

Les études de robots

Mark Yim, Jimmy Sastra
École d'ingénierie et de sciences appliquées
Université de Pennsylvanie

Simon Kim
École de design
Université de Pennsylvanie

Résumé — Au printemps 2010, des étudiants en architecture et en ingénierie de l'Université de Pennsylvanie ont fait équipe pour créer des dispositifs robotiques mécatroniques artistiques. Le contexte de leurs créations était Le Songe d'une nuit d'été de Shakespeare. Cela est devenu un effort conjoint entre des professeurs de génie mécanique et d'architecture et un directeur d'une troupe de théâtre professionnelle demandant à un groupe d'étudiants de développer une performance interprétée par la troupe de théâtre Pig Iron au Centre Annenberg appelée The Robot Etudes.

Alors que les robots ont déjà été utilisés au théâtre et que les directeurs artistiques ont demandé aux techniciens de développer des robots à effets spéciaux, le développement d'éléments robotiques spécifiquement pour le théâtre avec un ensemble diversifié d'innovateurs créatifs est nouveau. Cet article se concentre sur le processus par lequel la pièce a été formée ainsi que sur les succès et les difficultés rencontrées dans la formation d'une expérience coopérative entre trois disciplines très différentes.

INTRODUCTION

Les robots ont été introduits parmi les artistes live dans le domaine de la danse ainsi que du théâtre, souvent avec des robots soit comme pièce centrale de l'action [1], [2], soit comme accessoires secondaires. Dans le premier cas, l'impact de ces événements a souvent été sur le caractère unique ou la curiosité d'avoir un « robot », élément électromécanique, là où on n'en attend pas. Souvent, la juxtaposition du mécanique et du biologique sur scène est intéressante et parfois choquante. Cependant, une fois que le public aura accepté cette juxtaposition, il serait intéressant d'explorer des interactions plus profondes. Une partie de ce travail vise à explorer ces questions.

La deuxième contribution majeure de ce travail est l'examen de l'interaction de trois disciplines disparates : l'architecture, le théâtre et l'ingénierie. Dans certains cas, il est possible d'avoir des individus aux multiples talents ou ayant des expériences dans plusieurs domaines. Ces personnes peuvent mettre en œuvre et traduire si nécessaire entre les disciplines, mais cette production comptait des experts dans leurs domaines respectifs qui avaient besoin d'apprendre des autres.

Les ingénieurs sont naturellement préoccupés par les exigences techniques nécessaires pour faire fonctionner les robots et les faire bouger efficacement. Les architectes sont formés pour réfléchir à l'espace, à l'échelle et aux enceintes qui créent un environnement esthétique semblable à celui d'un décor de théâtre. La contribution à la conception de ces domaines non théâtraux est plus susceptible de générer de nouveaux concepts que le recours à des professionnels de la scénographie. Les ingénieurs et les architectes sont tenus d'employer des stratégies de conception, mais les critères d'évaluation ne sont pas toujours partagés. Ce que les ingénieurs peuvent appeler une conception réussie en termes d'opportunité, d'efficacité et de performance ne coïncide peut-être pas avec la conception architecturale qui tient compte de la beauté et du plaisir sensoriel. De même ce que les acteurs

ce que l'on peut souhaiter en termes de performances ou de fiabilité du robot peut ne pas être techniquement réalisable. L'expérience pour tous les groupes était de créer une expérience théâtrale améliorée qui serait supérieure à la somme de ses parties. Le Songe d'une nuit d'été de

Shakespeare a été choisi comme thème central de la pièce, s'inscrivant dans une série d'explorations de cette pièce par Pig Iron Theatre. La pièce raconte l'histoire de quatre jeunes amoureux et d'un groupe d'acteurs amateurs, manipulés par des fées qui habitent une forêt magique. Plutôt que de simplement mettre en œuvre la pièce avec des robots comme acteurs ou comme décors, l'accent a été mis sur la « forêt magique » dans laquelle se déroule une grande partie de la pièce. De cette façon, la nature non humaine des composants électromécaniques pourrait bien s'adapter au théâtre et est utilisée pour évoquer les thèmes de l'amour et de l'amour manipulé.

A. Travaux antérieurs

Dans ce travail, nous nous intéressons à l'interaction entre les acteurs humains et robots. Nous décrivons donc certains des travaux antérieurs réalisés dans lesquels des robots partageaient la scène avec des acteurs humains, par opposition à une performance réalisée uniquement par des robots.

Le premier exemple d'utilisation de la technologie robotique chez les danseurs est décrit dans le travail de Margo Apostolo sur Robot Choreography [3]. Ce travail s'est principalement intéressé à la façon de faire bouger les bras de robots d'une manière esthétiquement gracieuse et attire également notre attention sur le danger d'utiliser de gros bras de robot qui peuvent facilement blesser des humains. Néanmoins, des bras de robot mesurant jusqu'à 2,5 mètres ont joué un rôle dans Invisible Cities (un ballet de robots), Mars Suite, Orbital Landing et Sunset on Mars [4].

