



HAL
open science

Analyser la cognition d'équipe à la lumière des boucles de communication

Christine Chauvin, Jean-Pierre Clostermann

► **To cite this version:**

Christine Chauvin, Jean-Pierre Clostermann. Analyser la cognition d'équipe à la lumière des boucles de communication. EPIQUE 2015, Bonnardel Nathalie; Pellegrin Liliane; Chaudet Hervé, Jul 2015, Aix-en-Provence, France. pp.211. hal-01217012

HAL Id: hal-01217012

<https://hal.science/hal-01217012v1>

Submitted on 18 Oct 2015

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.

Analyser la cognition d'équipe à la lumière des boucles de communication - Application à l'analyse des processus d'équipe en passerelle de navire

Chauvin Christine

Université Bretagne Sud - Lab-STICC, UMR CNRS 6285
17 rue Flandres-Dunkerque, 56100 Lorient
christine.chauvin@univ-ubs.fr

Clostermann Jean-Pierre

Ecole Nationale Supérieure Maritime
10 Quai Frissard, 76600 Le Havre
jean-pierre.clostermann@supmaritime.fr

RÉSUMÉ

Il est établi que la performance d'une équipe dépend de la qualité de ses processus coopératifs. Par conséquent, il apparaît nécessaire de mesurer la cognition au niveau de l'équipe pour pouvoir comprendre sa performance dans un environnement complexe. Considérant que les communications verbales constituent une "fenêtre ouverte" sur la cognition d'équipe, l'étude présentée ici propose d'analyser les échanges verbaux qui s'établissent entre les membres d'équipes opérant sur un simulateur reproduisant une passerelle de navire pour estimer la qualité des processus d'équipe. Différents aspects des interactions verbales ont été codés (émetteur et récepteur, type de l'interaction, nature de l'activité coopérative, fonction de l'interaction au sein de la "boucle de communication") et différentes métriques ont été calculées. L'étude a porté sur 19 équipes de 3 personnes. Les performances de ces équipes ont également été évaluées. Il apparaît que les équipes les moins performantes sont également celles pour lesquelles les patterns de communication présentent le plus de défaillances.

MOTS-CLÉS

Méthode d'analyse du travail d'équipe, cognition d'équipe, boucles de communication, conduite de navire.

1 INTRODUCTION

Les membres d'une équipe de travail interagissent, de façon dynamique, interdépendante et adaptative pour satisfaire une mission qui leur est commune et qu'ils valorisent ; chacun d'entre eux ayant des rôles ou fonctions spécifiques à réaliser (Salas, Dickinson, Converse, Tannenbaum, 1992). Une équipe en passerelle de navire présente toutes ces caractéristiques. Elle est habituellement composée de 3 ou 4 personnes : un timonier (barreur), un officier, le commandant et, dans les zones qui l'exigent, un pilote. Tous ces acteurs interagissent pour conduire le navire en respectant des contraintes d'horaire et en évitant les accidents (échouements et collisions). L'analyse des rapports d'accidents portant sur les collisions entre navires (Chauvin, Lardjane, Morel, Clostermann, & Langard, 2013) a montré que le fonctionnement de ces équipes pouvait présenter des défaillances : absence de communication en « boucles fermées », absence de surveillance mutuelle, mauvaise répartition des tâches, absence de soutien, communication insuffisante sur les traits saillants de la situation, briefing insuffisant.

L'étude qui est présentée propose une méthodologie d'analyse des processus et de la performance d'équipes. Cette méthodologie a été mise en œuvre pour analyser la cognition d'équipe d'élèves de la marine marchande sur simulateur passerelle.



Les auteurs conservent les droits de leurs publications.

N. Bonnardel, L. Pellegrin & H. Chaudet (Eds.). *Actes du Huitième Colloque de Psychologie Ergonomique (EPIQUE 2015), Aix-en-Provence, France, 8-10 juillet 2015.* Paris, France: Arpege Science Publishing. ISBN 979-10-92329-02-5

2 CADRE THEORIQUE

Il est désormais admis qu'il est nécessaire de comprendre et de mesurer la cognition au niveau de l'équipe, pour pouvoir comprendre sa performance et son efficacité dans des environnements complexes (Salas, Rosen, Burke, Nicholson & Howse, 2007 ; Cooke, Gorman & Kiekel, 2008). L'analyse de la cognition d'équipe (Team Cognition) est nécessaire pour comprendre les causes des défaillances des collectifs. Dans le domaine militaire, Wilson, Salas, Priest et Andrews (2007) ont ainsi identifié les ruptures dans la cognition partagée comme cause essentielle des tirs fratricides.

