



Des leaders d'équipes virtuels pour encourager le développement du système de mémoire transactive

Beatrice Biancardi, Ivan Giaccaglia, Brian Ravenet, Giovanna Varni

► To cite this version:

Beatrice Biancardi, Ivan Giaccaglia, Brian Ravenet, Giovanna Varni. Des leaders d'équipes virtuels pour encourager le développement du système de mémoire transactive. IHM'20.21 - 32e Conférence Francophone pour l'Interaction Homme-Machine, Apr 2021, Virtual Event, France. pp.4:1-7, <10.1145/3451148.3458639>. <hal-03562162>

HAL Id: hal-03562162

<https://hal.science/hal-03562162v1>

Submitted on 8 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Des leaders d'équipes virtuels pour encourager le développement du système de mémoire transactive

Virtual Leaders Supporting the Development of Transactive Memory Systems

Beatrice Biancardi

beatrice.biancardi@telecom-paris.fr

LTCI, Télécom Paris, Institut polytechnique de Paris
Palaiseau, France

Brian Ravenet

brian.ravenet@limsi.fr

LISN-CNRS, Université Paris-Saclay
Orsay, France

Ivan Giaccaglia

ivan.giaccaglia@alumni.unitn.it

Université de Trento
Trento, Italie

Giovanna Varni

giovanna.varni@telecom-paris.fr

LTCI, Télécom Paris, Institut polytechnique de Paris
Palaiseau, France

ABSTRACT

Teams working together at solving a problem can benefit from a technological support for developing a shared mental representation of their own knowledge. In this paper, we investigate, through an online perceptive study, how people perceive the interventions of an Embodied Conversational Agent (ECA) designed to help a team to develop its Transactive Memory System (TMS), that is a mental representation of the distribution of knowledge between the team members. The ECA acted two different leadership styles: the Transformational and the Transactional style, respectively. Results show in some cases that both leadership styles were perceived to increase the TMS of the team, without significant differences between the two. This work will be extended, in the future, by evaluating other types of interventions (e.g. human- and message-based), and it is a first step towards our research goal of developing an effective team-assisting agent.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Laboratory experiments**;
Computer supported cooperative work.

KEYWORDS

group interaction, embodied conversational agent, leadership, transactive memory system

RÉSUMÉ

Des équipes plongées dans une tâche de résolution de problèmes pourraient bénéficier de soutien afin de développer de bonnes représentations mentales de leurs connaissances qui faciliteraient leur travail. Dans cet article, nous initions le travail de conception d'un agent conversationnel animé jouant le rôle de leader et capable d'aider une équipe à développer son système de mémoire

transactive (SMT). Nous avons mené une étude de la littérature afin d'identifier des styles de leaderships et de comportements que notre leader virtuel pourrait utiliser et nous avons mené une première étude en ligne sur la perception qu'ont nos participants de l'influence de ces comportements sur l'évolution du SMT d'une équipe en activité. Nos résultats suggèrent un effet positif des deux styles employés par l'agent sur la perception du SMT des équipes, sans différence majeure entre les deux. Dans le futur, nous prévoyons de comparer avec d'autres types d'interventions (message et leader humain) afin de continuer notre travail de conception d'un agent aidant.

MOTS-CLÉS

interactions de groupe, agents conversationnels animés, leadership, système de mémoire transactive

ACM Reference Format:

Beatrice Biancardi, Ivan Giaccaglia, Brian Ravenet, and Giovanna Varni. 2021. Des leaders d'équipes virtuels pour encourager le développement du système de mémoire transactive: Virtual Leaders Supporting the Development of Transactive Memory Systems. In *32e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM '21 Adjunct)*, April 13–16, 2021, Virtual Event, France. ACM, New York, NY, USA, 7 pages. <https://doi.org/10.1145/3451148.3458639>

1 INTRODUCTION

Afin d'aider les individus dans leurs interactions avec les systèmes informatiques, de récentes avancées alliant intelligence artificielle et interactions humain-machine ont mené au développement d'agents conversationnels animés (ACA) [6]. Ces interlocuteurs virtuels sont capables de comprendre et de répondre à l'utilisateur en temps réel et peuvent prêter attention aux états psychologiques de celui-ci [38]. Alors que le potentiel de ces agents a été largement étudié dans le contexte d'un seul utilisateur, seuls quelques travaux de recherche ont exploré comment développer des ACAs capables d'interagir efficacement avec un groupe d'utilisateurs. Lors des interactions de groupe, les personnes développent des modèles de comportement spécifiques et des états psychologiques émergents, qui diffèrent de ceux des interactions dyadiques [18]. Un agent visant à fournir une interaction de soutien dans un cadre de travail d'équipe devrait être capable de tirer parti de ces états spécifiques.

