



HAL
open science

ALBATROS, un environnement informatique support à l'activité d'organisation dans un challenge pédagogique collectif

Patrice Moguel

► **To cite this version:**

Patrice Moguel. ALBATROS, un environnement informatique support à l'activité d'organisation dans un challenge pédagogique collectif. Autre [cs.OH]. Université de Grenoble, 2010. Français. NNT : . tel-00520344

HAL Id: tel-00520344

<https://theses.hal.science/tel-00520344>

Submitted on 22 Sep 2010

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.



UNIVERSITE DE GRENOBLE



*École Doctorale
Mathématiques, Sciences et Technologies de l'Information, Informatique*

École doctorale MSTII (Mathématiques,
Sciences et Technologie de l'Information, Informatique)

THÈSE

Pour l'obtention du grade de
Docteur de l'Université de Grenoble

Spécialité
Informatique

Présentée par
Patrice MOGUEL

**ALBATROS, un environnement informatique support à l'activité
d'organisation dans un challenge pédagogique collectif**

Directeur : Pierre TCHOONIKINE
Co-directeur : André TRICOT

Soutenue le 4 juin 2010

JURY

Pierre DILLENBOURG (Rapporteur)
Serge GARLATTI (Rapporteur)
Laurent BESACIER (Président)
Mireille BÉTRANCOURT (Examineur)
Pierre TCHOONIKINE (Directeur)
André TRICOT (Co-directeur)

RÉSUMÉ

Notre recherche concerne les domaines des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) et du CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) et en particulier les situations de résolution collaborative de problème supportées informatiquement en synchrone et à distance.

Nous avons considéré ces situations comme des situations de « travail collectif » telles que définie dans le CSCW (Computer Supported Cooperative Work), les apprenants étant mutuellement dépendants dans leur travail. Ces situations exigent de la part des apprenants, une activité de niveau supérieur visant à articuler leurs activités respectives. Il s'agit d'une structure abstraite qui émerge au cours de l'activité. Elle est évolutive et n'est pas prévisible. Ce concept d'auto-organisation peut être généralisé aux situations où un groupe d'apprenants doit réaliser une activité collective dont le processus n'est pas complètement prédéterminé. En particulier, dans le cas des situations qui mettent en jeu un challenge (ou défi) collectif. La prise en compte de ces dimensions organisationnelles est une question essentielle car elles ont un impact sur le processus global et elles conduisent les apprenants à s'engager dans des interactions productives de connaissances (par exemple, l'établissement d'un terrain d'entente, la planification, la résolution de conflit ou la régulation mutuelle, etc.).

L'objectif de cette thèse est (1) de comprendre les éléments liés à l'organisation qu'il est important de supporter et (2) de concevoir un environnement informatique proposant (i) de supporter l'activité d' (auto)-organisation d'apprenants engagés dans un challenge pédagogique collectif et (ii) des moyens pour détecter et interpréter cette activité d'organisation afin de permettre à un tuteur de la supporter. A cette fin, nous avons supposé (1) qu'il était possible d'amener des apprenants engagés dans une activité collective à travailler explicitement sur l'organisation en leur proposant un problème, un scénario et des outils appropriés et (2) qu'il était possible de détecter, d'interpréter et d'agir dynamiquement sur l'activité d'organisation des apprenants.

Les résultats de nos travaux de recherche nous permettent de proposer :

1. Une interprétation d'un modèle théorique (celui de Bardram [Bardram 98], issu du CSCW) en termes d'organisation et une instanciation de ce modèle, le modèle ALBATROM, dans le cas d'un challenge pédagogique collectif.
2. Un environnement informatique, ALBATROS et des outils spécifiques (COCOON et COCOOP) conçus en accord avec notre modèle ALBATROM. Ce système permet à des apprenants de résoudre collectivement un problème basé sur un défi. Il facilite l'explicitation de leur organisation tout en proposant les moyens de la faire évoluer dynamiquement au cours de l'action.
3. Une grille d'analyse qui a été élaborée en correspondance avec notre modèle et qui permet une meilleure compréhension de ce que font les apprenants en termes d'organisation. Cette grille permet une identification et une compréhension des moments critiques (pannes et changements de niveau dans l'organisation). Ceci afin de mettre à la disposition d'un éventuel tuteur des signaux visibles, interprétables selon notre modèle, utiles à son intervention.
4. L'analyse des résultats d'une expérimentation réalisée à partir de notre grille de codage et qui a pour objet de mesurer l'effet de notre système sur (1) l'organisation des apprenants, (2) sur la détection de cette organisation, et secondairement, (3) sur la résolution du problème et (4) sur la motivation des apprenants.
5. Un outil de gestion et de visualisation dynamique des traces pertinentes de l'activité d'organisation des apprenants présentes dans notre système permettant d'envisager un futur support semi-automatique de cette activité.

MOTS CLES : EIAH, CSCL, activité d'organisation, challenge collectif.

ABSTRACT

Our research concerns the fields of EIAH (Computer Environment for Human Learning) and CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) and particularly the situations of collaborative problem solving supported by computer synchronous and distance.

We have considered these situations of "collective work" as defined in the CSCW (Computer Supported Cooperative Work): learners are reciprocally dependent in their work.

These situations require the learners a higher level of activity designed at articulating their respective activities. This is an abstract structure that emerges during the activity. It is progressive and is not predictable. This concept of self-organization can be generalized to situations where a group of learners must achieve a collective activity in which the process is not completely predetermined: in particular is the case of situations that involves a collective challenge. Taking account of these organizational dimensions is a key issue because they have an impact on the overall process and they lead the learners to engage in productive interaction skills (eg, establishment of common ground, planning, conflict resolution or mutual regulation, etc.).

The goal of this thesis is (1) to understand the issues associated with the organization that it is important to support and (2) develop an environment offering (i) to hold the activity of (auto) - organization of learners engaged in a pedagogic collective challenge and (ii) means to detect and interpret how this activity is organized in order for a tutor to support the organization. To this end, we assumed (1) it was possible to get learners engaged in a collective activity to work explicitly on the organization by providing a problem, a scenario and the appropriate tools and (2) that it was possible to detect, interpret and act dynamically on the organizing activity of the learners.

The results of our research allow us to provide:

1- An interpretation of a theoretical model (the Bardram's model, derived from the CSCW) in terms of organization and an instantiation of this model, the model ALBATROM, in the case of a pedagogic collective challenge.

2- A computing environment, ALBATROS and specific tools (COCOON and COCOOP) designed in accordance with our ALBATROM model. This system allows learners to collectively solve a problem based on a challenge. It facilitates the explication of their organization while providing the means to scale dynamically in action

3. An analytical framework that was developed in correspondence with our model and allows a better understanding of what the learners are doing in terms of organization. This grid allows identification and understanding of critical moments (errors and changes of level in the organization). This is to make available to a possible guardian signals visible, interpretable according to our model, useful for their intervention.

4. The analysis of the results of an experiment conducted using our coding scheme, which aims to measure the effect of our system (1) the organization of learners, (2) the revealing of this organization, and secondarily (3) the resolution of the problem and (4) the motivation of the learners.

5. A management tool and a dynamic visualization of relevant traces of the activity organization of learners present in our system allow us to consider a future semi-automatic support of this activity

KEYWORDS: CSCL, organization activity, collective challenge.

REMERCIEMENTS

Je n'ai pas de mots assez justes pour remercier Pierre Tchounikine, mon directeur de thèse, professeur d'informatique au LIG (Université Joseph Fourier, Grenoble 1), qui m'a encadré et accompagné tout au long de cette thèse d'une façon magistrale. Que ce soit au niveau scientifique ou humain, c'est un grand privilège d'avoir pu passer ces quelques années en sa compagnie. Je te suis reconnaissant d'avoir eu confiance en moi et d'avoir toujours été juste dans nos nombreux échanges. Merci pour tout, Pierre !

Je remercie André Tricot, mon co-directeur de thèse, professeur de psychologie cognitive au LTC (Université du Mirail, Toulouse 2), de m'avoir aidé à percevoir les aspects psychologiques de ce travail de thèse. J'ai passé de bons moments à discuter et à travailler avec lui dans une ambiance toujours conviviale. Tes encouragements m'ont souvent permis de me mettre au travail avec plaisir. Merci André !

Je tiens aussi à remercier Pierre Dillenbourg, professeur d'informatique au CRAFT (Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, EPFL) et Serge Garlatti, directeur d'étude à l'Institut Telecom (Telecom Bretagne), de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être rapporteurs de cette thèse.

Je remercie également Laurent Besacier, professeur d'informatique au LIG (Université Joseph Fourier, Grenoble 1), d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance de thèse et Mireille Bétrancourt, professeure en technologies de l'information et processus d'apprentissage à la TECFA (Université de Genève), d'avoir accepté de faire partie de mon jury.

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres de l'équipe Metah, en particulier, ceux que j'ai rencontrés à plusieurs reprises et qui m'ont toujours accueilli et soutenu comme l'un des leurs.

Merci à mes camarades de promotion du Master CHM-IE du LIUM au Mans et, en particulier, Hassina El-Kechai, Djilali Benmahamed et Damien Fumey.

Une pensée toute particulière pour Margarida Romero, ma camarade de thèse. Nos parcours de master et de thèse avaient de nombreux points communs. C'était rassurant de ne pas se sentir le seul dans cette situation.

Je remercie Christophe Romano pour m'avoir fait prendre conscience du chemin sur lequel je devais m'engager.

Je remercie aussi les 28 élèves de premières et terminales scientifiques (en 2007 et 2008) du lycée Comte de Foix en Andorre qui ont accepté de donner 3 à 4 h de leur temps libre pour me permettre de réaliser les différentes expérimentations de cette thèse. Leur gentillesse et leur volonté de réussir le défi proposé m'ont agréablement surpris. Mes remerciements vont aussi à José Santamarta, proviseur du lycée Comte de Foix, pour son attitude positive envers mon travail.

Un grand merci à mes parents qui m'ont soutenu pendant toute la durée de cette thèse au point d'en parler comme de « notre » thèse ainsi qu'à mes frères.

Je remercie spécialement ma sœur, Béatrice, pour la relecture attentive de cette thèse. Tes encouragements m'ont beaucoup aidé tout au long de cette thèse.

Je remercie tendrement Alexandre, mon fils, d'avoir compris, malgré son jeune âge, à quel point ce travail était important pour moi. Je m'excuse pour tous les moments que je n'ai pas pu passer en ta compagnie.

Je remercie « amicalement » Line, une amie bien compréhensive, pour m'avoir aidé à supporter les difficiles moments de fin de thèse.

Enfin, je remercie toutes les personnes (nombreuses) que je n'ai pas citées et qui, à un moment ou à un autre, m'ont donné l'envie et la force de continuer.

TABLE DES MATIERES

TABLES DES FIGURES	13
TABLE DES TABLEAUX.....	15
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	17
1.1 CONTEXTE GÉNÉRAL DES TRAVAUX.....	17
1.2 PROBLÉMATIQUE	18
1.2.1 HYPOTHÈSES	18
1.2.2 OBJECTIF DE LA RECHERCHE	18
1.3 MÉTHODOLOGIE	18
1.4 RÉSULTATS DE LA RECHERCHE	20
1.4.1 NATURE DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE	20
1.4.2 ASPECTS GÉNÉRAUX ET GÉNÉRIQUES DES RÉSULTATS.....	20
1.4.3 TYPES DE VALIDATION DES RÉSULTATS.....	21
1.4.4 ANALYSE DES RÉSULTATS ET DE LA RECHERCHE.....	21
1.5 PLAN DE LA THÈSE.....	22
CHAPITRE 2 : EIAH, CSCL ET TROIS APPROCHES POUR LA COLLABORATION.....	25
INTRODUCTION DU CHAPITRE 2.....	25
2.1 EIAH	27
2.2 CSCL.....	28
2.3 TROIS APPROCHES ET LEUR CARACTÉRISTIQUE DOMINANTE	29
2.3.1 LES SCRIPTS CSCL	29
2.3.2 LA RÉOLUTION COLLABORATIVE DE PROBLÈME.....	30
2.3.3 LES CHALLENGES COLLECTIFS.....	31
2.3.4 LA CARACTÉRISTIQUE DOMINANTE DE CHAQUE APPROCHE.....	31
2.3.4.1 Les scripts et le guidage	32
2.3.4.2 La résolution collective de problème et les processus métacognitifs	32
2.3.4.3 Les challenges et la motivation	34
2.4 CHOIX D'UNE APPROCHE CSCL BASÉ SUR L'ORGANISATION	35
CHAPITRE 3 : CSCW ET ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	37
INTRODUCTION DU CHAPITRE 3.....	37
3.1 ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	39
3.1.1 NOTION D'ORGANISATION EN CSCW	39
3.1.2 CONCEPTS LIÉS À LA NOTION D'ORGANISATION	39
3.1.2.1 S'organiser, c'est « articuler ».....	39
3.1.2.2 S'organiser, c'est se « coordonner ».....	40
3.1.2.3 S'organiser, c'est « planifier ».....	41
3.1.2.4 S'organiser, c'est « adopter une division du travail ».....	42
3.1.2.5 S'organiser, c'est « réguler ».....	42
3.2 EXEMPLES DE TRAVAUX EN CSCW.....	43
3.2.1 MODÈLE 1 : LE MÉTA-MODÈLE DE DÉFINITION DE PROCESSUS DE LA WfMC	43
3.2.1.1 WfMC et Workflows.....	43
3.2.1.2 L'organisation dans les workflows.....	44
3.2.2 MODÈLE 2 : LE MÉTA-MODÈLE DE DARE	45
3.2.2.1 Origine du méta-modèle.....	45
3.2.2.2 DARE et l'activité d'organisation	46
3.2.3 MODÈLE 3 : INTRODUCTION AU MODÈLE DE BARDRAM.....	47
3.2.3.1 Un problème persistant dans le CSCW	47
3.2.3.2 La non prise en compte des pannes dans le travail coopératif.....	48
3.2.3.3 L'origine du modèle de Bardram.....	48

3.3 THÉORIE DE L'ACTIVITÉ, MODÈLE DE BARDRAM ET CSCW	49
3.3.1 CONCEPTS DE BASE	49
3.3.1.1 Structure de base de l'activité.....	49
3.3.1.2 Concept d'activité fondamentalement social.....	49
3.3.1.3 Médiation de l'activité par l'outil.....	50
3.3.1.4 Structure hiérarchique à trois niveaux de l'activité	51
3.3.2 MODÈLE DE BARDRAM.....	52
3.3.2.1 Les trois niveaux de l'activité selon Bardram	52
3.3.2.2 Les transformations dynamiques entre les niveaux	54
3.3.3 LE SUPPORT SELON LES TROIS NIVEAUX EN CSCW (KUUTTI).....	56
CHAPITRE 4 : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE	57
INTRODUCTION DU CHAPITRE 4.....	57
4.1 PROBLÉMATIQUE	59
4.1.1 CONTEXTE DES TRAVAUX.....	59
4.1.2 OBJECTIF GÉNÉRAL DES TRAVAUX	60
4.1.3 CONTEXTE D'ÉTUDE : LES PROBLÈMES DE TYPE « CHALLENGE ».....	60
4.1.4 OBJECTIFS DÉTAILLÉS DES TRAVAUX	61
4.2 MÉTHODOLOGIE ET ÉTAPES DE LA RECHERCHE	62
CHAPITRE 5 : APPLICATION SUPPORT CHOISIE : « LA COURSE SANS GAGNANT »	67
INTRODUCTION DU CHAPITRE 5.....	67
5.1 DESCRIPTION DE LA SIMULATION.....	69
5.2 LE DÉFI	70
5.3 ANALYSE DE LA TÂCHE ET DÉFINITION D'UN MODÈLE DE RÉFÉRENCE.....	70
5.3.1 PHASE 1 : LA PRÉPARATION DES DONNÉES	70
5.3.2 PHASE 2 : LE LANCEMENT DU DÉFI	72
5.3.3 PHASE 3 : LE RÉSULTAT DU DÉFI	73
5.4 LE « CHALLENGE PÉDAGOGIQUE COLLECTIF » ET SON SCÉNARIO	74
5.5 ANALYSE DU DÉFI, DE SON SCÉNARIO ET DES ENJEUX PÉDAGOGIQUES.....	75
5.5.1 ADÉQUATION DU DÉFI ET DU SCÉNARIO À L'ÉTUDE DES PROBLÉMATIQUES ENVISAGÉES.....	75
5.5.2 ANALYSE DES ENJEUX PÉDAGOGIQUES	76
CHAPITRE 6 : EXPÉRIENCE EXPLORATOIRE	77
INTRODUCTION DU CHAPITRE 6.....	77
6.1 INTRODUCTION.....	79
6.2 MÉTHODE	79
6.3 RÉSULTATS OBSERVÉS	80
6.4 DISCUSSION	85
CHAPITRE 7 : ALBATROM, UN MODÈLE DYNAMIQUE DE L'ACTIVITÉ D'ORGANISATION DE LA RÉOLUTION COLLECTIVE DE PROBLÈME.....	87
INTRODUCTION DU CHAPITRE 7.....	87
7.1 ORIGINE ET OBJECTIFS DU MODÈLE	89
7.2 UN MODÈLE DYNAMIQUE DE L'ORGANISATION DE LA RÉOLUTION COLLECTIVE DE PROBLÈME	90
7.2.1 LE NIVEAU CO-CONSTRUCTION.....	92
7.2.2 LE NIVEAU CO-OPÉRATION.....	95
7.2.3 LE NIVEAU CO-ORDINATION	99
7.2.4 LES PANNES	102
7.2.5 LES TRANSITIONS DYNAMIQUES	104
7.2.6 LES NIVEAUX, LES PANNES, LES TRANSITIONS ET LE TUTEUR.....	105
7.3 BRÈVE ANALYSE ET PREMIÈRES DIRECTIVES DE CONCEPTION	106
7.3.1 BRÈVE ANALYSE DE L'EXPÉRIENCE EXPLORATOIRE PAR RAPPORT AU MODÈLE	106
7.3.2 LEÇONS RETENUES POUR LA CONCEPTION D'UN SYSTÈME	106