La cognition d'équipe est un phénomène multi-niveau qui mobilise des structures de connaissances individuelles et des processus d'équipe (Cooke, Salas, Kiekel, & Bell, 2004). Le traitement des connaissances individuelles par les processus collectifs conduit à une compréhension dynamique de l'environnement partagée par l'équipe et à des structures de connaissances collectives et stables à long terme (modèles mentaux partagés). Mathieu, Heffner, Goodwin, Salas et Cannon-Bowers (2000) rappellent que tous les modèles portant sur le fonctionnement des équipes reposent peu ou prou sur un cadre de type Input-Process-Outcome. Les inputs sont les conditions qui caractérisent l'équipe (caractéristiques de l'équipe, de ses membres). Les résultats (outcome) recouvrent les caractéristiques de la performance (en termes de quantité et/ou de qualité) mais aussi la longévité de l'équipe ou encore les réactions affectives de ses membres. Les processus décrivent la transformation des inputs en outputs. Les processus collectifs couramment évoqués sont les processus de communication, de coopération et de coordination.

Cooke et al. (2004) proposent d'utiliser la communication comme une « fenêtre sur la cognition d'équipe ». Leur proposition est la suivante : de la même façon qu'on utilise les verbalisations simultanées pour avoir accès à la cognition individuelle, on pourrait utiliser la communication inhérente au travail d'un collectif pour accéder à la cognition d'équipe. Ils considèrent deux aspects de la communication : le flux et le contenu. Pour analyser le flux de communication, Entin et Entin (2001) retiennent différentes mesures, telles que : le nombre d'échanges par minute, le type de la communication (apport ou demande relatif à une information, une action ou une coordination) ainsi que des ratios (somme des apports divisée par la somme des demandes calculée pour les différents types de communication).

Hoc (2001) ainsi que Hoc et Carlier (2002) analysent également les échanges verbaux entre les membres d'une équipe pour accéder aux processus cognitifs. Ils proposent de réaliser une analyse de contenu consistant à identifier différentes activités de coopération interindividuelles en fonction de l'empan temporel et du degré d'abstraction des informations échangées. Ils distinguent ainsi la coopération « dans l'action », la coopération « dans la planification » et la « métacoopération ». Lors de l'exécution de l'action, les activités de coopération consistent à gérer des interférences : à les créer, à les détecter, à les résoudre, à les anticiper. Au niveau « planification », elles contribuent à élaborer et à assurer le maintien d'une représentation partagée concernant la situation extérieure mais aussi les buts, les plans et l'allocation des fonctions entre les agents. Le niveau de la métacoopération regroupe les activités cognitives qui permettent l'élaboration de représentations compatibles (élaboration d'un code de communication) ainsi que la génération d'un modèle de soi et des autres.

Salas et al. (2007) considèrent, quant à eux, qu'une communication "en boucle fermée" constitue un indice de l'existence de modèles mentaux partagés. Elle comporte trois étapes : a) l'émetteur envoie un message ; b) le récepteur le reçoit, l'interprète et en accuse réception – en « collationnant », c'est-à-dire en répétant le message tel qu'il a été compris ; c) l'émetteur en écoutant l'accusé de réception s'assure que le message a été correctement compris (Salas, Sims, & Burke, 2005). Elle est caractérisée par des patterns standardisés de communication mais aussi par la concision ; Ruffel-Smith a montré dès 1979, dans une expérimentation sur simulateur de vol (Amalberti, Masson, Merritt, Pariès, & al., 2001), que les pilotes ayant communiqué de façon

explicite et en boucle fermée étaient ceux qui avaient réussi le mieux à gérer une situation imprévue générant une forte charge de travail.

Il est certain, également, que la communication permet le partage d'informations et la construction d'une représentation partagée de la situation occurrente et que des ruptures de communication peuvent conduire à sa dégradation. Les défauts de communication peuvent être de différentes natures. Parush, Kramer, Foster-Hunt, Momtahan, Hunter et Sohmer (2011) citent, ainsi, le timing (l'information est délivrée trop tardivement), la nature du contenu (il peut être incomplet ou imprécis), la pertinence du récepteur (des individus clefs ne reçoivent pas toujours l'information dont ils auraient besoin), la suite donnée au message.

L'étude présentée ici propose, à la suite de ces travaux, d'analyser les boucles de communication qui s'établissent entre les membres d'une équipe selon différents critères relatifs au flux (nombre de boucles par minute, ratio) et à la nature de l'activité coopérative sous-jacente à l'échange. Elle cherche à valider l'hypothèse générale selon laquelle ces critères constituent des indicateurs objectifs de la qualité de la cognition d'équipe.

Si cette hypothèse était validée, l'analyse des boucles de communication pourrait être intégrée aux outils de mesure et d'évaluation du travail d'équipe utilisés lors des formations sur simulateur et contribuerait à combler une lacune soulignée par Salas et al. (2007). Ces auteurs notent, en effet, que bien que les formations sur simulateur soient conçues pour améliorer la cognition d'équipe, les formateurs qui les réalisent n'accordent en général pas assez d'importance à sa mesure.

