

Collaboration haptique étroitement couplée pour la manipulation moléculaire interactive

Jean SIMARD

sous la direction de Philippe TARROUX
et l'encadrement scientifique de Mehdi AMMI

Université de PARIS-Sud

CNRS-LIMSI

12 mars 2012



Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Plateforme de manipulation moléculaire *Shaddock*
- 3 Caractérisation des approches collaboratives en environnement moléculaire
- 4 Communication haptique pour les approches collaboratives
- 5 Conclusion et perspectives

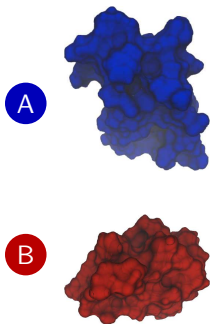
Sommaire

- 1 Introduction
 - *Docking* moléculaire
 - Manipulation moléculaire centrée sur l'humain
 - Distribution des charges de travail
 - Approches collaboratives pour la manipulation moléculaire
 - Objectifs de la thèse
- 2 Plateforme de manipulation moléculaire *Shaddock*
- 3 Caractérisation des approches collaboratives en environnement moléculaire
- 4 Communication haptique pour les approches collaboratives
- 5 Conclusion et perspectives

Docking moléculaire

Définition

ou *amarrage moléculaire*, consiste à trouver l'orientation et la conformation optimale permettant d'assembler 2 molécules.



Docking moléculaire

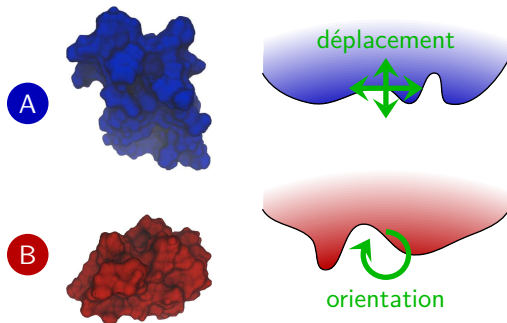
Facteurs de complexité

- Nombreux atomes

Docking moléculaire

Définition

ou *amarrage moléculaire*, consiste à trouver l'orientation et la conformation optimale permettant d'assembler 2 molécules.



Docking moléculaire

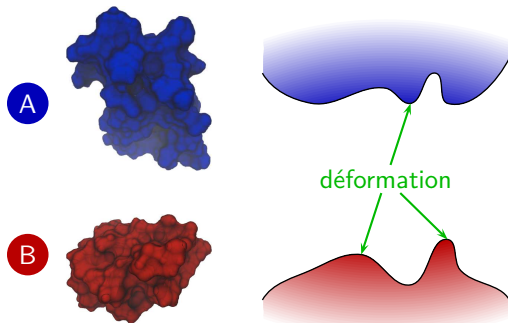
Facteurs de complexité

- Nombreux atomes
- Déplacement et orientation

Docking moléculaire

Définition

ou *amarrage moléculaire*, consiste à trouver l'orientation et la conformation optimale permettant d'assembler 2 molécules.



Docking moléculaire

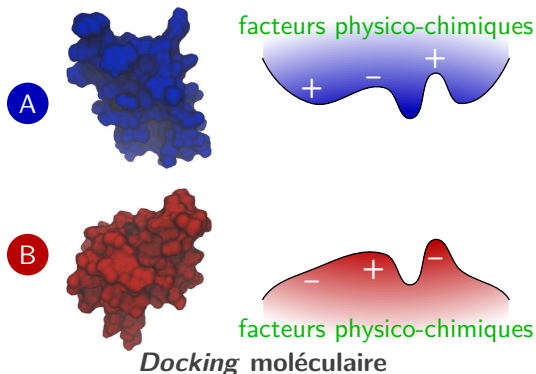
Facteurs de complexité

- Nombreux atomes
- Déplacement et orientation
- Flexibilité

Docking moléculaire

Définition

ou *amarrage moléculaire*, consiste à trouver l'orientation et la conformation optimale permettant d'assembler 2 molécules.



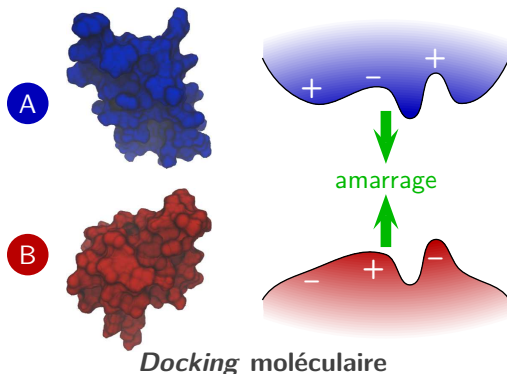
Facteurs de complexité

- Nombreux atomes
- Déplacement et orientation
- Flexibilité
- Physico-chimie

Docking moléculaire

Définition

ou *amarrage moléculaire*, consiste à trouver l'orientation et la conformation optimale permettant d'assembler 2 molécules.



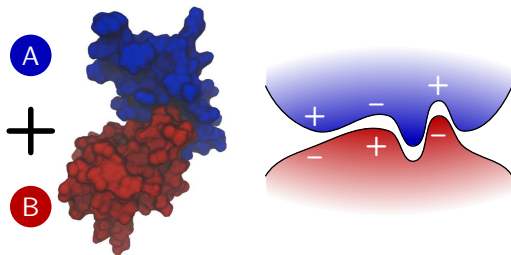
Facteurs de complexité

- Nombreux atomes
- Déplacement et orientation
- Flexibilité
- Physico-chimie
- Complémentarité
 - géométrique
 - physico-chimie

Docking moléculaire

Définition

ou *amarrage moléculaire*, consiste à trouver l'orientation et la conformation optimale permettant d'assembler 2 molécules.

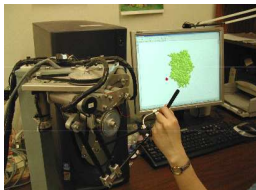


Docking moléculaire

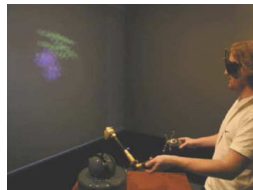
Facteurs de complexité

- Nombreux atomes
- Déplacement et orientation
- Flexibilité
- Physico-chimie
- Complémentarité
 - géométrique
 - physico-chimie

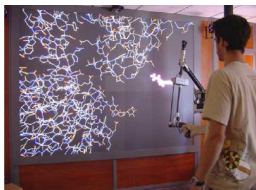
Manipulation moléculaire centrée sur l'humain



Interface haptique à 5 DDL [LAI-YUEN et al. 2006]



Manipulation moléculaire multimodale [FÉREY et al. 2009]



Docking moléculaire rigide [DAUNAY et al. 2009]

Synthèse

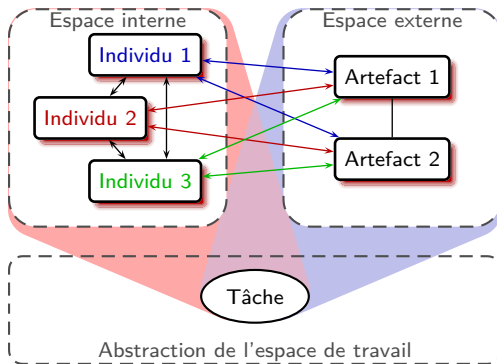
Haptique souvent utilisé pour la manipulation moléculaire mais...

- molécules simples
- *docking* rigide

Distribution des charges de travail

Définition [CONEIN 2004]

Étendre la capacité cognitive d'analyse d'un individu pour inclure le matériel et l'environnement social comme composant d'un système cognitif plus étendu.



