

Espace virtuel interconnecté et Théâtre. Une recherche-création sur l'espace de jeu théâtral à l'ère du réseau

Interconnected virtual space and Theater. Pratice as research on theater stage in the era of the network

Georges Gagneré¹, Cédric Plessiet², Remy Sohier³

¹ EA 1573 : Scènes du monde, création, savoirs critiques, Université Paris VIII, France, georges.gagnere@univ-paris8.fr

² INREV EA 4010, Université Paris VIII, France, cedric.plessiet@univ-paris8.fr

³ INREV EA 4010, Université Paris VIII, France, remy.sohier@gmail.com

RÉSUMÉ. L'article expose les résultats d'une collaboration interdisciplinaire entre théâtre et art numérique autour des modalités de contrôle en temps réel d'un avatar par un comédien (le mocapacteur). Nous décrivons la nouvelle place occupée par l'artiste numérique au côté du mocapacteur et du metteur en scène dans le processus de direction scéniques d'un avatar numérique en interaction avec des comédiens physiques.

ABSTRACT. The article presents the results of an interdisciplinary collaboration between theater and digital art around the modalities of real-time control of an avatar by a comedian (the mocapactor). We describe the new place occupied by the digital artist alongside the mocapactor and the director in the process of directing an digital avatar in interaction with physical actors.

MOTS-CLÉS. Interactions entre comédiens et avatars, théâtre, artiste numérique, collaboration créative interdisciplinaire.

KEYWORDS. Interactions between comedians and avatars, theater, digital artist, interdisciplinary creative collaboration.

Introduction

Depuis plusieurs années, nous conduisons des expérimentations basées sur un regard croisé entre des spécialistes de la mise en scène théâtrale, et des chercheurs en réalité virtuelle, art numérique et jeu vidéo. Notre équipe est focalisée sur les analogies et différences qui existent entre acteur réel physique (comédien-performeur) et acteur virtuel numérique (avatar). De cette approche pluridisciplinaire ont émergé des projets expérimentaux de recherche-création [GAG 15] [GAG 17], qui reposent sur un acteur physique interagissant avec l'image d'un avatar, joué par ce que nous avons appelé le mocapacteur, à travers un système de capture de mouvement à faible coût.

Nous présenterons dans une première partie le dispositif scénique sur lequel repose notre expérimentation, en détaillant les améliorations que nous y avons apportées par rapport à nos travaux précédents. Puis, dans la deuxième partie, nous détaillerons les aspects plus techniques du projet en nous focalisant sur les échanges entre les différents éléments de notre dispositif. Nous décrirons par la suite l'algorithme qui nous permet d'utiliser le mouvement d'un acteur en temps réel à partir de divers dispositifs de captations. Pour finir, nous détaillerons en quoi notre dispositif d'expérimentation entre acteur physique et avatar modifie en profondeur la nature de la collaboration entre le metteur en scène, les acteurs et l'artiste numérique sur le plan de la direction d'acteur/avatar.

1. Une expérimentation pluridisciplinaire croisant spectacle vivant et art numérique.

1.1. L'avatar et le mocapacteur

Avant toute chose, il nous faut préciser quelques notions. Si la notion d'avatar a en soi été suffisamment définie [DAM 97] [SCH 12] nous la relierons ici à la notion de mocapacteur, néologisme

issu de la fusion des termes “motion-capture” (capture de mouvement) et de “acteur” [GAG 17]. De fait, le mocapacteur est un acteur physique équipé d’un dispositif de capture de mouvement, ce qui lui permet de contrôler en temps réel un avatar généré en image de synthèse. Mais si ces techniques couramment appliquées à Hollywood [BAL 09] reposent sur des équipes conséquentes d’infographistes ayant en charge le traitement du mouvement, l’approche que nous utilisons, de par son axe temps réel, se rapproche plutôt du travail de Patoli [PAT 10]. En outre, notre dynamique temps-réel nous impose de nous passer du travail de nettoyage, c’est-à-dire de la correction en post-production des erreurs de mesure ou du bruit issu de la captation. Tout au plus utilisons-nous quelques filtres fondamentaux (type filtre de Kalman) afin d’éliminer les erreurs de captation grossières.

1.2. Présentation du dispositif de performance théâtrale

Pour nos expérimentations, nous avons développé un dispositif d’improvisation pour des étudiants en théâtre dans le cadre de cours et d’ateliers de pratique. Il fut utilisé avec succès à des fins pédagogiques durant l’année universitaire 2016-17.