Dans notre travail, nous étudions comment le Système de Mémoire Transactive (SMT) d'une équipe peut être utilisé pour informer la conception des interactions d'un ACA, jouant le rôle de leader de l'équipe. Dans cet article, nous avons conçu 2 stratégies de leaderships pour un leader virtuel et nous évaluons si ces différents styles sont perçus comme pouvant faciliter le développement du SMT d'une équipe au travail.

1.1 Système de mémoire transactive

Le SMT est un phénomène qui se développe dans des groupes, qui permet aux membres d'estimer les connaissances de chacun (d'apprendre "*qui sait quoi*") et de devenir ainsi plus efficaces à la résolution de tâches collectives [13, 37].

Le SMT combine la *connaissance individuelle* (par ex., Alice a un background en mathématiques, alors que Bob est expert d'art) avec la *connaissance des expertises que les autres possèdent* (par ex., Alice sait que Bob est spécialiste d'art, et Bob sait que Alice est forte en mathématiques) [37]. Le SMT peut améliorer le transfert et la capacité de retenir de l'information [1]. Cela a pour effet d'agir positivement sur les performances d'une équipe en permettant aux membres de se spécialiser dans des sous-domaines différents mais compatibles d'une même tâche [19]. Un ACA qui serait capable de mettre en place des stratégies pour encourager le développement du SMT d'une équipe lui permettrait d'atteindre ses objectifs plus facilement. Par exemple, encourager la communication, qui est un des facteurs qui précèdent et supportent le développement du SMT [31], permettrait au membres du groupe de mieux estimer les expertises de chacun, afin de mieux distribuer les nouvelles informations entrantes et de savoir vers qui s'adresser pendant une tâche collaborative [23] (par ex., Alice demandera à Bob de l'aider si elle doit accomplir une tâche artistique).

Le SMT se compose de trois dimensions [22, 26]: la *Spécialisation* des connaissances (i.e., la tendance qu'ont les membres à se spécialiser et à retenir des informations distinctes), la *Crédibilité* (i.e., à quel point les membres font confiance aux connaissances spécialisées des autres), et la *Coordination* (i.e., la capacité des membres à travailler ensemble de manière fluide) [31]. Dans cet article, inspiré par les travaux précédents qui ont mis en lumière le rôle des dynamiques de leaderships dans le développement du SMT [28], nous nous intéressons à comment seraient perçues différentes stratégies de leadership utilisés par un ACA sur le développement du SMT d'une équipe au travail.

1.2 Styles de Leadership

Plusieurs définitions du leadership existent, comme par exemple : "*la capacité d'influencer les gens vers la réussite des objectifs d'une équipe*" [36]. Forsyth a proposé dans ses travaux des caractéristiques de cette capacité comme l'organisation, la direction, la coordination, le soutien et la motivation des personnes [12]. Les leaders sont capables de coordonner les personnes et de leur permettre de bien comprendre leurs rôles [21]. En ce qui concerne le SMT, des travaux ont montré qu'un leader peut exploiter le développement de celui-ci pour inciter les interactions entre les membres d'une équipe. [35].

Alors que différents styles de leaderships se trouvent dans la littérature [27], les études de Bachrach et collègues [3] montrent que 2

typologies de leadership sont associées positivement au développement du SMT (les noms sont en anglais) : le *Transformational Leadership* (TFL) et le *Transactional Leadership* (TAL). Le TFL donne de l'inspiration et encourage la curiosité et la créativité des membres d'une équipe lors de la résolution de problèmes [4]. Le TAL, à l'inverse, met l'accent sur les responsabilités du leader à superviser et cadrer l'équipe et à donner beaucoup de feedback quand cela est nécessaire [24]. De manière générale, le TFL a une approche plus de soutien et de coopération alors que le TAL a une approche plus directive et autoritaire.

Afin de permettre à notre ACA leader d'utiliser ces deux styles, nous avons besoin de lui donner la capacité d'utiliser les comportements qui y sont associés. La littérature met d'ailleurs l'accent sur l'importance de la communication non-verbale dans le contexte du leadership [8]. Dans quelques cas particuliers, celle-ci peut même être plus importante que la communication verbale [30]. On trouve des travaux qui ont étudié les comportements non-verbaux (CNV) plus adaptés pour utiliser le TFL. Ces comportements incluent notamment le maintien du regard, une fluidité dans l'expression orale, l'utilisation de nombreuses expressions faciales et une activité gestuelle plus dynamique [2, 33]. A l'inverse, il existe peu de travaux qui ont étudiés les comportements non-verbaux que l'on retrouve précisément pour le TAL. Cependant, celui-ci s'appuyant sur des attitudes directives et dominantes, des comportements qui pourraient y être associés sont des gestes avec la paume de la main vers le bas, exprimant des gestes de contrôles, des expressions plus sévères et des postures dominantes [5, 15, 17].