Système cognitif distribué [ZHANG et al. 2006]

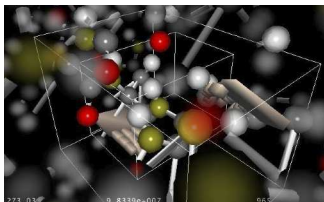
Approches collaboratives pour la manipulation moléculaire



Manipulation moléculaire synchrone [KRIZ et al. 2003]



Manipulation guidée par des experts [PARK et al. 2006]



Inter-référencement [CHASTINE 2007]

Synthèse

Peu de travaux sur la communication dans les approches collaboratives

Objectifs de la thèse

- 1 Étudier et analyser les approches collaboratives étroitement couplées pour la manipulation moléculaire
- 2 Identifier et caractériser les limites et les contraintes de la collaboration étroitement couplée
- 3 Proposer de nouvelles solutions pour améliorer les approches collaboratives pour la manipulation moléculaire
- 4 Évaluer les solutions proposées dans un scénario de *docking* moléculaire

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Plateforme de manipulation moléculaire *Shaddock*
 - Cahier des charges
 - Organisation matérielle
 - Organisation logicielle
 - Outils supplémentaires proposés
- 3 Caractérisation des approches collaboratives en environnement moléculaire
- 4 Communication haptique pour les approches collaboratives
- 5 Conclusion et perspectives

Cahier des charges

Objectif

Élaborer une plateforme permettant la collaboration étroitement couplée pour la manipulation moléculaire

Contraintes à respecter

- Collaboration interactive synchrone avec des molécules
- Simulation de la dynamique moléculaire
- Manipulation à l'aide de plusieurs interfaces haptiques
- Différents outils pour la manipulation moléculaire

Solutions proposées

- Modularité logicielle
- Modularité matérielle
- Plateforme basée sur des logiciels de biologistes
- Utilisation de modules dédiés à la réalité virtuelle
- Développement de nouveaux outils

Organisation matérielle

Fonctionnalités

- Colocalisé synchrone
- Communication orale et gestuelle
- Vue partagée
- Différents outils
 - déplacement
 - orientation
 - déformation
- Multiples interfaces

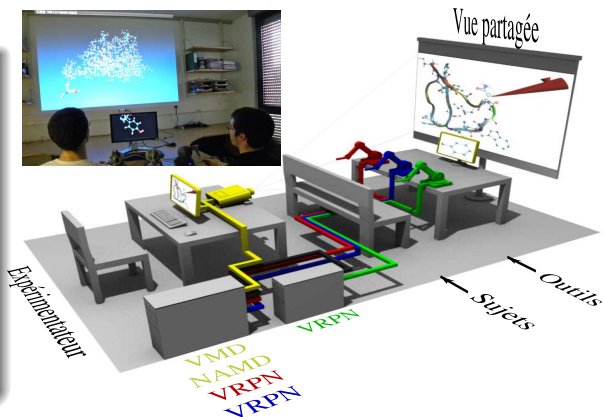


Plate-forme expérimentale

Fonctionnalités

-

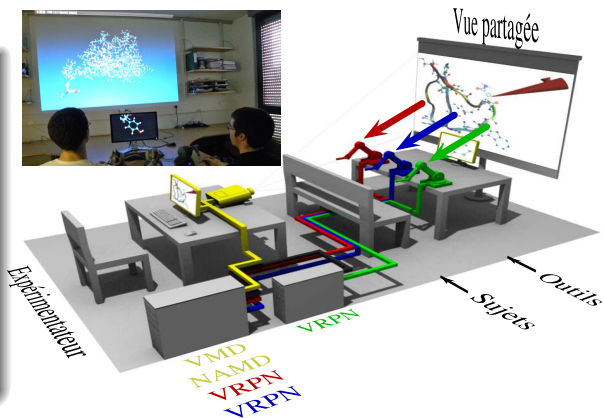


Plate-forme expérimentale

Organisation matérielle

Fonctionnalités

- Colocalisé synchrone
- Communication orale et gestuelle
- Vue partagée
- Différents outils
 - déplacement
 - orientation
 - déformation
- Multiples interfaces

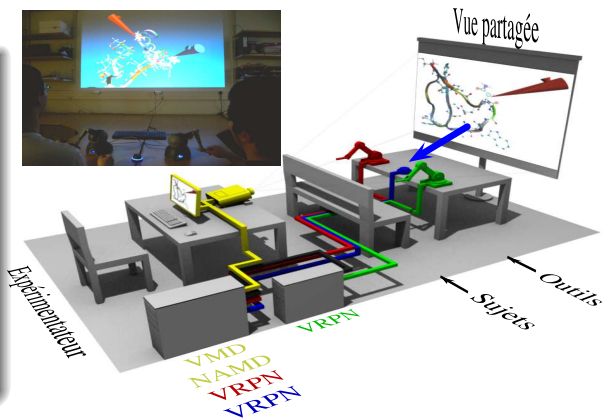


Plate-forme expérimentale

Organisation matérielle

Fonctionnalités

- Colocalisé synchrone
- Communication orale et gestuelle
- Vue partagée
- Différents outils
 - déplacement
 - orientation
 - déformation
- Multiples interfaces

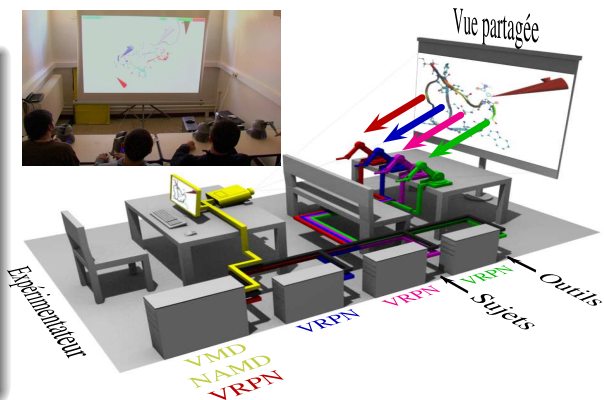


Plate-forme expérimentale

Organisation logicielle

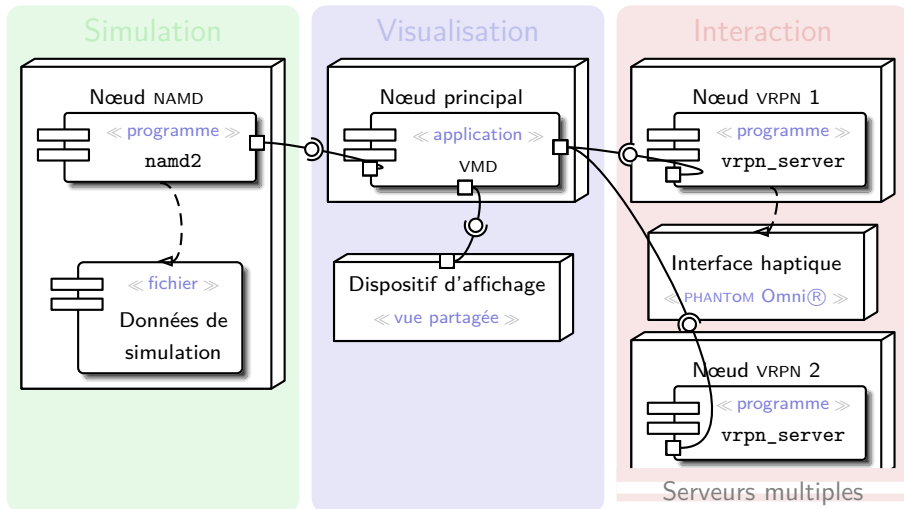


Diagramme de déploiement UML de la plateforme *Shaddock*

Outils supplémentaires proposés

Objectif

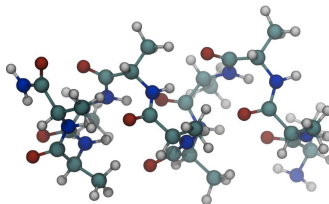
Faciliter le processus de sélection d'une structure moléculaire dans VMD

Problème

Sélection difficile

- Atomes nombreux
- Cibles en mouvement

Fonctionnalités



Outil de sélection amélioré

Outils supplémentaires proposés

Objectif

Faciliter le processus de sélection d'une structure moléculaire dans VMD

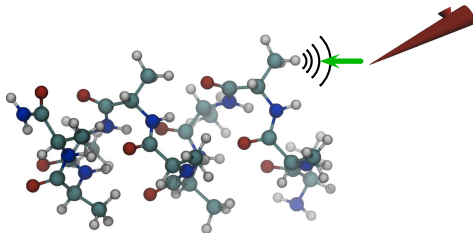
Problème

Sélection difficile

- Atomes nombreux
- Cibles en mouvement

Fonctionnalités

- Champ de potentiel
[SIMARD et al. 2009]



Outil de sélection amélioré

Outils supplémentaires proposés

Objectif

Faciliter le processus de sélection d'une structure moléculaire dans VMD

Problème

Sélection difficile

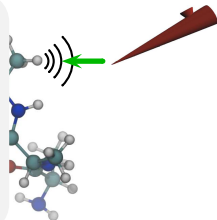
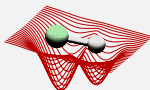
- Atomes nombreux
- Cibles en mouvement

Fonctionnalités

- Champ de potentiel
[SIMARD et al. 2009]

Champ de potentiel

$$U(\vec{x}) = \phi \cdot \sigma \exp \left[\frac{\sigma^2 - \vec{x}^2}{2\sigma^2} \right]$$



Outil de sélection amélioré

Outils supplémentaires proposés

Objectif

Faciliter le processus de sélection d'une structure moléculaire dans VMD

Problème

Sélection difficile

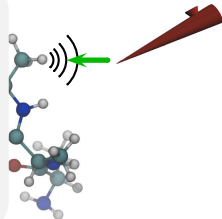
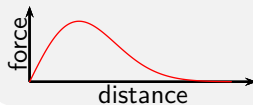
- Atomes nombreux
- Cibles en mouvement

Fonctionnalités

- Champ de potentiel
[SIMARD et al. 2009]

Champ de force

$$F(d) = \phi \frac{d}{\sigma} \exp \left[\frac{\sigma^2 - d^2}{2\sigma^2} \right]$$