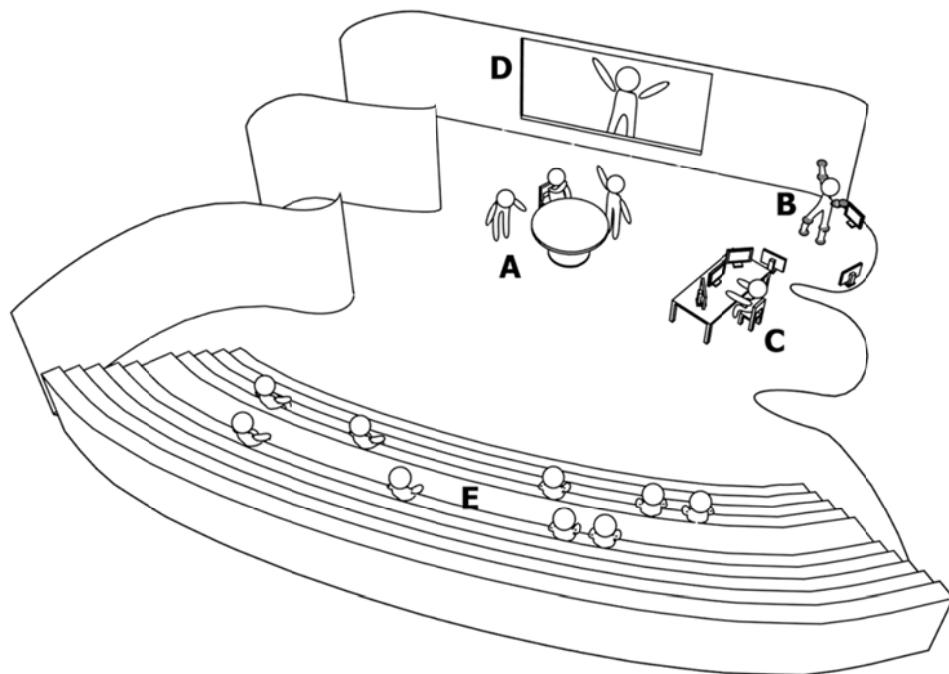


Figure 1. Schéma du dispositif des ateliers pratiques

L'espace scénique défini dans le projet comporte différents artistes (voir figure 1) :

- A) Les acteurs physiques, localisés au centre de la scène ;
- B) Le mocapacteur qui contrôle un avatar ;
- C) Le ou les artistes numériques qui interviennent sur un ordinateur ;
- D) Le ou les avatars représentés sur écran.

Dans la perspective de la performance, les spectateurs sont situés dans l'espace (E), où se situe également le metteur en scène. Nous pourrions imaginer a priori que les actions scéniques concernent uniquement la relation entre les comédiens physiques (A) et l'avatar (D). Cependant, l'avatar est le résultat combiné des actions du mocapacteur (B) et de l'artiste numérique (C). Nous avons donc fait le choix de mettre les trois entités B, C et D dans l'espace scénique en laissant au spectateur le choix de concentrer son regard sur ce qui l'intéresse. Cela offre la possibilité aux acteurs et au metteur en scène de multiplier les interactions de jeu entre tous les collaborateurs.

Nous avons constaté que le mocapacteur (B) et l'artiste numérique (C) avaient besoin d'avoir une vue sur l'avatar, mais aussi sur ses interactions avec les comédiens physiques (A). Par ailleurs, ils ressentent les réactions du public (E), ce qui les plonge au cœur de la spécificité du spectacle vivant, à savoir une interaction entre une performance en direct et un public. Les vues ainsi que les contrôles feront l'objet d'une analyse précise plus bas.

1.3. *Du Kinect à la Perception Neuron : une nouvelle mobilité...*

L'un des progrès notables depuis [GAG 17] est l'abandon du Kinect au profit d'une Perception Neuron Mocap. Ce dispositif est composé d'un réseau de 32 centrales inertielles (IMUs) connectées en hiérarchie et communiquant avec l'ordinateur par liaison Wifi. Grâce à ce dispositif, nous capturons les accélérations et vitesses angulaires de certaines parties du corps de l'acteur (tête, épaules, coudes, mains, doigts, buste, genoux et pieds). Ainsi, nous pouvons reconstruire le mouvement capté. Ce mécanisme a été conçu à la base pour effectuer de la captation temps réel à bas coup à destination du jeu vidéo.

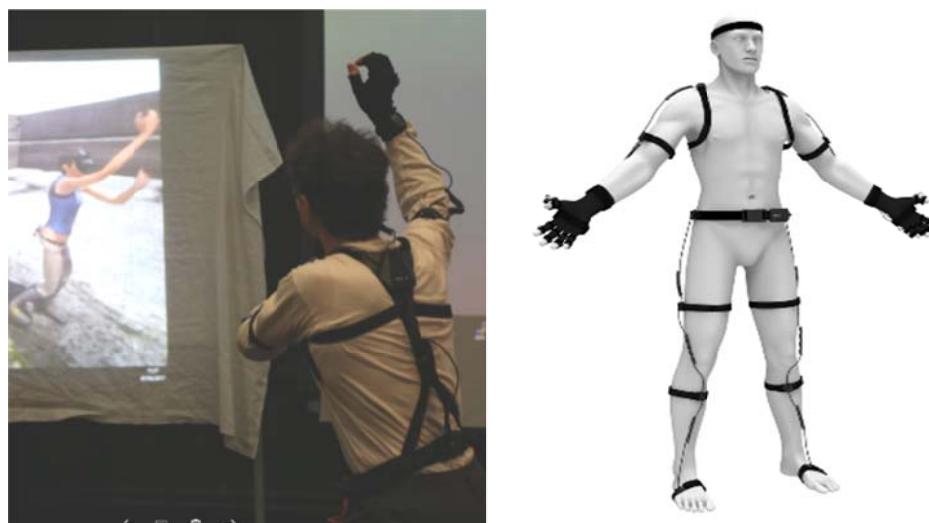


Figure 2. Le mocapacteur et l'avatar reproduisant ses gestes (à gauche) et le dispositif de captation (site neuronmocap.com, image du fabricant) (à droite)

Nous avions en effet noté deux limitations importantes avec le Kinect : 1) le squelette construit par le Kinect dépend d'un frustum (voir figure 3) qui limite la propagation du corps dans l'espace, et 2) l'orientation du mocapacteur n'est pas locale, elle dépend de l'orientation de la Kinect. Ce deuxième point entraîne des difficultés pour le mocapacteur à exécuter une rotation de 360° sans entraîner un problème d'affichage.