3 METHODOLOGIE

3.1 Participants

L'expérimentation a été menée auprès de 57 étudiants inscrits en 5^{ème} année à l'École Nationale Supérieure Maritime du Havre. Ces étudiants ont été répartis en 19 équipes de 3 personnes (un Commandant, un officier chef de quart, un timonier). Le groupe se compose de 5 femmes et 52 hommes ayant entre 23 et 36 ans (avec une moyenne d'âge de 26 ans). Durant leur période d'embarquement réalisée au cours de la "4^{ème} année" ces étudiants ont navigué en mer et comptabilisent, en moyenne et chacun, 8,3 mois de navigation en tant qu'officier de quart.

3.2 La situation expérimentale

Chaque équipe a assuré la conduite d'un navire sur simulateur passerelle au cours d'un scénario comportant de nombreux aléas : éviter les hauts fonds, gérer des interactions avec plusieurs navires etc. A l'intérieur de ce scénario, nous avons choisi d'étudier une séquence de 15 minutes qui présente la particularité de placer les équipes dans une situation difficile. Cette situation comprend deux périodes. Le navire doit tout d'abord suivre une route qui va le conduire au chenal d'accès à Portsmouth. La deuxième période commence lorsque l'équipage reçoit l'ordre de se rendre à la zone de mouillage. L'équipe doit modifier son plan rapidement, alors que le navire se trouve dans une zone délicate (le chenal est étroit, il y a d'autres navires). Cette situation critique rend impérative la coopération entre les membres de l'équipage ; l'officier doit, notamment, être proactif et apporter au capitaine les informations utiles concernant la situation extérieure, la situation du navire, le plan à suivre, et au besoin solliciter avec insistance une décision car pendant le temps de cette analyse, le navire continue d'avancer.

L'activité des élèves sur le simulateur passerelle a été filmée à l'aide de trois caméras réparties et placées de façon à ne pas les gêner (cf. Figure 1).

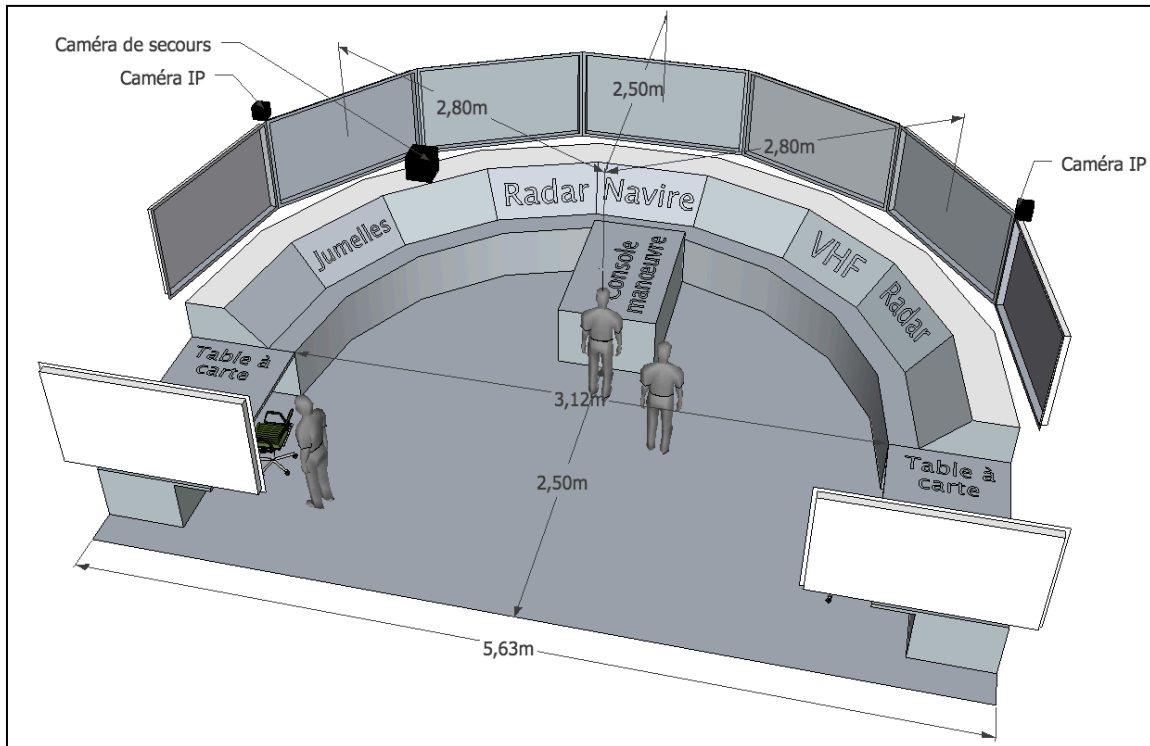


Figure 1 - Configuration du dispositif de recueil des données au simulateur

Les informations figurant sur les écrans radars ont été enregistrées grâce au logiciel de capture d'écran « hypercam » ; celles apparaissant sur l'écran du poste instructeur ont été également enregistrées. Les communications entre les élèves ont été enregistrées puis intégralement retranscrites.

