

# La dynamique de groupe

## Sommaire

5	<b>5.1 Introduction . . . . .</b>	<b>140</b>
	<b>5.2 Collaboration de groupe . . . . .</b>	<b>140</b>
	5.2.1 Travaux existants . . . . .	140
	5.2.2 Objectifs . . . . .	142
	<b>5.3 Présentation de l'expérimentation . . . . .</b>	<b>143</b>
10	5.3.1 Description de la tâche . . . . .	143
	5.3.2 Spécificités du protocole expérimental . . . . .	144
	<b>5.4 Résultats . . . . .</b>	<b>148</b>
	5.4.1 Amélioration des performances . . . . .	148
	5.4.2 Utilité du <i>brainstorming</i> pour la collaboration . . .	152
15	5.4.3 Définition d'un meneur . . . . .	156
	<b>5.5 Synthèse . . . . .</b>	<b>159</b>
	5.5.1 Résumé des résultats . . . . .	159
	5.5.2 Conclusion . . . . .	160
20	<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>162</b>

## 5.1 Introduction

À présent, les différentes PCVs ont été étudiées dans un contexte de collaboration étroitement couplée à travers les deux précédents chapitres. Cependant, l'observation du travail collaboratif ne peut être restreint à l'étude des binômes. En effet, ROETHLISBERGER *et al.* [1939] ont mis en évidence les dynamiques de groupe basés sur les travaux de Elton MAYO. Ces dynamiques de groupe montre une collaboration très différente de que ce que nous avons pu observer chez les binômes.

Ce chapitre constitue notre première étude sur le travail collaboratif avec des groupes d'utilisateurs<sup>1</sup>. Au regard des travaux existants, une dynamique de groupe devrait émerger. Cependant, notre contexte de travail est différent des précédents travaux sur le sujet : nous nous intéressons aux collaborations étroitement couplées. C'est dans ce contexte que nous allons observer les dynamiques de groupe qui émergent. Nous nous plaçons de nouveau dans un contexte de déformation moléculaire qui fournit un environnement d'étude propice aux collaboratio étroitement couplée. De plus, nous souhaitons tester l'utilité du *brainstorming*<sup>2</sup> qui d'après OSBORN [1963], améliore les performances de groupe.

## 5.2 Collaboration de groupe

### 5.2.1 Travaux existants

L'ouvrage de MUGNY *et al.* [1995] abordent les problématiques de la psychologie sociale dans le cadre général et consacre une partie à la dynamique de groupe. Les premières études sur la dynamique de groupe date de la révolution industrielle entre la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et au début du XIX<sup>e</sup> siècle avec en particulier, les travaux de Elton MAYO au sein de l'entreprise *Hawthorne Works*. Cette étude, destinée à étudier l'effet des conditions de travail (température, temps de pause, *etc.*), a été effectuée entre les années 1927 et 1932. Cependant, l'étude a montré que l'amélioration de la productivité des ouvriers n'était pas liée aux conditions de travail. ROETHLISBERGER *et al.* [1939] expliquent cette amélioration par la stimulation sociale qu'exerce chaque individu sur ses partenaires : c'est la *facilitation sociale*. Les résultats de cette étude sur les groupes de taille importante sont actuellement utilisés

---

1. BALES [1950] considère qu'un groupe est constitué au minimum de trois personnes.

2. Pour la suite des développements, le mot *brainstorming* sera utilisé plutôt que le mot *remue-méninges* car il est plus utilisé dans la littérature.

dans les techniques modernes de *management* [BRUCE 2006 ; J. C. WOOD et M. C. WOOD 2004].

Cependant, en parallèle à cette théorie de la dynamique des groupes basée sur la facilitation sociale, RINGELMANN [1913] met en évidence une théorie radicalement différente. En effet, à travers un exercice de traction sur une corde, il montre que la somme des efforts individuels est plus importante que l'effort combiné du groupe, chaque sujet se fiant à son voisin pour réaliser la tâche. Ce phénomène, appelé paresse sociale, s'oppose aux résultats obtenus par ROETHLISBERGER *et al.* [1939] sur la facilitation sociale. Une étude plus poussée de ce phénomène, effectuée par LATANÉ *et al.* [1979], confirme les résultats obtenus sur la paresse sociale. Cependant, LATANÉ *et al.* [1979] proposent de limiter ce problème en renforçant la responsabilité individuelle plutôt que de la diffuser sur le groupe. La responsabilisation par la définition de rôles distincts permet de ne pas se décharger des actions à réaliser sur ses partenaires tout en conservant les effets bénéfiques de la facilitation sociale.

Une part de ces études sur la dynamique de groupe est consacrée aux groupes de petites tailles appelés également groupes restreints. BALES [1950] proposent les premières analyses sur ces groupes de trois à une vingtaine de partenaires. Les résultats montrent que quelque soit la taille du groupe, le groupe sera dominé par un voire deux membres du groupe. Cependant, ZAJONC [1965] montre que les groupes sont performants sur des tâches simples mais peu performants sur des tâches complexes. En effet, les tâches simples sont réalisées sans crainte du jugement ou de l'évaluation par les partenaires. Sur une tâche de nature complexe, l'évaluation et le jugement par les partenaires est un frein et a pour conséquences de faire baisser les performances du groupe.

Au sein des groupes restreints, OSBORN [1963] propose d'améliorer les performances dans les groupes restreints par l'introduction de la notion de *brainstorming*. Pourtant, DIEHL et STROEBE [1987] montrent que le *brainstorming* apporte moins de bénéfices en groupe que lorsqu'il est effectué individuellement. POOLE et HOLLINGSHEAD [2005] expliquent que les groupes focalisent en priorité sur les informations qu'ils ont en commun. La peur de l'évaluation négative va empêcher l'émergence de solutions originales. Cependant, TUCKMAN [1965] considère que le *brainstorming* permet tout de même de renforcer la cohésion sociale et d'améliorer les performances du groupe à long terme.

Jusqu'à présent, les études concernant la dynamique des groupes et plus particulièrement celle concernant les groupes restreints sont nombreuses. Cependant, chaque étude proposée concerne des tâches autour d'une collabora-

tion faiblement couplée. Dans ce chapitre, nous étudions la dynamique des groupes autour d'une collaboration fortement couplée afin d'observer les différences avec les configurations précédemment étudiées dans la littérature.

### 5.2.2 Objectifs

Dans cette troisième étude, nous souhaitons étudier le travail collaboratif pour les groupes restreints. Jusqu'à présent, nous avons été confrontés à des binômes. La littérature montre des stratégies propres aux groupes restreints et distinctes de celles adoptées par les binômes. Nous souhaitons étudier cette dynamique de groupe pour la collaboration étroitement couplée.

Étant donné les résultats obtenus dans nos précédentes études, nous souhaitons observer une amélioration des performances en fonction du nombre d'utilisateurs pour un scénario de collaboration étroitement couplée. Pourtant, les conclusions de ZAJONC [1965] montrent que les groupes sont moins performants lorsqu'ils sont confrontés à une tâche complexe. Cependant, étant donné la coordination nécessaire demandée par la tâche, nous pensons que les conclusions obtenues pour la collaboration étroitement couplée seront différentes de celles obtenues par ZAJONC [1965] dans le cadre d'une tâche à faible couplage. En effet, nous avons vu précédemment que la configuration bimanuelle menait à une surcharge cognitive difficile à traiter par les sujets; la coordination nécessaire pour les scénarios proposés devrait donner un avantage aux groupes restreints.