1.3 Agents Conversationnels Animés comme Leaders Virtuels

Un agent conversationnel animé (ACA) est un personnage virtuel (généralement affiché sur un écran) capable de discuter avec l'utilisateur et de faciliter les interactions avec des systèmes informatisés, notamment grâce à sa capacité à comprendre et à exprimer des comportements humains [6]. Dans des travaux précédents qui mettaient l'accent sur le leadership et les ACAs, ceux-ci jouaient principalement le rôle de suiveur, comme par exemple dans les travaux de Demary et ses collègues [9, 10]. Dans le travail de Jackson et ses collègues, ceux-ci se sont intéressés à la conception d'un leader virtuel qui utilise différents styles mais leur sujet d'étude est la gestion d'interactions très longue distance devant faire face à de la latence [16]. Dans le travail de Hayashi, celui-ci a étudié comment l'intégration d'un ACA peut faciliter et encourager l'apprentissage de concepts dans une tâche d'apprentissage entre pairs. Le rôle de l'agent était principalement d'aider les participants et de clarifier certains concepts lors d'une tâche d'explication entre participants [14]. Les résultats de ce travail suggèrent que lorsque les participants sont attentifs à la présence de l'agent, ceux-ci sont plus efficaces à expliquer et à apprendre les concepts. A notre connaissance, il n'existe pas de travaux qui ont étudiés l'impact que pourrait avoir un ACA jouant le rôle de leader sur le développement du SMT d'une équipe.

Dans ce papier, nous présentons la première étape de notre travail vers le développement d'un tel agent. Notre objectif ici est d'élaborer une première version des comportements de ce leader virtuel et de collecter des données préliminaires afin de guider les

prochaines étapes de notre conception et de notre développement. Dans la section suivante, nous décrivons l'étude que nous avons menée afin d'évaluer comment est perçu le SMT d'une équipe après les interventions d'un leader virtuel qui utilise deux stratégies différentes de leadership.

2 MÉTHODOLOGIE

Afin d'étudier comment concevoir des leaders virtuels capables d'encourager le développement du SMT d'une équipe, nous avons réalisé une première étude sur la perception de l'impact que les stratégies de leadership exprimées par un ACA pourraient avoir sur le développement du SMT d'une équipe au travail. La langue utilisée dans cette étude était l'anglais. Chaque participant a regardé 3 extraits audio-vidéos d'une équipe en train de réaliser une activité liée à une tâche de type *Design Thinking* (DT) [29]. Après chaque extrait montrant l'équipe, les participants regardaient 2 extraits audio-vidéos montrant une intervention par l'ACA destinée à aider l'équipe (un extrait montrant une intervention de type TFL et l'autre de type TAL, exprimées à l'aide d'une phrase et du comportement non-verbal correspondant).

2.1 Les extraits de l'équipe

Les stimuli audio-vidéos de l'équipe ont été enregistrés dans une salle du laboratoire LTCI à Télécom Paris, en utilisant une caméra sur pied (50 ips, 1080x1920). La salle était équipée d'un tableau blanc, d'un bureau, de post-its et de marqueurs. Chaque extrait dure environ une minute et est sous-titré. Dans ces extraits, les participants découvraient une équipe (un psychologue, un ingénieur en environnement et un concepteur, chacun joué par un chercheur de cette étude) qui prenait part à différentes activités pendant une tâche de type *Design Thinking* (DT)[29]. La tâche en question était de proposer des aménagements verts dans un espace urbain. Des travaux précédents aillant montré les apports bénéfiques des stratégies TFL et TAL dans une tâche de type DT [32], chacun des activités et des extraits audio-vidéos ont été conçus pour illustrer une activité typique de ce type de tâche et pour mettre en avant une carence de l'équipe dans une des dimensions du SMT. Des instructions de jeu en ce sens ont été données aux chercheurs qui jouaient dans les extraits audio-vidéos. Une illustration de ces vidéos et de ces activités est montrée dans la Figure 1.

Dans l'activité "*Répartition du Travail*", les membres de l'équipe ont des difficultés à choisir comment se répartir les domaines de compétences (carence en *Spécialisation*). Dans l'activité "*Partage d'Idées*", le psychologue et l'ingénieur se mettent à interagir exclusivement entre eux car ils commencent à douter des idées du concepteur (carence en *Crédibilité*). Dans l'activité "*Choisir une Idée*", les membres de l'équipe n'arrivent pas à s'écouter et proposent des idées tout en parlant par dessus les uns et les autres (carence en *Coordination*).