3.3 Le codage des données verbales

Les communications enregistrées ont été découpées en « interactions » entre les membres de l'équipe. Chaque interaction a été codée selon quatre dimensions :

- - Interlocuteurs : émetteur (capitaine, officier ou timonier), récepteur (capitaine, officier ou timonier).
- - Type d'interaction : demande d'information, apport d'information, demande d'action, apport d'action, accusé de réception.
- - Fonction dans la boucle de communication : ouverture (apport d'information ou bien demande d'information ou d'action de la part de l'émetteur), fermeture (accusé de réception ou réponse à la demande de la part du récepteur). Seules deux étapes ont été considérées, car il est rare – en pratique – d'observer des boucles complètes, comportant trois étapes (Härgestam, Lindkvist & Brulin, 2013).
- - Type d'activité coopérative selon la typologie proposée par Hoc (2001) ainsi que Hoc et Carlier (2002) : interférence dans l'action, élaboration ou maintien d'une représentation partagée (sur la situation extérieure, le navire, le plan ou le but de l'équipe). Le tableau suivant présente et illustre ce codage.

Tableau 1 - Codage des activités coopératives selon le schème établi par Hoc (2001)

Type d'activité coopérative	Exemples
Création d'interférence (CR-ITF) : demande d'action sur la barre ou la vitesse.	<i>Midship the Wheel. Port 20. Reduce to Half Ahead please.</i>
Elaboration ou maintien de la représentation partagée sur l'environnement extérieur (MAINT-EXT) : bouées, amers, feux, chenal, trafic, visibilité, courant.	<i>There's a buoy just ahead of us. There are 2 ships coming in front. Visibility is decreasing.</i>
Elaboration ou maintien de la représentation partagée sur la situation propre au navire (MAINT-INT) : cap, route, vitesse, position, clair-sous-quille ⁹ .	<i>What is our present speed? We are here in that position. We are west of the fairway. What is the underkeel clearance? Wheel is hard to port.</i>
Elaboration ou maintien de la représentation partagée du but à atteindre (MAINT-BUT).	<i>We must go to the anchorage area.</i>
Elaboration ou maintien de la représentation partagée du plan (MAINT-PLAN) : route à suivre pour atteindre le but.	<i>Remember that north of this buoy, we have to alter course to the north for the approach fairway. We will keep that one on starboard side and we will go to number 1. Next course over ground: 2-4-7.</i>
Elaboration ou maintenance de la représentation partagée de l'attribution des fonctions et des tâches entre les membres de l'équipe (MAINT-AF)	<i>I take the watch.</i>

3.4 Analyse des données

Pour chaque groupe, l'analyse a porté sur les communications mais aussi sur la performance du groupe. Nous attendons de l'analyse des communications qu'elle nous donne des indications sur la qualité des processus d'élaboration et de maintenance d'une représentation mentale partagée. L'hypothèse générale est la suivante : les groupes enregistrant des performances insuffisantes seront également ceux dont les processus présentent des défaillances.

3.4.1 Analyse des performances

La performance des groupes a été évaluée selon deux critères : la sécurité et la réussite de la mission (réussite de l'arrivée au mouillage dans le temps imparti). Concernant la performance, l'analyse a porté sur la sécurité de la navigation et sur l'atteinte des objectifs.

Pour la partie « sécurité » de la performance, les critères étaient :

- Faible : Le navire a subi un abordage, un échouement, un near-miss, il a heurté une bouée.
- Satisfaisant : Le navire s'est tenu à une distance suffisante des dangers.
- Elevé : la trajectoire a été optimale en termes de sécurité à tout moment pendant l'exercice.

Pour la partie « Atteinte des objectifs », les critères étaient :

- Faible : objectifs non atteints (zone de mouillage) pour cause d'accident ou de vitesse insuffisante eu égard aux conditions régnantes.

⁹ Clair-sous-quille : hauteur d'eau disponible sous la quille du navire.

- Satisfaisant : le navire a progressé à une vitesse adaptée au respect de l'ETA, et s'il s'est s'écarté temporairement de la route la plus directe, il est rapidement revenu sur une trajectoire adaptée.
- Elevé : Le navire a progressé au maximum de ses possibilités eu égard aux conditions régnautes, il est plutôt en avance sur l'horaire, il a atteint la zone de mouillage.

3.4.2 Analyse des communications verbales

L'analyse de la communication a porté sur les boucles (nombre de boucles par minute, pourcentage de boucles ouvertes) et sur le taux d'anticipation (somme des apports divisée par la somme des demandes). Une boucle est dite ouverte lorsqu'une demande d'information ou d'action reste sans réponse ou bien lorsqu'un apport n'est pas suivi d'un accusé de réception.