D'après les conclusions de BALES [1950], un groupe est toujours mené par un ou deux utilisateurs, quelque soit la taille du groupe. Nous émettons l'hypothèse que ces meneurs vont également apparaître dans le cadre d'une collaboration étroitement couplée.

Finalement, nous souhaitons proposer une solution pour limiter les conflits de coordination. BALES [1950] a noté que les groupes restreints consacrent du temps pour se connaître (sans rapport avec la tâche à réaliser) puis discutent à propos de la stratégie à adopter. Afin de répondre à ce besoin de se connaître, les groupes choisis dans cette expérimentation sont tous constitués de sujets se connaissant déjà dans le cadre professionnel. Puis, afin d'améliorer l'efficacité d'une discussion à propos de l'élaboration d'une stratégie, nous souhaitons tester la mise en place d'une période de *brainstorming* au début de la tâche. Nous émettons l'hypothèse que cette période permettra aux groupes de s'organiser et d'élaborer une stratégie afin d'améliorer les

performances globales du groupe. De plus, si l'hypothèse précédente se vérifie, le *brainstorming* devrait permettre d'identifier plus rapidement le ou les meneurs du groupe.

## 5.3 Présentation de l'expérimentation

### 5.3.1 Description de la tâche

La tâche proposée est la déformation de molécules dans un EVC. L'objectif est de rendre une molécule complexe conforme à une molécule modèle. Dans cette expérimentation, la molécule TRP-CAGE est utilisée pour la phase d'entraînement. Des molécules plus complexes (Prion et Ubiquitin) sont utilisées pour les scénarios de déformation collaborative. Ces molécules sont détaillées dans la section A.2.1 page 193.

Le mécanisme de sélection et d'affichage est strictement identique à la seconde expérimentation (voir section 4.3.2 page 111). De la même façon, le système d'évaluation basé sur le score RMSD est identique. On pourra trouver la description de ces éléments dans la section 4.3.1 page 108.

#### Description des scénarios

Deux scénarios sont proposés : un scénario avec des interactions faiblement couplées et un scénario avec des interactions fortement couplées. Les paragraphes suivants décrivent ces deux scénarios :

**Scénario 1** Basé sur la molécule Prion, il nécessite de replacer correctement une chaîne de 16 résidus par rapport à un modèle. Cette chaîne se trouve en périphérie de la molécule et n'est donc pas soumise à de fortes contraintes physiques. Ce scénario est divisible en tâches élémentaires présentant de faibles interactions physiques. L'objectif est d'obtenir une collaboration faiblement couplée.

**Scénario 2** Basé sur la molécule Ubiquitin, il nécessite de replacer correctement une chaîne de 19 résidus par rapport à un modèle. Cette chaîne se trouve au sein de la molécule où elle est soumise à de fortes contraintes physiques, notamment au milieu de la chaîne ; le contrôle précis de la déformation au milieu de la chaîne est complexe. La réalisation de ce scénario nécessite plusieurs points de contrôle et une coordination de l'ensemble des sujets. L'objectif est d'obtenir une collaboration étroitement couplée.

### 5.3.2 Spécificités du protocole expérimental

Le dispositif expérimental utilisé, basé sur celui présenté dans le chapitre A page 191, a été adapté pour les besoins de l'expérimentation. Les modifications sont présentées dans les sections qui vont suivre. Le protocole expérimental est détaillé dans la section B.3 page 207 avec un résumé dans la table 5.1 page 147.

#### Matériel

Cette expérimentation se focalise sur le travail de groupe et en particulier, sur les quadrinômes. Il est nécessaire d'ajouter deux outils de déformation supplémentaires à la plate-forme (voir section A.1 page 192). Deux PHANTOM Omni® supplémentaires sont posés sur la table, devant les sujets, de manière à ce que chacun puisse avoir accès à une interface haptique. Un serveur VRPN exécuté par des machines de faible puissance est ajouté pour chaque nouvel PHANTOM Omni®.

Chaque sujet d'un quadrinôme possède un outil de déformation à sa disposition. En ce qui concerne les binômes, chaque sujet possède deux outils pour une configuration bimanuelle.

Cette expérimentation sur le travail collaboratif de groupe est l'occasion d'observer les communications. Afin d'enregistrer ces communications, une caméra vidéo SONY® (PJ50V HD) a été placée derrière les sujets afin de filmer les sujets de dos et l'écran de vidéoprojection dans un même plan. Cet enregistrement permet de conserver toutes les communications orales ainsi que les actions effectuées en parallèle (action virtuelle ou réelle). Ces vidéos sont exportées et séquencées *a fortiori* à l'aide du logiciel iMovie.

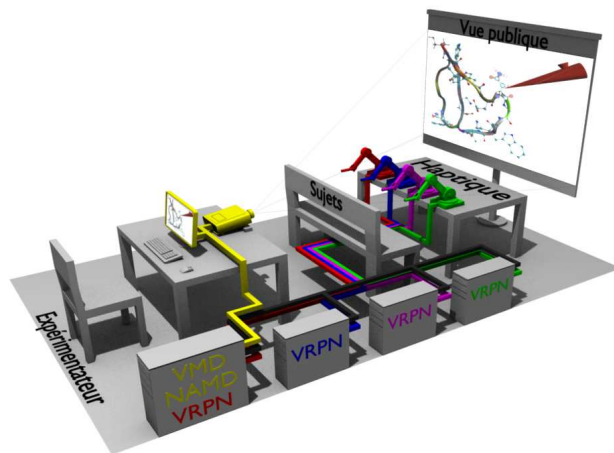
La figure 5.1 page suivante illustre le dispositif expérimental par un schéma. La figure 5.2 page ci-contre est une photographie de la salle d'expérimentation.

#### Visualisation

Cette expérimentation propose une tâche relativement similaire à la précédente expérimentation. La principale différence concerne la complexité des molécules puisque les molécules contiennent une centaine de résidus contrairement à la précédente expérimentation concernant des molécules d'une quinzaine de résidus. La molécule Prion est utilisée pour le scénario 1 (voir fi-

### 5.3. Présentation de l'expérimentation

---



**Figure 5.1** – Schéma du dispositif expérimental



**Figure 5.2** – Photographie du dispositif expérimental

gure 5.3) ; la molécule Ubiquitin est utilisée pour le scénario 2 (voir figure 5.4 page ci-contre).