Dans une pièce intitulée Robottens Anatomy, plusieurs robots, dont un robot modulaire appelé Odin, ont été utilisés [5]. Cette pièce consistait en une série d'entretiens avec des scientifiques, dont de vrais chercheurs en robotique, parlant de leurs recherches. Ils démontrent ce que leurs robots peuvent faire. Plus tard, ils font appel à un acteur qui joue le rôle d'un robot très sophistiqué faisant des choses similaires. Ils brouillent la frontière entre ce qui est incroyable et ce qui est crédible.

L'insertion de robots dans une pièce de théâtre complète est décrite dans [6]. Quatre quad rotors et six hélicoptères jouets ont été téléopérés et associés à des acteurs humains sur scène. Ce travail impliquait également par coïncidence Le Songe d'une nuit d'été de Shakespeare. Les auteurs discutent de l'importance de l'improvisation pendant la pièce en réaction à un crash ou à un comportement errant des robots et décrivent une taxonomie préliminaire pour créer des échanges d'affects entre les robots et les groupes humains.

À Cymbeline, une collaboration a été créée entre des chercheurs en robotique de la CMU et une troupe de théâtre de Pittsburgh. Les imprimantes ont été utilisées comme technologie autonome pour permettre l'interaction entre le public et les acteurs [7]. Bien qu'elles ne soient pas des personnages à part entière, ces machines ont servi d'accessoires dans la pièce, permettant au public de participer à la pièce.

Alors que ces mises en œuvre théâtrales de robots, ainsi que d'autres, ont utilisé des robots créés à d'autres fins (bras de robots industriels ou équipements disponibles dans le commerce), la construction de dispositifs robotiques à partir de zéro, explicitement pour le théâtre, permet une plus grande liberté créative dans la présentation, ce qui est au centre de cette étude. papier. Il est intéressant de faire la distinction entre les contenus artistiques axés sur la technologie et les contenus technologiques axés sur l'art. Alors que le premier caractérise la majeure partie des travaux répertoriés dans cette section, le second est caractéristique des pièces de théâtre et des films à gros budget où les technologies d'effets spéciaux ont été développées à des fins commerciales. Le travail décrit ici se situe uniquement au milieu de ces deux directions. Machover a exploré des approches similaires [8], mais nous apportons également une collaboration unique. Le contenu technologique, le contenu de conception et le contenu théâtral ont été co-développés.

Les ingénieurs ont présenté les technologies possibles. Les architectes présentent les technologies de manière visuelle intéressante. Les metteurs en scène du théâtre déterminaient comment les choses pouvaient être utilisées théâtralement.

Dans un projet appelé Robot250, une collaboration entre des disciplines très différentes telles que les arts et l'ingénierie a été décrite dans [9] dans lequel des non-experts ont appris la technologie à travers des ateliers. En plus de décrire l'interaction homme-robot et les résultats artistiques, cet article décrit également un flux de travail que nous avons trouvé particulièrement efficace pour amener les disciplines des arts et de l'ingénierie à collaborer étroitement vers la performance finale.

II. PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT

Les trois groupes distincts sont décrits plus en détail ici.

- Il y avait onze étudiants en ingénierie. Ils avaient tous suivi un cours d'introduction à la mécanique auparavant, mais avaient peu de formation en arts du design. Ils suivaient un programme de maîtrise en mécanique, électricité ou robotique à l'Université de Pennsylvanie.
- Il y avait dix étudiants en architecture également étudiants en maîtrise, pour la plupart en deuxième année de travail - qui comprenait un cours en studio séparé et avaient une formation significative en arts du design, mais pas en génie mécanique ou électrique. • La troupe de théâtre était la Pig Iron Theatre Company [10], une troupe primée basée à Philadelphie qui développe des œuvres originales depuis 15 ans en tournée aux États-Unis et en Europe. Ce groupe comprenait un metteur en scène, des acteurs, un régisseur ainsi que des créateurs de son, d'éclairage, de scène et de costumes. Cette troupe a de nombreuses années d'expérience dans la création de nouvelles façons de présenter du théâtre, mais avait peu d'expérience avec les technologies robotiques.

A. Objectifs

Les trois groupes avaient pour objectif commun une représentation théâtrale réussie. Cependant, les étudiants avaient également un objectif d'apprentissage. Idéalement, les étudiants issus de deux horizons différents apprendraient de l'autre discipline, ce qui aurait pour effet d'atteindre un niveau de production plus élevé. Cela impliquait non seulement d'apprendre à mettre en œuvre une mécanique avancée, mais également de concevoir une synthèse d'éléments mécaniques et théâtraux. Traditionnellement, il y a peu d'apprentissage croisé entre les disciplines du design et de l'ingénierie, et cette production théâtrale s'est avérée un cadre idéal pour faire passer les cours de propositions théoriques à des prototypes fonctionnels réalisés. En réalité, les étudiants en ingénierie seraient exposés aux aspects de la conception artistique, mais auraient moins à contribuer que les étudiants en architecture, tout comme les étudiants en architecture auraient moins à contribuer à l'ingénierie technique mais davantage aux sensibilités de conception.

Pendant tout ce temps, la première priorité des troupes de théâtre était la représentation.