Cette analyse a été menée sur l'intégralité de chaque protocole, puis sur les interactions traduisant des activités de maintien de la représentation partagée : représentation de la situation propre au navire, de la situation extérieure et du plan.

Le tableau 2 présente et définit les différents indicateurs retenus pour évaluer la qualité du processus de communication.

Tableau 2 - Indicateurs de communication mesurés

Mesures globales	Mesures par type d'activité coopérative
Nombre de boucles par minute.	
% de boucles ouvertes (% de BO)	Nombre de boucles ouvertes divisé par le nombre total de boucles, multiplié par 100. Nombre de boucles relatives à l'élaboration et au maintien d'une représentation partagée sur : - La situation extérieure (MAINT-EXT), - La situation interne au navire (MAINT-INT), - Les plans (MAINT-PLAN), divisé par le nombre total de boucles, multiplié par 100.
Ratios	
Anticipation générale (Apport off / dem cap)	Somme des transferts de l'officier vers le capitaine divisée par la somme des demandes adressées du capitaine vers l'officier.
Anticipation relative à l'élaboration ou au maintien d'une représentation partagée de la situation extérieure (Apport ME/dem ME).	Somme des transferts relatifs à MAINT-EXT divisée par la somme des demandes relatives à MAINT-EXT.
Anticipation relative à l'élaboration ou au maintien d'une représentation partagée de la situation propre au navire (Apport MI/dem MI).	Somme des transferts relatifs à MAINT-INT divisée par la somme des demandes relatives à MAINT-INT.
Anticipation relative à l'élaboration ou au maintien d'une représentation partagée du plan (Apport MP/ dem MP).	Somme des transferts relatifs à MAINT-PLAN divisée par la somme des demandes relatives à MAINT-PLAN.

L'énoncé de ces indicateurs permet d'affiner l'hypothèse générale précédemment posée.

Les groupes enregistrant une performance insuffisante se distingueront des autres groupes en présentant plusieurs des caractéristiques suivantes :

- - un nombre plus faible de boucles par minute ;
- - un pourcentage plus élevé de boucles ouvertes ;
- - un faible taux d'anticipation.

4 RESULTATS

Les résultats sont présentés en deux sections distinctes. La première expose les résultats des groupes en termes de performance. La seconde présente les résultats de l'analyse des communications puis établit les relations existant entre les caractéristiques de la performance et celles des communications.

4.1 Performances des groupes

Cinq groupes se caractérisent par une performance jugée faible tant du point de vue de la performance (le navire n'a pas atteint la zone de mouillage) que du point de vue de la sécurité : le navire a subi un abordage ou un échouement (performance très faible) ou bien il est passé très d'un autre navire ou a heurté une bouée (performance faible).

Sept groupes se distinguent, à l'inverse, parce qu'ils réalisent une performance adéquate et / ou élevée sur les deux critères.

Les sept autres groupes enregistrent une performance faible sur l'un des critères. Leur performance globale peut donc être qualifiée de « mitigée ».

4.2 Analyse des communications

En ce qui concerne les communications, l'analyse a consisté à calculer des valeurs centrées-réduites pour chacune des variables, puis à mettre en évidence les groupes qui enregistrent des valeurs extrêmes :

- Valeurs extrêmes jugées « non satisfaisantes » (en orange sur le Tableau 3) : faible nombre de boucles par minute (valeur inférieure à -1), pourcentage important de boucles ouvertes (valeur supérieure à 1), faible anticipation générale et faible anticipation relative à l'élaboration et à la maintenance d'une représentation partagée de la situation extérieure, de la situation interne et du plan (valeurs inférieures à -1), proportion importante de boucles ouvertes relatives à l'élaboration ou la maintenance de la représentation partagée (valeurs supérieure à 1).
- Des valeurs jugées « bonnes » (en vert sur le Tableau 3): nombre important de boucles par minutes (valeurs supérieures à 1), faibles proportions de boucles ouvertes (valeurs inférieures à -1), forte anticipation (valeurs supérieure à 1).

La lecture du tableau 3 montre que les groupes G1, G3, G7 et G16, qui obtiennent des performances faibles, se distinguent des autres en enregistrant des valeurs extrêmes jugées « non satisfaisantes » pour deux indicateurs au moins. Ces quatre groupes enregistrent, au total, 14 valeurs extrêmes jugées « insatisfaisantes ».

A l'inverse, les groupes qui obtiennent des performances satisfaisantes (G2, G6, G8, G9, G12, G13, G14 et G18) n'enregistrent que 3 valeurs extrêmes de ce type.

La relation entre les indicateurs de la communication et la performance apparaît clairement pour la plupart des groupes.

Un test de Kruskal-Wallis par rangs montre que la relation entre performance (faible, mitigée, ou élevée) et qualité de la communication (jugée au regard du nombre de valeurs extrêmes « non satisfaisantes ») est significative, $H(2,19) = 7.27, p = .026$. Les groupes dont la performance est faible

obtiennent plus souvent que les autres des scores extrêmes jugés « non satisfaisants » pour les variables caractérisant la communication au sein de l'équipe.