2.2 Les extraits de l'ACA

Chaque extrait audio-vidéo de l'ACA montre une intervention du leader virtuel visant à aider l'équipe à surmonter leur carence dans une des dimensions du SMT. Chaque extrait dure environ 15 secondes et est sous-titré. Ces extraits ont été réalisés en utilisant MARC, un logiciel pour l'utilisation d'ACA disponible publiquement [7].

Bien que l'apparence de l'agent puisse influencer comment il serait perçu en tant que leader [34], dans cette étude nous avons choisi de ne pas étudier cet aspect et nous avons retenu un agent avec une apparence générique, un personnage féminin visible dans la Table 1. Pour chaque activité de l'équipe, nous avons donc réalisé deux interventions de l'agent, une suivant le style TAL et l'autre suivant le style TFL. Afin de configurer le comportement de l'agent pour chacun de ces styles, nous nous sommes appuyés sur la littérature décrite précédemment. Chaque style utilise un ensemble d'animations basiques fournies par l'outil MARC (hochements de têtes et expressions faciales tout en parlant), mais chaque style a été complété avec des comportements spécifiques. Les comportements spécifiques au style TFL étaient : le maintien du regard, le sourire, des gestes dynamiques et une posture ouverte. Les comportements spécifiques au style TAL étaient : des expressions faciales autoritaires, des gestes avec la paume plutôt vers la bas et une posture fermée. Afin de permettre à l'agent d'exprimer différentes expressions faciales, nous avons manipulé l'intensité des *Action Units* (AU) du visage. Ces AU représentent des activités musculaires du visage qui sont "anatomiquement et visuellement distinguables" [11]. Chacune des expressions faciales peut être obtenue à l'aide d'une combinaison des activations de ces AU. Pour réaliser des expressions pour le style TFL, qui tendent vers le sourire, nous avons manipulé l'AU6 (haussement des joues) et l'AU12 (étirement des lèvres). Pour le style TAL, nous avons joué avec l'intensité de l'AU4 (froncement des sourcils), l'AU5 (haussement de la lèvre supérieur), l'AU7 (plissement des yeux) et l'AU23 (pincement des lèvres). Le timing de chaque comportement était aligné avec le contenu du discours de l'agent afin de produire une séquence cohérente. La Table 1 contient les phrases prononcées par l'ACA selon les différents styles de leadership.

2.3 Procédure Expérimentale

Vingt-huit personnes (15 hommes, 13 femmes, âge moyen = 33 ans, écart-type = 10 ans) ont participé à l'étude conduite en ligne. Elles ont été recrutées principalement par le biais d'annonces par courrier électronique. La participation était volontaire et aucune information permettant l'identification n'a été recueillie (comme le nom, l'adresse e-mail, l'adresse IP, etc.). Les participants pouvaient se retirer de l'étude à tout moment.

L'étude a été réalisée à travers l'outil d'enquête en ligne LimeSurvey¹. Tout d'abord, les participants ont été accueillis sur une page d'accueil où ils ont pu lire un bref résumé sur les objectifs de l'étude et sur les droits à la vie privée. Ensuite, le scénario et les personnages (c'est-à-dire le psychologue, le concepteur et l'ingénieur) ont été présentés.

L'expérience se déroulait ensuite de la manière suivante pour chacune des 3 activités de l'équipe. Un extrait audio-vidéo montrant l'équipe était présenté aux participants, suivi d'un questionnaire pour évaluer leur perception du SMT de celle-ci. Ensuite, les deux extraits de l'ACA jouant le rôle de leader suivant un style TFL et un style TAL ont été montrés, chacun étant suivi du même questionnaire sur la perception du SMT de l'équipe afin de demander aux participants, selon eux, comment évolueraient le SMT de l'équipe après l'une et l'autre intervention. Les scores de chaque item de

¹<https://www.limesurvey.org/>



Figure 1: Les activités de l'équipe. (a) Répartition du Travail, (b) Partage des Idées, (c) Choisir une Idée.


	TFL	TAL	L'agent MARC
Répartition du Travail	There are many ways this work could be divided. Could you please explain why you divided it this way?	You must better know the whole team. Tell us what could be your best contribution with this project considering your skills and interests.	
Partage des Idées	I think you should all be inspired by the fact that you have different work approaches. Let's try to find some compromise together.	There should be more trust between teammates. Look at these previous works I just sent you by email. It is possible to combine original design and well-established solutions.	
Choisir une Idée	So, we need to find a way to reach a common agreement. Let's do a pros and cons table for each of these ideas, I'll help you to mediate the debate and make a decision.	You need to reach a common agreement. Write the pros and cons of each of the others' ideas. Then I want you to privately vote for an idea but you can't vote for yours. The idea that will get more votes wins.	