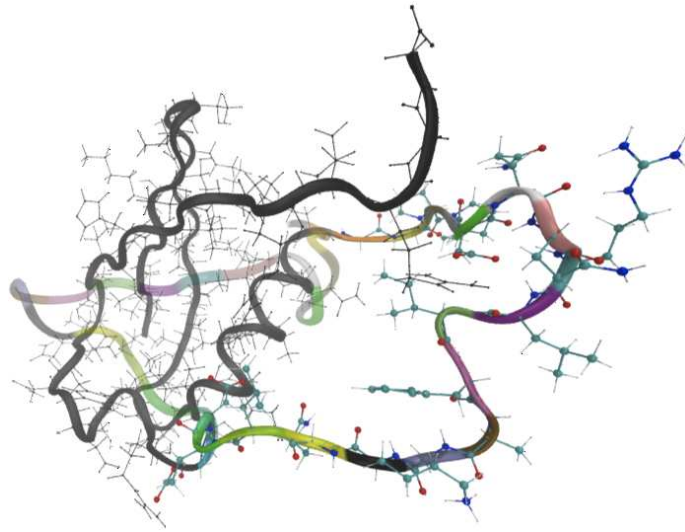
**Figure 5.3** – Représentation de la molécule Prion pour le scénario 1

### Outils de manipulation

Cette expérimentation fait intervenir des quadrinômes. Cependant, c'est la  
5 première expérimentation pour laquelle aucun outil d'orientation de la molécule n'est fourni aux sujets. En effet, étant donné les observations des précédentes expérimentations, nous avons jugé que la présence de cet outil est générateur de conflits de coordination. Durant les précédentes expérimentations, le nombre de conflits de coordination était relativement limités car ils  
10 ne concernaient que des binômes. Avec des quadrinôme, un tel outil pourrait produire beaucoup plus de chaos, ce que nous souhaitons éviter.

En ce qui concerne les outils de déformation, ce sont exactement les mêmes  
que dans la seconde expérimentation (voir section 4.3.2 page 116). Chaque  
résidu qu'un sujet sélectionne est mis en surbrillance à la fois sur la molécule  
15 déformable et sur la molécule modèle.





**Figure 5.4** – Représentation de la molécule Ubiquitin pour le scénario 2

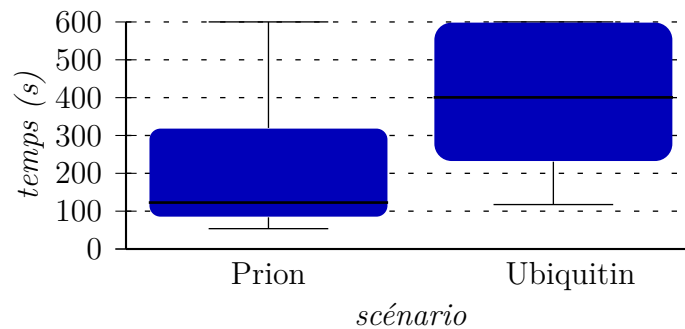
**Table 5.1** – Synthèse de la procédure expérimentale

Tâche	Déformation d'une molécule en groupe			
Hypothèses	$\mathcal{H}_1$	Amélioration des performances en quadrinôme		
	$\mathcal{H}_2$	Émergence de meneur dans le quadrinôme		
	$\mathcal{H}_3$	Le <i>brainstorming</i> structure le quadrinôme		
Variables indépendantes	$\mathcal{V}_{i1}$	Nombre de sujets		
	$\mathcal{V}_{i2}$	Complexité de la tâche		
	$\mathcal{V}_{i3}$	Temps alloué pour le <i>brainstorming</i>		
Variables dépendantes	$\mathcal{V}_{d1}$	Temps de réalisation		
	$\mathcal{V}_{d2}$	Fréquence des sélections		
	$\mathcal{V}_{d3}$	Vitesse moyenne		
	$\mathcal{V}_{d4}$	Force moyenne appliquée par les sujets		
	$\mathcal{V}_{d5}$	Communications verbales		
Condition $\mathcal{C}_1$	Condition $\mathcal{C}_2$	Condition $\mathcal{C}_3$	Condition $\mathcal{C}_4$	
2 sujets Bimanuel	2 sujets Bimanuel	4 sujets Monomanuel	4 sujets Monomanuel	
Pas de <i>brainstorming</i>	1 mn de <i>brainstorming</i>	Pas de <i>brainstorming</i>	1 mn de <i>brainstorming</i>	
Scénario 1 Scénario 2	Scénario 1 Scénario 2	Scénario 1 Scénario 2	Scénario 1 Scénario 2	

## 5.4 Résultats

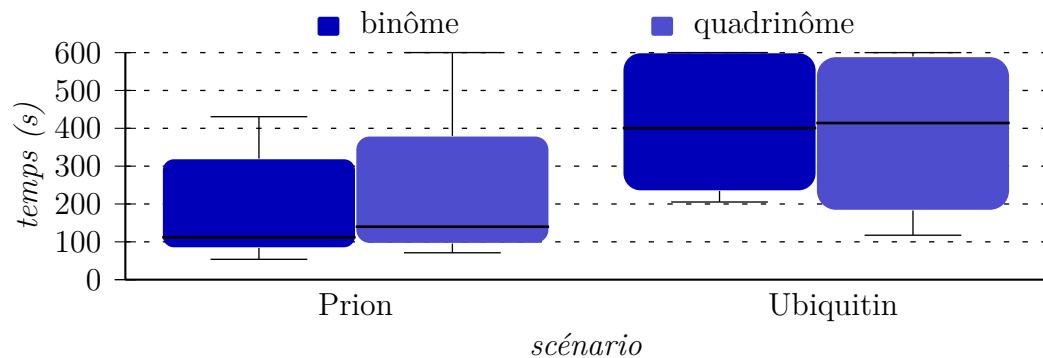
### 5.4.1 Amélioration des performances

#### Données et tests statistiques



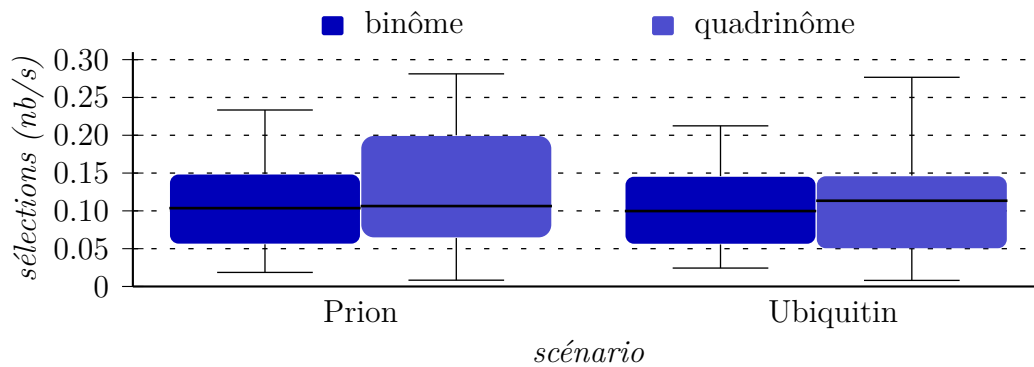
**Figure 5.5** – Temps de réalisation des scénarios

La figure 5.5 présente le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  de chaque scénario  $\mathcal{V}_{i2}$ .  
 5 L'analyse montre un effet significatif des scénarios  $\mathcal{V}_{i2}$  sur le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  ( $\chi^2 = 33.3$ ,  $df = 1$ ,  $p \ll 0.05$ ).