Tableau 3 - Valeurs prises, pour chacun des groupes, par les différents indicateurs de communication.

Nota : les cases vides correspondent à des divisions par zéro

-	> 1	< 1	> 1	> 1	> 1	< 1	> 1	> 1	< 1	> 1	> 1	< 1
NS	< 1	> 1	< 1	< 1	< 1	> 1	< 1	< 1	> 1	< 1	< 1	> 1
N° de groupe	Nbre de boucles / min	% de Boucles ouvertes	App. Off / dem Cap	App.MI / min	Apport MI / dem MI	% de boucles MI BO	Apport ME / min	Apport ME / dem ME	% de boucles ME BO	Apport de MP / min	Apport MP / dem MP	% de boucles MP BO
G1	0,43	3,27	-0,02	0,67	1,20	1,53	-1,25	-0,68	-0,88	-1,80	-1,67	-0,73
G2	0,49	-0,56	0,24	1,29		-0,07	-0,10	-0,63	-0,38	0,14		-0,15
G3	-2,75	0,01	-0,96	-0,92		-0,61	-0,20	-0,40	2,08	-0,97	-0,33	1,62
G4	-0,17	-0,32	-0,62	-1,38		-1,04	-0,33	-0,09	0,01	0,46	-0,27	-1,10
G5	1,26	0,03	0,58	-0,54	-0,41	0,15	2,08	3,09	0,87	2,37	1,57	0,70
G6	0,02	1,51	-0,08	-0,92		-0,96	0,93	-0,35	0,89	0,57	-0,40	0,56
G7	0,71	0,48	1,19	0,79	-0,41	1,63	1,50		1,62	-0,86		-1,14
G8	1,05	0,20	-0,88	-0,04	0,13	-1,17	-1,00	-0,56	-1,30	-0,91	-0,90	-0,05
G9	-1,16	-0,10	-0,43	1,71		1,57	0,30		0,30	-0,71	0,62	-0,17
G10	-1,07	-0,70	3,14	-0,17	1,73	1,97	-0,50		-1,02	-0,97		-1,81
G11	0,56	-0,79	-0,25	0,96		-0,78	0,35	0,03	0,03	0,40	-0,14	-0,74
G12	-0,75	-0,75	-0,68	1,42	1,47	-0,97	-0,65	-0,80	-1,13	0,51	0,43	0,53
G13	1,18	0,43	0,19	0,38	-0,94	0,26	2,08	1,13	-0,10	2,69	1,88	0,98
G14	0,10	-0,76	-0,02	0,83	-0,54	0,05	-0,38		-0,28	-0,14	0,62	-0,02
G15	0,16	-0,56	-0,88	-0,04	0,93	-0,33	0,23	-0,36	0,36	-0,77	-1,00	-1,01
G16	1,41	0,46	-1,08	-1,50	-1,34	-0,95	-0,73	-0,56	0,92	0,43	-1,00	1,81
G17	-1,02	-0,19	1,03	-1,04	-0,67	0,08	-0,50	0,50	0,51	-0,14	1,38	1,30
G18	0,56	-0,73	-0,48	-0,13	-0,41	-0,50	-0,65	0,26	-1,27	0,31		-0,53
G19	-0,20	-0,90	-0,10	-0,88	-0,76	0,19	-1,10	-0,56	-1,25	0,80		-0,06

Il convient cependant de souligner le cas particulier d'un groupe, pour lequel les caractéristiques de la communication ressortent en positif alors qu'il enregistre une performance très faible puisque le navire s'est échoué. Dans ce cas, le recours à l'auto-confrontation prend tout son sens. Elle montre que l'équipe fonctionnait bien, avec une répartition claire des tâches, l'officier conduisant le navire, le capitaine s'occupant de la navigation et des communications. A un moment délicat, alors qu'une alarme sondeur signale que le navire s'approche des hauts fonds, le capitaine décide de reprendre lui-même la manœuvre et laisse subitement l'officier reprendre la navigation, sans préparation. Ici, c'est un changement de fonction à un moment critique qui a entraîné une rupture soudaine du champ commun.

Après avoir testé la normalité des distributions à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov, des tests de Student ont été réalisés pour les distributions normales, dans le but de comparer les valeurs obtenues par les groupes peu performants et les autres. Les résultats sont non significatifs pour tous

les indicateurs de communication, à l'exception de la proportion de boucles ouvertes relatives à la maintenance de la représentation de la situation extérieure ($t(17) = 2.84, p = 0.011$).

5 DISCUSSION

L'étude présentée ici poursuivait deux objectifs : *a)* identifier des indicateurs des processus cognitifs d'équipe, *b)* valider leur pertinence en montrant qu'ils constituent des prédicteurs de la performance des équipes.