Outil de sélection amélioré

Outils supplémentaires proposés

Objectif

Faciliter le processus de sélection d'une structure moléculaire dans VMD

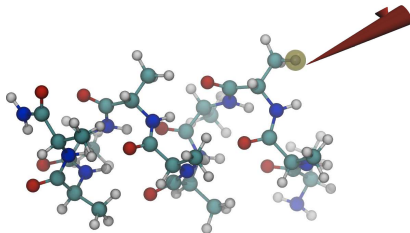
Problème

Sélection difficile

- Atomes nombreux
- Cibles en mouvement

Fonctionnalités

- Champ de potentiel
[SIMARD et al. 2009]
- Pointage visuel



Outil de sélection amélioré

Outils supplémentaires proposés

Objectif

Faciliter le processus de sélection d'une structure moléculaire dans VMD

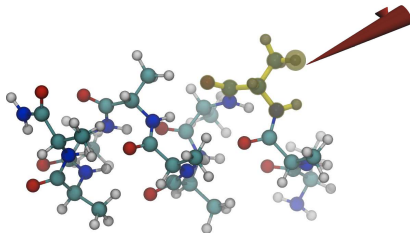
Problème

Sélection difficile

- Atomes nombreux
- Cibles en mouvement

Fonctionnalités

- Champ de potentiel
[SIMARD et al. 2009]
- Pointage visuel
- Structures variées



Outil de sélection amélioré

Outils supplémentaires proposés

Objectif

Faciliter le processus de sélection d'une structure moléculaire dans VMD

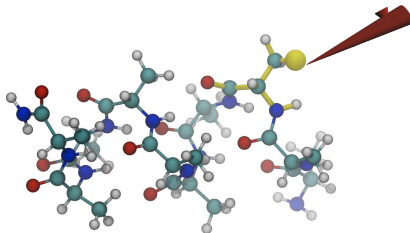
Problème

Sélection difficile

- Atomes nombreux
- Cibles en mouvement

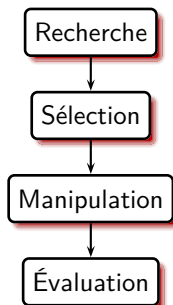
Fonctionnalités

- Champ de potentiel
[SIMARD et al. 2009]
- Pointage visuel
- Structures variées



Outil de sélection amélioré

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire

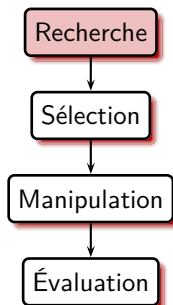


Description

Selon les Primitives Comportementales Virtuelles [FUCHS et al. 2006]

Manipulation moléculaire

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



1

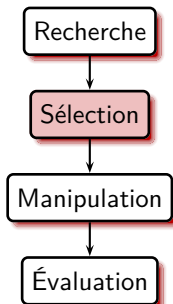
Description

Selon les Primitives Comportementales Virtuelles [FUCHS et al. 2006]

Recherche Identifier une cible
(atome, résidue, ...)

Manipulation moléculaire

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



Description

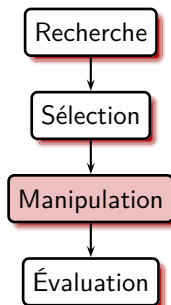
Selon les Primitives Comportementales Virtuelles [FUCHS et al. 2006]

Recherche Identifier une cible
(atome, résidue, ...)

Sélection Sélectionner la structure
moléculaire identifiée

Manipulation moléculaire

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



Description

Selon les Primitives Comportementales Virtuelles [FUCHS et al. 2006]

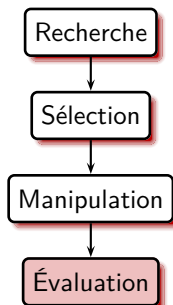
Recherche Identifier une cible
(atome, résidue, ...)

Sélection Sélectionner la structure
moléculaire identifiée

Manipulation Déplacer ou orienter la
structure moléculaire

Manipulation moléculaire

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



4

Description

Selon les Primitives Comportementales Virtuelles [FUCHS et al. 2006]

Recherche Identifier une cible (atome, résidue, ...)

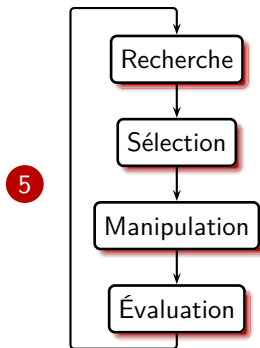
Sélection Sélectionner la structure moléculaire identifiée

Manipulation Déplacer ou orienter la structure moléculaire

Évaluation Évaluer l'équilibre physico-chimique

Manipulation moléculaire

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



Description

Selon les Primitives Comportementales Virtuelles [FUCHS et al. 2006]

Recherche Identifier une cible (atome, résidue, ...)

Sélection Sélectionner la structure moléculaire identifiée

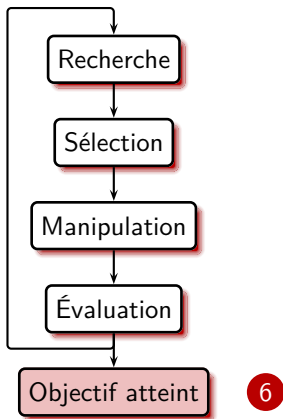
Manipulation Déplacer ou orienter la structure moléculaire

Évaluation Évaluer l'équilibre physico-chimique

Recommencer Si l'évaluation n'est pas satisfaisante

Manipulation moléculaire

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



Manipulation moléculaire

Description

Selon les Primitives Comportementales Virtuelles [FUCHS et al. 2006]

Recherche Identifier une cible (atome, résidue, ...)

Sélection Sélectionner la structure moléculaire identifiée

Manipulation Déplacer ou orienter la structure moléculaire

Évaluation Évaluer l'équilibre physico-chimique

Recommencer Si l'évaluation n'est pas satisfaisante

Sommaire

1 Introduction

2 Plateforme de manipulation moléculaire *Shaddock*

3 Caractérisation des approches collaboratives en environnement moléculaire

■ Étude 1 – Recherche et sélection collaborative de résidus

- Objectifs
- Tâche proposée
- Résultats
- Synthèse

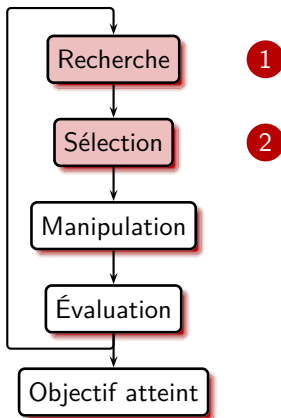
■ Étude 2 – Déformation collaborative de molécules

■ Étude 3 – Dynamique de groupe

4 Communication haptique pour les approches collaboratives

5 Conclusion et perspectives

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



Manipulation moléculaire

Objectifs

Objectif principal

Étudier la contribution et les contraintes de la collaboration dans une tâche de recherche et de sélection de structures moléculaires

Hypothèses

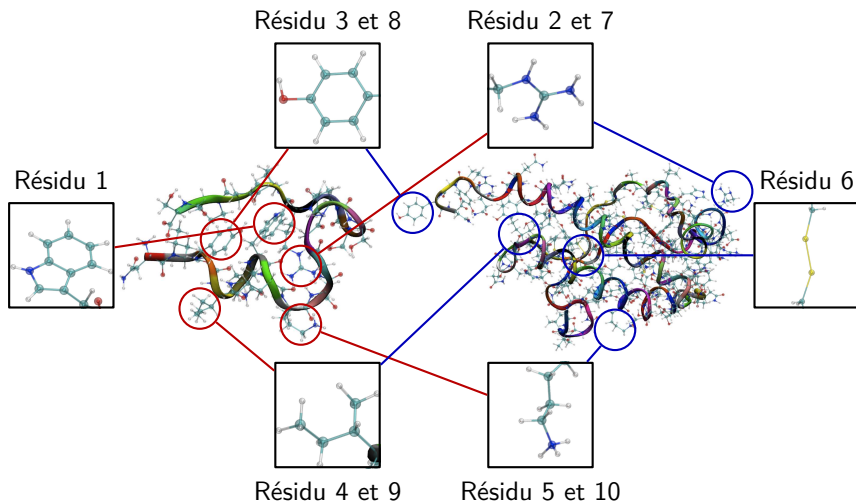
- 1 Amélioration des performances (individuel vs. collaboratif)
- 2 Identifier les stratégies de travail
- 3 Utilisabilité de la plate-forme

Variables

Nombre de sujets monôme (24 sujets) ou binôme (12 couples)

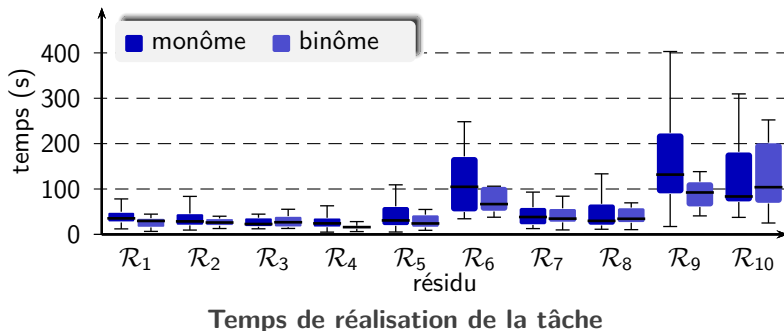
Complexité de la tâche Forme, nature, position, similarités. . .