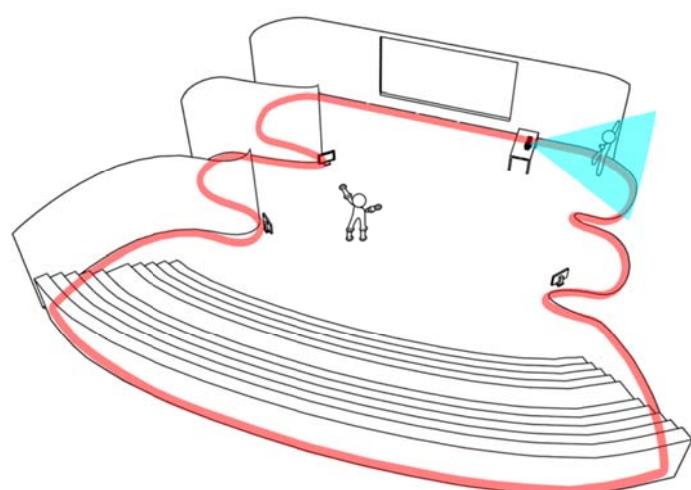


Figure 3. Zones d'action du Kinect (couleur cyan) et de la Perception Neuron (couleur rouge)

Avec la Perception Neuron, 1) la zone de jeu devient beaucoup plus grande, car le mocapacteur n'est plus limité à la zone de captation de la Kinect, mais à la zone de captation de la borne wifi (voir figure 3). Et 2), le mocapacteur gagne en liberté de mouvement, car il n'est plus obligé de jouer face à la Kinect. Enfin, la qualité de la captation des mouvements est bien meilleure avec la Perception Neuron. Néanmoins, ce dispositif nécessite une grande attention afin qu'il ne perde pas la position du corps, car il fonctionne de manière relative aux points de contact des pieds sur le sol.

1.4. ...entraînant de nouveaux besoins

Si nous comparons la figure 1 et la figure 3, nous nous apercevons que le mocapacteur peut évoluer dans l'ensemble du théâtre, et notamment sur la totalité de l'espace scénique, et non pas seulement sur une zone limitée comme dans le cas de l'usage du Kinect.

La juxtaposition de l'espace de jeu du mocapacteur à celui des acteurs physiques permet une triangulation stimulante entre espace physique et espace numérique. En effet, un comédien peut avoir une double présence : numérique à l'écran et physique sur le plateau. Cependant, cette triangulation suppose d'organiser précisément une double interaction : celle du mocapacteur directement avec les comédiens physiques et celle du mocapacteur par le truchement de l'avatar avec les comédiens physiques. Confrontés à cette complexité, nous avons décidé de commencer nos expérimentations en restreignant l'espace de jeu du mocapacteur à une zone hors de l'espace scénique des comédiens physiques (cf. coin supérieur droit de la figure 1). Par rapport à nos précédentes expérimentations avec le Kinect, le mocapacteur équipé de la Perception Neuron peut parcourir un espace plus grand, en tournant sur lui même.

Le rôle premier du mocapacteur est de contrôler l'avatar en collaboration avec l'artiste numérique. C'est la raison pour laquelle nous avons été amenés à distribuer dans l'espace scénique des retours vidéo permettant au mocapacteur de voir son avatar dans toutes les directions. Ce besoin de retour est similaire au besoin que le chanteur d'opéra a de regarder en permanence le chef d'orchestre. C'est ainsi que dans une production d'opéra plusieurs moniteurs sont disposés dans l'espace de jeu et dans l'espace des spectateurs pour donner au chanteur une liberté de mouvement nécessaire aux demandes de jeu du metteur en scène. Dans le cas où le mocapacteur est hors de l'espace de jeu, nous avons expérimenté un dispositif d'écran/smartphone qui est directement porté sur la poitrine, et qui évite de disposer des écrans retours autour de la zone de jeu.

2. Mocapacteur, datacteur, avatar neutre et avatar complexe

Dans cette partie, nous allons décrire plus précisément les conditions du contrôle de l'avatar (D) par le mocapacteur (B) dans le contexte d'une interaction scénique de cet avatar avec des acteurs physiques (A).