Le processus théâtral conventionnel consistant à travailler à partir d'un scénario avec un metteur en scène qui commande toutes les actions et tous les aspects du spectacle ne fonctionnerait pas bien avec la nature incertaine/peu fiable des dispositifs construits par les étudiants. À bien des égards, la réunion des étudiants, des professeurs et du personnel du théâtre a été une expérience d'apprentissage des cultures impliquées. Ainsi, correspondre aux attentes et aux désirs de ce qui pouvait être réalisé mécaniquement et artistiquement par les étudiants nécessitait un processus théâtral extrêmement flexible.

Le groupe Pig Iron Theatre a un processus dramatique unique qui repose en partie sur une improvisation itérative qui s'appuie sur le metteur en scène pour atteindre un objectif primordial, mais avec un contrôle plus faible des acteurs qui improvisent des répliques et des actions sur la base d'instructions de haut niveau du metteur en scène. Ainsi, le groupe (acteurs et réalisateur) développe conjointement des scènes basées sur ce qui fonctionne. L'intégration de divers éléments mécaniques artistiques a ensuite été développée en scènes basées sur l'apparence des machines.

B. Processus

Les étudiants en architecture et en ingénierie ont été regroupés en équipes créatives. Après une session de « bootcamp » au cours de laquelle les deux parties ont appris quelques principes fondamentaux sur l'autre partie, les équipes ont été chargées de créer une sorte de dispositif mécanique qui correspondrait au thème de base de la forêt magique.

Au cours du processus de développement itératif, le script a été créé parallèlement à la conception des robots. Il comprenait des séances d'improvisation hebdomadaires impliquant tout le monde : réalisateur, acteurs, architectes et ingénieurs mécaniciens, au cours desquelles une scène était continuellement prototypée et affinée. Une séance typique impliquerait des créations partielles des architectes et des étudiants en ingénierie au cours desquelles les acteurs et le réalisateur verraient quel type de scène pourrait être réalisée avec ces appareils. En tant que tel, le personnel du théâtre devait faire des projections pour imaginer à quoi ressemblerait le système une fois terminé, mais il devait également définir l'orientation du développement de ces dispositifs en fonction des résultats de ces sessions.

Cela était extrêmement exigeant pour les ingénieurs, car les exigences de conception évoluaient constamment et la volonté de

la suppression et la refonte étaient nécessaires à mesure que le script évoluait chaque semaine. L'approche itérative peut sembler non structurée, mais elle s'est avérée particulièrement utile pour découvrir les hypothèses cachées dès le début du processus. Le personnel du théâtre a pu s'entendre bien plus tôt sur ce qui était techniquement réalisable et les ingénieurs ont pu voir de leurs propres yeux ce qui fonctionnerait sur scène. En outre, ce processus a mis l'accent sur une collaboration étroite entre les architectes, les ingénieurs et les acteurs dès les premières étapes du projet plutôt que de subdiviser les tâches et de faire travailler les trois disciplines séparément et de combiner les travaux à la toute fin.

Au cours de la première moitié du processus de développement, les participants ont été encouragés à collaborer et à échanger leurs rôles. Par exemple, les ingénieurs pouvaient donner des suggestions sur le jeu des acteurs, les architectes réfléchissaient à l'ingénierie. Les orientations ont été fixées de manière très vague. Une fois que les différents horizons se sont mieux compris et que la date limite s'est rapprochée, l'accent a été mis à nouveau sur sa discipline individuelle. Dans les dernières parties du processus de développement, l'efficacité exigeait un modèle basé sur le client, dans lequel la troupe de théâtre était le client et les architectes et ingénieurs fournissaient le service, de sorte que les orientations étaient plus concrètes.

Le succès de cette approche itérative repose sur l'expérience et le talent de la troupe de théâtre. Dans ce cas, le Pig Iron Theatre a plus d'une décennie d'expérience dans le développement de cette méthode de production théâtrale dans laquelle ils ont remporté plusieurs prix et ont même créé une école [11] pour enseigner cette technique à d'autres artistes de théâtre.

III. LE SPECTACLE

Un thème

Un défi intéressant pour toute production du Songe d'une nuit d'été est de savoir comment représenter la forêt sur scène.

La forêt magique était donc un lieu naturel pour concentrer l'application de technologies non traditionnelles. Cela a contribué à définir l'un des thèmes majeurs de la représentation de l'interaction des deux mondes du rêve et de la réalité.

Le deuxième thème extrait de la pièce de Shake Speare est celui de l'amour. L'amour manipulé était particulièrement intéressant pour les metteurs en scène de théâtre dans le contexte des robots et de leur contrôle (ou de leur absence). Par exemple, dans nos études, un homme et une femme se rencontrent dans un parc à chiens et utilisent leurs chiens robotisés comme brise-glace. Une fleur magique peut manipuler les hommes pour qu'ils tombent amoureux en enroulant ses pétales autour de la tête d'un homme ou, dans une autre scène, en tirant une potion comme un arc et des flèches.