Tâche proposée



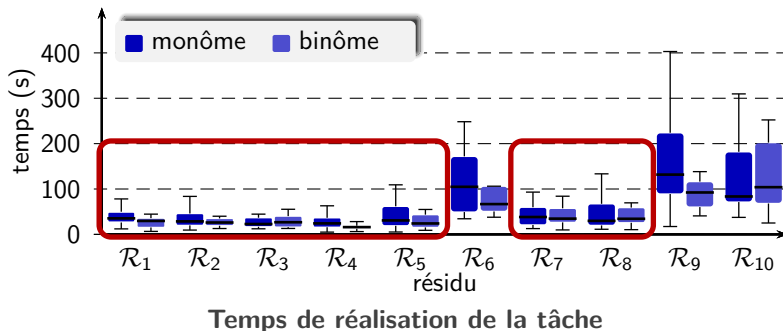
Répartitions des *residues* sur les molécules (TRP-Cage et Prion)

Amélioration des performances en collaboration



Synthèse

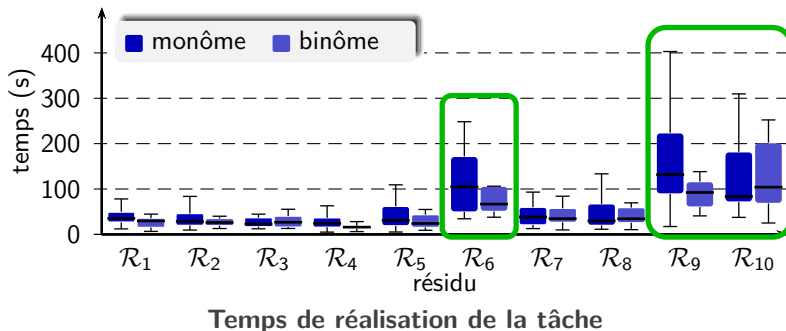
Amélioration des performances en collaboration



Synthèse

- Pas d'évolution sur les tâches simples

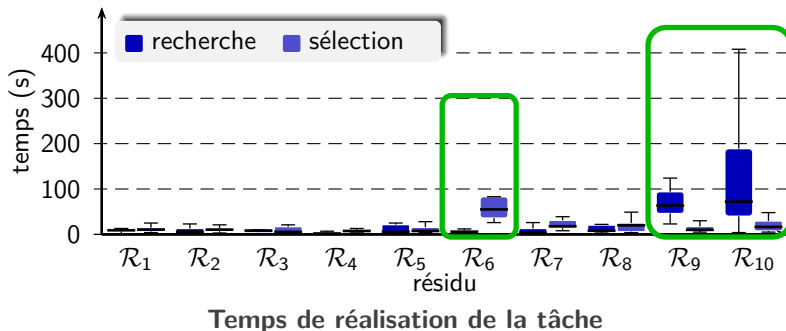
Amélioration des performances en collaboration



Synthèse

- Pas d'évolution sur les tâches simples
- Une amélioration significative de la collaboration sur les tâches complexes

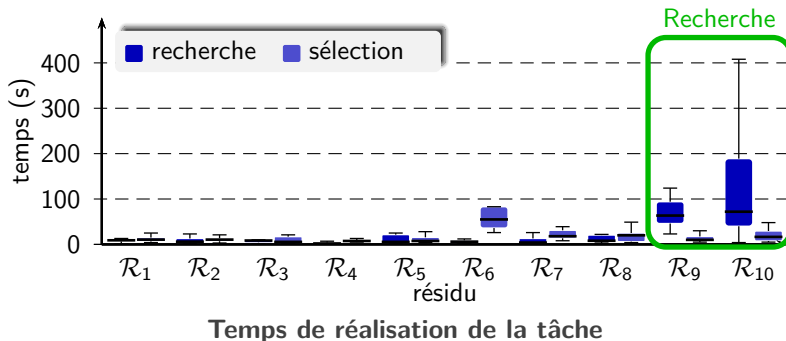
Amélioration des performances en collaboration



Synthèse

- Pas d'évolution sur les tâches simples
- Une amélioration significative de la collaboration sur les tâches complexes

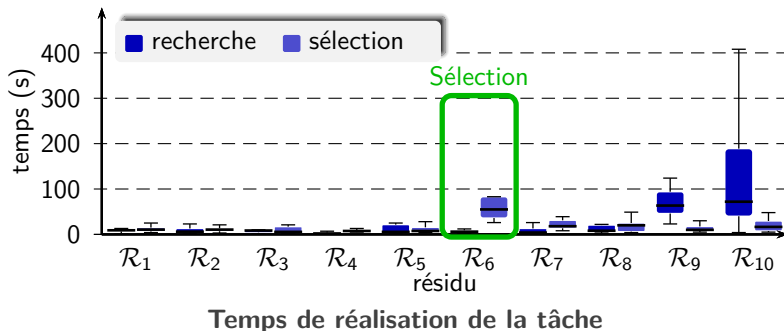
Amélioration des performances en collaboration



Synthèse

- Pas d'évolution sur les tâches simples
- Une amélioration significative de la collaboration sur les tâches complexes

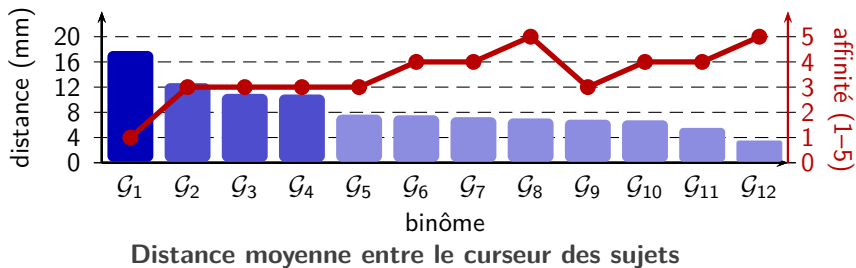
Amélioration des performances en collaboration



Synthèse

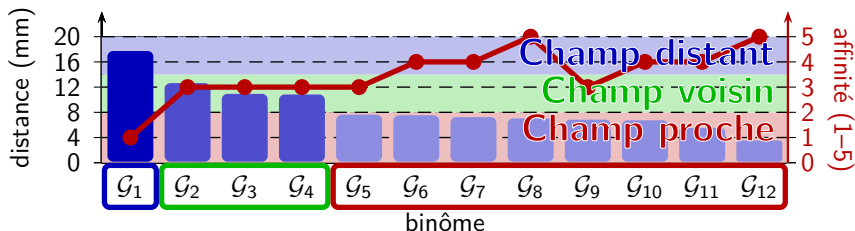
- Pas d'évolution sur les tâches simples
- Une amélioration significative de la collaboration sur les tâches complexes

Stratégies de travail



Synthèse

Stratégies de travail



Distance moyenne entre le curseur des sujets

Synthèse

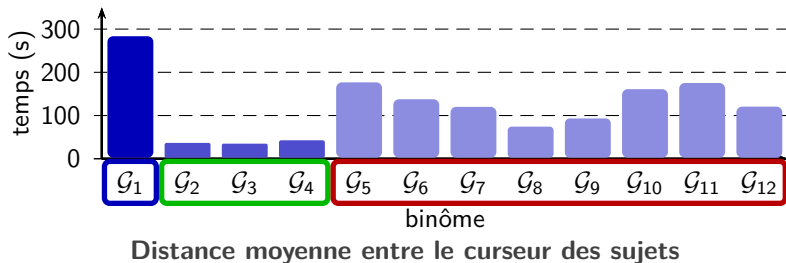
Trois stratégies liées à l'affinité entre les collaborateurs

Champs distants Peu de collaboration avec peu de conflits de coordination

Champs voisins Bonne collaboration avec conflits de coordination

Champs proches Forte collaboration mais conflits de coordination importants

Stratégies de travail



Synthèse

Trois stratégies liées à l'affinité entre les collaborateurs

Champs distants Peu de collaboration avec peu de conflits de coordination

Champs voisins Bonne collaboration avec conflits de coordination

Champs proches Forte collaboration mais conflits de coordination importants

Synthèse

Complexité de la tâche

Résultats [SIMARD et al. 2010c]

- Amélioration des performances sur les tâches complexes

Limites

- Comment définir une tâche *complexe* ?
- La complexité de la tâche influe-t-elle sur les performances ?