Table 1: Les interventions (en Anglais) de l'ACA pour chacun des styles de leadership et pour chaque activité de l'équipe.

ces seconds questionnaires ont été initialisées avec ceux donnés après l'extrait de l'équipe. Les 3 pages contenant chacune des 3 activités de l'équipe et les réactions de l'agent ont été présentées de manière aléatoire pour chaque participant afin d'éviter tout effet de l'ordre de présentation des stimuli. A la fin de l'expérience, des informations démographiques ont été recueillies (sexe, âge et nationalité).

2.3.1 Hypothèses. A travers cette étude, nous évaluons les trois hypothèses de recherche suivantes.

H1: Dans chaque activité, l'équipe est perçue comme n'arrivant pas à tirer parti de la dimension du SMT correspondante (i.e., faible score de Spécialisation pour "Répartition du Travail", de Crédibilité pour "Partage des Idées" et de Coordination pour "Choisir une Idée").

H2: Les interventions de l'ACA impactent positivement la perception du SMT de l'équipe (i.e., scores plus élevés après les extraits de l'ACA).

H3: Les interventions de TAL et de TFL ont des impacts différents sur la perception du SMT puisqu'ils sont définis comme des stratégies différentes dans la littérature.

2.3.2 Variables Indépendantes. Afin de tester ces hypothèses, nous manipulons les deux variables indépendantes suivantes : *Activités* ("Répartition du Travail", "Partage des Idées" and "Choisir une Idée") et *Intervention Agent* (Équipe-Avant, Agent-TFL, Agent-TAL).

2.3.3 Variables Dépendantes. Les variables dépendantes sont les perceptions des 3 dimensions du SMT: Spécialisation, Crédibilité, et Coordination, mesurées à l'aide d'une sélection d'items d'un questionnaire standard [22] utilisé dans des études précédentes

(e.g., [20, 25, 31]). Nous avons sélectionné 3 items pour chacune des dimensions du SMT (pour un total de 9 items) que les participants devaient évaluer sur une échelle de Likert à 5 points de *strongly disagree* à *strongly agree*. La Table 2 illustre les items retenus pour chacune des dimensions. Ces items nous ont donc permis de mesurer le SMT après chaque extrait de l'équipe et après chaque intervention de l'agent. Pour la mesure après les interventions de l'agent, les items étaient légèrement transformés afin d'être exprimés au futur puisque nous demandions aux participants d'imaginer comment l'intervention de l'agent allait impacter les futurs comportements de l'équipe.

3 ANALYSE ET RÉSULTATS

Les résultats présentés ci-dessous proviennent de mesures répétées ANOVA (lorsque les pré-requis étaient respectés) ou de tests de Friedman. Les comparaisons par paires ont été réalisées en appliquant la correction de Bonferroni.

3.1 Activités

Spécialisation. Les scores de Spécialisation sont significativement différents entre les *Activités*: $F(2, 54) = 8, 34; p < 0, 001$. Ils sont particulièrement plus élevés pour "*Répartition du Travail*" ($M = 3, 42; ET = 1, 14$) que pour "*Partage des Idées*" ($M = 2, 73; ET = 1, 06; p < 0, 001$) et que pour "*Choisir une Idée*" ($M = 2, 71; ET = 1, 28; p < 0, 01$). **H1** est donc rejetée pour la Spécialisation.

Crédibilité. Les scores de Crédibilité sont significativement différents entre les *Activités*: $\chi^2(2) = 44, 6; W = 0, 796; p < 0, 0001$. Plus précisément, pour "*Partage des Idées*" ($M = 2, 12; ET = 1, 17$), ils sont significativement plus bas que pour "*Répartition du Travail*" ($M = 3, 96; ET = 0, 88; p < 0, 0001$), et significativement plus élevés que pour "*Choisir une Idée*" ($M = 1, 46; ET = 0, 93; p = 0, 01$). **H1** est donc partiellement acceptée pour la Crédibilité.

Coordination. Les scores de Coordination sont significativement différents entre les *Activités*: $\chi^2(2) = 48, 5; W = 0, 89; p < 0, 0001$. Ils sont notamment plus bas pour "*Choisir une Idée*" ($M = 1, 25; ET = 0, 46$) comparé à "*Répartition du Travail*" ($M = 4, 09; ET = 1, 23; p < 0, 0001$), et à "*Partage des Idées*" ($M = 2, 45; ET = 1, 05; p < 0, 0001$). **H1** est donc complètement acceptée pour la Coordination.

