre complètement aléatoire notamment vu comme une base pour une création plastique.

# Résidence artistique

## Du 6 au 19 février au 104

- Réunion de travail sur l'avancé de la conception du programme d'apprentissage
- Développement du programme d'exécution
- Test d'apprentissage et d'exécution du dessin
- Réflexion sur la construction et prototypage

## Constuction de l'œuve entre les deux résidence

## Du 19 juin au 2 juillet au 104

- Continuité de test sur l'apprentissage
- Test machine
- Test mécanique
- Réflexion sur la scénographie

PROJECT

# TALLY

L'APPRENTIE ARTISTE QUANTIQUE

**Matthieu Poli**
**Sven Björn Fischer**
**Alexis Toumi**