Stratégie de travail

Résultats [SIMARD et al. 2010b]

- Trois stratégies différentes
- Meilleurs résultats avec une stratégie en champs voisins

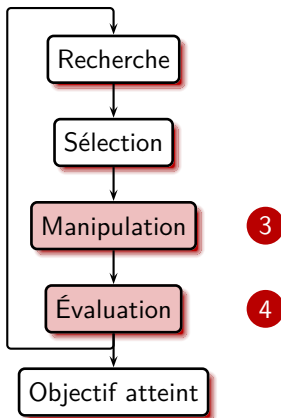
Limites

- Modification du comportement naturel des groupes
- Conflits de coordination en champs voisins

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Plateforme de manipulation moléculaire *Shaddock*
- 3 Caractérisation des approches collaboratives en environnement moléculaire
 - Étude 1 – Recherche et sélection collaborative de résidus
 - Étude 2 – Déformation collaborative de molécules
 - Objectifs
 - Tâche proposée
 - Résultats
 - Synthèse
 - Étude 3 – Dynamique de groupe
- 4 Communication haptique pour les approches collaboratives
- 5 Conclusion et perspectives

Démarche pour l'étude de la manipulation moléculaire



Manipulation moléculaire

Objectifs

Objectif principal

Quantifier et qualifier les conflits de coordination en fonction de la complexité de la tâche

Hypothèses

- 1 La complexité de la tâche influence différemment les performances individuelles et collaboratives
- 2 Amélioration de la répartition des ressources (bimanuel vs. collaboratif)

Variables

Nombre de sujets monôme (12 sujets) ou binôme (12 couples)

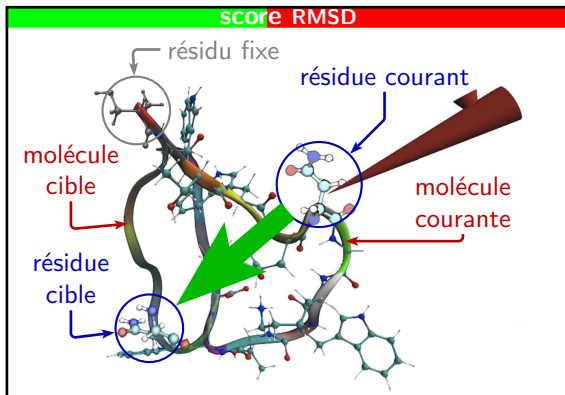
Complexité de la molécule 2 molécules (TRP-ZIPPER et TRP-CAGE)

Outil de déformation 2 configuration de déformation (*atom* et *residue*)

Tâche proposée

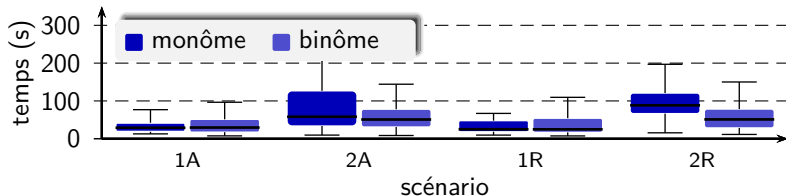
Scénarios

- 2 niveaux de manipulation
 - Résiduel
 - Atomique
- 4 niveaux de complexité
 - Nombre d'atomes
 - Cassures
 - Champ de force



Tâche de déformation

Influence de la complexité de la tâche

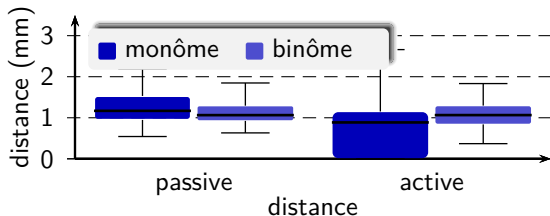


Temps de réalisation des scénarios

Difficulté	Description	Exemple
Simple	<ul style="list-style-type: none"> – 1 outil est nécessaire – 1 manipulation 	Tâche 1A
Avancé	<ul style="list-style-type: none"> – 1 outil est suffisant mais 2 sont préférables – 2 manipulations peuvent être coordonnées 	Tâche 1R, 2R
Expert	<ul style="list-style-type: none"> – 2 outils sont nécessaires – 2 manipulations doivent être coordonnées 	Tâche 2A

Classification des tâches

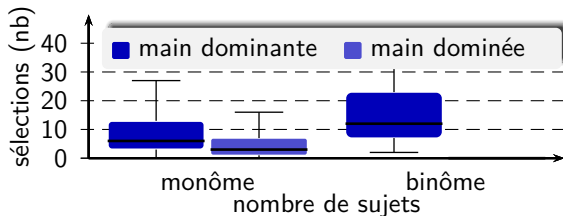
Amélioration de la répartition des ressources



Distances passive et active

Synthèse

Manipulation plus efficace en monomanuel



Nombre de sélections

Synthèse

Meilleure utilisation des ressources disponibles

Synthèse

Charge de travail

Résultats [SIMARD et al. 2012c]

- Gestion d'un espace de travail plus grand
- Meilleur rendement des ressources disponibles

Limites

- Comment répartir équitablement la charge de travail ?

Conflits de coordination

Résultats [SIMARD et al. 2011a]

- Certaines manipulations nécessitent une coordination

Limites

- La coordination est plus efficace en individuel mais...
 - ...espace de travail restreint
 - ...nombre réduit de tâches élémentaires en parallèle

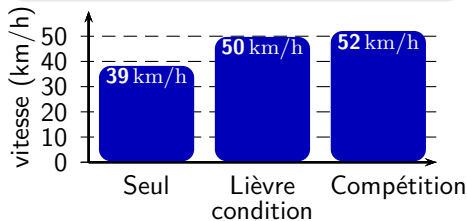
Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Plateforme de manipulation moléculaire *Shaddock*
- 3 **Caractérisation des approches collaboratives en environnement moléculaire**
 - Étude 1 – Recherche et sélection collaborative de résidus
 - Étude 2 – Déformation collaborative de molécules
 - **Étude 3 – Dynamique de groupe**
 - Notions importantes sur la dynamique de groupe
 - Objectifs
 - Protocole expérimental
 - Résultats
 - Synthèse
- 4 Communication haptique pour les approches collaboratives
- 5 Conclusion et perspectives

Notions importantes sur la dynamique de groupe

Facilitation sociale [TRIPLETT 1898]

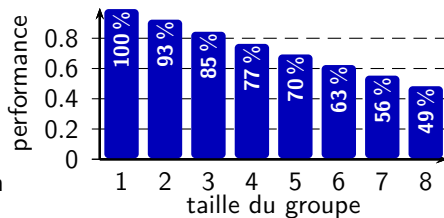
Une action collaborative préparée ou en progression possède une réponse ; la stimulation sociale provoque une augmentation de cette réponse par la perception de collaborateurs effectuant les mêmes mouvements.



Performances de cyclistes

Paresse sociale [RINGELMANN 1913]

Tendance à fournir un effort moindre lorsqu'une tâche est effectuée en groupe plutôt que de manière individuelle.



Performances au tir à la corde

Objectifs

Objectif principal

Observer la dynamique de groupe lors d'une coordination étroitement couplée

Hypothèses

- 1 Amélioration des performances par la facilitation sociale
- 2 Influence d'une étape de *brainstorming* sur les performances [OSBORN 1963]

Variables

Nombre de participants 8 couples et 4 groupes

Tâches différentes 2 molécules (tâche faiblement et fortement couplées)

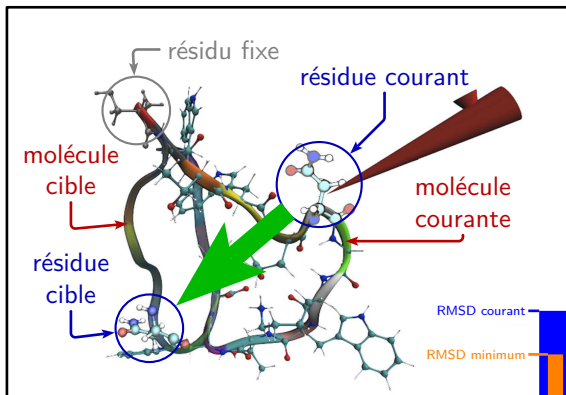
Stratégie de travail Étape de *brainstorming*