CHAPITRE 8 : ALBATROS, UN ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE SUPPORT À L'ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	109
INTRODUCTION DU CHAPITRE 8.....	109
8.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SYSTÈME ALBATROS	111
8.1.1 VISION GÉNÉRALE DU SYSTÈME ET SCÉNARIO EN PAGE D'ACCUEIL	111
8.1.2 PAGE D'INTRODUCTION	112
8.1.3 ÉTAPE 1, PHASE 1A : ÉLABORATION COLLECTIVE D'UN TABLEAU DE DONNÉES	115
8.1.4 ÉTAPE 1, PHASE 1B : ORGANISATION ET RÉOLUTION COLLECTIVE AVANT LE CHALLENGE	117
8.1.5 ÉTAPE 2, PHASE 2A ET 2B	118
8.2 LOGIQUE D'UTILISATION DES OUTILS PAR LES APPRENANTS	119
8.2.1 INTRODUCTION	119
8.2.2 COCOON : UN OUTIL DE CO-CONSTRUCTION	119
8.2.2.1 Vue générale de l'outil COCOON.....	119
8.2.2.2 Description de l'interface et de l'utilisation de l'outil COCOON	120
8.2.2.3 Diagramme de séquence du scénario d'ajout et de modification d'une ligne.....	122
8.2.3 COCOOP : UN OUTIL DE Co-ORDINATION ET CO-OPÉRATION	123
8.2.3.1 Vue générale de l'outil COCOOP	123
8.2.3.2 Description de l'interface de COCOOP en mode Organisation	124
8.2.3.3 Utilisation de l'outil COCOOP en mode Organisation	125
8.2.3.4 Description de l'interface de COCOOP en mode Exécution.....	126
8.2.3.5 Utilisation de l'outil COCOOP en mode Exécution	127
8.2.3.6 Diagramme de séquence d'un scénario d'utilisation de l'outil COCOOP.....	128
8.3 CORRESPONDANCE MODÈLE/OUTILS.....	130
8.3.1 LE SYSTÈME ET LES TROIS NIVEAUX DU MODÈLE.....	131
8.3.1.1 Le niveau Co-construction avec les outils COCOON et COCOOP	131
8.3.1.2 Le niveau Co-opération avec l'outil COCOOP	132
8.3.1.3 Le niveau Co-ordination avec l'outil COCOOP.....	133
8.3.2 LES TRANSITIONS ENTRE LES NIVEAUX.....	133
8.3.3 DÉTECTER LES PANNES	135
8.4 ARCHITECTURE DU SYSTÈME.....	136
8.4.1 ARCHITECTURE GÉNÉRALE	136
8.4.2 INTERFAÇAGE FLASH™, PHP ET XML	136
8.4.3 COMMUNICATIONS SYNCHRONES : SERVEUR SOCKET PHP, FLASH™ ET XML	137
8.4.4 CHOIX ET PROBLÈMES DE CONCEPTION DU SYSTÈME.....	138
8.4.4.1 Choix et problèmes au niveau technologique	138
8.4.4.2 Choix et problèmes au niveau de la correspondance entre le modèle et le système	140
8.5 TEST D'UTILISABILITÉ	140
8.5.1 INTRODUCTION	140
8.5.2 CONDITION DE L'EXPÉRIMENTATION	140
8.5.3 DISCUSSION ET AMÉLIORATIONS PRINCIPALES DU SYSTÈME.....	141
CHAPITRE 9 : GRILLE DE CODAGE ET EXPÉRIMENTATION.....	143
INTRODUCTION DU CHAPITRE 9.....	143
9.1 GRILLE DE CODAGE.....	145
9.1.1 ORIGINE DE LA GRILLE	145
9.1.2 DESCRIPTION ET UTILISATION DE LA GRILLE	145
9.1.2.1 La grille et les niveaux	145
9.1.2.2 La grille et les transitions	147
9.1.2.3 La grille et les pannes	147
9.2 EXPÉRIMENTATION.....	149
9.2.1 CONTEXTE	149
9.2.2 MISE EN PLACE DE L'EXPÉRIMENTATION	150
9.2.2.1 Objectifs	150

9.2.2.2 Hypothèses	150
9.2.2.3 Méthode.....	150
9.2.3 RÉSULTATS.....	157
9.2.3.1 Vision générale des 6 sessions	157
9.2.3.2 Activité d'organisation (niveaux, transitions et pannes)	161
9.2.3.3 Résolution du problème.....	166
9.2.3.4 Messages échangés.....	166
9.2.3.5 Résultats du questionnaire SAL sur la motivation	166
9.2.4 DISCUSSION.....	167
9.2.4.1 Niveaux	167
9.2.4.2 Transitions et support	170
9.2.4.3 Pannes et support.....	171
9.2.4.4 Effets de l'utilisation du système.....	174
9.2.4.5 Remarques complémentaires	177
9.2.5 BILAN.....	177
CHAPITRE 10 : ÉTUDE EXPLORATOIRE DE LA DÉTECTION AUTOMATIQUE DE L'ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	179
INTRODUCTION DU CHAPITRE 10.....	179
10.1 INTRODUCTION.....	181
10.1.1 OBJECTIFS GÉNÉRAUX	181
10.1.2 TRAVAUX RÉALISÉS.....	181
10.2 PRINCIPE GÉNÉRAL DU TRAÇAGE	181
10.2.1 TRACES RÉCUPÉRÉES.....	181
10.2.2 STRUCTURE GÉNÉRALE D'UNE TRACE RÉCUPÉRÉE.....	183
10.2.3 GESTION D'UNE TRACE	184
10.3 VISUALISATION SYNTHÉTIQUE DE L'ACTIVITÉ DES APPRENANTS	186
10.4 ÉVALUATION DES POSSIBILITÉS D'ANALYSE AUTOMATIQUE.....	187
10.4.1 FUSION DES GRILLES (NIVEAUX ET PANNES)	187
10.4.2 IDENTIFICATION DES ÉVÉNEMENTS INFORMATIQUES PERTINENTS	187
10.4.3 ANALYSE D'UNE SIMULATION DE DÉTECTION AUTOMATIQUE DE TRANSITIONS.....	189
10.5 BILAN DU TRAVAIL EXPLORATOIRE.....	190
CHAPITRE 11 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	193
11.1 CONCLUSIONS.....	193
11.1.1 NATURE DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE	193
11.1.2 ASPECTS GÉNÉRAUX ET GÉNÉRIQUES DES RÉSULTATS.....	194
11.1.3 TYPES DE VALIDATION DES RÉSULTATS	194
11.1.4 ANALYSE DES RÉSULTATS ET DE LA RECHERCHE.....	195
11.2 PERSPECTIVES.....	197
BIBLIOGRAPHIE.....	199
ANNEXE A : QUESTIONNAIRE (PRÉ TEST, POST TEST)	207
ANNEXE B : FICHIER EXCEL CODAGE GROUPE 3	211

TABLES DES FIGURES

Figure 1 : Relation entre les concepts de base des Workflows (traduction d'après [WfMC 99a])	43
Figure 2 : Méta-modèle de définition de procédure de la WfMC [WfMC 99a].....	44
Figure 3 : Exemple d'un modèle de l'organisation proposé par la WfMC [WfMC 99a].....	45
Figure 4 : Modèle conceptuel d'une activité dans DARE [Bourguin 00]	46
Figure 5 : Le méta-modèle de DARE [Bourguin 00].....	47
Figure 6 : Structure hiérarchique à trois niveaux de l'activité (Théorie de l'Activité et Bardram).....	48
Figure 7 : La structure de base de l'activité humaine médiatisée.....	49
Figure 8 : La structure basique d'une activité selon Engeström [Engeström 87].....	50
Figure 9 : Structure hiérarchique à trois niveaux de la Théorie de l'Activité [Bardram 98a]	51
Figure 10 : Structure hiérarchique à trois niveaux selon Bardram [Bardram 98a].....	52
Figure 11 : La dynamique du travail coopératif [Bardram 98a].....	54
Figure 12 : La simulation « La course sans gagnant » avec affichage de l'aide	69
Figure 13 : Listes des Tâches à effectuer avant le défi.....	71
Figure 14 : Liste des tâches et des sous-tâches à effectuer pour le défi	72
Figure 15 : Le tuteur a placé la voiture n° 2 et les apprenants les voitures n° 0 et n° 1	73
Figure 16 : Exemple d'arrivée en cas de réussite du défi (à gauche) et d'échec (à droite)	73
Figure 17 : Groupe 1	81
Figure 18 : Tableau de données commun Groupe 1.....	82
Figure 19 : Groupe 2	82
Figure 20 : Compréhension partagée du défi par le groupe 1	83
Figure 21 : Organisation explicite du groupe 1 pour le défi (les noms ont été modifiés)	83
Figure 22 : Compréhension partagée du défi par le groupe 2	84
Figure 23: Défi réussi.....	84
Figure 24: Défi échoué.....	84
Figure 25 : Cadre Théorique du modèle dynamique de l'activité d'organisation	89
Figure 26 : Un modèle dynamique de l'activité d'organisation de la résolution collective de problème	91
Figure 27 : Illustration d'un exemple de résultat d'un travail de niveau Co-construction en début de résolution	94
Figure 28 : Réponses des apprenants du groupe 1 à la question 1	94
Figure 29 : Modèle de résolution des apprenants du groupe 1	95
Figure 30 : Illustration d'un exemple de résultat d'un travail de niveau Co-opération dans l'étape 1.....	97
Figure 31 : Explicitation de l'organisation adoptée par le groupe 1.....	98
Figure 32 : Résultat du travail de niveau Co-opération du groupe 1 pour l'étape 2 (« Pendant le défi »)	99
Figure 33 : Le tableau de données du groupe 1.....	101
Figure 34 : Groupe 1	101
Figure 35 : Diagramme global UML simplifié de la navigation de l'apprenant dans le système	111
Figure 36 : Écran d'accueil du système présentant le scénario général	112
Figure 37 : Aperçu de la page d'introduction complète	113
Figure 38 : Page d'introduction (Haut de la page) avec une vidéo explicative du défi.....	113
Figure 39 : Page d'introduction (Milieu de la page) avec une vidéo explicative de l'outil COCOON.....	114
Figure 40 : Page d'introduction (Bas de la page) avec une vidéo explicative de l'outil COCOOP	114
Figure 41 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1A, HAUT de la page	115
Figure 42 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1A, MILIEU de la page	116
Figure 43 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1A, BAS de la page.....	116
Figure 44 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1B, HAUT de la page	117
Figure 45 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1B, BAS de la page avec l'outil COCOOP (Organisation).....	118
Figure 46 : Schéma descriptif UML de l'outil COCOON.....	119
Figure 47 : Interface de l'outil COCOON.....	120
Figure 48 : Outil de vote	121
Figure 49 : Zone du réseau.....	121

Figure 50 : Diagramme de séquence d'un exemple d'utilisation de l'outil COCOON	122
Figure 51 : Exemple de tableau de données en situation réelle	123
Figure 52 : Schéma descriptif UML de l'Outil COCOOP	124
Figure 53 : Vote Changement de Mode	124
Figure 54 : Vue d'ensemble de l'interface Outil COCOOP en Mode Organisation	125
Figure 55 : Interface Outil COCOOP, début d'organisation explicite	126
Figure 56 : Vue d'ensemble de l'interface de l'Outil COCOOP en Mode Exécution.....	127
Figure 57 : Interface Outil COCOOP, un tableau pour exécuter l'organisation.....	128
Figure 58 : Diagramme de séquence en UML 2 d'un scénario d'utilisation de l'outil COCOOP	129
Figure 59 : Aperçu de la correspondance entre notre modèle et nos deux outils	130
Figure 60 : La ligne à remplir et un extrait du tableau de données	131
Figure 61 : Exemple de Co-construction avec l'outil COCOOP en mode Exécution.....	132
Figure 62 : Organisation adoptée explicitement par les apprenants avec COCOOP en mode Organisation	132
Figure 63 : Organisation adoptée exécutée par les apprenants avec COCOOP en mode Exécution	133
Figure 64 : Architecture Générale clients serveur en FLASH™, PHP et XML.....	136
Figure 65 : Communication non persistante : interfaçage FLASH™, PHP et XML	137
Figure 66 : Exemple de communication synchrone FLASH™, serveur socket et script PHP	138
Figure 67 : Estefania a voté.....	139
Figure 68 : Cristina a voté	139
Figure 69 : Soraya n'a pas voté.....	139
Figure 70 : Vue apprenant 1	139
Figure 71 : Vue apprenant 2	139
Figure 72 : Vue apprenant 3.....	139
Figure 73 : Les apprenants en salle informatique.....	140
Figure 74 : Résumé des 6 sessions des groupes avec outils et groupes sans outil	158
Figure 75: Résumé par groupe des 6 sessions, groupes avec outils et groupes sans outil.....	159
Figure 76 : Lignes dans le tableau de données, outil COCOON, groupe 3, niveau Co-construction (Phase 1A)	167
Figure 77 : Extrait du Tableau de l'outil COCOOP en mode organisation en fin d'épisode 7, groupe 3	168
Figure 78 : Extrait du Tableau de l'outil COCOOP en mode exécution en fin d'épisode 10, groupe 3	169
Figure 79 : Cellule mise à « OK » dans l'outil COCOOP en mode Organisation.....	184
Figure 80 : Affichage d'une trace selon l'apprenant qui l'a émise dans notre outil.....	184
Figure 81 : Fenêtre d'affichage de toutes les traces reçues selon leur timing dans notre outil	184
Figure 82 : Exemple de fichier XML contenant les traces enregistrées	185
Figure 83 : Exemple de gestion d'une trace	185
Figure 84 : Interface de notre outil de gestion et visualisation de traces.....	186
Figure 85 : Indicateur d'utilisation simultanée d'un même outil	197
Figure 86 : Indicateur d'un symptôme de panne possible	198

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Une typologie des EIAH selon huit fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques principales.....	28
Tableau 2 : Éléments favorisant une « expérience optimale » selon [Schneider & al. 03]	35
Tableau 3 : Une classification des différents types de support de base du travail coopératif inspiré de Kuutti	56
Tableau 4 : Exemple de tableau de données complet	71
Tableau 5 : Scénario du défi.....	74
Tableau 6 : Niveau Co-construction détaillé et instancié dans le cas de la course sans gagnant	93
Tableau 7 : Niveau Co-opération détaillé et instancié (colonnes B et D) dans le cas de la course sans gagnant ..	96
Tableau 8 : Niveau Co-ordination détaillé et instancié (colonnes B et D) dans le cas de la course sans gagnant	100
Tableau 9 : Le tableau de données de notre modèle de référence	101
Tableau 10 : Liens entre les transitions et les actions sur les interfaces du système	134
Tableau 11 : La grille de codage de l'activité d'organisation	146
Tableau 12 : La grille de codage des pannes dans l'activité d'organisation	148
Tableau 13 : Structuration des données dans un tableau Excel	152
Tableau 14 : Extrait d'un épisode de Co-construction avec codage, groupe 3, Phase 1A.....	153
Tableau 15 : Extrait d'un épisode de Co-opération avec codage, groupe 1, Phase 1B	154
Tableau 16 : Extrait d'un épisode de Co-ordination avec codage, groupe 1, Phase 1B, épisode 4	155
Tableau 17 : Extrait d'un échange au sujet de l'organisation pour le groupe 4 sans outil	155
Tableau 18 : Exemple de transition groupe 3, passage Co-ordination à Co-opération, épisode 6 à 7.....	156
Tableau 19 : Principales différences entre les groupes avec et sans outils.....	160
Tableau 20 : Durée des types de pannes et durée dans les niveaux sans pannes	161
Tableau 21 : Moyenne du temps passé en pannes ou sans pannes selon les niveaux.....	162
Tableau 22 : Comptabilisation des durées dans les niveaux sans pannes et utilisation des outils	162
Tableau 23 : Nombre de transitions selon les niveaux et nombre de votes	163
Tableau 24 : Liste des pannes pour les groupes avec outils	164
Tableau 25 : Liste des pannes pour les groupes sans outil	165
Tableau 26 : Comparaison de la réussite au défi final entre les groupes avec et sans outil	166
Tableau 27 : Nombre de messages émis pendant les 6 sessions	166
Tableau 28 : Résultats du questionnaire SAL sur la motivation [Marsh & al. 06].....	166
Tableau 29 : Traces récupérables dans les outils COCOON et COCOOP de l'activité d'organisation	182
Tableau 30 : Structure générale d'une trace.....	183
Tableau 31 : Liste des éléments « souhaitables » de l'activité d'organisation à détecter automatiquement	187
Tableau 32 : Interprétation possible des traces détectées automatiquement avec l'outil COCOON.....	188
Tableau 33 : Interprétation possible des traces détectées automatiquement avec l'outil COCOOP	189
Tableau 34 : Comparaison détection « manuelle » et simulation de détection automatique des transitions	190

Chapitre 1 : Introduction

1.1 Contexte général des travaux

Notre recherche concerne les domaines des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) et du CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) et en particulier, les situations de résolution collaborative de problème supportées informatiquement en synchrone et à distance.

L'apprentissage collaboratif émerge d'interactions productives de connaissances telles que la résolution de conflit, l'explication ou la régulation mutuelle [Dillenbourg & al. 07]. Afin d'augmenter la probabilité que de telles interactions se produisent, nous pouvons distinguer trois approches utilisées en CSCL qui sont susceptibles de favoriser ces interactions :

1. Les *scripts collaboratifs* qui proposent un guidage plus ou moins contraint de l'activité des apprenants afin de provoquer ces interactions.
2. Les *situations de résolution collective de problème* qui mettent en jeu ces interactions et engagent les apprenants dans des « processus métacognitifs » (planifier, réguler et évaluer).
3. Les problèmes posés sous forme de *challenges collectifs* qui mettent l'accent sur la motivation afin de provoquer ces interactions en augmentant fortement le degré d'implication des apprenants.

Ces trois approches collaboratives sont basées sur la « participation active » des apprenants (c'est-à-dire, *collaborer* pour résoudre le problème). Cette participation doit nécessairement être *organisée* d'une manière ou d'une autre.

Les scripts collaboratifs, les résolutions de problème et les challenges collectifs peuvent être considérés comme des cas particuliers de situations de *travail collectif* telles que définies dans le domaine du CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*), les apprenants étant mutuellement dépendants dans leur travail. Ces situations exigent de la part des apprenants, une activité de niveau supérieur visant à articuler leurs activités respectives.

Ce concept d'articulation des activités est mis en relief par Pierre Tchounikine dans le cas des situations d'apprentissages collaboratifs guidées par un script avec la notion d'« *auto-organisation* » des apprenants [Tchounikine 07]. Il s'agit d'une structure abstraite qui émerge au cours de l'activité. Elle est évolutive et n'est pas totalement prévisible.

Cette notion d'auto-organisation a un spectre d'application plus large que celui des scripts. Elle peut être généralisée aux situations où un groupe d'apprenants doit réaliser une activité collective dont le processus n'est pas complètement prédéterminé. En particulier, elle apparaît dans le cas des situations qui mettent en jeu un challenge collectif.

Dans les EIAH, la prise en compte de ces dimensions organisationnelles est une question essentielle car :

1. Elles ont un impact sur le processus global.
2. Elles conduisent les apprenants à s'engager dans des interactions productives de connaissances (l'établissement d'un terrain d'entente, la planification, la résolution de conflit, la régulation mutuelle, etc.).