2.1. Un “motion retargeting” en quatre phases

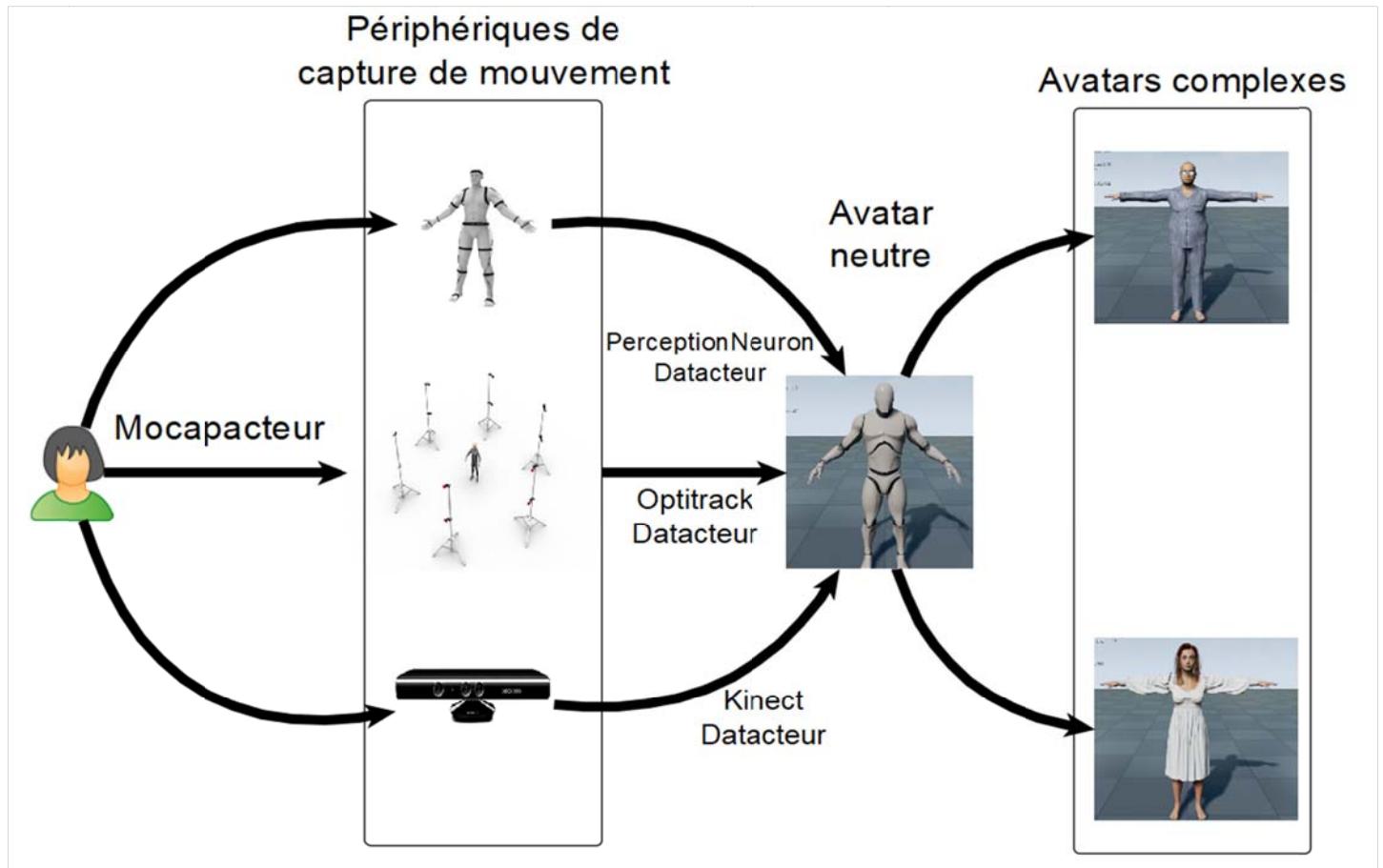


Figure 4. Les quatre phases de motion retargeting avec 3 variations de périphériques de capture

Pour comprendre le passage du mocapacteur vers l'avatar, il faut distinguer les informations intermédiaires entre ces deux extrêmes :

1. Le mocapacteur manipule le dispositif de capture de mouvement (Perception Neuron) qui envoie les données par Wifi à l'ordinateur.
2. Le datacteur est l'intermédiaire entre le mocapacteur et l'avatar neutre. Il correspond aux données envoyées par le dispositif de capture de mouvement et récupérées dans le moteur de jeu. Il y a donc un datacteur spécifique par type de capture de mouvement.
3. L'avatar neutre a pour mission de transformer les données numériques issues du datacteur en données exploitables par le moteur de jeu. Il est invisible pour les spectateurs, mais visible pour l'artiste numérique.
4. L'avatar complexe est un second squelette généré à partir de l'avatar neutre, visible par tout le monde. C'est cette dernière étape que nous appelons couramment l'avatar.

La distinction opérée entre les données du datacteur et celles de l'avatar neutre a pour but de ne pas être dépendant de la gestion du mouvement gérée par un logiciel tiers. Ainsi, l'avatar neutre agit comme un premier filtre, permettant de modifier l'ensemble des valeurs de position et de rotation sur le datacteur. Nous parlons ici d'avatar neutre pour nous concentrer sur les enjeux de mouvement. En effet, l'avatar neutre n'est pas la finalité du résultat que nous souhaitons avoir pour le rendu scénique. Il s'agit simplement de la base pour construire un avatar plus complexe qui fait appel à d'autres techniques de motion retargeting que nous détaillerons dans d'autres articles.