Tâche proposée

Scénarios

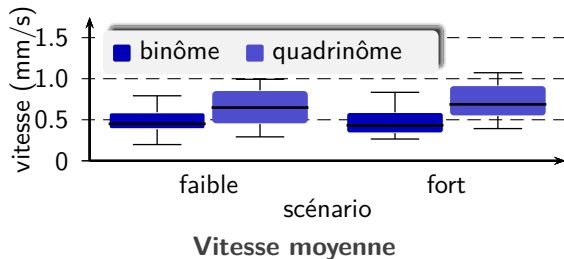
2 niveaux de complexité

- faiblement couplé
- fortement couplé



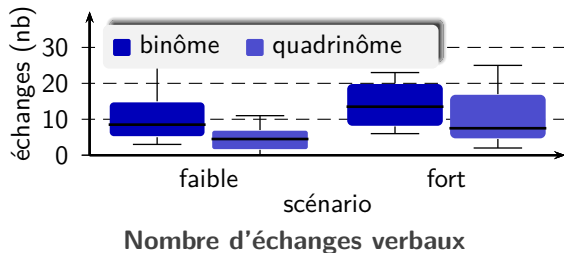
Tâche de déformation

Amélioration des performances par la facilitation sociale



Synthèse

Une vitesse moyenne de travail supérieur :
phénomène de facilitation sociale

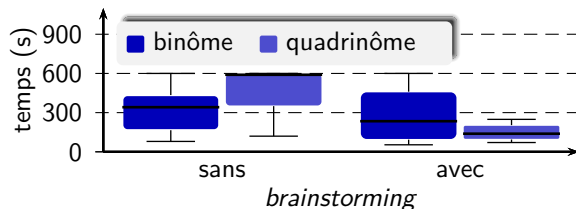


Synthèse

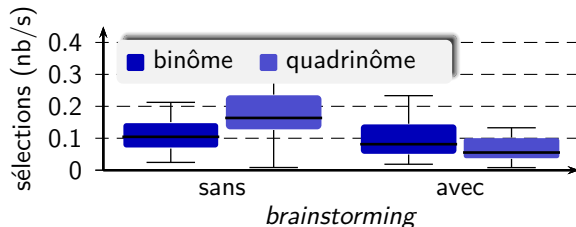
Paresse sociale

- Spécialisation
- Personnalité
- Paresse

Influence du *brainstorming*



Temps de réalisation



Fréquence des sélections

Synthèse

Le *brainstorming* permet l'élaboration d'une stratégie : gain en performances

Synthèse

Meilleur rendement des actions effectuées

Synthèse

Paresse sociale

Résultats [SIMARD et al. 2012c]

- Déséquilibre important dans la répartition des charges de travail
- Potentiel collaboratif non-exploité au maximum

Limites

- Comment redonner de l'importance à chaque membre du groupe ?

Brainstorming

Résultats [SIMARD et al. 2011b]

- Amélioration importante des performances
- Conflits de communication pendant le *brainstorming*
- Réduit les conflits de coordination

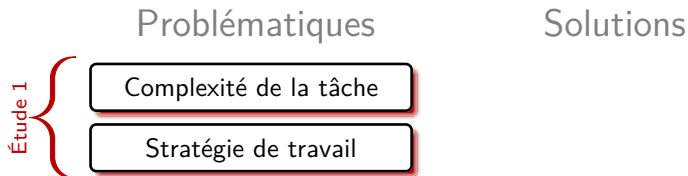
Limites

- Comment optimiser cette étape ?

Sommaire

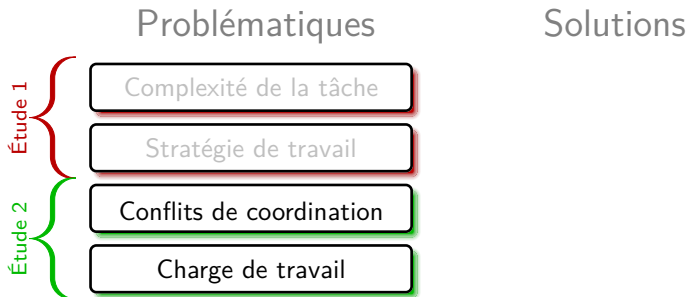
- 1 Introduction
- 2 Plateforme de manipulation moléculaire *Shaddock*
- 3 Caractérisation des approches collaboratives en environnement moléculaire
- 4 Communication haptique pour les approches collaboratives
 - Étude 4 – Assistance haptique et stratégie de travail
 - Synthèse des résultats et solutions proposées
 - Présentation des solutions proposées
 - Objectifs
 - Résultats
- 5 Conclusion et perspectives

Synthèse des résultats et solutions proposées



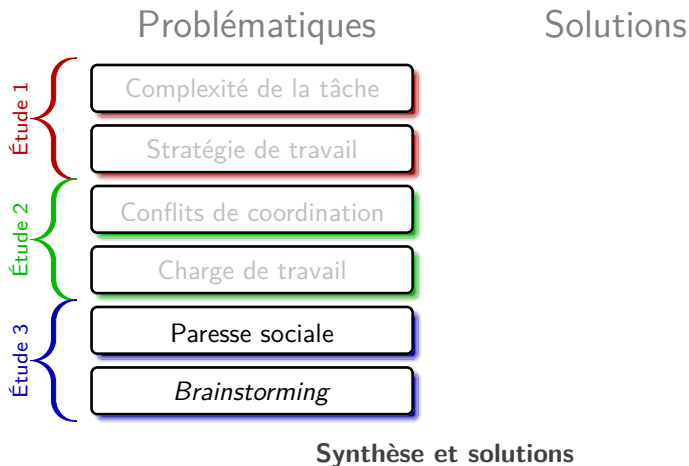
Synthèse et solutions

Synthèse des résultats et solutions proposées

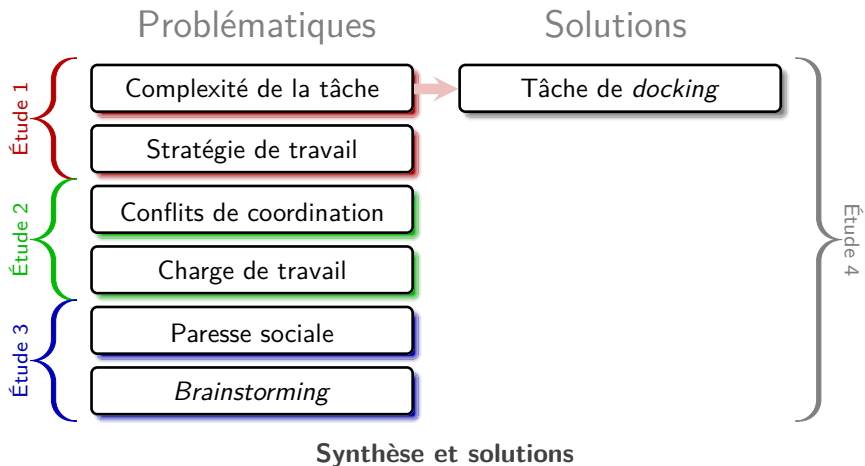


Synthèse et solutions

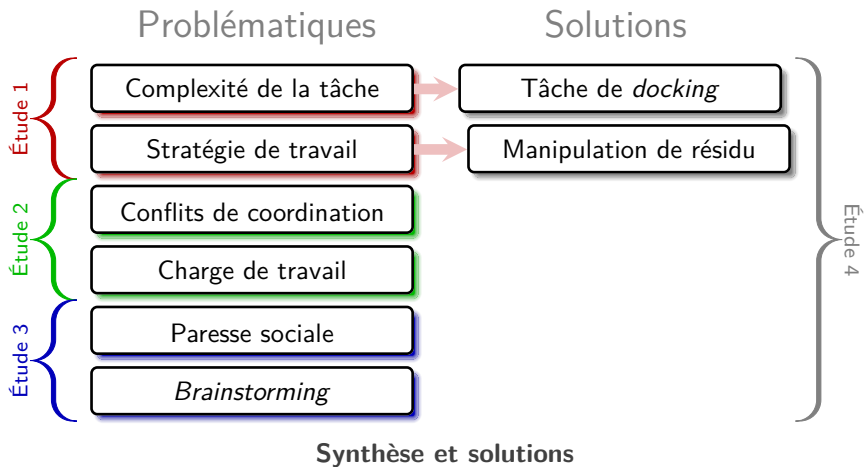
Synthèse des résultats et solutions proposées



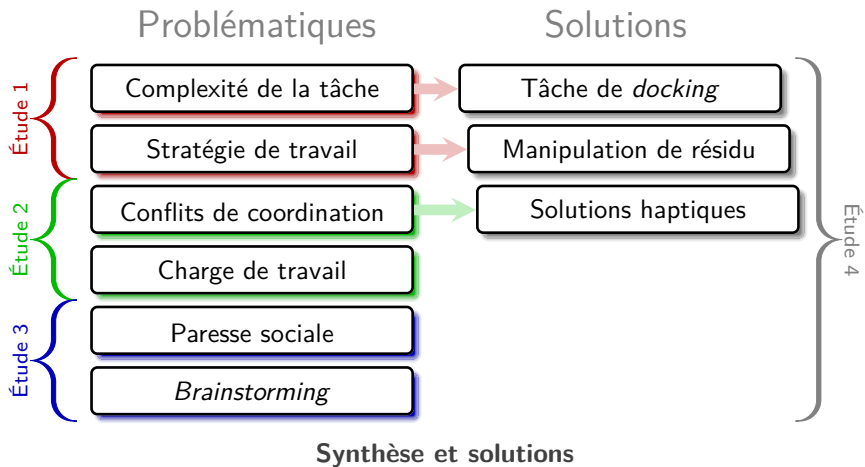
Synthèse des résultats et solutions proposées