Nous avons fait le choix d'extraire ces indicateurs des communications s'établissant entre les membres d'un équipage de trois personnes et, notamment, des communications s'établissant entre l'officier et le capitaine. L'analyse des communications nous permet d'aborder certaines des compétences non techniques qui sont au cœur du CRM (compétences listées par Flin et al., 2003) et, notamment, la construction de la représentation mentale. De plus, une communication en boucles fermées apparaît comme étant un des mécanismes de coordination centraux pour la réalisation d'un travail d'équipe efficace (Salas et al., 2005).

Les résultats obtenus montrent que les indicateurs retenus sont pertinents. L'analyse des boucles de communication en termes de flux, de type (boucles fermées vs boucles ouvertes) et d'activité coopérative sous-jacente permet effectivement de discriminer la plupart des groupes dont la performance a été jugée insuffisante. Prendre en compte les activités coopératives au travers du schème de codage proposé par Hoc (2001) et Hoc et Carlier (2002) apporte un plus par rapport aux analyses de flux classiques, puisqu'on voit apparaître une relation significative entre la proportion de boucles ouvertes relatives à l'élaboration ou au maintien de la représentation de la situation extérieure et la performance de l'équipe.

L'étude réalisée suggère des applications potentielles pour l'évaluation de la performance des étudiants en marine marchande par le lien significatif mis en évidence entre une défaillance au niveau de la communication intra-équipe et une défaillance en terme de sécurité et de réussite de la mission. En effet, l'exercice auquel ont été soumis les étudiants était complexe et difficile. La communication était nécessaire. Dans des situations plus simples, un défaut de communication a peu d'impact sur la réussite de la mission, et une équipe faiblement coordonnée peut faire illusion. Noter simplement la performance obtenue par le navire n'est donc pas suffisant pour évaluer la qualité du travail d'équipe. En revanche, cette expérimentation tend à montrer qu'un bon travail d'équipe, du moins celui dont témoigne les paramètres surveillés ici, est prédictif d'une bonne performance du navire. Evaluer la qualité du maintien d'une représentation mentale partagée pourrait permettre aux formateurs d'évaluer, dans un exercice simple, la capacité d'une équipe à résister à l'éventuelle dégradation de la coordination et conserver une performance correcte pour le navire en situation dynamique complexe.

Cependant, les résultats obtenus laissent penser que les indicateurs considérés ne sont pas suffisants pour cerner totalement la cognition d'équipe. Il convient donc de débattre de l'intérêt et des limites des indicateurs proposées. L'étude réalisée présente, en elle-même, également des limites qui seront discutées ; elle ouvre la voie à des analyses complémentaires dont les grandes lignes seront exposées.

5.1 Intérêts et limites des indicateurs proposés

L'étude montre que la plupart des groupes dont la performance n'est pas satisfaisante ont adopté un mode de communication qui présente des défaillances. Ces défaillances sont diverses et apparaissent au travers les valeurs prises par plusieurs des variables considérées. Il s'agit d'un faible volume de communication, d'une proportion importante de boucles ouvertes portant sur des points importants (situation extérieure, situation interne, définition du plan), d'un manque de pro activité. Il faut noter que ces groupes présentent des patterns de défaillance différents. Ce constat amène à

dire qu'il faut considérer plusieurs indicateurs pour pouvoir évaluer la qualité du processus de communication.

Pour ces différents indicateurs, les groupes dont la performance est satisfaisante ou très satisfaisante enregistrent essentiellement des valeurs moyennes. Il faut donc, pour une tâche donnée, pouvoir comparer les groupes entre eux. Les seuls indicateurs pour lesquels il serait possible de considérer des valeurs absolues sont les ratios ou indicateurs d'anticipation ; une valeur inférieure à 1 indiquant, en effet, qu'il y a plus de demandes que d'apports.

D'autres aspects, qui peuvent également constituer des prédicteurs de la performance, n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Il s'agit du leadership et des compétences managériales ainsi que des caractéristiques de coopération liées à la considération, à l'aide apportées à autrui, à la surveillance mutuelle. Par ailleurs, l'analyse réalisée met en évidence le processus de construction d'une représentation partagée de la situation, des buts et des plans mais elle ne permet pas de vérifier que cette représentation est exacte. Les membres de l'équipe peuvent se mettre d'accord sur des informations fausses et, de ce fait, échouer.

Cette lacune peut expliquer les résultats contradictoires obtenus pour le groupe 5. Elle peut être comblée, comme on l'a vu, par l'analyse d'entretiens d'auto-confrontation et / ou par la comparaison du processus de construction du COFOR avec un modèle de la tâche.

5.2 Limites de l'étude et perspectives

La limite de l'étude menée réside dans la petite taille de l'échantillon ; il est composé de 19 groupes, c'est-à-dire de 19 individus au sens statistique du terme. Elle est liée également à la nature des variables analysées. La littérature portant sur la communication d'équipe laisse penser, en effet, que des performances faibles peuvent être associées à trop peu ou trop d'interactions.