2.2. Le mouvement de l'avatar: la combinaison de sources multiples

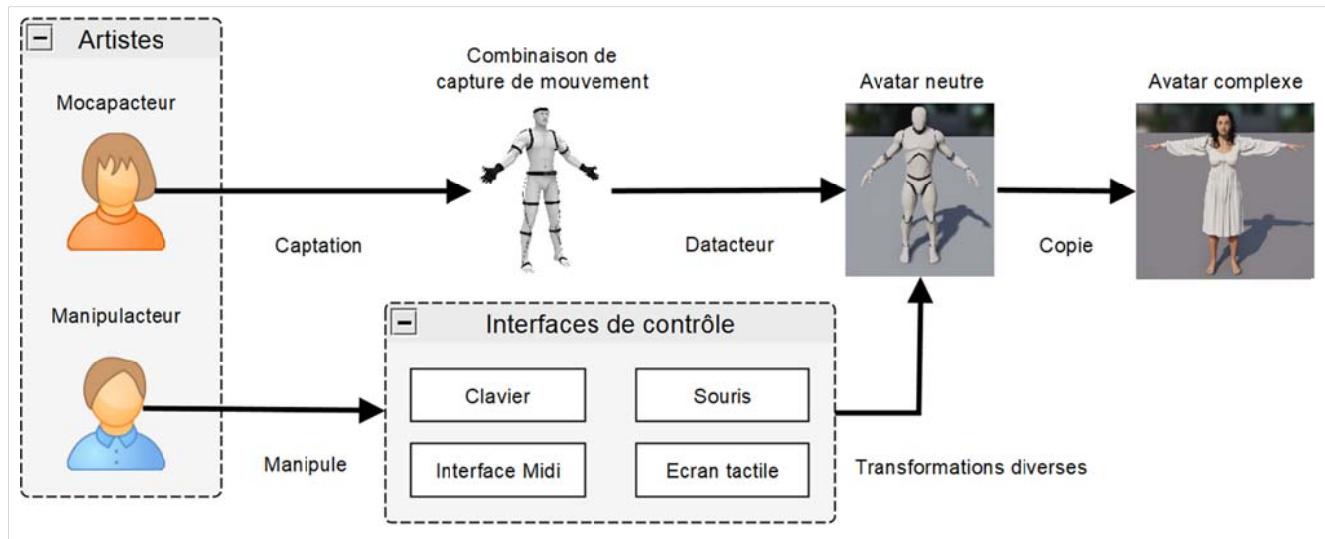


Figure 5. L'avatar est la somme de l'intervention du mocapacteur et du manipulacteur

A partir du moment où nous avons isolé les mouvements du datacteur, directement issus du mocapacteur, nous pouvons les combiner à la figure d'avatar neutre qui constitue la base du positionnement de l'avatar dans la scène numérique en interaction avec la scène physique. Ainsi, il devient possible d'ajuster la position de l'avatar neutre indépendamment de celle du datacteur/mocapacteur.

Par exemple, imaginons que le mocapacteur soit contraint d'effectuer un geste dans une position donnée, par exemple un déplacement en avant : grâce au datacteur nous pouvons changer la direction de ce déplacement lorsque nous le transférons sur l'avatar neutre. La nouvelle direction prise pourra alors répondre à des contraintes de rapport à l'espace scénique physique, notamment à la position des acteurs physiques avec lesquels l'avatar interagit. Autre exemple : le metteur en scène souhaite faire jouer l'avatar dans les airs. Nous pouvons demander au mocapacteur de donner une impulsion d'envol, et ensuite, nous faisons s'élever l'avatar neutre dans les airs, alors que le mocapacteur simule qu'il est en lévitation. Ainsi, les modalités de transfert du datacteur vers l'avatar neutre sont généralement contrôlées par un opérateur avec des périphériques spécifiques.

En effet, la fonction de contrôle du mouvement de l'avatar neutre nécessite souvent des combinaisons d'actions simultanées qui ne sont pas réalisables avec une souris. Cela ne nécessite pas une connaissance approfondie du code informatique, mais sollicite en revanche une attention soutenue de l'opérateur aux instructions du metteur en scène, aux mouvements du mocapacteur et à la position de l'avatar par rapport aux acteurs physiques sur scène. Nous avons nommé cet opérateur « manipulacteur », en référence à l'usage du terme dans le domaine des marionnettes [GIL 93]. Le manipulacteur désigne la personne qui manipule la marionnette et qui est un acteur à part entière du processus théâtral. Nous considérons aussi que l'opérateur, qui contrôle avec ses doigts et ses mains, par le truchement de multiples périphériques, le mouvement de l'avatar neutre en collaboration avec les mouvements du mocapacteur, doit posséder un sens du jeu scénique théâtral. Ainsi, la direction de l'avatar nécessite le travail combiné du mocapacteur et du manipulacteur.

3. Une architecture orientée objets interconnectés

L'architecture utilisée pour le développement de cette plate-forme est dans la continuité du Framework AKeNe que nous avons décrit dans [PLE 15]. Ce framework est hautement adaptable et a été déployé dans le projet précédent OutilNum ainsi que sur un certain nombre de dispositifs mixant théâtre et réalité virtuelle [GAG 15]. Par ailleurs, cette architecture se voulait extrêmement modulaire

et adaptable. Enfin, elle était fortement orientée réseau afin de pouvoir être partagée sur plusieurs machines et ainsi créer différents postes de travail.