B. Etudes

Cette section fournit une liste et une brève description des acteurs humains et robots. Nous décrivons la mécatronique et puis les interactions sur scène entre les personnages humains et robots.

1) LUCIOLLES : Les fées apparaissent comme de petites lumières qui scintillent lorsque des sons sont émis. Les petits appareils sont constitués de LED ultra lumineuses, pilotées par un ampli opérationnel, recevant l'entrée d'un microphone à électret et alimentées par une pile de montre. Le coût unitaire d'un appareil luciole est de 1,76 \$, ce qui permet d'en créer plusieurs.

Les comédiens tiennent ces petits appareils près de leur bouche.

Au fur et à mesure que les acteurs émettent des sons, les appareils s'allument proportionnellement au volume illuminant l'intérieur de leur bouche.

Sur scène : La scène est complètement sombre. Les fées apparaissent et disparaissent en riant et en émettant des bruits de créatures forestières. Toutes les fées sortent sauf deux. Les deux sont chacun éclairés d'avant en arrière par les anneaux alors qu'ils se disputent.

2) JARDINIERS : La forêt magique a des gardiens.

Sur scène : Deux acteurs humains entrent habillés en jardiniers et munis de lampes de poche. Un autre jardinier entre avec des haies taillées et découvre des courges (Fig. 1b) et une femme qui s'est apparemment endormie dans la forêt sans se rendre compte des jardiniers. Il est clair qu'il est tôt le matin et que ce sont les jardiniers qui sont chargés d'entretenir la forêt magique. Ils rappellent les personnages mécaniques du Songe d'une nuit d'été.

3) COURONNE DE SQUID : Une fée porte une couronne de câbles à fibres optiques multicolores à lumière latérale. Sur cette tête (Fig. 1a), des câbles optiques lumineux se transforment d'une coiffe royale en un bec semblable à celui d'un moustique en prolongeant les câbles vers l'avant qui se terminent par une ampoule lumineuse suspendue devant le visage de l'acteur comme un nez. Le placement de l'ampoule est ajusté manuellement en allongeant ou en raccourcissant les câbles depuis l'arrière de la tête.

Sur scène : Une fée vêtue de noir entre dans la scène sombre en portant la couronne. L'acteur transforme la couronne en bec semblable à celui d'un moustique et plane autour de la femme de la scène précédente à la manière d'un insecte. La femme ignore pour la plupart la fée mais repousse l'acteur lorsqu'il s'approche trop près.

4) AILES : Une créature robotique ailée de la forêt est en mauvais état. Les ailes à échelle humaine (Fig. 1d) sont constituées d'une liaison à cinq degrés de liberté (DOF): une articulation prismatique pour le mouvement vertical de la structure complète de l'aile et deux articulations de révolution pour chaque aile pour ouvrir ou fermer les ailes. Un capteur de contrainte est attaché à une ceinture qui fait le tour de la section médiane de l'actrice et qui peut détecter l'inspiration et l'expiration de sa respiration. Il existe deux modes pour le mouvement des ailes. Dans l'un d'entre eux, une boucle de contrôle est fermée de telle sorte que les ailes montent et descendent ainsi que s'ouvrent et se ferment proportionnellement à la quantité d'inspiration et d'expiration de la femme. Dans le deuxième mode, un mouvement staccato de type robotique pourrait être induit par des commutateurs de contact dans un dispositif de saisie avec des gants. Le premier mode est fluide et réaliste tandis que le second mode donne une impression de dysfonctionnement.

Sur scène : Deux jardiniers entrent et travaillent à la réparation du matériel (c'est-à-dire la femme aux ailes) tout en se disputant. La femme tombe en panne et attrape l'un des jardiniers.

5) Dog Park : de nouvelles rencontres sociales ont lieu avec les propriétaires d'animaux robots. Un chien robot (Fig. 1e) est une voiture RC jouet habillée d'un abat-jour, l'autre un robot monocycle à deux roues télécommandé. Tous deux sont télécommandés et se déplacent en heurtant des objets sur scène. En mode autonome (non utilisé pendant le jeu), des repères sont placés sur le robot et suivis à l'aide d'une caméra aérienne. Les comportements autonomes contrôlent les robots pour qu'ils s'approchent ou s'éloignent d'autres repères avec lesquels le public peut jouer.