1.2 Problématique

1.2.1 Hypothèses

Nous supposons :

1. Qu'il est possible d'amener des apprenants engagés dans une activité collective à travailler explicitement sur l'organisation en leur proposant un problème, un scénario et des outils appropriés.
2. Qu'il est possible de détecter, d'interpréter et d'agir dynamiquement sur l'activité d'organisation des apprenants :
 1. En étudiant à cet effet les caractéristiques de l'environnement informatique.
 2. En permettant à un tuteur de suivre l'activité et d'intervenir.

Nous nous sommes donc intéressés aux problèmes suivants :

1. Identifier un modèle qui nous permette de décrire et d'interpréter l'activité d'organisation des apprenants de manière dynamique.
2. Proposer une situation et un scénario de résolution collaborative de problème nécessitant une activité d'organisation de la part des apprenants.
3. Construire, en accord avec notre modèle, des outils informatiques spécifiques qui engagent les apprenants dans une activité explicite d'organisation et qui permettent de la détecter.
4. Réaliser une expérimentation afin d'évaluer l'impact de notre système sur l'organisation des apprenants et sur sa détection.
5. Donner les moyens à un tuteur de suivre et interpréter cette activité d'organisation et comprendre la façon dont le support de cette activité pourrait être mis en place.

1.2.2 Objectif de la recherche

Notre objectif de recherche vise à :

1. Comprendre les éléments liés à l'organisation qu'il est important de supporter.
2. Concevoir un environnement informatique qui propose :
 - Un support aux apprenants dans leur activité d'organisation.
 - Des moyens pour détecter et interpréter cette activité d'organisation afin de permettre à un tuteur de la supporter.

1.3 Méthodologie

Nos travaux nous ont amenés à l'élaboration d'un modèle dynamique de l'activité d'organisation d'apprenants engagés dans une résolution collective de problème, le modèle ALBATROM¹. Nous l'avons construit à partir d'un modèle existant, celui de Bardram, provenant du domaine du CSCW et fondé sur la Théorie de l'Activité. Comme Bardram, nous avons pris en compte la nature *dynamique* du travail coopératif et nous avons considéré les *pannes* dans le flux du travail comme des moments importants.

¹ Activity Levels Breakdowns And TRansitions based Organization Model

Pour étudier nos questions de recherche, il était important de disposer d'une situation non artificielle qui engage les apprenants dans une activité collective nécessitant de s'organiser explicitement. Parallèlement à l'élaboration du modèle ALBATROM, nous avons recherché et choisi une situation pédagogique qui satisfasse à la fois aux critères imposés par notre problématique (notamment, le fait que les apprenants doivent s'organiser pour résoudre collectivement le problème) et aux critères d'une situation d'apprentissage collaboratif. Nous avons choisi une situation de résolution collaborative de problème basé sur un défi. Ce dernier est présenté sous la forme d'une simulation informatique. Son objectif pédagogique est de développer des compétences dans l'élaboration et l'exécution de stratégies individuelles et collectives de résolution de problème en mathématiques. Cette situation est issue des travaux d'une communauté de pratique sur l'apprentissage interactif par la simulation en mathématiques et en physique [www Moisan].

La démarche de conception de notre environnement informatique a été une approche itérative comprenant plusieurs cycles d'analyse, modélisation, développement d'outils, expérimentation. Dans cette approche, nous avons pris en considération à la fois les aspects pédagogiques et technologiques tout au long de nos travaux.

La première version du système ALBATROS² a été réalisée en relation avec les résultats d'une expérience exploratoire. L'analyse de cette expérience a confirmé la pertinence de notre modèle ALBATROM et du choix de notre problème. Les apprenants s'étaient effectivement engagés dans une activité d'organisation de la résolution collective du problème et notre modèle ALBATROM nous a permis d'analyser et d'interpréter cette activité d'organisation.

La deuxième version du système a été mise au point après une évaluation empirique de l'utilisabilité du premier prototype. Cette expérience avait pour but principal de tester l'utilisabilité de deux outils (COCOON³ et COCOOP⁴) dédiés à l'activité d'organisation que propose notre système. Des modifications mineures dans le scénario et dans ces outils ont été effectuées à la suite à cette expérience.

Pour analyser l'activité d'organisation des apprenants et, en particulier, mettre en évidence les aspects dynamiques de cette organisation, nous avons élaboré une grille de codage basée sur notre modèle ALBATROM, nos objectifs de recherche, les caractéristiques techniques de notre système et sur les résultats de nos expériences précédentes (exploratoire et utilisabilité).

Afin d'évaluer l'impact de notre système sur l'organisation des apprenants, nous avons réalisé une expérimentation comparant trois groupes qui utilisaient notre système et trois groupes qui ne l'utilisaient pas. Deux objectifs secondaires de notre expérimentation étaient d'évaluer l'impact du système sur la motivation des apprenants et sur la réussite du défi proposé.

La correspondance entre notre cadre théorique, notre modèle de l'organisation, le système que nous avons conçu et la grille de codage nous a permis de caractériser l'activité d'organisation des apprenants dans les termes de notre modèle de l'organisation.

Cette correspondance et les résultats de notre expérimentation nous ont encouragés à envisager de donner les moyens à un tuteur de suivre, interpréter et de supporter cette activité d'organisation.

Ce travail exploratoire sur la façon dont il est possible d'aider le tuteur à percevoir l'activité d'organisation des apprenants a eu pour objet d'explorer quelques pistes dans la perspective d'un futur support semi-automatisé. En particulier, nous proposons un outil de détection et de présentation automatiques d'éléments de notre modèle de l'activité d'organisation que nous considérons comme pertinents pour ce support. Cette proposition marque la fin de nos travaux de recherche.

² Activity Levels Breakdowns And TRansitions based Organizational Support

³ CO-COstructiON

⁴ Co-Ordination CO-OPération

1.4 Résultats de la recherche

Nous présentons *succinctement* nos travaux de recherche sous la forme proposée par Platon-1⁵ [Tchounikine & al. 04]. Cette présentation a pour but de donner un aperçu général de l'ensemble de nos travaux de recherche. Nous reprendrons et détaillerons chacun des éléments de cette présentation (les paragraphes 1.4.2 à 1.4.4) dans la conclusion de ce document.

1.4.1 Nature des résultats de la recherche

Nous proposons :

6. Une interprétation d'un modèle théorique (le modèle de Bardram, issu du CSCW) en termes d'organisation et une instanciation de ce modèle, le modèle ALBATROM, dans le cas d'un challenge pédagogique collectif.
7. Un environnement informatique, ALBATROS, qui comprend notamment deux outils spécifiques (COCOON et COCOOP) conçus en accord avec notre modèle ALBATROM. Ce système permet à des apprenants de résoudre collectivement un problème basé sur un défi. Il facilite l'explicitation de leur organisation tout en proposant les moyens de la faire évoluer dynamiquement au cours de l'action.
8. Une grille d'analyse, qui a été élaborée en correspondance avec notre modèle, et qui permet une meilleure compréhension de ce que font les apprenants en termes d'organisation. Cette grille permet une identification et une compréhension des moments critiques (pannes et changements de niveau dans l'organisation). Elle donne la possibilité de mettre à la disposition d'un éventuel tuteur des signaux visibles, interprétables selon notre modèle, utiles à son intervention.
9. L'analyse des résultats d'une expérimentation réalisée à partir de notre grille de codage qui permet d'avoir une première mesure de l'effet de notre système sur (1) l'organisation des apprenants, (2) sur la détection de cette organisation, et secondairement, (3) sur la résolution du problème par les apprenants et (4) sur leur motivation.
10. Un outil de gestion et de visualisation dynamique des traces pertinentes de l'activité d'organisation des apprenants présentes dans notre système, qui permet d'envisager un futur support semi-automatique de cette activité.

1.4.2 Aspects généraux et génériques des résultats

1. Notre modèle ALBATROM n'est pas spécifique à la situation étudiée : il est donc possible d'étudier son extension à d'autres situations de résolution collective de problème en CSCL et en CSCW.
2. Notre modèle ALBATROM et nos grilles de codage ne sont pas spécifiques aux EIAH.
3. Nous pensons qu'il serait possible d'étudier la généralisation de notre travail à l'élaboration d'environnements informatiques où la planification de l'activité collective occupe une place importante.

⁵ Platon-1 est une synthèse des travaux menés par un groupe pluridisciplinaire dans le cadre de l'Action Spécifique « Fondements théoriques et méthodologiques de la conception des EIAH » du département STIC du CNRS [Tchounikine & al. 04].

1.4.3 Types de validation des résultats

1. Notre modèle de l'activité d'organisation de la résolution de problème a été implémenté sous la forme d'un système qui réifie ce modèle.
2. Les résultats d'une première expérimentation semblent montrer que notre système a bien un impact cohérent avec nos hypothèses.
3. Notre modèle et notre approche de son opérationnalisation ont permis la construction d'un outil de détection et de présentation automatiques des traces de l'activité d'organisation.

1.4.4 Analyse des résultats et de la recherche

Atteinte de nos objectifs de recherche

1. Nous avons pu comprendre les éléments liés à l'organisation qu'il était important de supporter (en particulier, les transitions entre les niveaux et les pannes).
2. L'environnement informatique que nous avons conçu aide effectivement à suivre et à comprendre l'activité d'organisation des apprenants.
3. La possibilité de détecter et de présenter automatiquement les traces pertinentes de l'activité d'organisation permet d'envisager un support semi-automatique de cette activité.

Limites de notre travail

1. Nous n'avons pas pu réaliser une expérimentation avec un nombre suffisant de groupes pour obtenir des résultats statistiquement significatifs.
2. Nous avons étudié le problème de l'interprétation automatique des traces de l'activité d'organisation et proposé quelques pistes mais nous ne l'avons pas abordé et traité en tant que tel.
3. Nous n'avons pas effectué l'analyse des besoins du tuteur (ce qui serait nécessaire pour aborder en tant que tel le problème consistant à lui proposer une interprétation des traces qui lui soient utiles).
4. L'utilisation de notre système semble avoir un effet positif sur la résolution mais nous n'avons pas mené les expérimentations qui permettraient de confirmer cette hypothèse.

Difficultés auxquelles nous avons été confrontés

1. La possibilité de disposer d'un nombre suffisant de groupes d'apprenants pour obtenir des résultats significatifs lors de notre expérimentation.
2. Les difficultés conceptuelles de la réification de notre modèle dans les outils de notre système.
3. D'un point de vue technique, le partage des interfaces en synchrone et le maintien de leur cohérence pendant toute la session.
4. La construction de notre grille d'analyse en raison des différents choix possibles pour les critères et sous critères qui la composent.
5. Le recueil, le traitement et l'interprétation des données des 18 sessions de notre expérimentation qui représentent un total de 54 h de vidéo.

Problèmes difficiles qu'il reste à traiter

1. La mise en place d'expérimentations dont la taille permettra de faire des statistiques inférentielles.
2. L'accès au contenu sémantique des messages de *Chat* qui permettrait de faciliter leur interprétation selon notre modèle.
3. La vérification de la pertinence de nos outils dans une situation différente de résolution de problème.
4. La détection automatique des pannes ou symptômes de pannes.
5. Le support à l'activité d'organisation par un tuteur.

1.5 Plan de la thèse

Ce **chapitre 1** introduit notre travail de recherche.

Dans le **chapitre 2**, nous mettons en place une partie de notre cadre théorique qui concerne le domaine des EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) et plus particulièrement le CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*). Nous présentons trois approches susceptibles de favoriser la collaboration (les scripts collaboratifs, la résolution collective de problème et les challenges collectifs). Nous montrons que chacune de ces approches possède une caractéristique dominante (respectivement, le guidage, les processus métacognitifs et la motivation). Enfin, nous nous intéressons aux dimensions de l'organisation dans ces trois situations de CSCL.

Dans le **chapitre 3**, nous nous intéressons à la notion d'organisation telle qu'elle est définie dans différents travaux du CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*). Nous énonçons quelques concepts liés à l'activité d'organisation afin de préciser comment nous interprétons cette notion. Nous décrivons ensuite trois modèles provenant du domaine du CSCW possédant des dimensions organisationnelles (WfMC, le modèle du projet DARE et le modèle de Bardram). Puis, nous présentons les principaux concepts de la Théorie de l'Activité nécessaires à la compréhension du modèle de Bardram que nous avons choisi d'utiliser. Finalement, nous décrivons le modèle de Bardram qui est à l'origine de notre modèle de l'activité d'organisation de la résolution collective de problème.

Le **chapitre 4** est consacré à l'explicitation de notre problématique de recherche et de la méthodologie que nous avons suivie. La méthodologie est présentée en lien avec les différentes étapes de la recherche. Dans ce chapitre, nous définissons la notion de « Challenge Pédagogique Collectif » correspondant à une situation pédagogique basée sur une résolution collective de problème où le problème se présente sous la forme d'un défi.

Dans le **chapitre 5**, nous présentons notre « Challenge Pédagogique Collectif » basé sur une simulation en FLASH™ appelée « la course sans gagnant ». Nous présentons son scénario et son adéquation, par les dimensions organisationnelles qu'il possède, avec notre problématique. Puis, nous décrivons le modèle de référence de la résolution de ce défi que nous avons établi. Pour construire ce modèle, nous avons pris en compte l'ensemble des tâches nécessaires à la résolution du défi ainsi que les aspects organisationnels de cette résolution.

Dans le **chapitre 6**, nous décrivons une expérience exploratoire et ses deux objectifs. Le premier était de vérifier si la situation de « Challenge Pédagogique Collectif » mise en place était suffisamment motivante pour que les apprenants s'investissent fortement dans la réussite du défi. Le deuxième était d'observer si et comment les apprenants allaient s'auto-organiser explicitement. Les résultats de cette expérimentation ont été utilisés comme guide pour l'élaboration et l'affinement de notre modèle de l'activité d'organisation ainsi que pour la conception de notre système informatique.

Dans le **Chapitre 7**, nous présentons notre modèle dynamique de l'activité d'organisation de la résolution collective de problème, le modèle ALBATROM. Ce modèle possède trois objectifs :

1. Décrire, interpréter et comprendre les phénomènes d'organisation et d'auto-organisation qui émergent lorsque des apprenants sont engagés dans une résolution collective de problème.
2. Servir de base à la conception d'un environnement informatique support à l'activité d'organisation et à la résolution de ce challenge collectif.
3. Aider un tuteur humain à percevoir, interpréter et comprendre ces phénomènes d'organisation afin de les supporter.

Le **chapitre 8** présente le système que nous avons réalisé ainsi que son architecture informatique. Le système se présente sous la forme d'un site web intégrant divers outils programmés en FLASH™. Deux outils (COCOON : un éditeur de niveau CO-CONstruction et COCOOP : un éditeur de niveau Co-Ordination et CO-OPération) ont été spécifiquement conçus pour réifier notre modèle de l'activité d'organisation, ALBATROM.

Ces deux outils ont pour objectifs :

1. De permettre aux apprenants de s'organiser, d'explicitier leur organisation et d'appliquer cette organisation pour résoudre le défi que nous leurs proposons.
2. De permettre à un tuteur de suivre l'activité d'organisation des apprenants et de l'interpréter dans les termes de notre modèle.

En fin de chapitre, nous présentons une expérience réalisée avec un groupe de trois apprenants destinée à tester et à améliorer l'utilisabilité de nos outils et du système.

La première partie du **chapitre 9** correspond à la description de deux grilles de codage que nous avons élaborées afin de décrire l'activité d'organisation des groupes (qu'ils utilisent ou non nos outils d'organisation). L'une de ces grilles est destinée à décrire et à interpréter l'activité d'organisation selon les niveaux et les transitions entre les niveaux. L'autre grille a pour objet de servir à repérer plus particulièrement les pannes d'organisation. Dans une seconde partie, nous présentons une expérimentation que nous avons réalisée à distance et en synchrone, avec six groupes de trois élèves, trois groupes avec notre système et trois groupes sans. Nous présentons nos résultats et une analyse des données réalisées avec nos grilles de codage.

Le **chapitre 10** présente un travail exploratoire dont l'objet est d'étudier comment donner les moyens à un tuteur de suivre, d'interpréter et de supporter l'activité d'organisation. A cette fin, nous présentons un outil de visualisation synthétique des traces de l'activité des apprenants que nous avons réalisé. Puis, une évaluation de l'analyse automatique permise par cet outil dans le cas des transitions entre les niveaux de l'activité d'organisation.

Le **chapitre 11** nous permet de conclure cette thèse en dressant le bilan de notre travail (les résultats et leur analyse) et en proposant quelques perspectives.

Chapitre 2 : EIAH, CSCL et trois approches pour la collaboration

Introduction du chapitre 2

Dans ce chapitre, à partir d'une revue succincte de la littérature concernant les domaines des EIAH et du CSCL, nous présentons trois approches qui sont susceptibles de favoriser la collaboration.

Ces trois approches, les scripts CSCL, la résolution collaborative de problème et les challenges collectifs possèdent, chacune, une caractéristique dominante.

Nous décrivons chacune de ces caractéristiques :

- Le guidage pour les scripts CSCL.*
- La mise en jeu de processus métacognitifs pour la résolution de problème.*
- La motivation pour les challenges collectifs.*

Nous nous intéressons aux dimensions organisationnelles que possèdent ces trois approches, en particulier, la dimension d'auto-organisation. C'est l'organisation que doit produire le groupe lui-même pour atteindre les objectifs de l'activité collective.

Nous concluons ce chapitre par la motivation du choix de l'approche que nous avons décidé d'utiliser dans le cadre de nos travaux.

CHAPITRE 2 : EIAH, CSCL ET TROIS APPROCHES POUR LA COLLABORATION.....	25
INTRODUCTION DU CHAPITRE 2.....	25
2.1 EIAH	27
2.2 CSCL.....	28
2.3 TROIS APPROCHES ET LEUR CARACTÉRISTIQUE DOMINANTE	29
2.3.1 LES SCRIPTS CSCL	29
2.3.2 LA RÉOLUTION COLLABORATIVE DE PROBLÈME.....	30
2.3.3 LES CHALLENGES COLLECTIFS.....	31
2.3.4 LA CARACTÉRISTIQUE DOMINANTE DE CHAQUE APPROCHE	31
2.3.4.1 Les scripts et le guidage	32
2.3.4.2 La résolution collective de problème et les processus métacognitifs	32
2.3.4.3 Les challenges et la motivation	34
2.4 CHOIX D'UNE APPROCHE CSCL BASÉ SUR L'ORGANISATION	35

2.1 EIAH

Nos travaux se situent dans le domaine de l'ingénierie des EIAH (les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain), i.e., des travaux qui visent à étudier les questions scientifiques liées aux concepts, méthodes, théories, techniques et technologies utiles à la conception des EIAH [Tchounikine 09].