**Figure 5.6** – Temps de réalisation des scénarios en fonction du nombre de participants

La figure 5.6 présente le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  de chaque scénario  $\mathcal{V}_{i2}$  en fonction du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$ . L'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  de la  
 10 molécule Prion ( $\chi^2 = 0$ ,  $df = 1$ ,  $p = 1$ ). De la même façon, l'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  de la molécule Ubiquitin ( $\chi^2 = 2$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.157$ ).



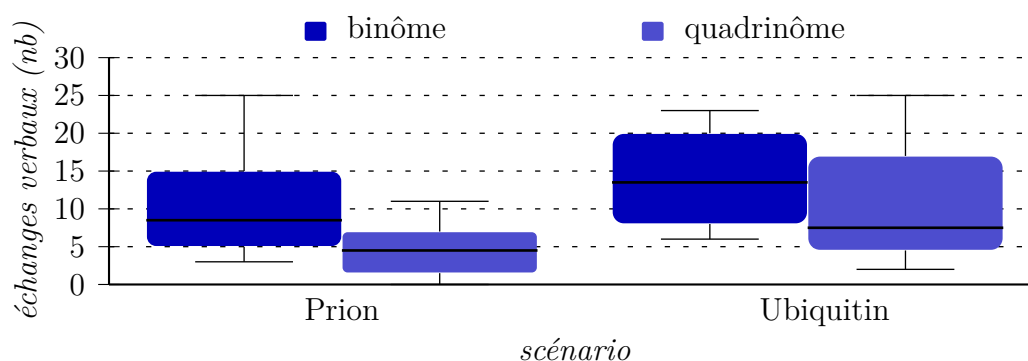
**Figure 5.7** – Fréquence des sélections sur les scénarios en fonction du nombre de participants

La figure 5.7 présente la fréquence de sélection  $\mathcal{V}_{d2}$  de chaque scénario  $\mathcal{V}_{i2}$  en fonction du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$ . L'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur la fréquence de sélection  $\mathcal{V}_{d2}$  de la molécule Prion ( $\chi^2 = 1.6$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.209$ ). De la même façon, l'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur la fréquence de sélection  $\mathcal{V}_{d2}$  de la molécule Ubiquitin ( $\chi^2 = 0.1$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.724$ ).



**Figure 5.8** – Vitesse moyenne sur les scénarios en fonction du nombre de participants

La figure 5.8 présente la vitesse moyenne  $\mathcal{V}_{d3}$  de chaque scénario  $\mathcal{V}_{i2}$  en fonction du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$ . L'analyse montre un effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur la vitesse moyenne  $\mathcal{V}_{d3}$  de la molécule Prion ( $\chi^2 = 4.5$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.034$ ). De la même façon, l'analyse montre un effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur la vitesse moyenne  $\mathcal{V}_{d3}$  de la molécule Ubiquitin ( $\chi^2 = 8$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.005$ ).



**Figure 5.9** – Nombre d’échanges verbaux sur les scénarios en fonction du nombre de participants

La figure 5.9 présente le nombre d’échanges verbaux  $\mathcal{V}_{d5}$  de chaque scénario  $\mathcal{V}_{i2}$  en fonction du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$ . L’analyse montre un effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur le nombre d’échanges verbaux  $\mathcal{V}_{d5}$  de la molécule Prion ( $\chi^2 = 11.8$ ,  $df = 1$ ,  $p \ll 0.05$ ). De la même façon, l’analyse montre un  
 5 effet significatif du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$  sur le nombre d’échanges verbaux  $\mathcal{V}_{d5}$  de la molécule Ubiquitin ( $\chi^2 = 4.3$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.039$ ).

### Analyse et discussion

Les deux tâches proposées sont de natures très différentes. Malgré l’appren-  
 tissage, la figure 5.5 page 148 montre que la molécule Ubiquitin a été la plus  
 10 longue à réaliser : la tâche collaborative étroitement couplée est plus com-  
 plexe que la tâche faiblement couplée. **Pourtant, les molécules n’ont pas été  
 alternées lors de la procédure expérimentale (voir section B.3.4 page 209) :**  
**c’est toujours la molécule Prion qui a été présentée en premier aux sujets.** De  
 plus, de nombreux groupes ont atteint la limite de 10 mn lors de la réalisa-  
 15 tion du scénario 2 (Ubiquitin). Nous pouvons en déduire que la collaboration  
 étroitement couplée est plus **complexe à appréhender par les sujets.**

L’étude précédente présentée dans le chapitre 3 page 75 a montré que les  
 performances sont meilleures lorsque les ressources disponibles (outils de ma-  
 nipulation) sont **partagés entre** plusieurs utilisateurs. Cependant, cette étude  
 20 compare deux configurations collaboratives. On constate d’après la figure 5.6  
 page 148 **que les quadrinômes obtiennent des performances identiques aux  
 binômes, quel que soit le scénario.** D’ailleurs, les binômes et les quadrinômes  
 ont également effectué des fréquences de sélections similaires ce qui **confirme**  
 ce résultat (voir figure 5.7 page précédente).

Pourtant, la figure 5.8 page 149 montre des différences significatives entre les binômes et les quadrinômes **concernant la vitesse moyenne** des effecteurs terminaux. L'étude exposée par ROETHLISBERGER *et al.* [1939] a mis en évidence le phénomène de facilitation sociale : les utilisateurs se motivent  
 5 entre eux pour réaliser la tâche. Ceci permet aux quadrinômes d'obtenir une activité intense avec peu de phases de relâchement durant la réalisation de la tâche. La vitesse moyenne est ainsi augmentée de manière significative chez les quadrinômes.

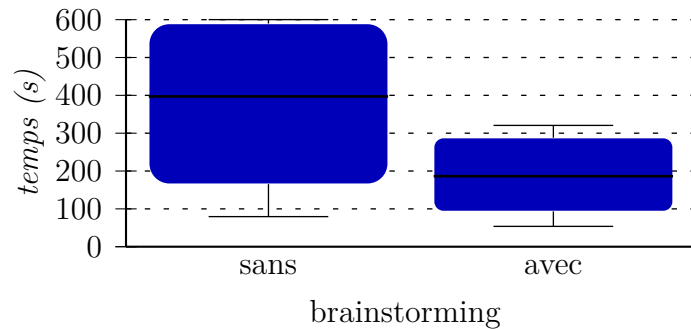
Dans l'étude précédente, nous avons également mis en évidence la présence  
 10 de conflits de coordination chez les binômes. Ces conflits de coordination entravent la progression de la tâche. Cependant, nous avons constaté que les sujets parviennent à résoudre ces conflits grâce à la communication verbale. Dans cette troisième expérimentation, la figure 5.9 page précédente montre que le nombre d'échanges verbaux en quadrinôme est inférieur à celui en bi-  
 15 nôme. Ce résultat est surprenant étant donné que le nombre d'interactions possibles entre les sujets (et donc les conflits de coordination) sont plus nombreux chez les quadrinômes. En effet, un conflit de coordination intervient lorsqu'au moins deux collaborateurs manipulent sur la même zone de travail. Les combinaisons de conflits dans un quadrinôme sont plus nombreuses que  
 20 dans un binôme.