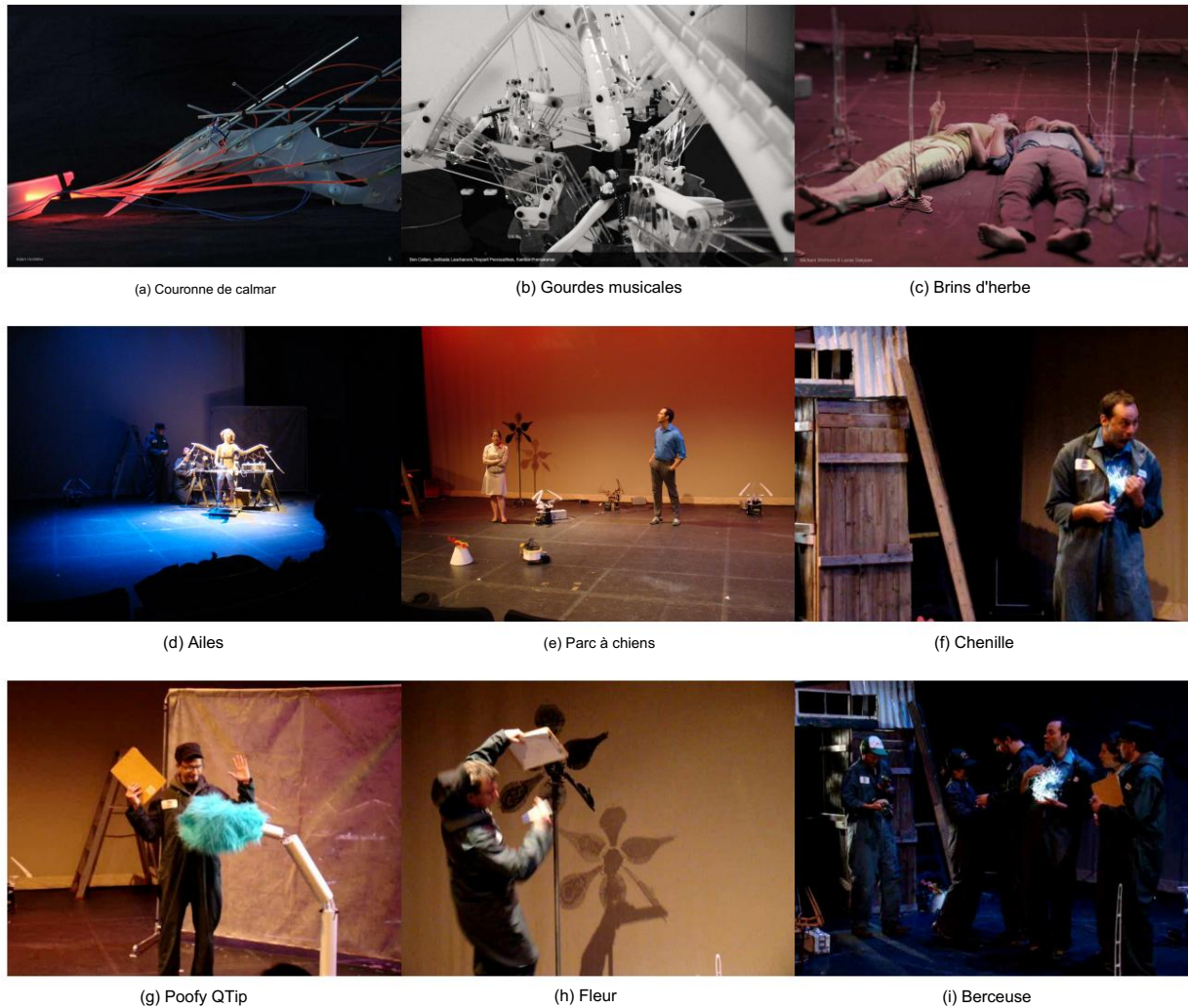


Fig.1 : Personnages

Sur scène : Un homme et une femme entrent avec leurs chiens robots et se tiennent aux extrémités opposées de la scène. S'ensuit un scénario stéréotypé de deux personnes se rencontrant dans un parc à chiens. Les chiens robots courent sur la scène. L'homme et la femme discutent timidement de la météo et des chiens de l'autre. Les chiens se heurtent et l'homme et la femme se précipitent pour les séparer. Maintenant, se rapprochant l'un de l'autre, ils discutent davantage et décident d'aller prendre un verre. Un homme et une femme sortent de la scène à droite et les jardiniers frappent les robots depuis la scène.

6) GOURDES MUSICALES : Les plantes robotisées peuvent s'ouvrir et se fermer et émettre des sons rythmiques uniques. Chaque plante (Fig. 1b) possède un DOF composé de quatre pétales qui sont reliés par des liaisons mécaniques à quatre barres. Lorsqu'ils s'ouvrent et se ferment, les moteurs pas à pas qui entraînent les quatre liaisons à barres émettent un bruit fort. Ce fut au grand désarroi des ingénieurs lors de la première présentation du prototype. Contre toute attente, les acteurs ont adoré ce son et ont choisi de l'amplifier avec un microphone de contact, transformant les gourdes en instruments de musique.

Sur scène : Des projecteurs s'allument mettant en valeur les gourdes. Les jardiniers, allument les gourdes une à une, s'assoient et commencent à jouer entre eux en utilisant les plantes de la forêt magique comme instruments de musique.

7) FLEUR : Une grande fleur qui a le pouvoir de faire tomber amoureux les gens. La fleur (Fig. 1h) a de grands pétales constitués d'une série de tranches plates parallèles qui forment subtilement la forme d'un visage humain en bas-relief au sein de chaque pétale conforme. Les pétales s'enroulent pour être fermés ou ouverts à l'aide d'une poulie motorisée dotée d'un tendon sur chaque pétale de fleur. Les pétales peuvent également être libérés soudainement d'un état enroulé, ce qui les fait rebondir un peu comme un arc libère une flèche. De plus, la fleur pourrait être actionnée dans un mouvement panoramique pour regarder autour de la scène. La fleur rappelle le philtre d'amour qui, comme dans la pièce de Shakespeare, avait le pouvoir de faire tomber amoureux la première personne qu'il voit après son réveil.