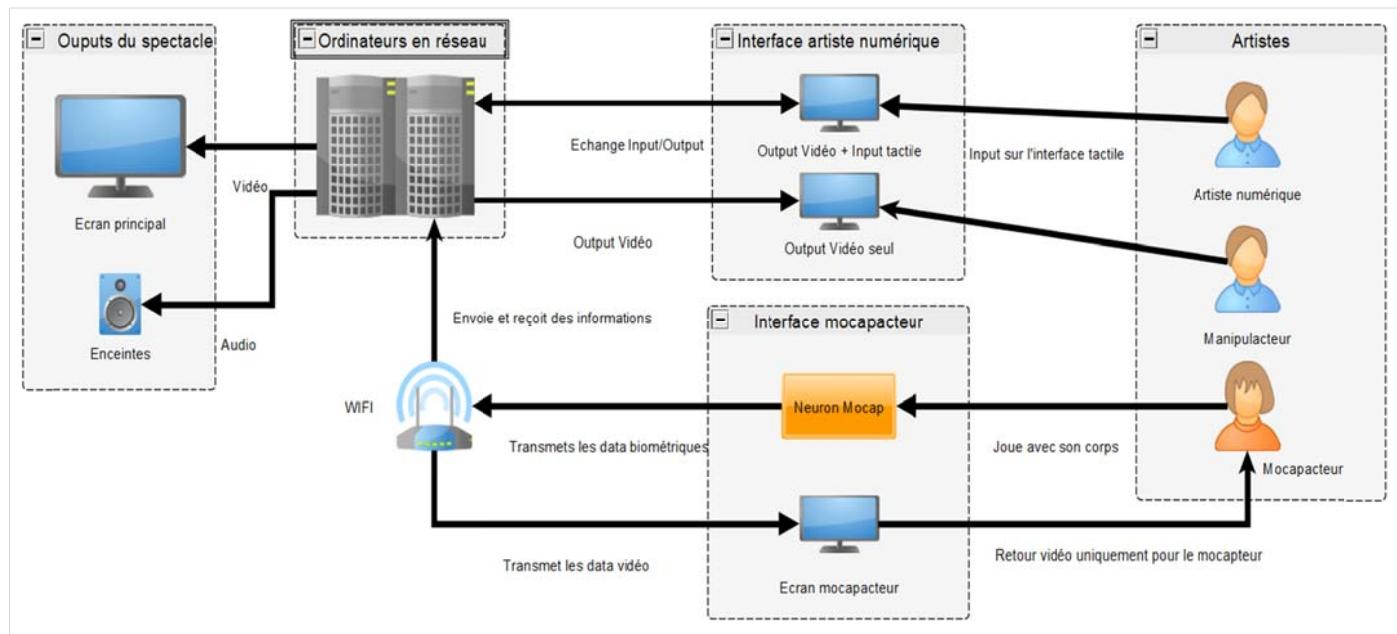


Figure 6. Schéma des entrées et sorties en fonction du réseau local et wifi

3.1. Une multitude d'interfaces sur des postes multiples interconnectés

Comme nous l'avons vu, le dispositif met en scène plusieurs artistes capables d'intervenir sur l'avatar : l'artiste numérique, le mocapacteur et le manipulacteur. Or, les données envoyées et reçues ne sont pas de même nature. En effet, la captation de l'acteur physique est détectée par Wifi, tandis que les modifications opérées par l'artiste numérique sont effectuées directement sur l'ordinateur (voir figure 6). De plus, chacun de ces artistes dispose de retours vidéos qui leur sont spécifiques et ne doivent parfois pas être visibles pour les spectateurs. Ainsi, l'artiste numérique dispose d'écrans avec ou sans captation tactile et le mocapacteur dispose d'un ou plusieurs écrans dans son espace de jeu.

Nous avons aussi réfléchi à améliorer la communication entre les différents postes et la gestion des événements (entrée clavier, midi, etc.). Elle repose sur un système d'événements discrets (Eds) simples, sans file d'attente et non centralisé [CAS 08]. Nous assumons le fait qu'il n'y a pas (ou peu) de délai entre l'émetteur de l'événement et son destinataire. De même, il est fort probable que nous devions repenser ce mécanisme si le débit réseau entre les différents postes est trop faible. Ceci est possible, car les informations transmises sont de très petites tailles (moins de 10 ko) et, exception faite des données issues de la combinaison de capture de mouvement, sont ponctuelles. Le message transmis repose sur un système de boxing/unboxing typé [LER 97] capable de transmettre des données simples (float, string, etc.) ou plus complexes (objets et autres).

3.2. Hud et retour mocapacteur

Comme nous l'avons vu, l'architecture du programme prévoit une interconnexion entre différents ensembles afin de leur permettre une mobilité de déplacement et une plasticité de manipulation par les artistes. Ce degré de manipulation a aussi été nécessaire pour l'interface de travail de l'artiste numérique.

L'interface actuellement utilisée exploite un ensemble d'écrans présentant différents paramètres pouvant être modulés en temps réel. Ainsi, l'artiste numérique dispose de deux catégories d'outils : ceux à destination de l'ensemble des personnes présentes ; ceux à destination exclusivement des acteurs. La première catégorie d'outils permet de communiquer à l'ordinateur, puis à l'écran principal,

des informations esthétiques afin de modifier la représentation virtuelle. La seconde catégorie d'outils communique des informations passées et à venir aux acteurs, afin de les accompagner dans le déroulé de la mise en scène.