Le terme EIAH est utilisé pour souligner la prise en compte de l'aspect informatique et de l'aspect humain [Vivet 97] [Balacheff 01]. Il désigne à la fois le domaine et les environnements informatiques conçus « *dans le but de favoriser ou d'accompagner l'apprentissage humain, c'est-à-dire la construction de connaissances chez un apprenant* » [Tchounikine 02].

Selon cette définition, un EIAH, en tant que système informatique, contient une intention didactique ou pédagogique, ce qui implique que les recherches dans le domaine des EIAH sont nécessairement pluridisciplinaires. Elles concernent, outre l'informatique, différentes disciplines des Sciences Humaines et Sociales comme la pédagogie, la didactique, la psychologie, l'ergonomie ou les sciences de l'information et de la communication [Tchounikine 02].

Un EIAH est un système informatique spécifiquement conçu pour amener les apprenants à une activité qui va permettre d'atteindre les objectifs d'apprentissage considérés [Tchounikine 09]. A cette fin, ces systèmes informatiques mettent à la disposition des apprenants divers moyens éventuellement distribués : des ressources d'apprentissage, un scénario (ou script) prédéfini, des outils informatiques, un ou des enseignants, un tuteur, etc. [PRC-IA 97].

Des exemples de tels systèmes sont typiquement des systèmes présentant de l'information comme les hypermédias, traitant l'information comme des systèmes à bases de connaissances ou des systèmes permettant la communication entre les humains et la machine ou entre les humains à travers la machine [Tchounikine 02].

La typologie de De Vries (cf. Tableau 1), fondée sur l'une des « *fonctions pédagogiques* » qui peut être visée lors de la conception d'un EIAH, permet de rendre compte de la diversité de ces environnements informatiques [De Vries 01].

Ces fonctions pédagogiques sont décrites selon trois aspects :

1. Le point de vue théorique sur l'enseignement et l'apprentissage sous-jacent à la conception (principalement, le béhaviorisme, le cognitivisme, le constructivisme et la cognition située).
2. Les tâches proposées aux apprenants (par exemple : lire, construire, manipuler, etc.)
3. La manière dont sont traitées les connaissances (modélisation, présentation ordonnée ou en accès libre, etc.).

Selon De Vries, ces huit fonctions pédagogiques sont nécessaires car elles permettent de regrouper les EIAH décrits dans la littérature. Elles ne sont pas exclusives car de nombreux EIAH proposent des approches basées sur plusieurs fonctions pédagogiques. Par exemple, CSILE, un environnement d'apprentissage collaboratif propose aux apprenants de créer des liens hypermédia [Scardamalia & al. 94] ou bien SHERLOCK est une simulation qui contient un tuteur intelligent [Lesgold et al. 92].

Il faut noter que l'efficacité pédagogique d'un EIAH (son utilité) n'est pas garantie, de même que pour tout dispositif éducatif [Tricot & al. 03]. Selon André Tricot, l'évaluation des EIAH devrait être prise en compte de manière itérative pendant tout le processus de conception, et selon trois dimensions : l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité [Tricot & al. 03].

Dans le cadre de nos travaux, nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux systèmes qui permettent aux humains (apprenants et tuteur) de communiquer et d'interagir en synchrone et à distance dans le cas d'une situation d'apprentissage collaboratif supportée par ordinateur.

Fonction pédagogique	Type de logiciel	Théorie	Tâche	Connaissances	Exemples
1. Présenter de l'information	Tutoriel	Cognitivist	Lire	Présentation ordonnée	TICCIT [Merril 83]
2. Dispenser des exercices	Exercices répétés	Behavioriste	Faire des exercices	Association	Sesamath [Site Sesamath]
3. Véritablement enseigner	Tuteur intelligent	Cognitivist	Dialoguer	Représentation	SCHOLAR [Carbonell 70] WEST [Burton & Brown 82] WHY [Stevens & Collins 77] Aplusix [Nicaud 87] Mentoniez [Py 96] Geometry Tutor [Aleven & al.01]
4. Captiver l'attention et la motivation de l'élève	Jeu éducatif	Principalement behavioriste	Jouer		CD-ROM éducatifs.
5. Fournir un espace d'exploration	Hypermédia	Cognitivist Constructivist	Explorer	Présentation en accès libre	Citizen Kane [Spiro & Jehng 90] PERSEUS [Neuman & al. 95] Encyclopédies, CD-ROM culturels
6. Fournir un environnement pour la découverte de lois naturelles	Simulation	Constructivist Cognition située	Manipuler Observer	Modélisation	QUEST [White & al. 89] SHERLOCK [Lesgold & al.92] SimQuest [Van Joolingen & al. 03] Co-Lab [Van Joolingen & al. 05]
7. Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	Micro-monde	Constructivist	Construire	Matérialisation	LOGO [Papert 81] CABRI [Laborde 95] Roboteach [Leroux 96]
8. Fournir un espace d'échange entre élèves	Apprentissage collaboratif	Cognition située	Discuter	Construction de l'élève	CSILE [Scardamalia & al.94] BELVEDERE [Suthers & al. 95] C-CHENE [Baker & Lund 97] TecfaMOO [Jermann & al. 97] COMET [Soller 02]

Tableau 1 : Une typologie des EIAH selon huit fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques principales d'après [De Vries 01], la colonne « Exemples » a été rajoutée

2.2 CSCL

Les systèmes informatiques dont la finalité est de supporter l'apprentissage collaboratif font partie du domaine connu sous le sigle CSCL signifiant : « Computer Supported Collaborative Learning » ou « Apprentissage Collaboratif Assisté par Ordinateur ».

Le CSCL a pour objet d'étudier comment le support de l'apprentissage collaboratif par la technologie peut améliorer les interactions et le travail au sein d'un groupe, et comment la collaboration et la technologie facilitent le partage et la diffusion des connaissances et de l'expertise parmi les membres d'une communauté [Lipponen 02].

Selon Pierre Dillenbourg, l'apprentissage collaboratif est un processus complexe, qui n'est pas aisé de mettre en œuvre. Son efficacité est dépendante de la qualité des interactions entre les différents acteurs [Dillenbourg & al. 07]. Il ne suffit pas de mettre les membres d'un groupe en situation d'apprentissage collaboratif pour qu'ils collaborent car, comme le soulignent de nombreux auteurs, « la collaboration ne se décrète pas. »

En effet, les apprenants ne s'engagent pas spontanément, en général, dans des interactions qualifiées de collaboratives, c'est-à-dire productives de connaissances, comme la résolution de conflits, la justification de ses opinions, l'élaboration des connaissances des autres, etc. [Dillenbourg & al. 07]. Des études ont montré que les apprenants ont tendance à ne pas participer équitablement [Cohen & al. 95]. Ils s'engagent souvent uniquement dans de faibles niveaux d'argumentation [Bell 04]. Ils atteignent rarement un niveau comparable dans l'acquisition de connaissances [Fischer & al. 02].

Lorsque la collaboration est médiatisée par ordinateur, certaines difficultés à collaborer peuvent être encore plus prononcées. Les raisons invoquées sont, par exemple, la surcharge de travail due à la prise en main de l'interface ou la diminution des canaux possibles de communication par rapport aux situations en face à face [Fischer & al. 07].

Un des axes de recherche du CSCL est donc l'élaboration de modèles ainsi que la conception d'environnements et d'outils informatiques permettant de structurer et réguler les situations d'apprentissages collaboratifs afin que de telles interactions se produisent [Dillenbourg & al. 07]. Il ne s'agit pas de reproduire des situations collaboratives en face à face mais de tenir compte des particularités des systèmes informatiques et de les utiliser pour favoriser une collaboration efficace [Dillenbourg & al. 07].

Il existe différentes approches pour susciter la collaboration et la rendre plus efficace. Par exemple, l'une est de créer des scripts afin de structurer et réguler les interactions liées à la collaboration. Une autre est de proposer un problème à résoudre collectivement afin que les apprenants mettent en œuvre ensemble des stratégies de planification, de régulation et d'évaluation. Une troisième approche, celle que nous avons utilisée, à mi-chemin entre les scripts et la résolution de problème, correspond aux situations d'apprentissage collaboratif qui proposent aux apprenants de participer à un challenge collectif. La vocation première des challenges collectifs est d'augmenter fortement la motivation des apprenants.

Nous allons présenter ces différentes approches, puis nous analyserons leur principale caractéristique.

2.3 Trois approches et leur caractéristique dominante

2.3.1 Les scripts CSCL

Les scripts (ou scénarios) collaboratifs ne sont pas liés spécifiquement au domaine du CSCL. Ils ont été conçus à l'origine dans le but d'améliorer l'apprentissage individuel en y ajoutant des éléments de collaboration en face à face [Fischer & al. 07].

Les scripts CSCL peuvent être décrits comme des « modèles de l'activité ». Leur but est de structurer et d'assister la collaboration entre des étudiants distants ou co-présents au moyen d'un système informatique [Kobbe & al. 07 ; Fischer & al. 07]. Dillenbourg précise que l'on peut considérer les scripts CSCL comme « des méthodes pédagogiques visant à structurer les processus d'apprentissage en groupe » [Dillenbourg & al. 07]. Plus précisément, un script CSCL est un « ensemble d'instructions » qui prescrit la façon de constituer les groupes et la manière dont les groupes devraient interagir, collaborer et résoudre le problème [Dillenbourg 02; Weinberger 03].

L'objectif des scripts est d'augmenter la probabilité que des interactions génératives de connaissance comme la résolution de conflit, l'explication ou la régulation mutuelle se produisent pendant le processus de collaboration [Kollar & al. 06 ; Kobbe & al. 07].

Les scripts CSCL structurent et supportent la collaboration pour des étudiants distants ou la médiatisent pour des étudiants co-présents [Dillenbourg & Tchounikine 07]. Les scripts CSCL sont considérés comme « un mécanisme clé » par lesquels les ordinateurs peuvent soutenir l'apprentissage collaboratif. Ils permettent aux systèmes informatiques, en accord avec les principes du script, d'assister les apprenants dans la réalisation de leurs tâches et de coordonner leur activité [Kollar & al. 06 ; Fischer & al. 07].

2.3.2 La résolution collaborative de problème

En CSCL, les situations de résolution collaborative de problème sont souvent utilisées. L'apprentissage, considéré comme un effet secondaire de la résolution, est mesuré par l'acquisition de nouvelles connaissances ou par l'amélioration de la technique de résolution de problème [Dillenbourg 99].

Une définition générale et largement acceptée de la résolution de problème est : « *La résolution de problème consiste à réfléchir et à agir dans un but défini face à des situations pour lesquelles il n'existe pas de solution toute faite. (...) La compréhension du problème et les étapes du cheminement, fondées sur la planification et le raisonnement, constituent le processus de résolution de problèmes* »⁶ [Reeff 99].

Le modèle « classique » du processus de résolution de problème introduit par [Dewey 10], révisé par [Polya 68] et repris par [Pea 93], comporte les six étapes suivantes :

1. Trouver le problème.
2. Représenter le problème.
3. Planifier une solution au problème.
4. Exécuter le plan.
5. Contrôler la solution.
6. Réfléchir pour consolider l'apprentissage.

Les recherches dans le domaine de la résolution de problème ont montré que ce modèle était applicable à de nombreux problèmes [Pea 93]. Ce modèle ne doit pas être vu comme une suite d'étapes qu'il faut suivre de manière linéaire de l'étape 1 à l'étape 6 mais plutôt sous forme de cycles [Pea 93].

Selon Jean François Richard, le contrôle, défini comme « *la fonction qui consiste à mettre en œuvre les moyens de la réalisation de la tâche et à veiller à son bon déroulement* », s'exerce à différents moments de l'activité : au niveau de la construction de la représentation, de l'élaboration des décisions d'action (la planification et sa mise en œuvre) et de l'évaluation des résultats de l'action [Richard 90].

Ni la présence de toutes les étapes, ni l'ordre des étapes ne garantissent la performance [Lipshitz & al. 96]. La réussite de la résolution de problème est plutôt due à la fréquence du diagnostic, la compatibilité du diagnostic avec l'action et au fait que le diagnostic précède l'action [Lipshitz & al. 96, cité dans Jermann 04]. En général, les novices commencent par résoudre un problème plus ou moins au hasard, sans prendre la peine d'établir une stratégie de résolution alors que les experts passent plus de temps à planifier leur approche du problème [Larkin & Reif 79].

Résoudre collectivement un problème se compose au minimum de deux activités, (1) résoudre le problème et (2) collaborer pour le résoudre [Baker 04]. Une résolution collective ne peut donc pas être considérée comme la simple réunion ou le partage des résolutions individuelles [Baker 04].

Chang et Wells, en comparant la résolution individuelle avec la résolution collective de problème, indiquent qu'elle demande de la part des membres d'un groupe de définir leurs objectifs avec plus de précision, de planifier ensemble des procédures, de produire et choisir ensemble des solutions de rechange et de réviser collectivement leurs plans [Chang & Wells 87].

⁶ « *Problem solving is (goal directed) thinking and action in situations for which no routine solution procedure is available. (...) The understanding of the problem situation and its step-by-step transformation, based on planning and reasoning, constitute the process of problem solving* » [Reeff 99]

2.3.3 Les challenges collectifs

Une définition générale d'un challenge est : « *un problème ou une tâche intéressante et difficile* »⁷ [www Wordsmyth] et « *quelque chose qui nécessite un gros effort mental ou physique pour être réussi* »⁸ [www Cambridge] dans [Romeike 08].

Plus particulièrement, le « document de discussion » de la 16^{ième} Étude lancée par l'ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) et intitulé « *Challenging Mathematics in and beyond the Classroom* », considère qu'il y a un challenge (mathématique) « ... *quand des gens se trouvent face à un problème dont la résolution n'est pas évidente et qui semble avoir une solution non standard. Ils vont donc devoir mettre en œuvre toutes sortes de réflexions et d'analyses de situation qui pourront faire intervenir divers facteurs. Ceux qui sont face à des challenges doivent faire preuve d'initiative et répondre à des éventualités imprévues avec souplesse et imagination.* »⁹ [www ICMI Study16].

Il existe plusieurs termes pour décrire ce type de situation : « challenge », « défi », « résolution de problème » ou encore « *enrichment* ». Les termes « challenge » et « défi » peuvent être considérés comme synonymes¹⁰. La résolution de problème renverrait plutôt à la méthodologie tout en étant souvent associée à une situation de challenge. Le terme « *enrichment* » correspond à une situation avec ou sans challenge qui dépasserait le programme académique de mathématiques [www ICMI Study16].

Les challenges (ou défis) sont souvent posés sous la forme de problèmes complexes ou mal structurés. Ce sont des problèmes qui ont plusieurs solutions possibles et plusieurs moyens pour les obtenir. La planification devient, dans ce cas, un élément important de leur résolution [Poissant & al. 94]. Un challenge ne nécessite pas forcément une compétition, les apprenants peuvent être motivés par le contexte, les idées [Romeike 08] ou par sa nature ludique (« *serious play* » [Rieber & al. 98] ou « *hard fun* » [Papert 02]). Un challenge basé sur une compétition entre groupe n'exclue pas une coopération à l'intérieur de chaque groupe [Kahane 06].

Van Eck et al. soulignent qu'un challenge devrait être suffisamment difficile pour créer un sentiment d'incertitude sur la capacité à obtenir le résultat sans aller jusqu'au point où les apprenants pourraient penser qu'ils échoueraient [Van Eck et al. 02]. Le fait que les challenges puissent se présenter sous différentes modalités de travail (individu, groupe, classe) permet à tous les apprenants de s'impliquer et de participer de différentes manières.

2.3.4 La caractéristique dominante de chaque approche

Ces trois approches ne doivent pas être comprises comme étant distinctes les unes des autres. Par exemple, une situation de résolution collective de problème peut très bien être scriptée. C'est souvent le cas dans les situations d'« apprentissage par problème » (« *Problem-based learning* » [Koschmann & al. 96]). On y retrouve une grande variété de scripts qui comportent des phases similaires (analyse du problème, définition des objectifs d'apprentissage, acquisition des connaissances nécessaires et résolution collective du problème) [Dillenbourg & al. 07]. L'approche « GSPS » (« *Guided Strategic Problem Solving* ») est un exemple d'une telle situation. Cette approche est basée sur une séquence de questions « stratégiques » qui guident l'activité de résolution d'un problème complexe en contrôlant le contenu des interactions pendant que les apprenants résolvent ensemble le problème [King 91]. De même, un challenge collectif, qui est une forme particulière de résolution collective de problème, pourrait très bien être scriptée d'une manière similaire.

Cependant, chacune de ces approches possède une caractéristique prépondérante, que nous mettons en relief dans les paragraphes suivants.

⁷ « *An interesting or difficult problem or task* »

⁸ « *Something needing great mental or physical effort in order to be done successfully...* »

⁹ « ... *When people are faced with a problem whose resolution is not apparent and for which there seems to be no standard method of solution. So they are required to engage in some kind of reflection and analysis of the situation, possibly putting together diverse factors. Those meeting challenges have to take the initiative and respond to unforeseen eventualities with flexibility and imagination.* » [ICMI Study16]

¹⁰ Par commodité, nous introduirons une différence entre « challenge » et « défi » dans le chapitre 4.

2.3.4.1 Les scripts et le guidage

Des recherches récentes distinguent deux catégories de scripts, les *micro-scripts* et les *macro-scripts*, que l'on peut considérer comme faisant partie d'un même continuum [Kobbe & al. 07 ; Dillenbourg & Jermann 07].

Les *micro-scripts* correspondent à une approche plutôt *psychologique* [Dillenbourg & Tchounikine 07]. Ils visent à contraindre le processus d'interaction, par exemple, en utilisant des ouvreurs de phrases [Dillenbourg & Jermann 07 ; Kollar & al. 06]. Ils modélisent un processus qui doit être internalisé par les apprenants [Dillenbourg & Jermann 07] et privilégient l'activité individuelle des apprenants [Kobbe & al. 07]. Par exemple, un micro-script incitera un apprenant à énoncer une hypothèse et un pair à émettre un contre-argument [Dillenbourg & Jermann 07].

Un *macro-script* correspond à une approche *pédagogique* influençant le processus d'interaction plus indirectement [Fischer & al. 07]. Ces contraintes indirectes peuvent être produites, par exemple, par la définition de l'ordre des activités, par les caractéristiques des groupes ou par les fonctionnalités ou les interfaces proposées par l'environnement informatique [Dillenbourg & Jermann 07 ; Tchounikine 08]. Les macro-scripts sont donc plutôt des méthodes pédagogiques qui « poussent » les apprenants à s'engager dans des activités qui favorisent l'interaction désirée mais, par exemple, ne leurs prescrivent pas comment ils devraient agir l'un envers l'autre [Fischer & al. 07].