Sur scène : La fleur suit l'un des personnages humains alors qu'il se promène dans la forêt. Ce suivi attire son attention et il s'approche pour examiner la fleur de plus en plus près jusqu'à ce que son

la tête est à l'intérieur de la fleur alors que les pétales se ferment lentement. Une fois que la fleur libère la tête du personnage, il devient clair qu'il est désormais amoureux de l'autre actrice sur scène.

8) BRINS D' HERBE : Les herbes hautes se déplacent en rythme avec un couple. Le champ (Fig : 1c) est constitué de brins d'herbe d'un mètre de haut qui se plient à l'aide d'actionneurs en alliage à mémoire de forme (SMA). Les brins d'herbe peuvent être actionnés manuellement ou programmés pour pulser et se balancer selon un motif régulier qui peut être modifié avec l'entrée du capteur. (Pour le spectacle sur scène, seule l'option manuelle a été utilisée).

Sur scène : Deux amoureux dansent entre les brins d'herbe alors qu'ils se penchent d'avant en arrière.

9) POOFY QTIP : L'amour fleurit entre une grande plante bleue gonflée et un jardinier. Le personnage animé (Fig. 1g) est ici un bras à trois segments de six pieds de haut, chargé à ressort au niveau de chaque articulation, actionné depuis la base. Le bras est doté d'un mécanisme à deux degrés de liberté basé sur les tendons, ce qui permet au bras d'être contrôlé pour se plier et pointer dans n'importe quelle direction. Il y a des capteurs à ultrasons autour de la base de la plante qui permettent à la plante de se pencher vers quelqu'un si celui-ci s'approche. (Ce dernier comportement n'a été utilisé qu'après le bon).

Sur scène : un jardinier vérifie le Poofy QTip. Elle (nous supposons ici un sexe) est amoureuse de l'un des jardiniers, ce qui devient évident lorsqu'elle se penche et s'approche un peu trop pour le confort du jardinier. Elle est refusée par le jardinier qui s'éloigne. Le jardinier est frappé par la FLEUR. Lorsque le jardinier se réveille, il est amoureux du Qtip. "Le cours du véritable amour ne s'est jamais déroulé sans heurts."

10) CATERPILLAR : Une créature brillante et pulsée évoque des sentiments maternels chez les jardiniers. Une chenille (Fig : 1i) composée de dizaines de liaisons et de LED blanches vibre avec un motif rythmique lub-dub. La lumière de ce robot est télécommandée via sans fil. Le robot modulaire de GRASP appelé CKBot [12] fait une brève apparition dans une configuration chenille.

Sur scène : Un jardinier montre la chenille lumineuse aux autres jardiniers et ils commencent à lui chanter une berceuse. Plusieurs robots modulaires ressemblant à des serpents entrent en scène et les autres jardiniers les ramassent comme une famille de créatures magiques qu'ils chantent pour s'endormir.

Des citations de la pièce de Shakespeare sont diffusées par une voix ouvertement synthétisée par ordinateur, rappelant au public que s'il était bouleversé par quoi que ce soit dans la pièce, cela pourrait être atténué par l'idée que tout cela n'était qu'un rêve.

Couvre-feu.

Le public est invité à descendre et à interagir avec

les appareils mécatroniques se mettent désormais en mode autonome.

IV. RÉSULTATS

A. Etudes

On espérait que la pièce Wings aurait une interaction particulièrement intéressante entre l'humain et le robot. Dans ce cas, l'actrice humaine – se faisant passer pour un robot – ne parlait pas et limitait en fait toute apparence d'émotions extérieures. Le mouvement des trois ailes DOF transmettrait les émotions de l'actrice. S'étaler, se lever gracieusement, de courts battements rapides ou des battements intenses pourraient la transmettre

état émotionnel. Pour le spectacle, le scénario a viré vers le robot ailé anthropomorphisé – ayant besoin d'être réparé pendant que les ouvriers discutent de l'état de l'objet. Cela a bien fonctionné pour évoquer la solitude et le désir de l'actrice ailée, même si la pièce devait s'appuyer sur l'éclairage et la musique pour évoquer les émotions appropriées plutôt que uniquement sur les ailes mécatroniques.