Il semble que la différence entre un binôme et un groupe restreint influe sur la manière de communiquer. À partir d'observations effectuées durant la phase expérimentale, nous avons pu constater que certains sujets se montraient relativement silencieux, même en situation de conflit de coordination. Nous  
 25 verrons dans la section 5.4.3 page 156 que la présence d'un meneur dans un **groupe perturbé** la communication verbale au sein d'un groupe. En l'occurrence, le meneur a tendance à monopoliser la parole et à gérer les conflits de coordination.

Dans cette section, nous n'avons constaté aucune évolution des performances  
 30 entre les binômes et les quadrinômes. Cependant, malgré un nombre potentiel de conflits de coordination important et une communication verbale faible, les quadrinômes obtiennent des performances similaires aux binômes. L'augmentation de la vitesse moyenne, provoquée par le phénomène de facilitation sociale déjà remarqué par ROETHLISBERGER *et al.* [1939], permet d'expli-  
 35 quer ces performances. En effet, la facilitation sociale permet de réduire les phases d'inaction en stimulant l'intérêt des sujets pour la tâche à réaliser. Afin d'améliorer les performances d'un quadrinôme, il faudrait faciliter les communications verbales pour une gestion optimale des conflits de coordination.

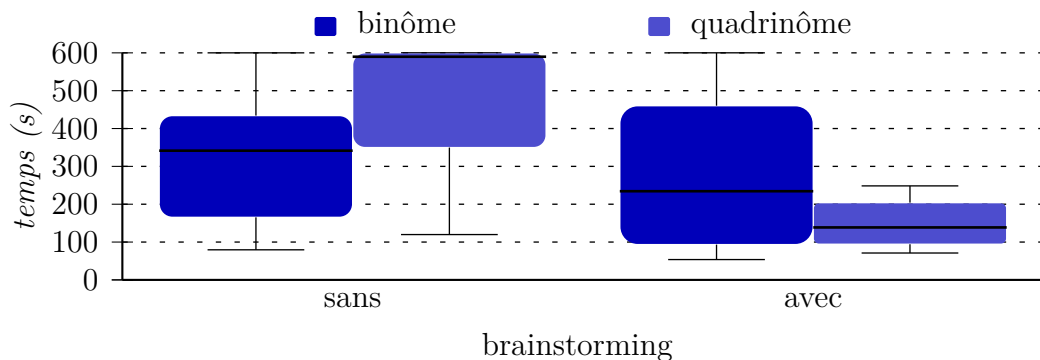
## 5.4.2 Utilité du *brainstorming* pour la collaboration

### Données et tests statistiques



**Figure 5.10** – Temps de réalisation avec ou sans *brainstorming*

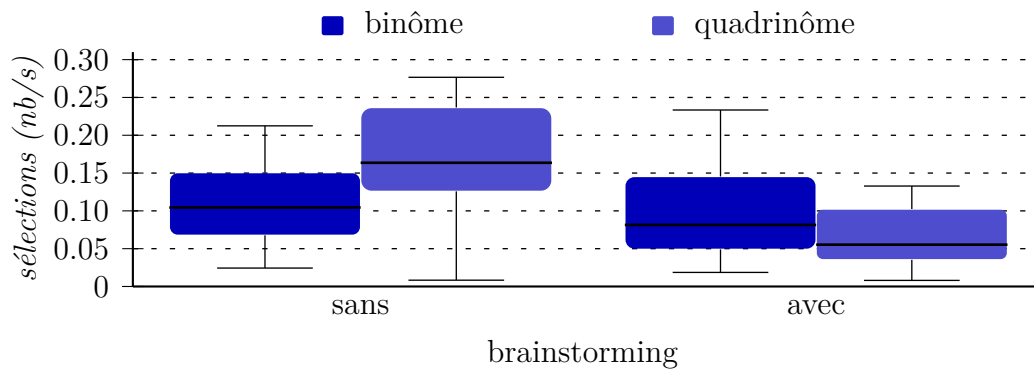
La figure 5.10 présente le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  en fonction des groupes avec ou sans *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$ . L'analyse montre un effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  ( $\chi^2 = 11.2$ ,  $df = 1$ ,  $p \ll 0.05$ ).



**Figure 5.11** – Temps de réalisation des scénarios en fonction des groupes avec ou sans *brainstorming*

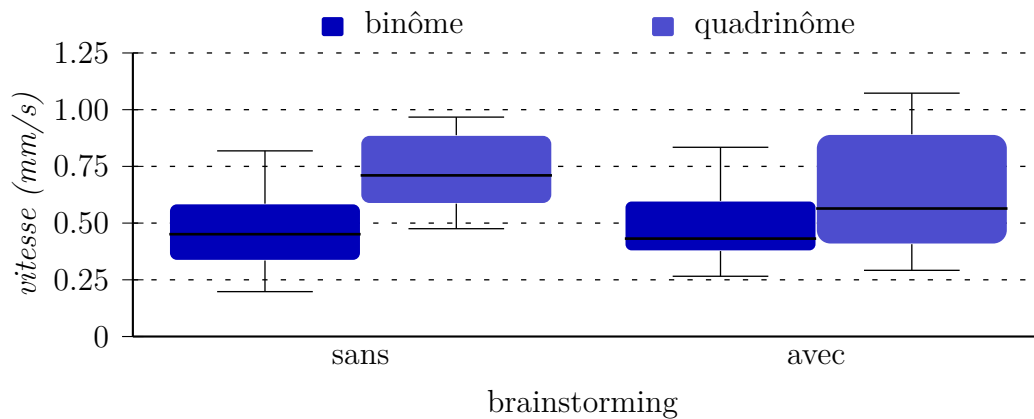
La figure 5.11 présente le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  pour les groupes avec ou sans *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  en fonction du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$ . L'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  des binômes ( $\chi^2 = 0.9$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.333$ ). Cependant, l'analyse montre un effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur le temps de réalisation  $\mathcal{V}_{d1}$  des quadrinômes ( $\chi^2 = 13.1$ ,  $df = 1$ ,  $p \ll 0.05$ ).

La figure 5.12 page suivante présente la fréquence de sélection  $\mathcal{V}_{d2}$  pour les groupes avec ou sans *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  en fonction du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$ .