Les activités que les macro-scripts visent à provoquer sont des activités de haut niveau. Elles relèvent de processus cognitifs complexes tels que l'élaboration de contenu, l'explication d'idées et de concepts, la construction d'argumentation, etc. [Kobbe & al. 07]. Un exemple typique en CSCL de macro-script est la famille des scripts « *Jigsaw* » (ou « puzzle ») [Aronson & al. 78]. L'idée de base consiste à créer une dépendance entre les connaissances des étudiants. Chacun a accès uniquement à un sous-ensemble de l'information nécessaire pour résoudre le problème, de sorte qu'aucun individu ne puisse résoudre le problème tout seul [Dillenbourg & Jermann 07].

Les macro-scripts sont caractérisés par le guidage qu'ils apportent à l'activité des apprenants [O'Donnell & al. 92, Weinberger 03]. Ils établissent des lignes directrices sur la façon d'organiser l'activité d'apprentissage collaboratif [Papadopoulos & al. 09].

Cependant, guider des apprenants pour qu'ils collaborent n'est pas un processus simple. Le script étant conçu *a priori* par un enseignant, il peut affecter l'apprentissage des apprenants de façon imprévue, par exemple, en limitant la collaboration naturelle [Dillenbourg 02]. Un autre problème concerne son appropriation par les apprenants. La façon dont les apprenants vont ajuster contextuellement le script pendant son exécution [Tchounikine 07] peut entrer en conflit avec l'organisation prévue par l'enseignant.

2.3.4.2 La résolution collective de problème et les processus métacognitifs

Selon O'Neil [O'Neil & al. 04], pour bien résoudre un problème, il faut :

1. Avoir une bonne compréhension du contenu lié au domaine.
2. Avoir des compétences intellectuelles spécifiques comme la capacité à élaborer des stratégies de résolution de problème.
3. Pouvoir planifier l'utilisation de ses ressources et de ses compétences en étant capable, pendant le processus, d'évaluer son propre avancement vers la solution.

Les deux dernières compétences correspondent à la notion de « métacognition » décrite par [Flavell 79]. La métacognition possède deux aspects généraux [Brown & al. 83 ; Flavell 79] :

1. La connaissance sur les processus de pensée de l'apprenant (« la connaissance sur la connaissance »).
2. Le contrôle et la régulation du processus d'apprentissage par l'apprenant.

Le contrôle et la régulation comprennent trois types de stratégies de régulation [Pintrich 99] :

1. La planification des activités (*planning*).
2. La surveillance des activités (*monitoring*).
3. L'évaluation des résultats des activités (*evaluation*).

La résolution individuelle de problème est liée à la métacognition car elle fait appel aux stratégies de planification, régulation et évaluation [Poissant & al. 94].

Bien que la métacognition soit une notion qui se rapporte à l'apprentissage individuel, ce concept peut être étendu aux groupes d'individus qui résolvent un problème ensemble. Les processus mis en jeu sont alors considérés comme des « processus métacognitifs » de groupe [Jermann 04].

Il y a peu de recherches en CSCL sur les « processus métacognitifs » d'apprenants engagés dans une activité socialement partagée et construite [Christoph 06, Hurme & al. 01] mais quelques études existent, par exemple [Hurme & al. 01, Jermann 04, Kneser & Ploetzner 01, Saab 05, Inaba 06].

Ces processus métacognitifs interviennent dans la résolution collective d'un problème par la nécessité pour le groupe de *planifier* les actions futures, *surveiller* les actions courantes et *évaluer* les actions passées, et ceci collectivement [Jermann 04].

L'interaction elle-même est sujette à la régulation car les apprenants doivent réfléchir sur le fonctionnement du groupe afin de négocier leur façon de travailler ensemble [Jermann 04].

D'autres aspects de ces processus métacognitifs interviennent dans la résolution collective de problèmes comme : la connaissance des apprenants sur la distribution de l'expertise dans le groupe, les normes et règles sociales, la division du travail, la prise de décision sur « qui fait quoi » pendant la résolution [Jermann 04]. Ces processus peuvent être mis en jeu très tôt dans la résolution de problème, par exemple, la détermination et l'adoption d'une division du travail¹¹ sont liées à la planification de l'activité [Jermann 04].

La résolution collaborative de problème provoque des interactions naturelles. Par exemple, un partenaire posera une question parce qu'il veut tout simplement en connaître la réponse [Dillenbourg & Jermann 07]. Des apprenants qui ne sont pas d'accord sur l'interprétation d'un phénomène qu'ils observent ensemble vont négocier le sens d'un concept [Dillenbourg & Jermann 07].

Baker, en se référant à [Ohlsson 95], appelle « interactions épistémiques », les interactions « explicatives » et « argumentatives » : « Ces interactions peuvent amener les élèves à (s') expliquer, à mieux articuler leur discours, à clarifier leurs points de vue et à modifier leur degré d'engagement par rapport à leurs solutions » [Baker 99].

Cependant, Baker précise que l'engagement des apprenants dans des interactions de types argumentation et explication dépendent du sujet (par exemple, le problème ou des notions scientifiques nouvelles à acquérir), des partenaires et de la situation [Baker & al. 01].

Baker propose une liste des types d'interactions liés aux mécanismes de l'apprentissage coopératif que les EIAH devraient permettre ou susciter [Baker 03]. Nous utilisons cette liste pour décrire les types d'interactions qu'une situation de résolution collaborative de problème est susceptible d'encourager.

¹¹ Le degré de division du travail dans un groupe est un moyen de distinguer la « coopération » de la « collaboration » dans le domaine du CSCL [Dillenbourg 99]. « *Collaboration is a coordinated, synchronous activity that is the result of a continued attempt to construct and maintain a shared conception of a problem. [...] Cooperative work is accomplished by the division of labor among participants, as an activity where each person is responsible for a portion of the problem solving.* » [Roschelle & Teasley 95]. Nous ne faisons pas cette distinction dans notre travail (sauf si elle s'avère utile, par exemple, dans nos expérimentations) et nous considérerons l'activité comme « collective. »

Une situation de résolution collaborative de problème devrait permettre aux apprenants de :

1. Mettre en commun leurs connaissances et leurs stratégies de résolution.
2. Répartir les responsabilités (vérification, contrôle, raisonnement, solutions intermédiaires, etc.) sur plusieurs partenaires.
3. Résoudre les conflits.
4. S'entraider.
5. Expliciter leur point de vue afin de se faire comprendre ou de se justifier (la notion d'« argumentation dialoguée » [Baker 04]).
6. Mettre en place et maintenir un « terrain d'entente » (« common ground ») afin d'établir une compréhension mutuelle du problème.

Ces types d'interactions ont en commun le fait qu'ils impliquent des « processus métacognitifs » comme la régulation mutuelle ou la réflexion sur les fondements ou la compréhension de l'activité de résolution de problème [Baker & Lund 97 ; Brown 87]. La situation devrait comporter des connaissances complexes afin que des interactions comme l'argumentation, l'explication ou la négociation du sens puissent être observés [Baker 04].

Selon Baker, « *Il faut qu'il y ait un besoin ressenti de coopérer* » [Baker 07] et un fort degré d'implication de la part de chaque apprenant dans la résolution pour qu'il y ait ce type d'interactions et donc apprentissage collaboratif [Baker 04]. L'envie et l'implication dans la collaboration peuvent être provoquées par une forte motivation à résoudre collectivement le problème.

2.3.4.3 Les challenges et la motivation

Selon Jean François Richard, les recherches dans le cadre de la théorie de la décision reposent sur le fait que la décision de se consacrer à une tâche dépend de sa position dans l'échelle des motivations d'un individu et de l'espérance du succès [Richard 90]. Les jugements que les apprenants ont sur leurs capacités à réaliser la tâche, leur intérêt et la valeur qu'ils lui attribuent et les raisons qui les « poussent » à réaliser la tâche (« l'orientation des buts ») sont les trois critères de la motivation [Pintrich 99].

D'après des études réalisées par Pintrich, l'utilisation de stratégies de régulation et l'effort à la tâche sont liés à la motivation [Pintrich 99, Pintrich & Schrauben 92]. Pour Bandura, les individus, en général, ont une capacité à se motiver eux-mêmes et à orienter leurs actions au moyen de l'anticipation, ce qu'il désigne par la « motivation d'ordre cognitif » [Bandura 93]. « *L'anticipation devient source de motivation et d'action grâce aux mécanismes d'autorégulation* » [Bandura 93]. Les individus planifient leur activité, se fixent des buts et prévoient les résultats possibles de leurs actions de façon à réaliser ou à atteindre les objectifs qu'ils valorisent [Bandura 93].

Les challenges ou défis pédagogiques sont des exemples de situations destinées à augmenter la motivation des apprenants en abordant différents domaines sous de nouvelles perspectives (par exemple en informatique, pour apprendre la programmation [Romeike 08 ; Korte & al. 07 ; Hill 98] ou encore en mathématiques [Barbeau 06 ; Taylor 06]).

Le « prétexte » du challenge est destiné à rendre intéressant non seulement le résultat mais aussi le processus d'apprentissage ou de résolution de problème. C'est de cette manière que l'on peut obtenir le plus de motivation chez l'apprenant et l'engager dans une expérience d'apprentissage « intense » où l'énergie et le temps sont dépensés sans compter [Rieber & al. 98]. Le tableau ci-dessous (cf. Tableau 2) décrit les éléments qui permettent d'atteindre une « expérience optimale » selon [Schneider & al. 03], qui reprend certains éléments de la théorie de la « motivation intrinsèque » de Malone [Malone & Lepper 87].

ÉLÉMENTS	DÉTAILS
Imagination	Une imagination (Angl. “fantasy”) avec un sujet actif
Challenge & curiosité	Un challenge optimisé qui permet de définir des buts clairs, mais en même temps une certaine incertitude quand au résultat.
Feedback	Un feed-back clair et consistant concernant le fait que le but ait ou non été atteint, donc un environnement réactif
Estime de soi	Des encouragements pour progresser (et le bon niveau de challenge, c.à.d. le sentiment de pouvoir arriver)
Contrôle	La possibilité pour l'individu de se sentir en contrôle de la situation et qui lui permet de sélectionner certains buts, stratégies et tactiques

Tableau 2 : Éléments favorisant une « expérience optimale » selon [Schneider & al. 03]

Le challenge doit être « optimal », c'est-à-dire permettre de définir des buts et des sous buts clairs avec une certaine incertitude quand à leurs atteintes. Les apprenants doivent avoir le sentiment de contrôler la situation, par exemple, de pouvoir eux-mêmes sélectionner des buts et définir des stratégies pour les atteindre. L'estime de soi peut être renforcée par un statut de l' « erreur » différent par rapport aux exercices « habituels ». L'environnement devrait être réactif, permettant un feedback très fréquent, très clair et très précis quand à la réussite ou l'échec du challenge [Schneider & al. 03]. Ce dernier point peut être illustré par l'utilisation d'une simulation informatique comme support au challenge.

2.4 Choix d'une approche CSCL basé sur l'organisation

Nous venons de présenter trois approches utilisées en CSCL qui sont susceptibles de favoriser des interactions de type collaboratif et nous avons mis en évidence leur caractéristique dominante :

1. Les scripts collaboratifs, en apportant un guidage plus ou moins contraint de l'activité des apprenants (la notion de micro-script et de macro-script), ont pour but de provoquer ces interactions.
2. Les situations de résolution collective de problème, en mettant en jeu ces interactions, ont pour but d'engager les apprenants dans des « processus métacognitifs » (planifier, réguler et évaluer ensemble) nécessaires à la résolution collective du problème.
3. Les problèmes posés sous forme de challenges collectifs, en mettant l'accent sur la motivation, ont pour but de provoquer ces interactions en augmentant fortement le degré d'implication des apprenants.

Comme nous l'avons signalé dans le paragraphe 2.3.4, ces trois approches ne sont pas distinctes les unes des autres, elles peuvent être vues comme des formes particulières de résolution de problème, et les éléments que nous avons considérés comme dominants (« guidage », « processus métacognitifs » et « motivation ») sont présents dans chacune d'entre elles.

Ces approches, en tant qu'activités collectives, nécessitent la « participation active » de chacun des apprenants (*collaborer* pour résoudre le problème). Cette participation doit nécessairement être « organisée » d'une manière ou d'une autre (voir chapitre 3).

Dans les trois approches que nous avons décrites, cette organisation comporte deux dimensions :

1. Une dimension définie par une entité extérieure aux apprenants, en l'occurrence, l'enseignant.
2. Une dimension définie par les acteurs eux-mêmes, une forme d'*auto-organisation* [Tchounikine 07 ; Tchounikine 08]. Cette organisation est définie par le groupe lui-même, en contexte, dans l'espace de liberté laissé ouvert par le contexte externe.

Nous nous intéressons plus particulièrement à la deuxième dimension de cette organisation. Celle que doit produire le groupe lui-même pour atteindre les objectifs de l'activité collective. L'émergence de cette *auto-organisation* est dépendante du degré de structuration externe de l'activité collective. L'organisation peut être fixée comme dans le cas des micro-scripts, « relâchée » avec les macro-scripts ou plus ou moins « implicite » avec la résolution classique de problème.

Parmi les trois approches que nous venons de présenter, nous privilégions pour notre travail de recherche celle qui met en jeu les challenges collectifs. Le challenge proposé est destiné à augmenter la motivation des apprenants afin de compenser le faible guidage de notre script. Nous considérons cette situation comme la plus pertinente pour étudier l'émergence et le maintien d'une forme d'auto-organisation nécessaire à la résolution collective du challenge.

Chapitre 3 : CSCW et activité d'organisation

Introduction du chapitre 3

La notion d'activité d'organisation est un terme général et l'interprétation que nous en faisons dans le cadre de nos travaux demande à être clarifiée.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons plus particulièrement à l'organisation que doit produire un groupe d'acteurs impliqués dans une tâche collective afin que les objectifs de ce travail se réalisent.

Dans les situations que nous avons décrites (les scripts, la résolution collective de problème et, tout particulièrement, les challenges collectifs), l'organisation comporte, comme nous l'avons déjà noté, deux dimensions. L'une est définie par une entité extérieure aux acteurs, l'autre, par les acteurs eux-mêmes (l'auto-organisation).

Les travaux présentés dans cette thèse prennent place dans un projet où une situation d'apprentissage collectif est abordée en tant que cas particulier d'une situation de travail collectif, et la notion d'organisation abordée selon cet angle [Tchounikine 08, Moguel & al. 08].

Nous allons présenter la notion d'organisation telle qu'elle est définie dans différents travaux de CSCW et nous allons préciser quelques concepts afin d'éclairer notre travail.

Nous reviendrons ensuite, dans le chapitre 4 (problématique et méthodologie), sur cette notion d'auto-organisation et la façon dont nous l'avons abordée.

La Théorie de l'Activité offre un cadre théorique permettant d'analyser le travail coopératif. Nous exposons les principaux concepts de cette Théorie afin de faciliter la compréhension du modèle de Bardram que nous présentons en fin de chapitre.

CHAPITRE 3 : CSCW ET ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	37
INTRODUCTION DU CHAPITRE 3.....	37
3.1 ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	39
3.1.1 NOTION D'ORGANISATION EN CSCW	39
3.1.2 CONCEPTS LIÉS À LA NOTION D'ORGANISATION	39
3.1.2.1 S'organiser, c'est « articuler ».....	39
3.1.2.2 S'organiser, c'est se « coordonner ».....	40
3.1.2.3 S'organiser, c'est « planifier ».....	41
3.1.2.4 S'organiser, c'est « adopter une division du travail ».....	42
3.1.2.5 S'organiser, c'est « réguler ».....	42
3.2 EXEMPLES DE TRAVAUX EN CSCW.....	43
3.2.1 MODÈLE 1 : LE MÉTA-MODÈLE DE DÉFINITION DE PROCESSUS DE LA WfMC	43
3.2.1.1 WfMC et Workflows.....	43
3.2.1.2 L'organisation dans les workflows.....	44
3.2.2 MODÈLE 2 : LE MÉTA-MODÈLE DE DARE	45
3.2.2.1 Origine du méta-modèle.....	45
3.2.2.2 DARE et l'activité d'organisation	46
3.2.3 MODÈLE 3 : INTRODUCTION AU MODÈLE DE BARDRAM.....	47
3.2.3.1 Un problème persistant dans le CSCW	47
3.2.3.2 La non prise en compte des pannes dans le travail coopératif	48
3.2.3.3 L'origine du modèle de Bardram.....	48
3.3 THÉORIE DE L'ACTIVITÉ, MODÈLE DE BARDRAM ET CSCW	49
3.3.1 CONCEPTS DE BASE	49
3.3.1.1 Structure de base de l'activité.....	49
3.3.1.2 Concept d'activité fondamentalement social.....	49
3.3.1.3 Médiation de l'activité par l'outil.....	50
3.3.1.4 Structure hiérarchique à trois niveaux de l'activité	51
3.3.2 MODÈLE DE BARDRAM.....	52
3.3.2.1 Les trois niveaux de l'activité selon Bardram	52
3.3.2.2 Les transformations dynamiques entre les niveaux	54
3.3.3 LE SUPPORT SELON LES TROIS NIVEAUX EN CSCW (KUUTTI).....	56

3.1 Activité d'organisation

3.1.1 Notion d'organisation en CSCW

Les situations de travail coopératif font partie du domaine du CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) ou TCAO (Travail Coopératif Assisté par Ordinateur). L'objet du CSCW est de comprendre la nature et les caractéristiques du travail coopératif afin de concevoir des technologies informatiques appropriées pour le supporter [Bannon & Schmidt 89]. Ce sont des situations où les différents acteurs sont mutuellement dépendants dans leur travail [Schmidt & al. 92]. Cette dépendance mutuelle signifie que les acteurs doivent nécessairement coopérer pour que le travail soit réalisé [Schmidt & al. 92].

Tout effort coopératif implique un certain nombre d'activités secondaires pour négocier et contrôler cette dépendance mutuelle [Schmidt & al. 92]. Par exemple, un schéma de la division du travail doit être décidé, les tâches doivent être assignées aux différents membres du groupe qui deviennent alors responsables de leur accomplissement, les tâches planifiées, etc. Les acteurs doivent donc mener conjointement une activité parallèle de niveau supérieur visant à articuler (diviser, assigner, coordonner, planifier, tisser, relier, etc.) leurs actions individuelles [Schmidt & al. 92].