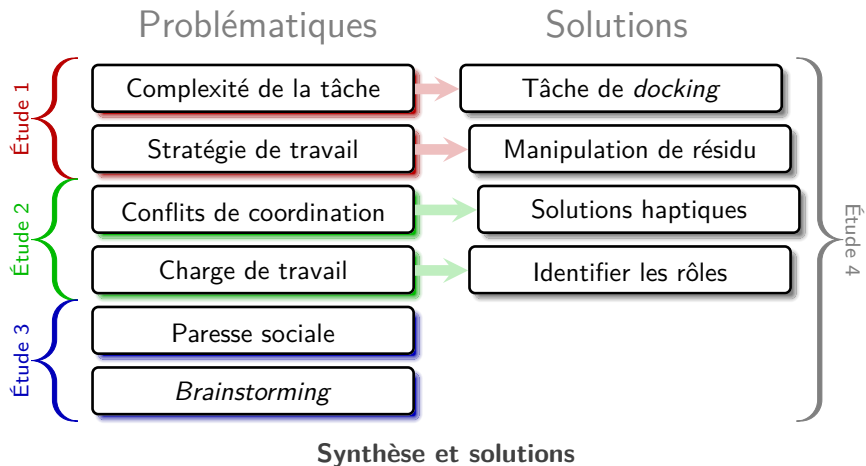
Synthèse des résultats et solutions proposées



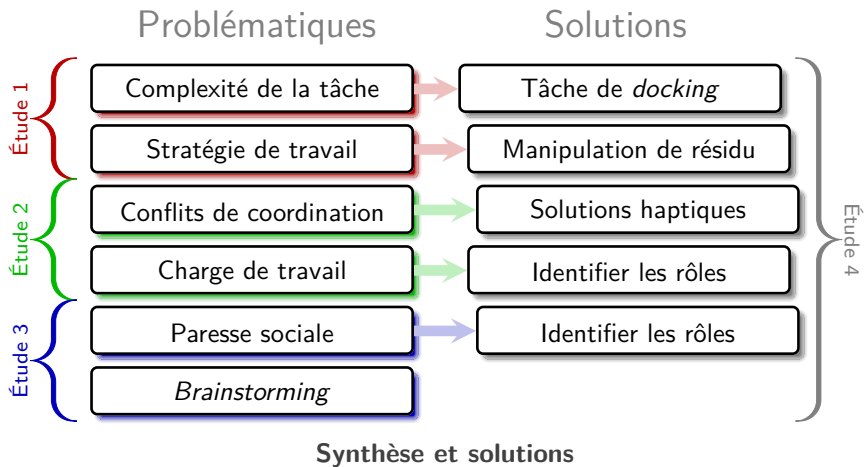
Synthèse des résultats et solutions proposées



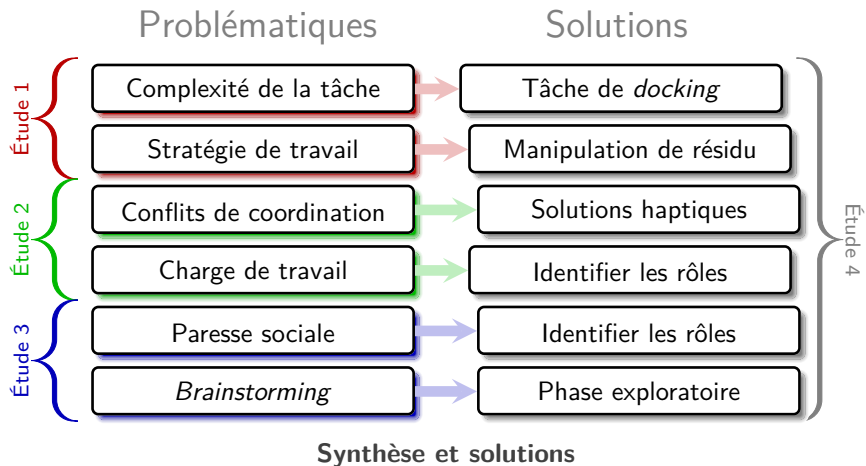
Synthèse des résultats et solutions proposées



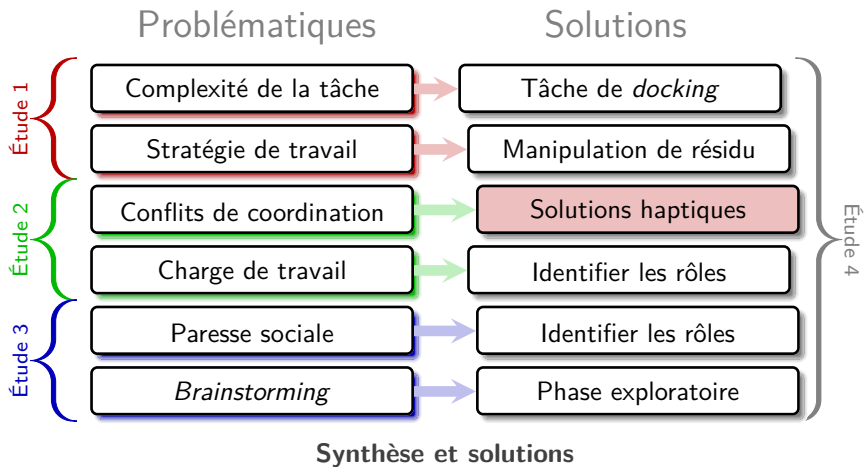
Synthèse des résultats et solutions proposées



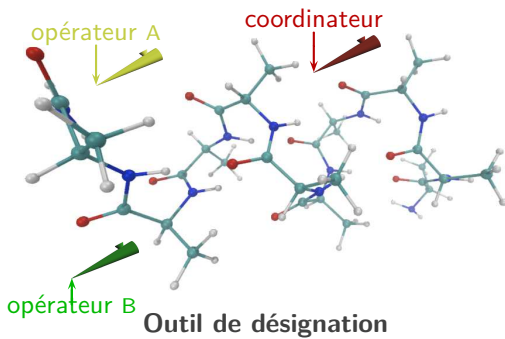
Synthèse des résultats et solutions proposées



Synthèse des résultats et solutions proposées



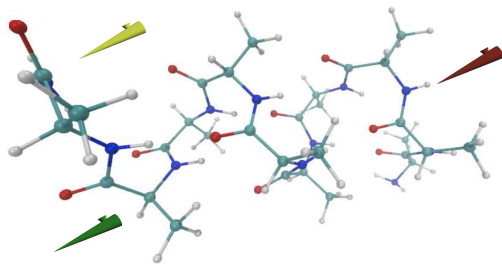
Présentation des solutions proposées



Étapes de la désignation

Assistance haptique

Présentation des solutions proposées



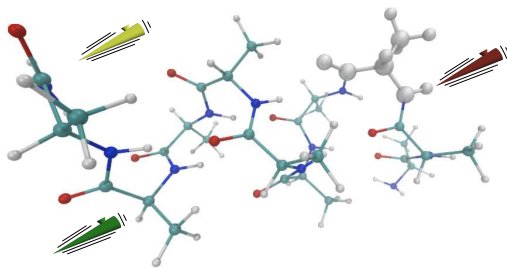
Outil de désignation

Étapes de la désignation

- 1 Recherche d'une structure à manipuler (coordinateur)

Assistance haptique

Présentation des solutions proposées



Outil de désignation

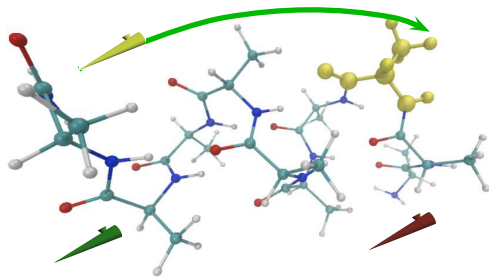
Étapes de la désignation

- 1 Recherche d'une structure à manipuler (coordinateur)
- 2 Désignation de la structure (coordinateur)

Assistance haptique

Notification haptique de la désignation aux opérateurs

Présentation des solutions proposées



Outil de désignation

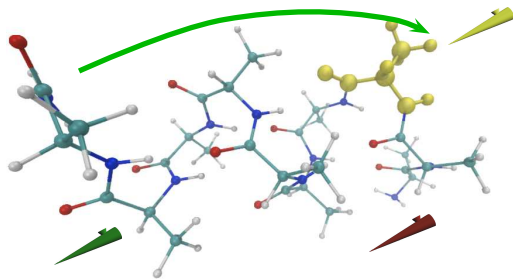
Étapes de la désignation

- 1 Recherche d'une structure à manipuler (coordinateur)
- 2 Désignation de la structure (coordinateur)
- 3 Acceptation par le manipulateur