3.2 Intervention Agent

Spécialisation. Les résultats montrent un effet principal des variables *Activités* ($F(2, 54) = 11, 06; p < 0, 0001$) et *Intervention Agent* ($F(1, 37; 36, 95) = 18, 52; p < 0, 0001$). Aucune interaction entre

les deux variables indépendantes n'a été trouvée. L'effet principal d'*Intervention Agent* est significatif pour chacune des *Activités* (tous les $p < 0, 01$). Les scores de Spécialisation donnés avant l'intervention de l'agent (i.e., après avoir regardé la vidéo *Équipe-Avant*, $M = 2, 95; ET = 1, 20$) sont plus bas que ceux donnés après l'intervention *TFL* ($M = 3, 55; ET = 1, 02; t(83) = -6, 15; p < 0, 001$) et *TAL* ($M = 3, 67; ET = 1, 07; p < 0, 001$). Aucune différence entre les interventions *TFL* et *TAL* n'a été trouvée. **H2** est acceptée pour la Spécialisation et **H3** est rejetée.

Crédibilité. A cause du manque de puissance des méthodes non-paramétriques comparées à l'ANOVA, nous ne pouvions mener des tests non-paramétriques avec nos deux variables intra-sujets. Nous avons donc gardé *Intervention Agent* comme variable intra-sujet, et nous avons mené des tests distincts pour chaque niveau d'*Activité*.

Pour "*Répartition du Travail*", les scores de Crédibilité ne sont pas significativement différents entre les différents niveaux d'*Intervention Agent*, ($p > 0, 05$). Pour "*Partage des Idées*", les scores de Crédibilité sont significativement différents entre les différents niveaux d'*Intervention Agent*: $\chi^2(2) = 18, 4; W = 0, 33; p < 0, 0001$. Les scores donnés avant l'intervention de l'agent (i.e., après avoir regardé la vidéo *Équipe-Avant*, $M = 2, 12; ET = 1, 17$) sont significativement plus bas que ceux donnés après l'intervention *TAL* ($M = 2, 71; ET = 1, 14; p < 0, 01$), et *TFL* ($M = 3; ET = 0, 85; p < 0, 0001$). Aucune différence entre les interventions *TAL* et *TFL* n'a été trouvée. Pour "*Choisir une Idée*", les scores de Crédibilité sont significativement différents pour les différents niveaux d'*Intervention Agent*: $\chi^2(2) = 31, 2; W = 0, 56; p < 0, 0001$. Les scores donnés avant l'intervention de l'agent (i.e., après avoir regardé la vidéo *Équipe-Avant*, $M = 1, 46; ET = 0, 93$) sont significativement plus bas que ceux donnés après l'intervention *TAL* ($M = 2, 75; ET = 1, 06; p < 0, 0001$), et *TFL* ($M = 2, 68; ET = 0, 94; p < 0, 0001$). Aucune différence entre les interventions *TFL* et *TAL* n'a été trouvée. **H2** est vérifiée pour la Crédibilité, sauf pour l'activité "*Répartition du Travail*", et **H3** est rejetée.

Coordination. En ce qui concerne les scores de Coordination, nous avons gardé *Intervention Agent* comme variable intra-sujet, et nous avons mené des tests distincts pour chaque niveau d'*Activité*.

Pour "*Répartition du Travail*", les scores de Coordination ne sont pas significativement différents entre les différents niveaux d'*Intervention Agent*, ($p > 0, 05$). Pour "*Partage des Idées*", les résultats montrent un effet principal d'*Intervention Agent* ($F(2, 54) = 7, 69; p = 0, 001$). Les scores donnés avant l'intervention de l'agent (i.e., après avoir regardé la vidéo *Équipe-Avant*, $M = 2, 45; ET =$

Dimension du SMT	Items retenus
Spécialisation	Different team members were responsible for expertise in different areas. The specialized knowledge of several team members was needed to complete the project deliverables. Each team member knew which team member had expertise in specific areas.
Crédibilité	Team members were comfortable accepting procedural suggestions from the other team members. They were confident relying on the information that other team members brought to the discussion. They did not have much faith in other members' expertise.
Coordination	The team worked together in a well-coordinated fashion. The team needed to backtrack and start over a lot. There was much confusion about how they would accomplish a task.

Table 2: Les items sélectionnés dans le questionnaire [22] pour mesurer chaque dimension du SMT.

1,05) sont significativement plus bas que ceux donnés après l'intervention *TFL* ($M = 3,05$; $ET = 0,93$; $t(27) = -3,92$; $p < 0,001$), mais pas significativement différents avec ceux donnés après l'intervention *TAL*. Aucune différence entre les interventions *TFL* et *TAL* n'a été trouvée. Pour "Choisir une Idée", les scores de Coordination sont significativement différents pour les différents niveaux d'*Intervention Agent*: $\chi^2(2) = 40,9$; $W = 0,73$; $p < 0,0001$. Les scores donnés avant l'intervention de l'agent (i.e., après avoir regardé la vidéo *Équipe-Avant*, $M = 1,25$; $ET = 0,46$) sont significativement plus bas que ceux donnés après l'intervention *TAL* ($M = 3,2$; $ET = 0,99$; $p < 0,0001$), et *TFL* ($M = 2,98$; $ET = 0,98$, $p < 0,0001$). Aucune différences entre les interventions *TFL* et *TAL* n'a été trouvée. **H2** est partiellement acceptée pour Coordination, et **H3** est rejetée.