Cette activité supérieure de niveau méta, que nous appelons « activité d'organisation », n'est pas dirigée vers la production du résultat voulu, mais plutôt sur la mise en place des conditions de production de ce résultat [Schmidt & al. 92]. Elle permet de mettre en place et de maintenir une structure d'entente collective plus ou moins stable entre les individus engagés dans le processus de travail collectif [Schmidt 90]. Cette structure leur permet de réaliser ce travail collectif [Schmidt 94a].

Schmidt définit le produit de cette activité comme l'« organisation du travail ». L'organisation est une activité qui nécessite l'élaboration d'un instrument, artefactuel et/ou psychologique, qui cristallise le motif et les moyens de l'activité collective sous-jacente.

Selon Schmidt, en dépit d'un coût cognitif supplémentaire, la justification évidente pour s'engager dans cette activité est : « *de manière évidente, que les acteurs ne pourraient pas accomplir la tâche en question s'ils devaient le faire individuellement, en tout cas, ni aussi bien, ni aussi vite, ni dans le temps imparti, ni aussi sûrement, ni de manière aussi fiable, ni aussi efficacement, etc.* »¹² [Schmidt 94b].

3.1.2 Concepts liés à la notion d'organisation

Les concepts en lien avec l'activité d'organisation que nous présentons dans ce paragraphe permettent de préciser l'interprétation que nous en faisons dans le cadre de nos travaux.

3.1.2.1 S'organiser, c'est « articuler »

« Articuler »¹³ les actions individuelles signifiant, comme nous l'avons déjà énoncé : ce que les acteurs doivent réaliser pour que le travail soit fait (diviser, assigner, coordonner, planifier, tisser, relier, etc.). « *Qui fait quoi, où, quand, comment, par l'intermédiaire de qui, sous quelles contraintes ?* » [Schmidt 94a]. L'articulation du travail coopératif est justifiée par la nécessité de restreindre la complexité des activités interdépendantes due à leur nature distribuée [Schmidt & Simone 96]. Cette notion est décrite comme un phénomène *récurif* par Schmidt car pour gérer l'entente établie par l'articulation du travail coopératif, il faut faire un effort supplémentaire de coopération, qui devrait, à son tour, être articulé [Schmidt & Simone 96].

¹² "(...) of course, that actors could not accomplish the task in question if they were to do it individually, at least not as well, as fast, as timely, as safely, as reliably, as efficiently, etc." [Schmidt 94b]

¹³ "The word 'articulate' is used in the sense of 'to put together by joints'." [Schmidt & Simone 96]

3.1.2.2 S'organiser, c'est se « coordonner »

Il n'y a pas de définition générale et acceptée de la « coordination » en CSCW [Mentzas 93]. Par exemple, la coordination est définie par Singh, comme « *l'intégration et l'ajustement harmonieux des efforts du travail individuel vers la réalisation d'un objectif plus large* »¹⁴ [Singh 89]. Plus précisément, selon la « Théorie de la Coordination » de Malone et Crowston ainsi que celle des « Mécanismes de Coordination » de Schmidt et Simone, la coordination consiste à « *gérer les interdépendances entre les activités* » en termes d'acteurs, de buts, de temps, de qualité de production, etc. Autrement dit, sans dépendances, il n'y a pas de coordination [Schmidt 93 ; Schmidt & Simone 96 ; Malone & Crowston 90]. Qu'il s'agisse de « coopération », « collaboration » ou « compétition », chacune de ces situations implique de gérer des dépendances entre les activités [Malone & Crowston 94].

Malone identifie trois types basiques d'interdépendances entre les activités [Malone & al. 93] :

1. La dépendance de « flux » (*Flow*), chaque fois qu'une activité génère une ressource qui est utilisée par une autre activité.
2. La dépendance de « simultanéité » (*Fit*), lorsque plusieurs activités se déroulent en même temps et produisent collectivement une seule ressource.
3. La dépendance de « partage » (*Share*), la même ressource est nécessaire à plusieurs activités.

Des exemples de processus de coordination qui peuvent être utilisés pour gérer ces dépendances sont [Malone & Crowston 94] :

- La gestion du partage des ressources.
- L'allocation des tâches.
- La gestion des contraintes de simultanéité (la synchronisation).
- La décomposition des tâches en sous tâches et leur séquençement.
- La communication (ou le transfert) des résultats du travail.
- Etc.

Selon Schmidt, dire que des acteurs engagés dans un travail coopératif sont mutuellement dépendants dans leur travail comme le fait la théorie des « Mécanismes de Coordination » signifie qu'un acteur A est dépendant de la qualité et du timing du travail d'un acteur B et réciproquement [Schmidt 94a]. Le travail coopératif a donc besoin d'être « coordonné » ou selon les mots de Strauss, « articulé » [Bardram 98a ; Strauss & al. 85]. La notion de « coordination »¹⁵ est donc, d'après Bardram, similaire à la notion d' « articulation » pour cette théorie. Elle correspond à notre définition générale du paragraphe précédent de l'activité d'organisation. Nous n'utiliserons pas le terme « coordination » dans ce sens trop général par la suite car nous disposons déjà des termes « articulation » et « organisation. »

Nous emploierons le terme « coordination » dans le sens donné par Roschelle et Teasley dans la définition de la collaboration reprise par Dillenbourg : « La collaboration est une activité synchrone, coordonnée qui est le résultat d'une tentative continue de construire et de maintenir une conception partagée d'un problème. »¹⁶[Roschelle & Teasley 95].

¹⁴ « *Integration and harmonious adjustment of individual work efforts toward the accomplishment of a larger goal* » [Singh 89]

¹⁵ Cette notion de « coordination » correspond à une activité en elle-même et ne doit pas être confondues avec le niveau « Co-ordination » de l'activité d'organisation que nous décrirons dans le § 3.3.4

¹⁶ « *Collaboration is a coordinated, synchronous activity that is the result of a continued attempt to construct and maintain a shared conception of a problem.* » [Roschelle & Teasley 95].

Dans le cas de la résolution collective de problème en synchrone, les apprenants doivent se « coordonner » afin d'établir un cadre de référence commun (*common ground*) et atteindre une compréhension mutuelle du problème. Ils doivent résoudre les conflits en cas d'incohérence dans la compréhension du problème et discuter des résultats des actions individuelles et collectives [Barron 00].

La coordination, dans ce cas, relève d'une dépendance de simultanéité et peut être analysée selon trois aspects distincts :

1. Le degré de mutualité dans l'interaction (la réciprocité par la possibilité de contribuer de façon significative pour tous les membres).
2. Le degré d'établissement d'un centre d'attention conjointe en particulier dans les moments critiques de la résolution.
3. Le niveau d'alignement des tâches partagées (l'établissement d'une orientation collaborative pour résoudre le problème) [Barron 00].

Nous avons utilisé ces trois critères de « coordination » pour l'analyse de l'activité d'organisation des apprenants dans l'une de nos expériences préliminaires [Moguel & al. 08].

Cette notion de coordination se rapporte, comme le signale Baker, au fait que les apprenants soient « en phase » ou pas pendant la résolution au niveau des actions et de la compréhension [Baker 04]. Les problèmes de compréhension mutuelle (*grounding*) sont souvent déclenchés par des problèmes de coordination (par exemple, avec une question comme « Pourquoi tu fais ça ? ») [Baker 04].

3.1.2.3 S'organiser, c'est « planifier »

La notion de plan selon Bardram est un moyen d'organiser un travail et de refléter la responsabilité des acteurs concernés [Bardram 97].

« Planifier » consiste à décomposer une activité en tâches et sous tâches, c'est-à-dire identifier les tâches et sous tâches à réaliser, les ordonner et les répartir entre les différents acteurs. Ce qui implique de définir collectivement les rôles de chacun, de négocier et de décider de la répartition des tâches.

Cependant, d'après Suchman, les actions des humains ne peuvent être ni prédéterminées ni contrôlées par des plans prédéfinis. « Les plans sont intrinsèquement vagues » et doivent être vus comme « des ressources pour l'action » plutôt que comme des « structures de contrôle » [Suchman 87]. Les plans doivent être « révisables *in situ* » [Suchman 87].

Bardram apporte un point de vue sur les plans basé sur la Théorie de l'Activité. « *Un plan peut être défini comme un artefact cognitif ou matériel qui soutient la réflexion anticipative sur les futurs objectifs des actions, basées sur une expérience sur les structures récurrentes de la vie.* »¹⁷ [Bardram 97]. Selon Bardram, un plan en tant qu'artefact, est socialement construit, éventuellement cristallisé sous une forme matérielle, partagé entre les différents acteurs et utilisé comme un élément médiateur du travail.

Par conséquent, il constitue « *une partie centrale des conditions matérielles de l'organisation du travail* » [Bardram 97]. Une forme de processus d'apprentissage se met en place au cours de l'activité qui crée et améliore le plan (par rétroaction) qui, à l'origine, guidait l'activité [Bardram 97].

Pour Bardram, le plan devrait donc faire partie de l'activité, ce qu'il désigne par les termes « *planification située* », afin qu'il devienne une ressource pour la réalisation future de l'activité et aide à prendre en compte la « *nature dynamique du travail collaboratif.* »

¹⁷ « *A plan can be defined as a cognitive or material artefact which supports the anticipatory reflection of future goals for actions, based on experience about recurrent structures in life.* » [Bardram 97]

3.1.2.4 S'organiser, c'est « adopter une division du travail »

La division du travail est un moyen de distinguer la « coopération » de la « collaboration. » Dans le travail coopératif, chaque membre est responsable d'une partie de la résolution du problème. Dans la collaboration, le problème est résolu ensemble de manière coordonnée et nécessite donc un engagement mutuel de la part de chacun des membres [Dillenbourg & al. 96]. La division du travail est un objectif important de la planification [Jermann 04], elle se rapporte à la répartition des tâches et sous tâches entre les différents acteurs.

Le choix d'une division de travail particulière peut être basé sur différents critères [Jermann 04] :

1. Les propriétés de la tâche, par exemple, la décomposition d'une tâche en sous tâches réalisables indépendamment ou pas les unes des autres.
2. Des rôles affectés aux membres du groupe (par exemple, par un script CSCL) ou bien définis, choisis spontanément par les acteurs et révisables fréquemment [Miyake 86].
3. Une analyse des tâches en termes d'expertise disponible dans le groupe et effectuée par ses membres.

3.1.2.5 S'organiser, c'est « réguler »

Nous avons déjà rencontré le concept de régulation dans le chapitre 2 (§ 2.3.4.2) en lien avec les processus métacognitifs et la résolution collective de problème. La régulation consiste à surveiller et à évaluer l'avancement vers la solution avec une réorientation du processus de résolution si nécessaire.

Parallèlement à cette activité de résolution du problème, les membres du groupe doivent aussi collaborer pour résoudre le problème. Par exemple, il faudra réfléchir sur le fonctionnement du groupe et négocier une façon de travailler ensemble [Jermann 04]. Cette activité de collaboration et son organisation doivent aussi être régulées. Elle consiste à réfléchir et à modifier ses objectifs, ses stratégies et ses processus en fonction de l'environnement de la tâche [West 96]. En général, les groupes réfléchissent sur leur organisation au moment où une difficulté (que nous appellerons plus loin « panne ») se présente dans l'activité, en cas de succès majeurs, ou encore lorsque la composition du groupe est modifiée [Jermann 04].

Jermann met en relief le fait que le lieu où se déroule la régulation (*locus of processing*) va dépendre de celui qui est chargé d'observer et de diagnostiquer l'interaction collaborative [Jermann 04]. Il peut s'agir, sans exclusivité, du groupe lui-même, d'un enseignant (ou tuteur) ou d'un système informatique. Par exemple, celui ou ceux qui sont en charge du diagnostic observent les interactions, les comparent à un modèle de références implicite ou explicite et émettent une proposition de support (par exemple, la modification des règles de communication, de la division du travail, etc.) [Soller & al. 05].

Dans le cadre de nos travaux, nous nous intéressons particulièrement à la régulation de l'activité d'organisation par les apprenants eux-mêmes (régulation mutuelle) et par un tuteur humain. Toutefois, nous avons comme perspective d'automatiser une partie de la détection de cette activité et de partager son support avec un système informatique.

3.2 Exemples de travaux en CSCW

Dans cette section, nous présentons, de manière générale, trois modèles ou méta-modèles définis et utilisés en CSCW qui prennent en compte les dimensions organisationnelles du travail coopératif. Les deux premiers modèles font partie du domaine des workflows [WfMC 99a] et du projet DARE [Bourguin 00]. Ils nous ont permis de situer notre travail comme nous le préciserons dans le chapitre 4 (cf. Étape 2, § 4.2). Le troisième modèle, celui de Bardram, est celui que nous avons choisi d'utiliser comme fondement théorique de nos travaux et que nous décrirons avec précision dans le § 3.3.2.

3.2.1 Modèle 1 : Le méta-modèle de définition de processus de la WfMC

3.2.1.1 WfMC et Workflows

Fondée en 1993, la WfMC (*Workflow Management Coalition*) est une organisation internationale à but non lucratif qui regroupe plus de 300 membres dont des développeurs et des chercheurs dans le domaine du Workflow [WfMC 99a]. Son objectif est d'encourager l'utilisation des technologies de Workflow par le développement d'une terminologie commune et de standards notamment dans les « procédures » ou « processus métiers » (*business process*) [WfMC 99a].

Un processus (ou procédure) est défini comme « un ensemble coordonné d'actions ou d'opérations qui sont reliées, en série ou en parallèle, dans le but d'atteindre un objectif commun » [WfMC 99b]. En particulier, une « procédure d'entreprise » ou « processus métier » est « une procédure qui systématise l'organisation et la politique d'une entreprise dans le but d'atteindre certains des objectifs de cette entreprise. » [WfMC 99b]. La WfMC définit un processus métier en regroupant ses concepts de base et leurs relations dans un diagramme dont la figure 1 est une traduction. Ce diagramme fait partie d'un glossaire publié par la WfMC [WfMC 99a] qui peut être consulté pour une définition plus précise des différents termes utilisés.

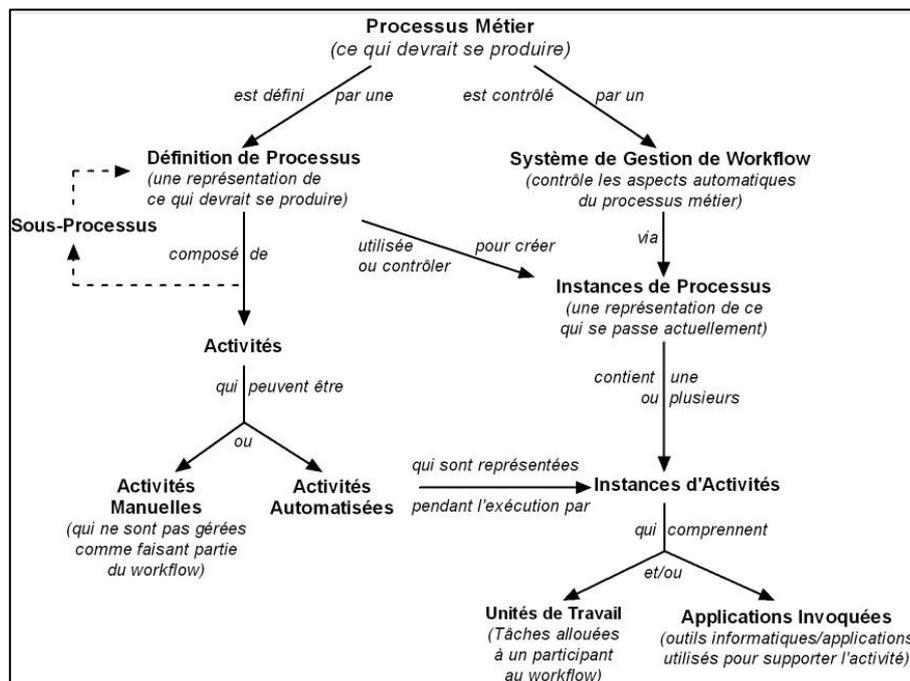


Figure 1 : Relation entre les concepts de base des Workflows (traduction d'après [WfMC 99a])

Un workflow est défini par la WfMC comme « l'automatisation totale ou partielle d'un processus métier, durant laquelle les documents, les informations ou les tâches sont passés d'un participant à l'autre pour agir selon un ensemble de règles procédurales »¹⁸ [WfMC 99a].

¹⁸ "The automation of a business process, in whole or part, during which documents, information or tasks are passed from one participant to another for action, according to a set of procedural rules." [WfMC 99a]

C'est un outil informatique dédié à la gestion des procédures [WfMC 99b]. « Il définit, gère et exécute des procédures en exécutant des programmes dont l'ordre d'exécution est prédéfini dans une représentation informatique de la logique de ces procédures » [WfMC 99b].

3.2.1.2 L'organisation dans les workflows

Définition d'un rôle organisationnel :

Dans un workflow, il est possible de définir un rôle organisationnel (*organizational role*). C'est une liste d'attributs, de qualifications ou de compétences qu'un acteur possède, par exemple, le rôle de superviseur, celui d'administrateur, d'assureur, etc. Ce rôle définit la position de l'acteur dans une organisation. Le workflow leur permet de réaliser l'activité ou le travail en lien avec leur rôle en donnant accès aux ressources correspondant à l'ensemble de leurs attributs [WfMC 99a].

Définition d'un modèle de l'organisation prévu par la WfMC :

Le méta-modèle de définition de procédures de la WfMC fait référence à un modèle de l'organisation (cf. figure 2).