Assistance haptique

$$\text{Guidage haptique } F(\mathbf{x}) = \begin{cases} k(t - t_0)(\mathbf{x} - \mathbf{x}_t) - b \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial t} & \text{if } t \geq t_0 \\ 0 & \text{if } t < t_0 \end{cases}$$

Présentation des solutions proposées



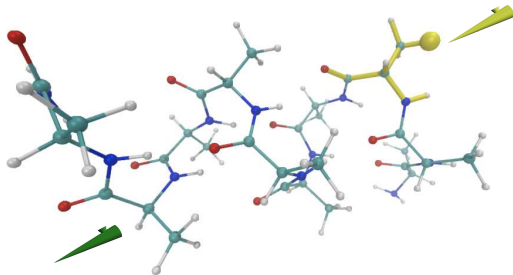
Outil de désignation

Étapes de la désignation

- 1 Recherche d'une structure à manipuler (coordinateur)
- 2 Désignation de la structure (coordinateur)
- 3 Acceptation par le manipulateur

Assistance haptique

Présentation des solutions proposées



Outil de désignation

Étapes de la désignation

- 1 Recherche d'une structure à manipuler (coordinateur)
- 2 Désignation de la structure (coordinateur)
- 3 Acceptation par le manipulateur
- 4 Sélection par le manipulateur

Assistance haptique

Objectifs

Objectif principal

Proposer et évaluer des outils haptiques pour assister la coordination

Hypothèses

- 1 Influence de la métaphore haptique proposée sur les performances
- 2 Influence de la métaphore haptique proposée sur la communication
- 3 Évaluations des propositions par des bio-informaticiens

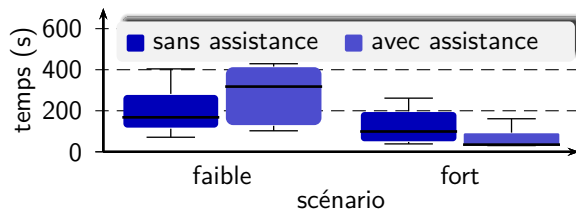
Variables

Nombre de participants 8 trinômes

Tâches différentes 2 molécules (tâche faiblement et fortement couplée)

Métaphore haptique Avec ou sans assistance

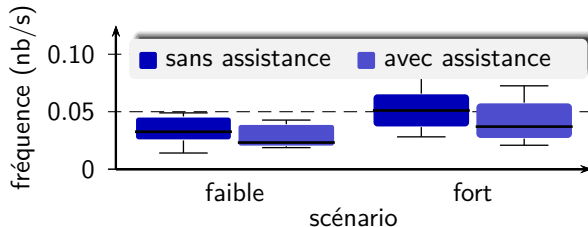
Efficacité de la collaboration



Synthèse

Manipulation plus efficace sur le scénario le plus complexe

Temps pour atteindre le score RMSD minimum

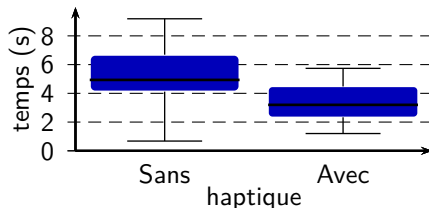


Synthèse

Meilleur rendement pour l'utilisation des ressources

Nombre de sélections par seconde effectuées par

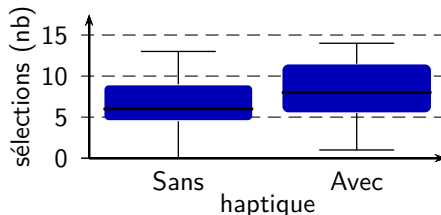
Amélioration de la communication



Synthèse

Communication haptique plus rapide que la communication verbale

Temps d'acceptation d'une désignation



Synthèse

Meilleur taux d'acceptation pour les désignations du coordinateur

Nombre de désignations acceptées

Conclusion

Plateforme *Shaddock*

- Plateforme validée
- Des améliorations sont encore nécessaires

Travail collaboratif

- Adapté pour l'appréhension de tâches très complexes
- Nécessité d'améliorer les canaux de communication

Communication haptique

- Remplace la communication verbale dans certains cas
- Plus efficace et plus rapide

Perspectives

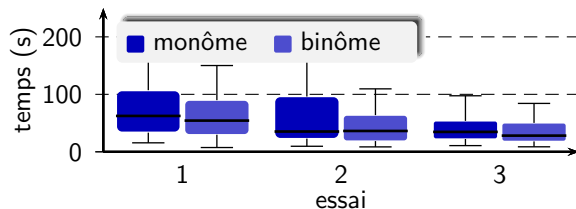
Plus loin dans l'étude du travail collaboratif...

- Collaboration distante
- Collaboration multi-experts
- Apprentissage en collaboration

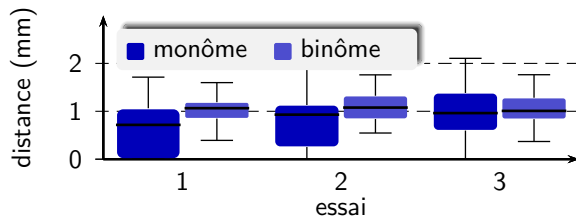
Comment expérimenter le travail collaboratif ?

- Comment mesurer les conflits de coordination et de communication ?
- Comment définir un protocole expérimental pour le collaboratif ?
- Comment mesure la charge de travail de chaque collaborateur ?

Apprentissage en collaboration



Temps de réalisation de la tâche



Espace de travail

Synthèse

Apprentissage plus rapide permet une amélioration des performances

Synthèse

Un grand espace de travail est rapidement couvert par les binômes

Perspectives

Plus loin dans l'étude du travail collaboratif...

- Collaboration distante
- Collaboration multi-experts
- Apprentissage en collaboration

Comment expérimenter le travail collaboratif ?

- Comment mesurer les conflits de coordination et de communication ?
- Comment définir un protocole expérimental pour le collaboratif ?
- Comment mesure la charge de travail de chaque collaborateur ?

12 publications internationales

4 journaux internationaux avec comité de relecture

GIRARD, Adrien, Mehdi AMMI, **Jean Simard** et Malika AUVRAY (2012a). « Collaborative metaphor for haptic designation in complex 3D environments ». Dans : *Transaction on Haptics*. (**soumis**).

Simard, Jean, Mehdi AMMI et Malika AUVRAY (2012b). « Collaborative strategies for 3D targets search during the molecular design process ». Dans : *Transaction on Systems, Man and Cybernetics*. (**accepté**).

Simard, Jean, Mehdi AMMI et Anaïs MAYEUR (2012c). « Comparative study of the bimanual and collaborative modes for closely coupled manipulations ». Dans : *International Journal of Human-Computer Studies*. (**accepté**).

Simard, Jean et Mehdi AMMI (11/2011a). « Haptic interpersonal communication : gesture coordination for collaborative virtual assembly task ». Dans : *Springer on Virtual Reality*, pages 1–14.

8 conférences internationales avec comité de relecture

GIRARD, Adrien, Mehdi AMMI, **Jean Simard** et Malika AUVRAY (2012b). « Improvement of collaborative selection in 3D complex environments ». Dans : *Haptics Symposium*.

Simard, Jean et Mehdi AMMI (06/2012a). « Haptic communication tools for collaborative deformation of molecules ». Dans : *Proceedings of Eurohaptics*. (**soumis**).

Simard, Jean, Mehdi AMMI et Anaïs MAYEUR (2012d). « How to improve group performances on collocated synchronous manipulation tasks? » Dans : *International Symposium on Haptic Audio-Visual Environments and Games (IEEE HAVE)*. (**en cours de soumission**).

Simard, Jean, Mehdi AMMI et Anaïs MAYEUR (09/2011b). « How to improve group performances on collocated synchronous manipulation tasks? » Dans : *Proceedings of Joint Virtual Reality Conference (JVRC-EGVE)*.

Simard, Jean et Mehdi AMMI (09/2010a). « Gesture coordination in collaborative tasks through augmented haptic feedthrough ». Dans : *Proceedings of Joint Virtual Reality Conference (JVRC-EGVE)*, pages 43–50.

Simard, Jean, Mehdi AMMI et Malika AUVRAY (11/2010b). « Closely coupled collaboration for search tasks ». Dans : *Proceedings of the 17th ACM symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST)*, pages 181–182.

Simard, Jean, Mehdi AMMI et Malika AUVRAY (09/2010c). « Study of synchronous and collocated collaboration for search tasks ». Dans : *Proceedings of Joint Virtual Reality Conference (JVRC-EGVE)*, pages 51–54.

Simard, Jean, Mehdi AMMI, Flavien PICON et Patrick BOURDOT (05/2009). « Potential field approach for haptic selection ». Dans : *Proceedings of Graphics Interface (GI)*, pages 203–206.

Questions

Merci pour votre attention