**Figure 5.12** – Fréquence des sélections sur les scénarios en fonction des groupes avec ou sans *brainstorming*

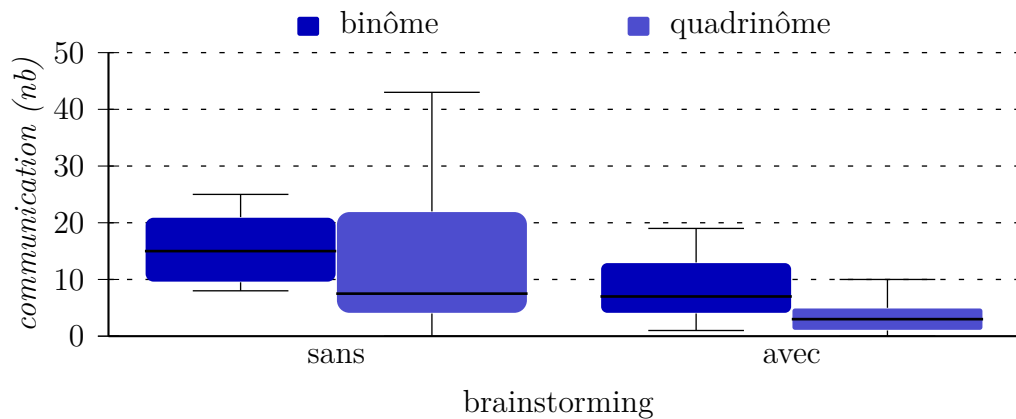
L'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur la fréquence de sélection  $\mathcal{V}_{d2}$  des binômes ( $\chi^2 = 1.2$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.265$ ). Cependant, l'analyse montre un effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur la fréquence de sélection  $\mathcal{V}_{d2}$  des quadrinômes ( $\chi^2 = 11$ ,  $df = 1$ ,  $p \ll 0.05$ ).



**Figure 5.13** – Vitesse moyenne sur les scénarios en fonction des groupes avec ou sans *brainstorming*

- 5 La figure 5.13 présente la vitesse moyenne  $\mathcal{V}_{d3}$  pour les groupes avec ou sans *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  en fonction du nombre de sujets  $\mathcal{V}_{i1}$ . L'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur la vitesse moyenne  $\mathcal{V}_{d3}$  des binômes ( $\chi^2 = 0.1$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.727$ ). De la même façon, l'analyse montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur la vitesse moyenne  $\mathcal{V}_{d3}$  des quadrinômes ( $\chi^2 = 1.5$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.228$ ).

La figure 5.14 page suivante présente le nombre d'ordres verbaux  $\mathcal{V}_{d5}$  pour les groupes avec ou sans *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  en fonction du nombre de sujets



**Figure 5.14** – Nombre d’ordres verbaux sur les scénarios en fonction des groupes avec ou sans *brainstorming*

$\mathcal{V}_{i1}$ . L’analyse montre un effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur le nombre d’ordres verbaux  $\mathcal{V}_{d5}$  des binômes ( $\chi^2 = 12.9$ ,  $df = 1$ ,  $p \ll 0.05$ ). De la même façon, l’analyse montre un effet significatif du *brainstorming*  $\mathcal{V}_{i3}$  sur le nombre d’ordres verbaux  $\mathcal{V}_{d5}$  des quadrinômes ( $\chi^2 = 4.1$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.042$ ).

5

## Analyse et discussion

La figure 5.14 nous permet de constater une baisse significative du nombre d’échanges verbaux pour les sujets ayant eu une période de *brainstorming*. Le *brainstorming* permet une réflexion préalable sur la tâche afin d’aboutir à une stratégie de travail concernant différents éléments :

- 10 – répartition et distribution du travail ;
- organisation du travail dans l’espace ;
- organisation du travail dans le temps ;
- identification des rôles de chaque manipulateur ;
- 15 – prévisions sur l’évolution de l’environnement.

Cependant, la figure 5.11 page 152 et la figure 5.12 page précédente montrent que le *brainstorming* est seulement bénéfique pour les quadrinômes. En effet, les binômes n’obtiennent aucune évolution significative des performances avec ou sans *brainstorming*. De même, la figure 5.13 page précédente montre que la vitesse moyenne de l’effecteur terminal des binômes n’évolue pas. La configuration bimanuelle est certainement la raison de cette vitesse inférieure.

20

Le peu d’intérêt que présente le *brainstorming* pour les binômes s’explique par deux raisons. Le *brainstorming* étant utilisé pour définir une stratégie



de travail, il permet de réduire le nombre de conflits de coordination. Le nombre de conflit de coordination pour les binômes étant faible par rapport à celui des quadrinômes, l'intérêt du *brainstorming* est amoindri. De plus, nous avons vu que la gestion des conflits de coordination s'effectue par une communication verbale. La communication en binôme est relativement naturelle alors que la communication dans un groupe de plus de trois sujets s'avère plus compliquée : problème de prise de parole, conversation entre deux sujets monopolisant la parole, *etc.* La gestion des conflits de coordination est quasiment optimale pour les binômes, même sans *brainstorming*, ce qui n'est pas le cas pour les quadrinômes.

Cependant, la figure 5.11 page 152 et la figure 5.12 page 153 mettent en évidence l'amélioration des performances pour les quadrinômes. Nous avons vu dans la section 5.4.1 page 148 que les quadrinômes éprouvent des difficultés dans la résolution des conflits de coordination. D'après les figures observées, le *brainstorming* permet l'élaboration d'une stratégie et la définition des rôles de chacun des sujets. L'élaboration d'une stratégie réduit de façon importante le nombre de conflits de coordination pendant la réalisation de la tâche et ainsi améliore les performances. De plus, la mise en place de rôles pour chacun des sujets avant le début de la tâche permet de distribuer la tâche ou de l'organiser le cas échéant et ainsi d'éviter le phénomène de paresse sociale ce qui rejoint les conclusions faites par LATANÉ *et al.* [1979] sur l'identification des rôles.

Dans le cas de la molécule Prion, la tâche comporte un faible niveau d'interaction entre les zones à déformer ; elle peut aisément être divisée en quatre tâches élémentaires. D'ailleurs, l'analyse des communications verbales a montré que c'était la stratégie choisie par tous les groupes ayant effectué un *brainstorming*. La molécule Ubiquitin comportant un fort niveau d'interaction, nécessite plus de coordination mais peut être divisée en deux tâches élémentaires. Dans ce cas, le *brainstorming* aboutit à une scission du groupe en deux binômes qui réaliseront chacun une partie de la déformation. Ceci permet d'avoir des gestions de conflits de coordination locaux et restreint ainsi son effet au binôme concerné.

De plus, la période de *brainstorming* permet de partitionner le temps de réflexion et le temps de manipulation. En effet, l'analyse des communications verbales permet de constater que les groupes n'ayant pas eu de période de *brainstorming* ( $C_1$  et  $C_3$ ) tentent tout de même d'élaborer une stratégie de travail. Cependant, la manipulation crée une charge de travail cognitive importante. Les capacités cognitives des sujets sont alors partagées entre la manipulation et l'élaboration d'une stratégie. Les sujets ne sont pas pleinement attentifs à l'élaboration de la stratégie et peuvent en plus ne pas être

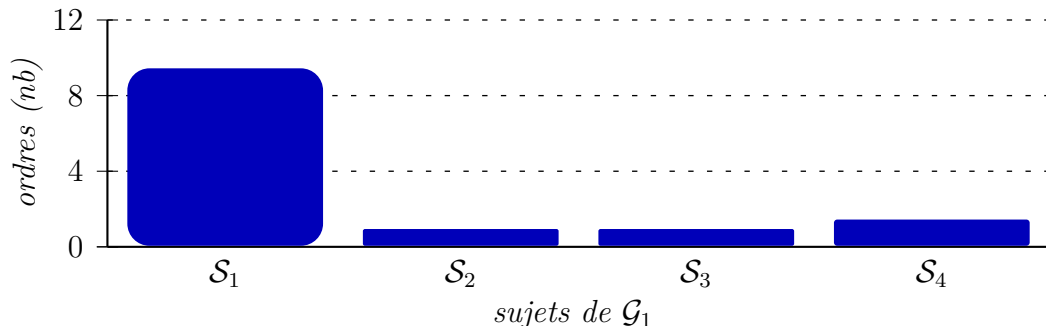
attentifs en même temps que leurs collègues. La réflexion sur la meilleure stratégie à choisir n'est donc pas optimale.