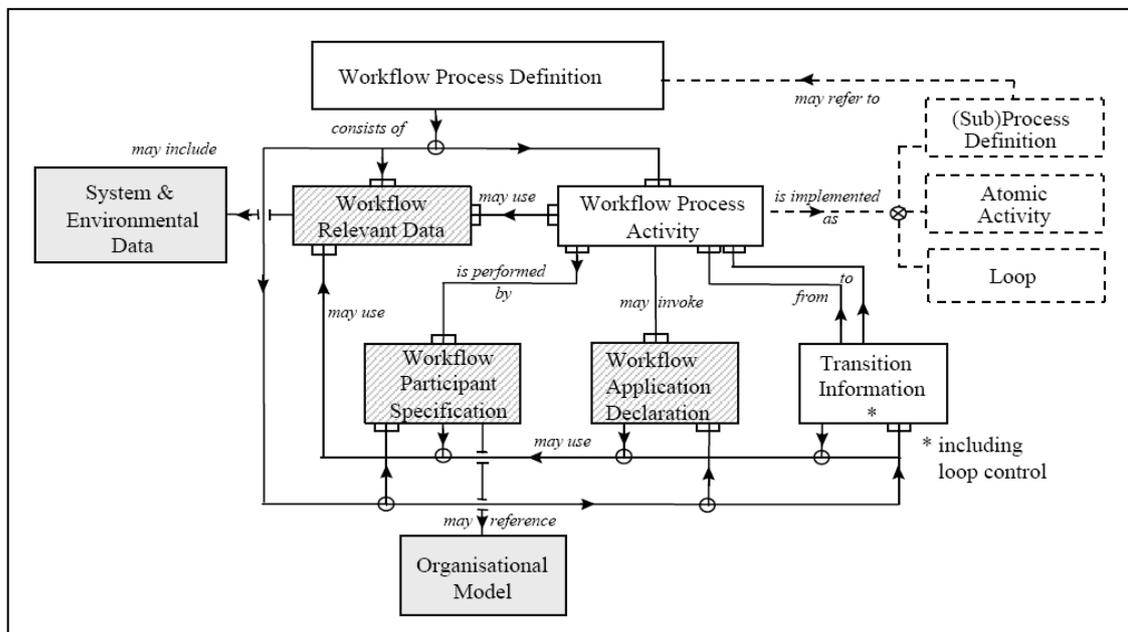


Figure 2 : Méta-modèle de définition de procédure de la WfMC [WfMC 99a]

Le modèle de l'organisation représente des entités organisationnelles et leurs relations. Il peut incorporer une variété d'attributs associée aux entités [WfMC 99a]. Il contient des concepts comme la hiérarchie, l'autorité, les responsabilités et les attributs liés à un rôle joué dans l'organisation [WfMC 99a].

Ce modèle permet alors de fournir des spécifications sur les participants du workflow (*Workflow Participant Specification*) en termes d'attributs contenus dans un modèle de l'organisation [WfMC 99a]. Pendant l'exécution du processus, le workflow peut obtenir des détails sur les participants pour les associer aux attributs du modèle de l'organisation [WfMC 99a].

La figure 3 est un exemple de modèle proposé par la WfMC qui montre des attributs typiques des participants. Un tel modèle peut être déposé dans un répertoire ou une base de données [WfMC 99a]. Il existe aussi un modèle de l'organisation intégré au workflow et volontairement simplifié afin de ne pas interférer avec les modèles de l'organisation des entreprises [WfMC 99a].

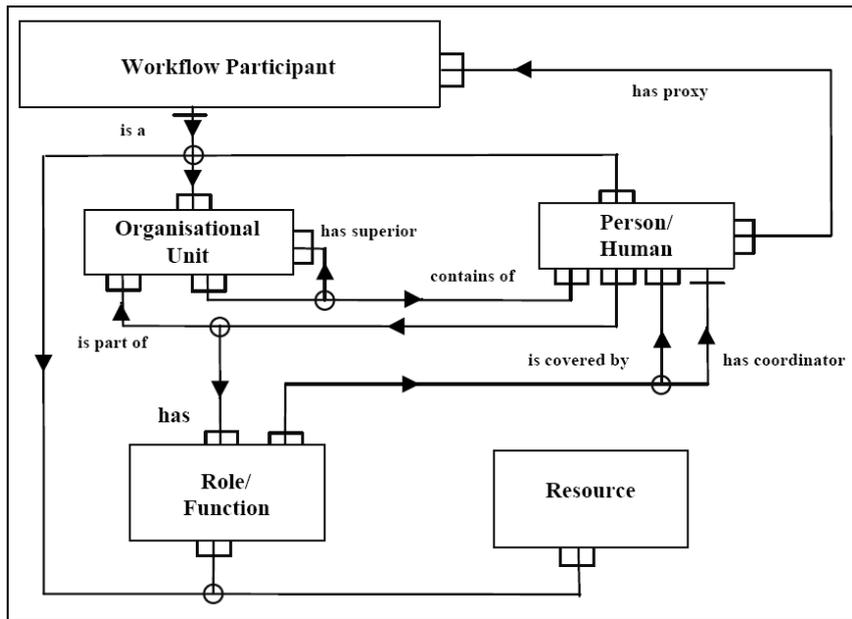


Figure 3 : Exemple d'un modèle de l'organisation proposé par la WfMC [WfMC 99a]

3.2.2 Modèle 2 : Le méta-modèle de DARE

3.2.2.1 Origine du méta-modèle

Le méta-modèle de DARE, présenté dans la thèse de Bourguin, a pour objet le support informatique d'une activité coopérative basé sur la Théorie de l'Activité [Bourguin 00].

DARE est un projet de l'équipe NOCE (Nouveaux Outils pour la Coopération et l'Éducation) du laboratoire Trigone (Lille 1). DARE signifie « *Distributed Activities in a Reflexive Environment* » ou « Activités Distribuées dans un Environnement Réflexif ».

L'objectif de DARE n'est pas la création d'un nouveau système de CSCW. DARE a pour objet de définir les bases permettant de créer des systèmes informatiques et de les faire évoluer en articulant des outils informatiques existants [Bourguin & Derycke 05]. Cette redéfinition du système appelée méta-activité doit pouvoir être effectuée par les acteurs de l'activité coopérative en fonction de leur rôle et être supportée dans le système par des méta-outils [Bourguin 00].

La propriété de DARE qui nous intéresse plus particulièrement est la possibilité accordée aux utilisateurs de modifier leur organisation. Les utilisateurs peuvent redéfinir leur environnement de travail pendant que l'activité coopérative se déroule [Bourguin & Derycke 05]. Bourguin introduit la notion de « support à l'activité » comme étant « le support informatique offert aux utilisateurs impliqués dans une activité spécifique » [Bourguin & Derycke 05]. Celui-ci se réfère à un ensemble de concepts qui sont présentés dans la figure 4 et qui sont inspirés de la Théorie de l'Activité, que nous présentons dans la section 3.3.

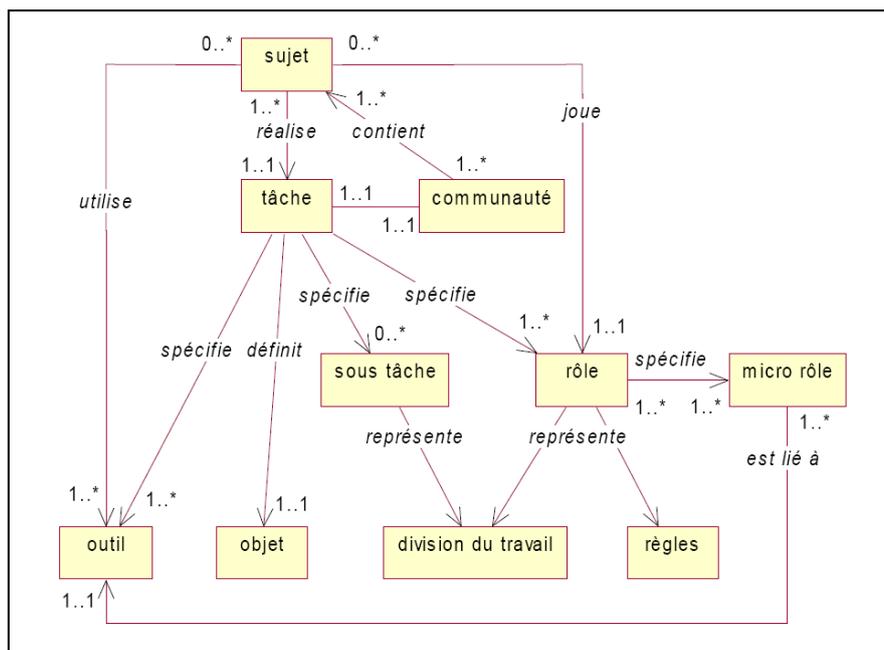


Figure 4 : Modèle conceptuel d'une activité dans DARE [Bourguin 00]

3.2.2.2 DARE et l'activité d'organisation

Les concepts principaux utilisés dans DARE sont la *tâche*, le *rôle* et l'*outil* qui figurent dans le méta-modèle de DARE (cf. Figure 5) [Bourguin 00].

La notion de tâche est centrale dans DARE : « Une tâche est une situation qui nécessite la réalisation d'un but dans des conditions spécifiques. »¹⁹ [Leontjev 77] cité par [Bourguin & Derycke 05]. La réalisation de la tâche constitue l'activité supportée par le système. Une tâche dans DARE définit le but à réaliser et l'ensemble des outils et des rôles nécessaires qui sont mis en œuvre durant l'activité [Bourguin 00]. Il s'agit d'une tâche restreinte et explicite qui décrit la situation qui doit être mise en place pour une communauté particulière [Bourguin 00].

Le rôle définit comment un sujet accède aux outils à partir de micro-rôles et les outils permettent ou limitent à leur tour l'action des sujets. En effet, ces outils peuvent embarquer des règles de fonctionnement de groupe liées à l'activité (par exemple, une limitation des possibilités de discussion) [Bourguin 00].

La tâche sert de composant de base à la création d'une organisation [Bourguin 00]. L'organisation est elle-même une tâche construite par des sujets en associant d'autres tâches (ou sous-tâches) nouvellement créées ou existantes [Bourguin 00]. Le ou les rôles que les sujets peuvent jouer et modifier au cours de l'activité, ainsi que les outils associés à la tâche, permettent de préciser l'organisation de l'activité coopérative. Chaque membre ne peut posséder qu'un seul des rôles définis dans la tâche correspondante pendant l'activité [Bourguin 00], ce qui limite les possibilités d'organisation du groupe.

La division du travail et les règles de la communauté sont définies en partie par un rôle (les droits et les devoirs du sujet).

Pour comprendre l'organisation mise en place, un sujet doit être capable de « reconstruire l'ensemble des règles ainsi que la totale division du travail à partir d'un jeu de rôles » [Bourguin 00]. Cette reconstruction est, selon Bourguin lui-même, relativement difficile d'autant plus que, certaines règles sont « plus ou moins » explicitement définies par un rôle [Bourguin 00].

¹⁹ «Task is a situation requiring realisation of a goal in specific conditions» [Leontjev 77] cité par [Bourguin & Derycke 05].

Un autre problème soulevé par Bourguin est la difficulté de la modification de la tâche en termes de charge cognitive, qui peut provoquer une tension entre la réalisation de l'activité et le coût de l'adaptation de la tâche au contexte [Bourguin 00]. Sachant que l'organisation est définie comme étant composée de plusieurs tâches nouvelles ou existantes, cette difficulté en est augmentée.

Selon Bourguin, l'évolution des modèles du projet DARE demande une complète révision de son infrastructure. Cette révision est en cours avec le nouveau projet CoolDA [Bourguin & Derycke 05].

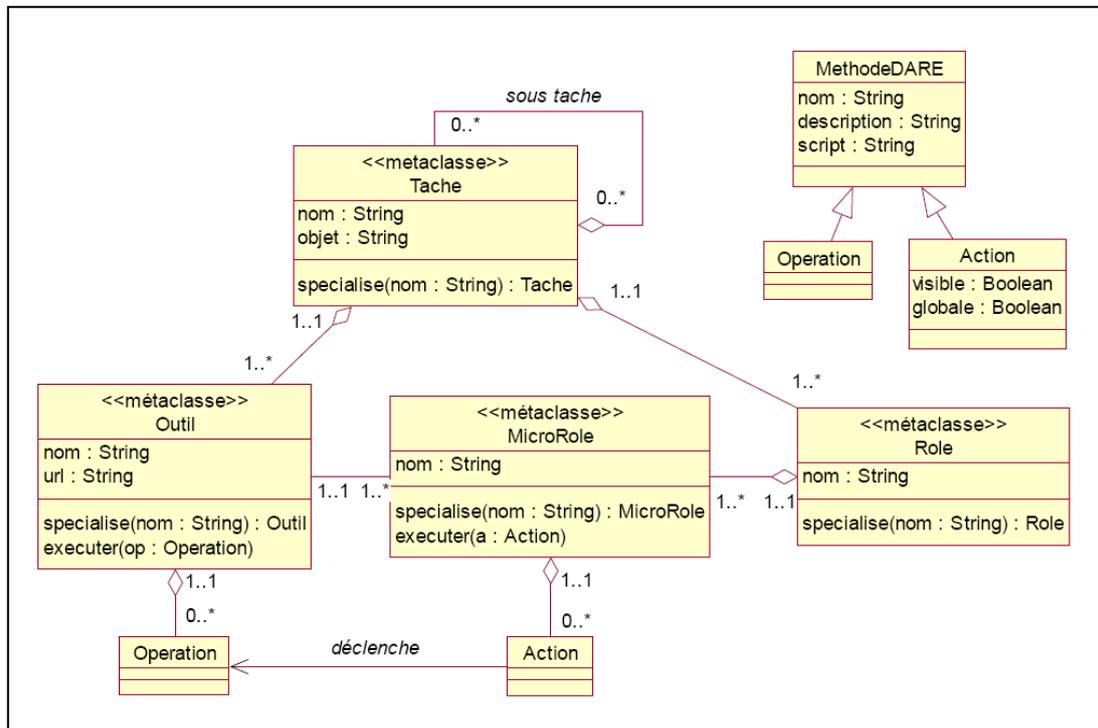


Figure 5 : Le méta-modèle de DARE [Bourguin 00]

3.2.3 Modèle 3 : Introduction au modèle de Bardram

3.2.3.1 Un problème persistant dans le CSCW

Selon Bardram, le CSCW semble avoir un problème persistant dans la compréhension de la nature du « travail coopératif » [Bardram 98a]. Ce problème proviendrait du fait que l'on ne s'est pas suffisamment intéressé à l'aspect *dynamique* du travail coopératif [Bardram 98a]. Celui-ci évolue au cours du temps, il est sujet aux pannes et il est perçu différemment selon les acteurs impliqués dans le travail [Bardram 98a].

En étudiant les systèmes de Workflow, Bardram a montré qu'ils mettaient en œuvre des planifications trop rigides [Bardram 98a]. Selon Bardram, malgré le travail de Suchman et Wynn [Suchman 83], il existe encore des systèmes de Workflow qui laisseraient entendre que le travail est caractérisé par des routines qui peuvent être effectivement coordonnées par des procédures formelles [Bardram 98a].

En fait, les routines, la coopération, les conflits, etc. sont des aspects différents d'un même effort de travail [Bardram 98a]. Bardram, en faisant allusion aux « mécanismes de coordination » décrit par Schmidt et Simone [Schmidt & Simone 96], précise que faire une distinction analytique entre le « travail coopératif » (*cooperative work*) et le « travail d'articulation » (*articulation work*), c'est perdre la compréhension de la dynamique du travail coopératif.

En effet, ce qui est « travail coopératif » pour une situation peut être un « travail d'articulation » pour une autre. Souvent le travail coopératif ne peut être compris qu'en étudiant le déroulement au cours du temps des pratiques de travail qu'elles impliquent [Bardram 98a]. Bardram cite l'exemple d'une secrétaire et de son chef de service [Bødker & al. 93], ce qui est articulation du travail (coordination) pour l'un (le chef de service) peut être du travail coopératif (le travail en lui-même) pour l'autre (la secrétaire) [Bardram 98a].

Par conséquent, il est important de fonder l'analyse du travail coopératif sur un cadre théorique qui prenne en compte une telle dynamique [Bardram 98a].

3.2.3.2 La non prise en compte des pannes dans le travail coopératif

Selon Bardram, la dynamique du travail coopératif est liée à la notion de « pannes » (*breakdown*) dans le flux du travail [Bardram 98a]. Cette notion de pannes et la façon dont les travailleurs les « récupèrent » ont été étudiées dans de nombreuses recherches en sociologie, par exemple, [Suchman 83 ; Symon & al. 96], et en CSCW [Bowers & al. 95 ; Heath & al. 96].

Bardram met l'accent sur le fait qu'il est important de comprendre ces pannes dans la coopération afin de les supporter. Les problèmes de certains systèmes de support au travail coopératif proviennent précisément de cette absence d'outils de support aux pannes dans le flux du travail [Bardram 98a].

Par conséquent, selon Bardram, nous devons étudier et comprendre ces pannes coopératives afin de concevoir des moyens permettant de les réparer [Bardram 98a].

3.2.3.3 L'origine du modèle de Bardram

La Théorie de l'Activité fournit un cadre théorique qui permet d'analyser le travail coopératif, ses transformations dynamiques et qui prend en compte l'importance des pannes dans la coopération [Bardram 98a].

Afin de décrire la transformation dynamique du travail coopératif, Bardram propose, en accord avec [Fichtner 84 ; Engeström 87 ; Engeström & al. 97 ; Raeithel 96], une structure hiérarchique de l'activité coopérative selon trois niveaux qu'il nomme : Co-ordination, Co-opération et Co-construction [Bardram 98b] (cf. Figure 6).

Ces niveaux correspondent respectivement aux trois niveaux de l'activité : opération, action et activité décrits dans la Théorie de l'Activité [Bardram 98b]. Les transformations dynamiques du travail coopératif correspondent alors à des transitions ascendantes ou descendantes entre ces trois niveaux [Bardram 98b].

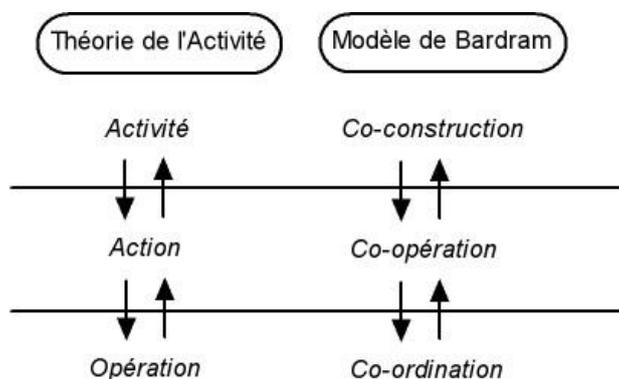


Figure 6 : Structure hiérarchique à trois niveaux de l'activité (Théorie de l'Activité et Bardram)

La Théorie de l'activité et en particulier le modèle de Bardram par sa prise en compte de la dynamique du travail coopératif (pannes et changements de niveau) forment le cadre théorique que nous avons choisi. C'est pour cette raison que nous allons présenter les principaux concepts de la Théorie de l'Activité nécessaires à la compréhension du modèle de Bardram dans la section suivante.

3.3 Théorie de l'activité, modèle de Bardram et CSCW

Dans cette section, nous allons décrire quelques concepts de base de la Théorie de l'Activité utiles à la compréhension du modèle de Bardram. Nous utilisons principalement la description de ces concepts faite par Bardram dans sa thèse [Bardram 98a] et nous la complétons lorsque cela s'avère nécessaire. Pour une revue plus précise, les principales références sur la Théorie de l'Activité sont Leontjev et Engeström [Leontjev 78 ; Engeström 87]. Son introduction dans le domaine du CSCW est due à [Kuutti 91]. Son utilisation dans la conception des systèmes informatiques est décrite par [Nardi 96].