L'étude la moins complexe sur le plan mécatronique était le Dog Park. Cela utilisait une voiture télécommandée et un robot mobile téléopéré, tous deux habillés de manière étrange. Une des premières propositions consistait à avoir des robots entièrement autonomes effectuant certains comportements via des caméras aériennes en utilisant un package de vision par ordinateur open source NyARToolkit [13], qui est un port C++ d'ARToolkit [14] pour le suivi des repères et OpenCV [15] pour l'interface avec la caméra. . Les comportements seraient limités à un ensemble connu de frontières à partir desquelles les acteurs pourraient interagir. Cependant, la fiabilité technique est devenue un problème à mesure que l'heure du spectacle approchait et un contrôle humain téléopéré complet a été utilisé pour le spectacle. Cette téléopération par un acteur s'est avérée essentielle au succès car c'est le mouvement des « chiens » qui les rendait intéressants sur le plan théâtral. Même si l'expressivité d'un objet en mouvement dans $SO(2)$ est limitée, plusieurs membres du public l'ont considéré comme l'une des pièces les plus stimulantes. Le fait que les acteurs sur scène n'ont jamais traité leurs « chiens robots » comme autre chose que leurs animaux de compagnie a soulevé plusieurs des questions les plus contemporaines de l'éthique des robots alors que les gens commencent à développer de nouvelles relations avec les systèmes mécaniques [16]. Après le spectacle, les ingénieurs ont pu montrer les aspects techniques des mouvements basés sur le comportement grâce à la vision industrielle aérienne.

L'une des pièces les plus réussies sur le plan comique était le Poofy QTip. Cette pièce était un exemple d'un excellent jeu d'acteur, d'une mise en œuvre visuelle particulièrement intelligente et d'un mécanisme simple mais convaincant et fiable qui fournissait un mouvement de flexion organique fluide à deux DOF. L'absurdité d'un grand objet ressemblant à une plante à plumes bleues tombant amoureux d'une personne est ce qui le rend intéressant et est en grande partie dû à la conception conceptuelle des architectes. Les éléments mécatroniques qui contrôlent son mouvement montrent au public qu'il s'agit de quelque chose de plus qu'un QTip bleu géant ou une grande plante bleue. Et c'est le jeu des acteurs qui raconte l'histoire et il y a effectivement des émotions impliquées ici.

B. Réaction du public

Comme pour la plupart des efforts artistiques, il est difficile de déterminer des mesures quantitatives du succès, même si la plupart des personnes interrogées considèrent l'émission comme un succès exceptionnel. Il y a eu une seule représentation qui a été survendue avec environ 200 personnes présentes. Le public est resté près d'une heure après le spectacle pour discuter avec les comédiens, ingénieurs et architectes et observer les éléments techniques en mode autonome. Pour l'anecdote, l'un des doyens de l'école était ravi du spectacle et essayait d'organiser une deuxième représentation.

C. Apprentissage collaboratif

Il y avait beaucoup à apprendre de cet exercice de collaboration.

Pour les étudiants en architecture, le plus grand apprentissage consistait à créer des environnements actifs et en mouvement. Une grande partie du programme d'études d'architecture repose sur la conception de bâtiments statiques et inertes - l'opportunité de proposer et de mettre en œuvre la mécanique a été une expérience unique et a conduit à une plus grande discussion sur notre architecture en tant qu'environnement actif. De plus, la collaboration entre les ingénieurs et les gens du théâtre a laissé une forte impression.

De la même manière, les ingénieurs ont découvert la culture du design et du théâtre, tout en se familiarisant avec les alliages à mémoire de forme, la vision industrielle et le contrôle sans fil. La quantité de mécanique apprise était inférieure à celle d'un cours axé uniquement sur la mécanique, car un plus grand pourcentage de temps devait être consacré au processus de développement du théâtre. Le concept de « sensibilités de conception » est souvent étranger aux ingénieurs qui se concentrent sur la fonction plutôt que sur l'apparence.

Dans l'ensemble, l'expérience a été appréciée par toutes les personnes impliquées. Cela était dû en grande partie aux expériences de travail en étroite collaboration avec des domaines si différents de l'interaction normale de l'individu. Il ressort clairement des résultats finaux que bon nombre des meilleurs aspects de chaque étude résultent de contributions dans chaque domaine ; l'attrait visuel intéressant de chaque objet a été clairement démontré par les étudiants en architecture ; le mouvement et le contrôle mécaniques des ingénieurs, la narration délicate et le jeu évocateur du personnel du théâtre.

Pourtant, tout ne s'est pas bien passé. Il y a eu de nombreux affrontements et interactions décevantes entre les trois groupes. Même en sachant que le travail des étudiants n'est pas aussi fiable que le travail professionnel, les attentes du théâtre en matière de technologie ont dû être réduites par rapport aux concepts initiaux pour être sûr que le spectacle produise une performance de base.

Les attentes des étudiants en ingénierie quant à la participation de leurs coéquipiers étudiants en architecture devaient être réduites, car le cours était considéré comme un cours en séminaire ayant une priorité moindre que le cours en studio qu'ils suivaient simultanément. Les étudiants en architecture ont trouvé frustrant que leur contribution créative ne corresponde souvent pas à ce que les metteurs en scène trouveraient théâtralement viable. À bien des égards, ce sont ces différences d'attentes et d'opinions qui ont permis l'apprentissage des différentes cultures.

L'un des points de discorde était l'autonomie. Même si ce serait le plus intéressant d'un point de vue technique, d'un point de vue théâtral, la manière dont les pièces sont réellement contrôlées pour bouger n'a pas d'importance, du moment qu'elles bougent comme elles le devraient et que le public croit à ce qui se passe. destiné. En fin de compte, un compromis a été trouvé : après la réalisation des études, le public pouvait interagir avec les appareils qui réagiraient de manière autonome.