Les outils à destination de l'ensemble des personnes sont catégorisés en fonction d'objets qui ont été identifiés lors des séances de travail :

- Caméra : modifier son angle, l'ouverture de la focale, suivre un objet précis ;
- Lumière : activer ou désactiver une lumière, changer sa couleur, son intensité ;
- Asset : ajouter ou retirer un objet, le placer dans la scène, définir sa rotation ;
- Avatar : afficher ou masquer un avatar, changer son apparence, influencer son mouvement.

Ces outils influencent ce qui est directement perçu dans l'écran principal pour les acteurs et les spectateurs. Ils permettent à l'artiste numérique de s'exprimer artistiquement sur des composantes à la fois cinématographique et graphique.

Les outils à destination exclusivement des acteurs sont un ensemble d'informations communiqués sur des écrans placés stratégiquement dans la scène de théâtre. Les informations sont de différentes natures :

- Informer où se positionnent les acteurs dans le temps de la scène ;
- Informer des modifications en cours sur l'écran principal (en cours de visibilité) ;
- Informer des modifications qui vont survenir à l'écran principal (encore invisible).

Ces outils offrent ainsi aux acteurs un double rôle : guider les acteurs sur les recommandations du metteur en scène ; amener un dialogue avec les artistes. Ce second point est important, il garantit que l'artiste numérique n'est pas isolé de l'ensemble de la pièce. Lorsque l'artiste numérique propose des modifications, il s'agit d'une invitation pour les acteurs physiques, le mocapacteur et le manipulacteur à ajuster leur jeu. Celui-ci devient alors une réponse à l'artiste numérique, amenant des transformations plus ou moins fortes selon l'échange entamé.

Cette communication entre les artistes est nécessaire notamment dans le contrôle partagé de l'avatar entre le mocapacteur et le manipulacteur. En effet, nous avons vu que le mocapacteur projette les rotations des parties de son corps dans l'avatar. Mais le contrôle final de l'avatar dépend aussi du manipulacteur qui peut influer sur certains paramètres, notamment la rotation globale de l'avatar, la position globale ou l'activation d'une animation préenregistrée pour permettre au mocapacteur de se repositionner. Ces différents outils nécessitent que les deux artistes communiquent parfaitement avec leurs moyens : par le jeu théâtral pour le mocapacteur, par les invitations dans les informations et les transformations graphiques à l'écran pour le manipulacteur.

4. Une mise en pratique qui pose de nouvelles questions

4.1. *De nouveaux espaces d'expérimentation pour les acteurs, le metteur en scène et l'artiste numérique*

Cette nouvelle architecture nous a permis de prendre conscience de nouvelles problématiques, à la fois de mise en scène, mais aussi d'ergonomie et de gestion d'équipe. Nous avons ainsi constaté que les potentialités ouvertes par la prise en compte des mouvements du corps humain par un dispositif de captation transmis en Wifi dessinent des perspectives créatives stimulantes.

La première d'entre elles est directement liée à la mobilité acquise par le mocapacteur et aux outils développés pour insérer ses mouvements dans une scène hybride physique/numérique par l'intermédiaire du datacteur. Le mocapacteur peut en effet réaliser des combinaisons de mouvements inédites en collaboration avec l'artiste numérique et le manipulacteur. Ainsi, en s'exerçant à organiser

son espace de jeu en relation à l'espace numérique de l'avatar, il peut alors envisager d'interagir avec un double statut : celui de mocapacteur, et celui d'acteur physique, directement en relation avec les autres acteurs physiques du dispositif. Ce dernier cas de figure sera intéressant à étudier plus en profondeur afin de comprendre quelles pourraient être les règles d'un usager corporellement connecté par rapport à des avatars qu'il pourrait manipuler en réalité mixte pour interagir dans d'autres espaces.

Une seconde piste créative liée à la distinction entre le datacteur et l'avatar neutre consiste à proposer au mocapacteur de contrôler plusieurs avatars simultanément. Chaque avatar effectuera le même mouvement que celui du mocapacteur, mais son orientation spatiale sera contrôlable. Nous pouvons ainsi imaginer recréer un chœur théâtral antique, ou bien une foule d'individus, à partir d'un seul acteur.

De plus, le fait que le mouvement de l'avatar soit le fruit du contrôle combiné de l'artiste numérique, du manipulacteur et du mocapacteur, entraîne la nécessité de créer des outils de dialogue entre chacun. Cela conduit de manière plus générale à redéfinir la collaboration entre le mocapacteur, le manipulacteur, l'artiste numérique et le metteur en scène, notamment autour des enjeux de direction d'avatar.

4.2. Une redéfinition du rôle de l'artiste numérique

Quelques précisions s'avèrent nécessaires quant au rôle de l'artiste numérique dans le processus d'expérimentation. En effet, s'il n'agit pas en tant qu'acteur physique ou mocapacteur, il intervient sur l'ensemble des paramètres numériques : affichage à l'écran, caméras virtuelles, lumières virtuelles, objets virtuels, contraintes de mouvements de l'avatar en relation étroite avec le manipulacteur. Il dispose d'un pouvoir d'action important qu'il doit constamment mettre en dialogue avec les acteurs et le metteur en scène. Il peut par exemple changer le cadrage et l'éclairage virtuel pour accentuer les expressions de l'avatar. Il peut offrir au manipulacteur de nouvelles potentialités de mouvement à l'avatar neutre à partir de la gestuelle du mocapacteur en transformant les informations du datacteur.