Il serait intéressant de réexaminer les données en considérant les boucles de communication comme des "individus" et en les mettant en parallèle avec des indicateurs de performance plus locaux déduits d'une analyse fine de la tâche. Il serait également intéressant, à cette occasion, de distinguer différents types de boucles fermées, selon les interactions de fermeture (simple accusé de réception, apport d'une réponse à la question, apport d'une réponse partielle, apport d'une information plus riche que la question posée). Bowers et al. ont montré, en effet, qu'il y avait une relation entre des patterns de communication spécifiques et la performance des équipes (Bowers, Jentsch, Salas & Braun, 1998).

Il serait intéressant, enfin, de prendre en compte la variabilité intra-équipe et de considérer la participation au maintien du champ commun réalisé par le barreur. Mais il faudrait, là encore, pour descendre à ce niveau d'analyse, disposer d'un échantillon plus important.

6 BIBLIOGRAPHIE

- Amalberti, R., Masson, M., Merritt, A., Pariès, J., & al. (2001). *BRIEFINGS, facteurs humains pour les pilotes et les professionnels de l'aéronautique, version 6*. Rungis: Editions Jean Mermoz.
- Bowers, C. A., Jentsch, F., Salas, E., & Braun, C. C. (1998). Analyzing communication sequences for team training needs assessment. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 40(4), 672-679.
- Chauvin, C., Lardjane, S., Morel, G., Clostermann, J. P., & Langard, B. (2013). Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 26-37.
- Cooke, N. J., Gorman, J. C., & Kiekel, P. A. (2008). Communication as Team-Level Cognitive Processing. Dans M. P. Letsky, N. W. Warner, S. M. Fiore, & C. Smith, *Macro cognition in Teams* (pp. 51-64). Aldershot: Ashgate.

- Cooke, N. J., Salas, E., Kiekel, P. A., & Bell, B. (2004). Advances in Measuring Team Cognition. Dans E. Salas, & S. M. Fiore, *Team Cognition: Understanding the Factors that Drive Process and Performance* (pp. 83-106). Washington D.C.: American Psychological Association.
- Entin, E. E., & Entin, E. B. (2001). Measures for Evaluation of Team Processes and Performance in Experiments and Exercises. *Proceedings of the 6th International Command and Control research and Technology Symposium*. Annapolis.
- Flin, R., Martin, L., Goester, K. M., Hörman, H. J., Amalberti, R., Valot, C., et al. (2003). Development of the NOTECHS (non technical skills) System for Assessing Pilots' CRM Skills. *Human Factors and Aerospace Safety* 3(2), 95-117.
- Härgestam, M., Lindkvist, M., Brulin, C., Jacobsson, M., & Hultin, M. (2013). Communication in Interdisciplinary Teams: Exploring Closed-Loop Communication during in situ Trauma Team Training. *BMJ Open*, 3:e003525. Doi: 10.1136/bmjopen-2013-003525.
- Hoc, J.-M. (2001). Towards a Cognitive Approach to Human Machine Cooperation in Dynamic Situations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54, 509-540.
- Hoc, J.-M., & Carlier, X. (2002). Role of a Common Frame of Reference in Cognitive Cooperation: Sharing Tasks between Agents in Air Traffic Control. *Cognition, Technology & Work*, 4, 37-47.
- Mathieu, J. E., Heffner, T. S., Goodwin, G. F., Salas, E., & Cannon-Bowers, J. A. (2000). The influence of Shared Mental Models on Team Process and Performance. *Journal of Applied Psychology*, 85, 273-283.
- Parush, A., Kramer, C., Foster-Hunt, T., Momtahan, K., Hunter, A., & Sohmer, B. (2011). Communication and team situation awareness in the OR: Implications for augmentative information display. *Journal of biomedical informatics*, 44(3), 477-485.
- Salas, E., Dickinson, T. L., Converse, S., & Tannenbaum, S. I. (1992). Toward an Understanding of Team Performance and Training. Dans R. W. Swezey, & E. Salas, *Teams: Their Training and Performance* (pp. 3-29). Norwood, N.J.: Ablex.
- Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a "big Five" in Teamwork? *Small Groups Research*, 36, 555-599.
- Salas, E., Rosen, M.-A., Shawn Burke, C. S., Nicholson, D., & Howse, W. R. (2007). Markers for Enhancing Team Cognition in Complex Environments: The Power of Team Performance Diagnosis. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 78, B77-B85.
- Wilson, K. A., Salas, E., Priest, H. A., & Andrews, D. (2007). Errors in the Heat of Battle : Taking a Closer Look at Shared Cognition breakdowns through Teamwork. *Human Factors. Special Issue: Classifying and Understanding Human Error* 49(2), 243-256.