Cette section nous a permis de confirmer l'intérêt d'un *brainstorming* pour structurer les groupes : cette période n'est bénéfique que pour les quadri-  
 5 nômes. En effet, elle permet d'éviter les problèmes de paresse sociale évoqués par LATANÉ *et al.* [1979] en stimulant la création de rôles pour chaque mani-  
 pulateur. Nous verrons dans la section suivante que le groupe va s'organiser  
 autour d'un meneur et que les autres manipulateurs se placeront plutôt dans  
 un rôle de suiveurs. L'émergence rapide d'un meneur va permettre au groupe  
 10 de se structurer et d'avoir une répartition des tâches plus rapide.

### 5.4.3 Définition d'un meneur

Cette section va définir les caractéristiques d'un meneur. Nous utiliserons les données d'un groupe représentatif pour alimenter notre propos. Cependant,  
 étant donné le peu de données d'un seul groupe, aucune analyse de la variance  
 15 ne sera présentée.

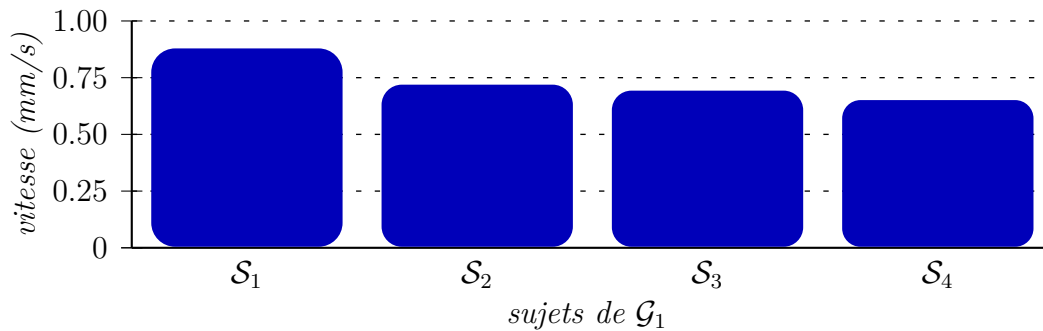
#### Données et statistiques



**Figure 5.15** – Nombre d'ordres donnés par chacun des sujets de  $\mathcal{G}_1$

La figure 5.15 présente le nombre d'ordres donnés  $\mathcal{V}_{d5}$  en fonction des sujets du groupe  $\mathcal{G}_1$ . On observe que le sujet  $S_1$  donne beaucoup plus d'ordres que la moyenne (65.8% de plus que la moyenne).

20 La figure 5.16 page ci-contre présente la vitesse moyenne des effecteurs terminaux  $\mathcal{V}_{d3}$  en fonction des sujets du groupe  $\mathcal{G}_1$ . On observe que le sujet  $S_1$  donne plus d'ordres que la moyenne (16.2% de plus que la moyenne).



**Figure 5.16** – Vitesse moyenne des effecteurs terminaux pour chacun des sujets de  $\mathcal{G}_1$

La figure 5.17 page suivante présente les profils de force  $\mathcal{V}_{d4}$  des sujets  $S_1$  et  $S_2$  du groupe  $\mathcal{G}_1$ . Chaque période où la force est maintenue représente une sélection (voir figure 5.17b page suivante). On constate un profil très chaotique pour le sujet  $S_1$  avec un grand nombre de sélections (11 sélections).

- 5 Par opposition, le profil du sujet  $S_2$  est très peu chaotique avec un petit nombre de sélections (4 sélections  $> 10$  s). De plus, les efforts maximaux produits par le sujet  $S_2$  sont plus importants que ceux du  $S_1$  (5 N pour  $S_2$  contre 4 N pour  $S_1$ ).

### Analyse et discussion

- 10 Le meneur est celui qui dirige les opérations. Cependant, les groupes de notre expérimentation sont des groupes sans hiérarchie : aucun chef ou meneur n'est prédéterminé. En effet, nos groupes sont des structures informelles dans lesquelles aucun rôle n'est prédéfini. Dans la précédente section, nous avons identifié l'émergence de rôles, en particulier au cours du *brainstorming*. Parmi  
15 les rôles, on distingue le rôle du meneur, déjà identifié dans les travaux de BALES [1950]. Nous allons à présent définir le rôle du meneur ainsi que les rôles de suiveurs.

- La figure 5.16 et la figure 5.17a page suivante nous permet de déterminer la stratégie de travail du meneur. En effet, on constate un grand nombre  
20 de sélections ainsi qu'une vitesse élevée. Le meneur explore l'environnement pour prendre des décisions. Son exploration est constituée de sélections de courte période avec une force appliquée relativement faible. Ces nombreuses sélections ont pour objectif de consulter différentes zones de la molécule pour évaluer le travail restant. Il proposera à un autre sujet d'effectuer à sa place,  
25 les déformations qu'il aura jugé nécessaire.



(a) Profil de force de  $S_1$



(b) Profil de force de  $S_2$

**Figure 5.17** – Profil de force du groupe  $\mathcal{G}_1$  sur la molécule Prion

Par opposition, les suiveurs n'explorent pas l'environnement. En effet, la figure 5.17b page précédente montre un nombre de sélections peu élevées mais des sélections maintenues sur une longue période de temps. Le suiveur accepte un ordre du meneur et effectue la déformation jusqu'à atteindre l'objectif fixé.

5 Les manipulations des suiveurs sont plutôt lentes car les déformations nécessitent de la précision dans la manipulation. De plus, l'effort déployé est plus important car toute l'attention du suiveur est portée sur la déformation. Le meneur ne déploie pas autant d'effort car il n'effectue pas les déformations.

10 Pour conclure cette section, le meneur a un rôle crucial dans la dynamique du groupe. C'est lui qui va définir et répartir les tâches : il élabore la stratégie du groupe. Cette répartition permet à chaque sujet de se faire attribuer une tâche bien identifiée. L'identification des rôles est nécessaire pour obtenir de bonnes performances et éviter le phénomène de paresse sociale (voir ?? page ??). Cependant, le meneur doit être accepté par les autres membres  
15 afin d'obtenir une bonne harmonie dans le groupe.