Ainsi, nous nous sommes aperçus qu'il y avait un manque de vocabulaire commun pour permettre une grammaire d'écriture de l'augmentation de l'acteur. Ce manque est à mettre en relation avec la crise d'indexicalité évoqué par Auslander concernant la relation entre l'acteur produisant les données numériques de la capture de mouvement et l'avatar sur lequel les données sont transférées [AUS 17]. Dans le contexte du cinéma d'animation 3D, Auslander indique que la transformation des données de la capture de mouvement par l'artiste numérique en vue de produire un avatar rend problématique l'évaluation de la qualité d'interprétation de l'acteur physique producteur des données numériques.

Dans le cadre théâtral, nous constatons que le jeu d'un acteur n'est pas lié à sa seule qualité d'interprétation, mais aussi aux indications transmises par le metteur en scène. L'influence du metteur en scène n'est pas problématique, au contraire. Il nous apparaît alors qu'il faut introduire l'artiste numérique au cœur de la direction d'avatar, et construire un nouveau paradigme de direction d'avatar qui intègre les nouveaux outils d'écriture de l'augmentation au sein d'une collaboration étroite et horizontale entre tous les protagonistes : le mocapacteur, le metteur en scène, l'artiste numérique et le manipulacteur.

Conclusion

Cet article a décrit l'impact de l'utilisation d'un nouveau dispositif portable de capture du mouvement dans une expérimentation théâtrale mettant en interaction scénique acteurs physiques et avatars numériques. Le nouveau dispositif de capture de mouvement s'apparente à une sorte de labellisation du corps humain qui permet de transcrire en temps réel une hybridation entre espace physique et numérique par le truchement d'un avatar manipulé par un mocapacteur.

Nous avons décrit une méthode qui permet à l'artiste numérique d'articuler les données produites par le mocapacteur dans le référentiel numérique de l'avatar en vue de produire une augmentation créative des gestes improvisés en direct. Cette méthode s'appuie sur une architecture logicielle fortement modulable dont nous avons décrit les caractéristiques concernées par les enjeux de capture de mouvement et d'échanges d'informations. La production en temps réel de l'avatar nécessite un dialogue étroit entre l'artiste numérique, le mocapacteur, le manipulacteur et le metteur en scène. Cela implique de recourir à différents retours sur les éléments numériques produits, dont nous avons décrit ceux déjà utilisés.

La simplicité d'utilisation du nouveau dispositif de capture de mouvement a fortement stimulé le mocapacteur, le manipulacteur et le metteur en scène. Cela a conduit à des demandes d'augmentations de l'avatar impliquant une expertise approfondie de l'artiste numérique. Il en ressort que les nouveaux enjeux de direction d'avatar doivent désormais se penser dans une distribution imbriquée des rôles entre tous les protagonistes concernés.

Nos prochaines perspectives expérimentales nous conduiront vers la production et la documentation d'interfaces de communication de cette distribution des rôles qui permettront d'ébaucher une grammaire et un vocabulaire des interactions en jeu.

Bibliographie

[AUS 17] AUSLANDER P., « Le Jeu Cinématographique et La Capture D'interprétation : L'index En Crise.», International conference: L'Entretemps, 2017

[BAL 09] BALCERZAK, S, « Andy Serkis as actor, body and gorilla: Motion capture and the presence of performance», In *Cinephilia in the Age of Digital Reproduction: Film, Pleasure and Digital Culture*, 2009.

[CAS 08] CASSANDRAS, C.G, LAFORTUNE, C.G *Introduction to Discrete Event Systems*, Springer, Londres, 2008.

[DAM 97] DAMER, B., JUDSON, J. DOVE, J., *Avatars!: Exploring and Building Virtual Worlds on the Internet*, Peachpit Press, 1997.

[GAG 15] GAGNERE, G., PLESSIET, C., « Traversées Des Frontières », Frontières Numériques & Artéfacts; *L'Harmattan*),2015.

[GAG 17] GAGNERE, G., PLESSIET, C., « Perceptions (Théâtrales) de L'augmentation Numérique.», In *Proceedings of the International Conference Frontières Numériques - Perceptions*. Toulon (France), 2017.

[GIL 93] Gilles, A., *Images de la marionnette dans la littérature*, Presses Universitaire de Nancy, Editions Institut International de la Marionnette, 1993

[LER 97] LEROY X., « The effectiveness of type-based unboxing », *ACI Structural Journal Workshop on Types in Compilation (Vol 97)*,1997.

[PAT 10] PATOLI, M. Z., NEWBURY, P. WHITE, M., « Real time online motion capture for entertainment applications.», In *Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL), 2010 Third IEEE International Conference on (pp. 139-145)*. IEEE., 2010.

[PLE 15] PLESSIET, C., CHAABANE, S. KHEMIRI,G. , « “Autonomous and Interactive Virtual Actor, Cooperative Virtual Environment for Immersive Previsualisation Tool Oriented to Movies.», In *Proceedings of the 2015 Virtual Reality International Conference*, VRIC '15, 2015.

[SCH 12] SCHROEDER, R., *The social life of avatars: Presence and interaction in shared virtual environments*, Springer Science & Business Media., 2012.