4 CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS

Dans cet article, nous avons présenté une étude sur la perception qu'ont eu nos participants d'un ACA jouant le rôle de leader sur sa capacité à aider une équipe à développer son SMT. Nous avons conçu les comportements de l'ACA en suivant deux styles de leadership et nous avons évalué comment ceux-ci diffèrent afin de guider nos développements futurs. Les résultats ont montré que les interventions d'un leader virtuel pourraient améliorer le SMT d'une équipe dans différentes situations, et ce peu importe le style, à l'exception de quelques conditions qui pourraient être partiellement expliquées par la manière dont les stimuli de l'équipe ont été perçus dès le départ. Afin de vérifier si juste le fait d'intervenir ne serait pas le facteur principal expliquant cet effet, nous sommes en train de concevoir une étude complémentaire dans laquelle nous prévoyons de comparer ces résultats avec d'autres obtenus en manipulant différentes formes d'interventions telles que des messages ou celles d'un leader humain par exemple. Dans le futur, nous prévoyons de terminer la réalisation de notre ACA à l'aide de l'ensemble des résultats obtenus et de l'évaluer dans un scénario où l'agent interagirait en temps réel avec une équipe dont le SMT serait directement mesuré.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par l'institut convergences DATAIA faisant partie du "Programme d'Investissement d'Avenir" (ANR-17-CONV-0003).