## 5.5 Synthèse

### 5.5.1 Résumé des résultats

Cette expérience a permis d'étudier et de comparer des binômes en configuration bimanuelle avec des quadrinômes en configuration monomanuelle. L'objectif était d'observer l'évolution des performances en fonction du nombre  
20 de participants ainsi que les nouvelles contraintes liées aux dynamiques de groupe.

Les résultats ont montré que l'augmentation du nombre de sujets ne permettait pas systématiquement d'améliorer les performances du groupe. En effet,  
25 les quadrinômes, bien que plus rapides dans leurs mouvements grâce au phénomène de facilitation sociale, obtiennent des performances identiques aux binômes. Les quadrinômes perdent du temps dans la résolution des conflits de coordination qui sont plus nombreux que chez les binômes.

Cependant, une analyse basée sur la possibilité d'établir une stratégie de travail au préalable a permis d'approfondir cette conclusion. Le *brainstorming*  
30 permet une organisation préalable du groupe permettant de meilleures performances tout en réduisant le nombre de conflits de coordination. L'élaboration d'une stratégie de travail est surtout bénéfique pour les quadrinômes qui sont confrontés à de nombreux conflits de coordination en temps normal.

De plus, ce *brainstorming* permet de faire émerger les rôles rapidement au sein de cette structure informelle. L'émergence d'un meneur est nécessaire pour organiser le groupe, diviser le travail et répartir les tâches. D'un autre côté, les suiveurs acceptent la présence de ce meneur et l'assistent dans la  
5 réalisation de la tâche. Le meneur va se distinguer par une exploration plus large et plus rapide de l'environnement afin d'avoir une vision globale de la tâche à réaliser. Les suiveurs effectuent plutôt des déformations longues et locales.

Cette expérimentation montre que l'augmentation du nombre d'utilisateurs  
10 est bénéfique sous réserve d'une certaine organisation. Un *brainstorming* préalable à la réalisation de la tâche permet de structurer un groupe. De plus, cette structure est obtenue avec l'accord de tous les participants ce qui rend légitime le meneur. Dans le cas contraire, les suiveurs pourraient ne pas vouloir suivre les indications du meneur ce qui serait contre-productif.

### 15 5.5.2 Conclusion

Nous venons de montrer l'intérêt d'avoir un groupe structuré lorsque le nombre de participants excède deux. Notre prochaine et dernière expérimentation aura pour objectif de tester la plate-forme avec des experts de la déformation moléculaire. Pour cela, nous allons leur fournir des outils haptiques permettant de faciliter le travail collaboratif.  
20

Pour commencer, nous avons mis en avant la nécessité de faire émerger rapidement le meneur et les suiveurs. Ceci permet de coordonner le groupe derrière un seul utilisateur et éviter les conflits de coordination.

Cependant, la manière de travailler du meneur est très différente de celle d'un  
25 suiveur. Des outils haptiques adaptés aux besoins de chacun seront donc proposés afin d'améliorer leur possibilités d'interactions. En l'occurrence, le meneur n'effectue pas réellement de déformation, il semble donc peu nécessaire de lui donner la possibilité de le faire. Ainsi, on le libère d'une partie de sa charge cognitive pour le focaliser sur son rôle de meneur.

En ce qui concerne le suiveur, il est affecté à la déformation. Il est particulièrement occupé à effectuer des déformations de façon locale. Il faut donc lui laisser la possibilité d'effectuer des déformations locales et précises. Cependant, il faut également lui faciliter la communication avec le meneur et lui rendant accessible les consignes rapidement. Le meneur ayant une vision plus  
30 globale de la tâche à réaliser, il peut être justifié de donner ponctuellement des outils de déformation plus grossier.  
35

La majorité de ces outils seront implémentés dans la dernière version de la plate-forme afin d'effectuer une expérimentation avec des experts de la déformation moléculaire. Ces outils seront évalués à la fois en terme d'amélioration sur les performances mais également en terme d'utilisabilité. Le chapitre 6

5 page 165 décrit ces nouveaux outils et l'ensemble de l'expérimentation.

## Bibliographie

- [BALES 1950]  
BALES, Robert F. (1950). *Interaction process analysis : a method for the study of small groups*. Anglais. Addison-Wesley (cf. pages 140–142, 157).
- [BRUCE 2006]  
BRUCE, Kyle (2006). « Henry S. Dennison, Elton Mayo, and human relations historiography ». Anglais. Dans *Management and Organizational History* 1.2, pages 177–199 (cf. page 141).
- [DIEHL et STROEBE 1987]  
DIEHL, Michael et Wolfgang STROEBE (1987). « Productivity loss in brainstorming groups : toward the solution of a riddle ». Anglais. Dans *Journal of Personality and Social Psychology* 53.3, pages 497–509. ISSN : 0022-3514 (cf. page 141).
- [LATANÉ et al. 1979]  
LATANÉ, Bibb, Kipling WILLIAMS et Stephen HARKINS (juin 1979). « Many hands make light the work : the causes and consequences of social loafing ». Anglais. Dans *Journal of Personality and Social Psychology* 37.6, pages 822–832. URL : <http://content.apa.org/journals/psp/37/6/822> (cf. pages 141, 155, 156).
- [MUGNY et al. 1995]  
MUGNY, Gabriel, Jean-Léon BEAUVOIS et Dominique OBERLÉ (1995). *Relations humaines, groupes et influence sociale*. La psychologie sociale. Presses universitaires de Grenoble (cf. page 140).
- [OSBORN 1963]  
OSBORN, Alex Faickney (1963). *Applied imagination : principles and procedures of creative problem-solving*. Anglais. Scribner (cf. pages 140, 141).
- [POOLE et HOLLINGSHEAD 2005]  
POOLE, Marshall Scott et Andrea B. HOLLINGSHEAD (2005). *Theories of small groups : interdisciplinary perspectives*. Anglais. Sage. ISBN : 9780761930761 (cf. page 141).
- [RINGELMANN 1913]  
RINGELMANN, Maximilien (1913). « Recherches sur les moteurs animés : Travail de l'homme ». Dans *Annales de l'Institut National Argonomique*. Sous la direction de Jean-Baptiste BAILLIÈRE. Tome 12. 2. Librairie Agricole De La Maison Rustique, pages 1–40 (cf. page 141).



[ROETHLISBERGER *et al.* 1939]

ROETHLISBERGER, Fritz J., William J. DICKSON et Harold A. WRIGHT (nov. 1939). *Management and the worker*. Anglais. Cambridge, Mass : Harvard University Press (cf. pages 140, 141, 151).

5 [TUCKMAN 1965]

TUCKMAN, Bruce (juin 1965). « Developmental sequence in small groups ». Anglais. Dans *Psychological bulletin* 63.6, pages 384–399 (cf. page 141).

[J. C. WOOD et M. C. WOOD 2004]

10 WOOD, John Cunningham et Michael C. WOOD (2004). *George Elton Mayo : critical evaluations in business and management*. Tome 1. Critical evaluations in business and management. Routledge. ISBN : 9780415323918 (cf. page 141).

[ZAJONC 1965]

15 ZAJONC, Robert B. (juil. 1965). « Social facilitation ». Anglais. Dans *Science* 149, pages 269–274 (cf. pages 141, 142).

## Bibliographie

---