Pour de futures collaborations étudiantes de cette nature, notre expérience, nous recommandons ce qui suit.

- Trouvez un équilibre entre l'apprentissage d'autres disciplines et la mise en valeur des forces de chaque membre. Nous avons commis l'erreur de trop d'entraînement croisé.
- Assurez-vous que les priorités et les attentes en termes d'engagement de temps sont

fixés tôt (car ils varient souvent considérablement selon les disciplines).

- Un matériel fiable est essentiel. Cela rend difficile (mais pas impossible – comme nous l'avons montré) l'utilisation des créations des étudiants au cours d'un semestre.
- La direction créative est quelque chose que les architectes contrôlent normalement. Pour que le théâtre fonctionne efficacement, un seul metteur en scène exerce souvent ce contrôle. Définir des attentes appropriées entre les deux est une bonne idée.

V. CONCLUSION

Le succès de l'exposition indique que cette approche de l'interaction entre robot et art peut fonctionner. Si le cours est organisé pour la première fois parmi des groupes peu familiers avec d'autres disciplines, il faudra beaucoup de patience, de compréhension et de flexibilité. Cependant, le résultat final valide souvent le travail acharné.

Bien que l'expérience interdisciplinaire partagée ait été un élément d'apprentissage essentiel, les équipes d'étudiants auraient pu atteindre un niveau de production plus élevé si elles avaient eu plus de familiarité et des attentes plus précises. De nombreuses propositions prometteuses ont été laissées de côté en raison de contraintes de temps et des exigences de contrôle à distance. Cependant, la quantité de travail de conception et les niveaux de résolution étaient très bons pour un seul semestre de travail et de planification.

LES RÉFÉRENCES

- [1] C. Breazeal, A. Brooks, J. Gray, M. Hancher, J. McBean, D. Stiehl et J. Strickon, « Théâtre robot interactif », Commun. ACM, vol. 46, p. 76-85, juillet 2003.
- [2] C.-Y. Lin, C.-K. Tseng, W.-C. Teng, W.-C. Lee, C.-H. Kuo, H.-Y. Gu, K.-L. Chung et C.-S. Fahn, « La réalisation du théâtre robotique : robots humanoïdes et performance théâtrale », dans Advanced Robotics, 2009. ICAR 2009. Conférence internationale, juin 2009, pp. 1 –6.
- [3] MK Apostolos, « Chorégraphie des robots : avancer dans une nouvelle direction », Léonard, vol. 23, non. 1, pp. 25-29, 1990.
- [4] M. Apostolos, « Une comparaison des aspects artistiques de divers robots industriels », dans Proc. du 1er Intl. Conf sur l'industrie et l'ingénierie. Applications de l'intelligence artificielle et des systèmes experts. - Tome 1, sér. AIE/AIE '88. New York, NY, États-Unis : ACM, 1988, pp. 548-552.
- [5] « Anatomie des robots ». [En ligne]. Disponible : <http://www.youtube.com/regarder?v=PddRvQEg67Q>
- [6] R. Murphy, D. Shell, A. Guerin, B. Duncan, B. Fine, K. Pratt et T. Zourntos, « Un rêve d'une nuit d'été (avec des robots volants) », Robots autonomes, vol. 30, p. 143-156, 2011.
- [7] P. RUGGIERO, « La cymbeline de Shakespeare est une sorte de machine – du moins c'est ce que propose le théâtre quantique », juillet 2008. [En ligne]. Disponible : <http://www.pittsburghcitypaper.ws/gyrobase/Content?oid=oid\%3A49975>
- [8] J. Hoffman, « Q&A : Tod Machover sur la musique personnelle », Nature, vol. 466, non. 7304, p. 320-320, 2010.
- [9] C. DiSalvo, I. Nourbakhsh et K. Crowley, « Un été de robots : semer des robots créatifs à travers le paysage urbain ». [En ligne]. Disponible : <http://www.cs.cmu.edu/~illah/PAPERS/R250FINAL.pdf>
- [10] GQ Bauriedel, D. van Reigersberg, D. Rothenberg et A. Torra, « Pig Iron Theatre Company », 2010. [En ligne]. Disponible : <http://www.pigiron.org>
- [11] « École de fonte. » [En ligne]. Disponible : <http://www.pigironschool.org>
- [12] J. Sastra, S. Chitta et M. Yim, « Dynamic Rolling for a Modular Loop Robot », The International Journal of Robotics Research, vol. 28, non. 6, pages 758 à 773, 2009.
- [13] « Nyartoolkit », 2010. [En ligne]. Disponible : <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wiki/index.php?FrontPage.en>
- [14] H. Kato et M. Billinghurst, « Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system », Augmented Réalité, Atelier international sur, vol. 0, p. 85, 1999.
- [15] G. Bradski, « La bibliothèque OpenCV », Journal des outils logiciels du Dr Dobb, 2000.
- [16] DN Levy, Amour + sexe avec les robots : l'évolution des relations homme-robot. Harper Collins, 2007.