RÉFÉRENCES

- [1] Linda Argote and Paul Ingram. 2000. Knowledge Transfer: A Basis for Competitive Advantage in Firms. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 82, 1 (2000), 150–169. <https://doi.org/10.1006/obhd.2000.2893>
- [2] Raed Awamleh and William L. Gardner. 1999. Perceptions of leader charisma and effectiveness: The effects of vision content, delivery, and organizational performance. *The Leadership Quarterly* 10, 3 (1999), 345–373. [https://doi.org/10.1016/S1048-9843\(99\)00022-3](https://doi.org/10.1016/S1048-9843(99)00022-3)
- [3] Daniel G. Bachrach and Ryan Mullins. 2019. A dual-process contingency model of leadership, transactive memory systems and team performance. *Journal of Business Research* 96 (2019), 297–308. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.11.029>
- [4] Eric Brymer and Tonia Gray. 2006. Effective leadership: Transformational or transactional? *Journal of Outdoor and Environmental Education* 10, 2 (2006), 13–19.
- [5] Judee K Burgoon and Norah E Dunbar. 2006. Nonverbal expressions of dominance and power in human relationships. *The Sage handbook of nonverbal communication* 2 (2006), 279–297.
- [6] Justine Cassell, Joseph Sullivan, Elizabeth Churchill, and Scott Prevost. 2000. *Embodied conversational agents*. MIT press.
- [7] Matthieu Courgeon and Céline Clavel. 2013. MARC: A framework that features emotion models for facial animation during human-computer interaction. *Journal on Multimodal User Interfaces* 7, 4 (2013), 311–319.
- [8] Annick Darioly and Marianne Schmid Mast. 2014. The role of nonverbal behavior in leadership: An integrative review. (2014).
- [9] Guillaume Demary. 2018. *Évaluation cognitive du leader dans une dyade hiérarchique: des comportements non verbaux du suiveur aux comportements de leadership*. Ph.D. Dissertation.
- [10] Guillaume Demary, Jean-Claude Martin, Stéphane Dubourdieu, Stéphane Travers, and Virginie Demulier. 2019. How do Leaders Perceive Stress and Followership from Nonverbal Behaviors Displayed by Virtual Followers?. In *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents*. 56–61.
- [11] Rosenberg Ekman. 1997. *What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)*. Oxford University Press, USA.
- [12] Donelson R Forsyth. 2018. *Group dynamics*. Cengage Learning.
- [13] Naina Gupta and Andrea B Hollingshead. 2010. Differentiated versus integrated transactive memory effectiveness: It depends on the task. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice* 14, 4 (2010), 384–398.
- [14] Yugo Hayashi. 2012. On pedagogical effects of learner-support agents in collaborative interaction. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 7315 LNCS (2012), 22–32.
- [15] Gary Imai. 1996. *Gestures: Body Language and Nonverbal Communication*. [Web document].
- [16] Aryana Collins Jackson, Elisabetta Bevacqua, Pierre De Loo, and Ronan Querrec. 2019. Modelling an embodied conversational agent for remote and isolated caregivers on leadership styles. *IWA 2019 - Proceedings of the 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents* (2019), 256–259.
- [17] Adam Kendon. 2000. *Language and gesture: unity or duality?* Cambridge University Press, 47–63. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511620850.004>
- [18] Steve WJ Kozlowski. 2015. Advancing research on team process dynamics: Theoretical, methodological, and measurement considerations. *Organizational Psychology Review* 5, 4 (2015), 270–299.
- [19] Steve WJ Kozlowski and Daniel R Ilgen. 2006. Enhancing the effectiveness of work groups and teams. *Psychological science in the public interest* 7, 3 (2006), 77–124.
- [20] Kibum Kwon and Daeyeon Cho. 2016. How transactive memory systems relate to organizational innovation: the mediating role of developmental leadership. *Journal of Knowledge Management* 20, 5 (2016), 1025–1044.
- [21] James R Larson Jr, Pennie G Foster-Fishman, and Timothy M Franz. 1998. Leadership style and the discussion of shared and unshared information in decision-making groups. *Personality and Social Psychology Bulletin* 24, 5 (1998), 482–495.
- [22] Kyle Lewis. 2003. Measuring transactive memory systems in the field: Scale development and validation. *Journal of Applied Psychology* 88, 4 (2003), 587–604.
- [23] Jenny Liao, Nerina L Jimmieson, Anne T O'Brien, and Simon LD Restubog. 2012. Developing transactive memory systems: Theoretical contributions from a social identity perspective. *Group & organization management* 37, 2 (2012), 204–240.
- [24] Mia Ljungblom. 2012. A Comparative Study Between Developmental Leadership and Lean Leadership – Similarities and Differences. *Management and Production Engineering Review* 3, 4 (2012), 54–68.
- [25] Pedro Marques-Quinteiro, Luis Curral, Ana Margarida Passos, and Kyle Lewis. 2013. And now what do we do? The role of transactive memory systems and task coordination in action teams. *Group Dynamics* 17, 3 (2013), 194–206.
- [26] Richard L Moreland and Larissa Myaskovsky. 2000. Exploring the performance benefits of group training: Transactive memory or improved communication? *Organizational behavior and human decision processes* 82, 1 (2000), 117–133.
- [27] TS Nanjundeswaraswamy and DR Swamy. 2014. Leadership styles. *Advances in management* 7, 2 (2014), 57–62.
- [28] Vesa Peltokorpi. 2008. Transactive Memory Systems. *Review of General Psychology* 12, 4 (2008), 378–394.
- [29] Daniela Pusca and Derek O Northwood. 2018. Design thinking and its application to problem solving. *Global Journal of Engineering Education* 20, 1 (2018), 48–53.
- [30] Martin Remland. 1981. Developing leadership skills in nonverbal communication: A situational perspective. *The Journal of Business Communication* (1973) 18, 3 (1981), 17–29.
- [31] Yuqing Ren and Linda Argote. 2011. Transactive memory systems 1985–2010: An integrative framework of key dimensions, antecedents, and consequences. *Academy of Management Annals* 5, 1 (2011), 189–229.
- [32] J. Schweitzer and L. C. Groeger. 2016. *Transformational Leadership, Design Thinking and the Innovative Firm*. Springer, Cham, Switzerland.
- [33] Birgit Schyns and Gisela Mohr. 2004. Nonverbal Elements of Leadership Behaviour. *German Journal of Human Resource Management* 18, 3 (2004), 289–305. <https://doi.org/10.1177/239700220401800303> arXiv:<https://doi.org/10.1177/239700220401800303>
- [34] Sabine Sczesny and Ulrich Kühnen. 2004. Meta-Cognition about Biological Sex and Gender-Stereotypic Physical Appearance: Consequences for

- the Assessment of Leadership Competence. *Personality and Social Psychology Bulletin* 30, 1 (2004), 13–21. <https://doi.org/10.1177/0146167203258831> arXiv:<https://doi.org/10.1177/0146167203258831> PMID: 15030639.
- [35] Maura Soekijad, Bart van den Hooff, Marlous Agterberg, and Marleen Huysman. 2011. Leading to Learn in Networks of Practice: Two Leadership Strategies. *Organization Studies* 32, 8 (2011), 1005–1027. <https://doi.org/10.1177/0170840611410834> arXiv:<https://doi.org/10.1177/0170840611410834>
- [36] Leigh L Thompson and Maurice Thompson. 2008. *Making the team: A guide for managers*. Pearson/Prentice Hall.
- [37] Daniel M. Wegner. 1987. Transactive Memory: A Contemporary Analysis of the Group Mind. (1987), 185–208. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4634-3_9
- [38] Özge Nilay Yalçın. 2020. Empathy framework for embodied conversational agents. *Cognitive Systems Research* 59 (2020), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.09.016>