3.3.1 Concepts de base

3.3.1.1 Structure de base de l'activité

L'unité fondamentale d'analyse dans la Théorie de l'Activité est l'activité humaine. Les composants d'une activité humaine sont : un *sujet actif* qui dirige son activité vers un *objet* dans le monde, *médiatisée* (cf. § 3.3.1.3) par un *artefact* ou un *outil* [Bardram 98a].

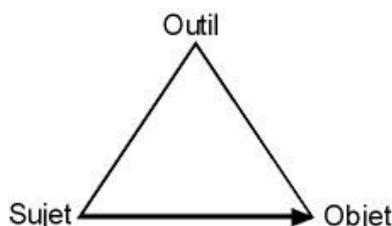


Figure 7 : La structure de base de l'activité humaine médiatisée

Chaque activité est spécifique et peut être distinguée d'une autre activité par son objet, qui lui donne une direction spécifique (son objectif) [Leontjev 81].

Un objet peut être quelque chose de matériel, de moins tangible comme un plan ou même de non tangible comme une simple idée. L'important est qu'il puisse être partagé pour être manipulé ou transformé par les sujets d'une activité [Kuutti 96].

L'objet est lié au *motif* de l'activité, et de fait, l'activité d'un sujet est motivée par l'objet. Il ne peut y avoir d'activité sans motif mais celui-ci peut ne pas être apparent. C'est pourquoi le travail de certains membres d'une organisation peut devenir routinier.

3.3.1.2 Concept d'activité fondamentalement social

« Avec toutes ses formes variées, l'activité individuelle d'un humain est un système dans le système des relations sociales. Il n'existe pas sans ces relations »²⁰ [Leontjev 81].

La nature sociale de l'activité humaine a été étendue par Engeström [Engeström 87] (cf. Figure 8). Ce dernier a identifié un composant supplémentaire, la *communauté*, qui représente les sujets partageant le même objet, et deux autres médiateurs agissant sur l'objet de l'activité.

Ces médiateurs sont :

1. Les *règles* et *normes* implicites ou explicites médiatisant la relation du sujet à la communauté en régissant ou contraignant les actions de ces sujets.
2. La *division du travail* médiatisant la relation de la communauté à l'objet du travail qui correspond, par exemple, à la répartition des tâches entre les sujets, aux pouvoirs et statuts de chaque sujet de la communauté, etc. [Bardram 98a]

²⁰ "With all its varied forms, the human individual's activity is a system in the system of social relations. It does not exist without these relations." [Leontjev 81]

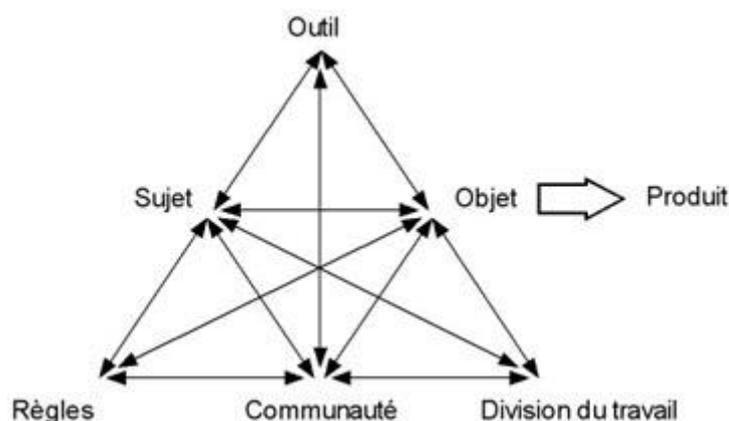


Figure 8 : La structure basique d'une activité selon Engeström [Engeström 87]

La Théorie de l'Activité fournit un excellent fondement théorique pour décrire et étudier le travail coopératif [Bardram 98a].

La coopération y est définie comme « *une activité collaborative, ayant un objectif distribué sur plusieurs acteurs, chacun réalisant une ou plusieurs actions au moyen d'outils en accord avec l'objectif global et partagé* »²¹ [Bardram 98b].

La relation entre l'activité individuelle et les activités des autres membres est sujette à une *division du travail* et est régie par différentes *règles* et normes plus ou moins explicites [Bardram 98a]. Tous les éléments (sujet, objet, communauté, outil, règles et division du travail) qui composent ce modèle évoluent dynamiquement au cours de l'activité en s'influçant mutuellement [Bardram 98a].

3.3.1.3 Médiation de l'activité par l'outil

Ce concept a été mis en évidence par Vygotsky d'après [Leontjev 81]. Un sujet n'agit jamais directement sur l'objet, il le fait par l'intermédiaire d'un outil ou artefact. Il n'y a pas de différence entre un outil cognitif et un outil matériel [Bardram 98a]. Par exemple, les plans sont utilisés en tant qu'artefact qu'ils soient une construction mentale mémorisée ou bien qu'ils existent réellement sur le papier [Bardram 98a].

L'outil joue deux rôles, il est à la fois *médiateur* et *produit* de l'activité humaine :

- *Médiateur* car il permet d'agir sur le « monde ».
- *Produit* car il est constamment modifié ou adapté par les sujets (pour correspondre à leurs besoins, leurs buts ou leur expérience) au cours de l'activité qui elle-même évolue.

Les caractéristiques de l'activité sont alors cristallisées dans l'outil qui reflète l'expérience accumulée par sa structure (forme, taille, etc.) et par les connaissances sur son usage [Bardram 98a].

La médiation par l'outil a été étendue par Vygotsky à la médiation par les signes (plutôt que le terme « langage ») qui adoptent de nombreuses formes (communication symbolique, iconique, conceptuelle, etc.) dans les interactions entre sujets [Wertsch 81]. Ils médient la coordination mutuelle et l'auto-régulation de l'activité [Bardram 98a].

²¹ "a collaborative activity, with one objective, but distributed onto several actors, each performing one or more actions according to the overall and shared objective of the work" [Bardram 98b]

3.3.1.4 Structure hiérarchique à trois niveaux de l'activité

L'activité peut se représenter sous la forme d'une structure hiérarchique à trois niveaux : *activité*, *action* et *opération* [Leontjev 81].

- **Activité** (niveau supérieur) : C'est l'activité qui a été décrite précédemment. L'activité est sociale, possède un motif et est orientée vers un objet. Une activité est réalisée au travers d'une « chaîne d'actions » [Bardram 98a].
- **Action** (niveau intermédiaire) : Les actions individuelles ou collectives sont des processus dirigés vers des buts conscients, c'est-à-dire des représentations conscientes du résultat à obtenir et qui orientent l'action. Les différents résultats obtenus par les actions réalisent l'objet de l'activité. Plusieurs actions peuvent être nécessaires pour atteindre un même but.

Selon Bardram, adoptant le point de vue de Leontjev, la notion d'*action* est fondamentale pour ce qui concerne le travail coopératif car elle est à la fois une condition (« prerequisite ») et un résultat de la division du travail. « Une activité collective peut être réalisée par le biais d'une distribution des actions entre différentes personnes. »²² [Bardram 98a].

Pour se partager le travail, il faut au préalable être capable de diviser l'objectif en plusieurs sous objectifs conscients [Bardram 98a]. C'est donc au niveau *action* que les sujets organisent explicitement le travail coopératif. Les actions sont réalisées à leur tour par l'intermédiaire d'opérations.

- **Opération** (niveau inférieur) : Ce sont des processus automatiques ou routiniers qui réalisent les actions en fonction des *conditions* de la situation. Les opérations sont des actions dont le modèle s'est démontré réellement fiable sous certaines conditions [Bourguin 00].

Ces processus n'ont pas besoin pour être exécutés que les sujets en aient une représentation consciente [Bardram 98a]. « En se déplaçant vers le bas de la hiérarchie des actions aux opérations, nous franchissons la frontière entre les processus conscients et automatiques »²³ [Bardram 98a]. Par exemple, le fait de descendre des escaliers ou changer de vitesse en voiture [Bourguin 00].

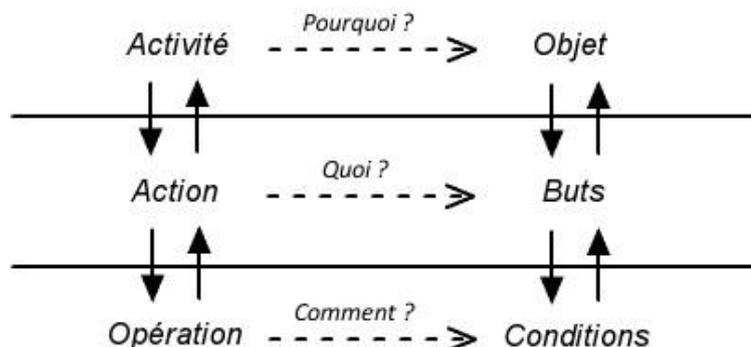


Figure 9 : Structure hiérarchique à trois niveaux de la Théorie de l'Activité [Bardram 98a]

L'activité explique *pourquoi* l'activité a lieu (le motif), les actions, *quoi* faire pour atteindre cet objectif (les buts) et les opérations, *comment* l'activité est réalisée (les conditions) (cf. Figure 9) [Bardram 98a]²⁴.

²² "Collective activity can be realized through a distribution of actions to different individuals." [Bardram 98a]

²³ "Moving down the hierarchy from actions to operations we cross the border between conscious and automatic processes" [Bardram 98a]

²⁴ "The activity explains why the activity is taking place (the motive) ... the actions explain what must be done to achieve this objective (the goals)... This operational level of the activity explains how the activity is performed." [Bardram 98a]

Cette structure hiérarchique est dynamique, des transformations ont lieu constamment tant horizontalement que verticalement [Bardram 98a].

Par exemple :

1. Une activité peut perdre son motif et se transformer en une action.
2. Une action peut prendre de l'importance et devenir une activité.
3. Une action peut devenir routinière et s'effectuer de manière inconsciente, se transformant alors en opération.
4. Une opération à son tour peut évoluer délibérément en une action afin de l'améliorer (réfléchir sur le travail routinier) ou bien involontairement quand les conditions de réalisation de l'action au travers d'opérations ne sont pas réunies provoquant, dans ce cas, une *panne* [Bødker 91, Winograd & al. 86].

Bardram met l'accent sur ces pannes qui peuvent se produire aux trois niveaux de l'activité, sur les changements de niveau qu'elles induisent et sur la description des transitions à effectuer pour changer de niveau [Bardram 98a].

3.3.2 Modèle de Bardram

3.3.2.1 Les trois niveaux de l'activité selon Bardram

Bardram reprend la structure hiérarchique de l'activité de la Théorie de l'Activité et renomme ses niveaux : **Co-ordination**, **Co-opération** et **Co-construction** (cf. Figure 10).

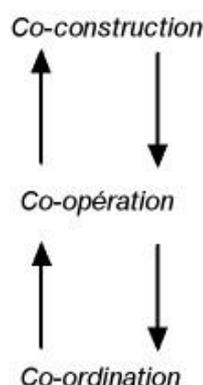


Figure 10 : Structure hiérarchique à trois niveaux selon Bardram [Bardram 98a]

1. **Le niveau Co-construction** : c'est le niveau le plus élevé, celui où les sujets conceptualisent ou re-conceptualisent leur propre organisation et leur interaction en relation avec l'objet partagé [Bardram 98a].

A ce niveau, l'objet de l'activité n'est pas stable ou n'existe peut-être même pas [Bardram 98a]. Il doit être construit collectivement par les participants de même que l'organisation et l'interaction d'où le terme « Co-construction. » [Bardram 98a]. Ce niveau est qualifié d'« organisationnel » (*organizational level*) par Bardram qui souligne qu'une transition à ce niveau n'est pas courante dans le flux normal du travail quotidien [Bardram 98a]. Il correspond à la création et à l'installation d'une nouvelle organisation du travail ou bien à une profonde remise en cause de l'organisation existante du travail coopératif. Il s'agit de réfléchir collectivement sur l'objectif général de l'activité, sur le motif de l'activité ou sur l'origine des problèmes ou des contradictions s'il y en a.

Par exemple, dans le cas de la résolution collective d'un défi, des questions de niveau Co-construction se présenteraient sous la forme suivante : « Est-ce que l'objectif commun que nous nous sommes fixés permet d'atteindre la solution du défi ? », « Est-ce que notre activité est pertinente ou doit-on la réorienter ? », « Avons-nous tous bien compris le problème de la même façon ? », « Pourquoi n'arrivons nous pas à travailler ensemble ? », « Quelle stratégie générale de résolution adopter ? », etc. Les réponses à ce genre de question permettent, par exemple, d'élaborer une compréhension mutuelle du problème ou l'élaboration d'une stratégie générale de résolution.

- 2. Le niveau Co-opération :** C'est le niveau intermédiaire, celui où les travailleurs au lieu de se concentrer chacun sur la réalisation des actions et des rôles assignés, se concentrent sur un objet commun [Bardram 98a].

Une différence importante entre les niveaux Co-ordination et Co-opération est le partage de l'objectif. À ce niveau, l'objet est stable et, en général, accepté par les différents acteurs. Chaque acteur doit équilibrer ses propres actions selon celles de ses partenaires en lien avec l'objectif commun et les influencer si nécessaire pour permettre la réalisation de la tâche commune [Fichtner 84]. Les sujets sont actifs et le partage de l'objet leurs permet de se remettre en question les uns par rapport aux autres et d'apporter des corrections à leurs propres actions [Bardram 98a].

C'est à ce niveau que les *moyens* de la réalisation de l'activité (les *moyens* du travail dans la Figure 11) doivent être établis [Bardram 98a]. Il s'agit essentiellement :

- d'élaborer une décomposition de l'activité en plusieurs actions et de les répartir sur plusieurs acteurs.
- de choisir les artefacts appropriés qui vont être utilisés comme outil de médiation des actions [Bardram 98a].

Les acteurs doivent donc s'engager dans une activité d'organisation dont le produit, « l'organisation » explicite (au sens de Schmidt, voir 3.1.1), est nécessaire à la réalisation de l'activité coopérative.

Par exemple, dans le cas de l'auto-organisation d'apprenants résolvant un problème collectivement, la décomposition des tâches en sous-tâches ou la prise de décision (qui fait quoi, quand, etc.) relèvent de ce niveau.

- 3. Le niveau Co-ordination :** C'est le niveau le plus bas, celui qui correspond au flux normal et routinier du travail [Bardram 98a].

Les différents travailleurs agissent ensemble sur un objet commun mais isolément et sans être nécessairement conscients de l'objectif commun [Engeström 87]. Ils n'ont pas une vision globale de l'activité qu'ils réalisent. Ils y ont accès seulement du point de vue de leurs actions individuelles.

Chaque individu suit un rôle ou des processus qui ont été établis dans les niveaux supérieurs de l'activité. Il est concentré sur la réussite des actions qui lui ont été assignées selon des règles écrites, des plans, des horaires, des normes ou des traditions, etc. et en fonction des conditions de travail. Par exemple, une infirmière qui applique un traitement à un patient ou un élève qui résout « mécaniquement » une équation pour trouver la solution d'un problème. Il n'y a plus de discussions possibles ni de remise en question des procédures à suivre [Engeström & al. 97]. Les travailleurs sont des sujets « passifs » (par opposition au sujet « actif » du niveau Co-opération), ce sont des « rouages dans une machine organisée »²⁵ [Kuutti 94].

Dans cette description, il faut prendre en compte le fait que les « organisateurs » du travail coopératif peuvent être eux mêmes les exécutants de ce travail (par exemple, dans le cas de l'auto-organisation) ou pas (par exemple, le travail à la « chaîne »).

²⁵ "Wheels in the organizational machinery" [Kuutti 94]

Par exemple, dans le cas de la résolution collective d'un défi mathématique, l'exécution des tâches et sous tâches choisies par un apprenant (recueillir des données, les mesurer, les lire, calculer des valeurs, résoudre des équations, etc.) sont des actions de niveau Co-ordination.

Une activité n'existe pas seulement à un niveau unique, les niveaux Co-ordination, Co-opération, et Co-construction sont des « distinctions analytiques » de la même activité de collaboration [Bardram 98a]. L'analyse d'un travail routinier, par exemple, le remplissage d'un simple formulaire, qui peut sembler en apparence sans objectif intelligible, doit être faite selon ces trois niveaux. En effet, ce travail a été construit (Co-construction) et organisé (Co-opération) par un ou plusieurs acteurs à un certain moment comme une façon de réaliser un certain objectif commun [Bardram 98a]. L'analyse d'une activité coopérative nécessite d'adopter un point de vue *historico-culturel* pour être comprise dans son intégralité [Bardram 98a].

3.3.2.2 Les transformations dynamiques entre les niveaux

La structure hiérarchique de l'activité serait incomplète sans la notion essentielle, selon Bardram, de « transformation dynamique entre les niveaux » (cf. Figure 11) [Bardram 98a]. Ce sont ces transformations qui permettent de prendre en compte la dynamique du travail coopératif [Bardram 98b]. Ces transformations sont liées à la stabilité (ou l'instabilité) des moyens du travail et de l'objet du travail [Bardram 98a].

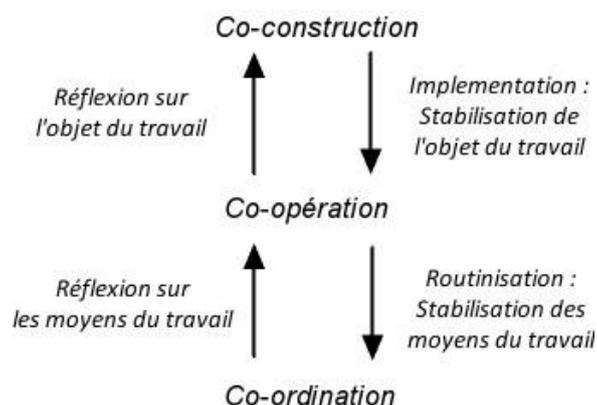


Figure 11 : La dynamique du travail coopératif [Bardram 98a]

Les transformations descendantes

La résolution des problèmes ou des contradictions est accompagnée d'une transition vers les niveaux inférieurs (*transformation descendante*) permettant la poursuite de la réalisation de l'activité [Bardram 98b].

- **L'implémentation** est la transition (descendante) du niveau Co-construction vers le niveau Co-opération. Elle est réalisée par une stabilisation de l'objet du travail. La stabilisation par la Co-construction d'un objectif commun est indispensable afin que l'objectif soit réalisé [Bardram 98a]. Par exemple, répondre à la question « Que faisons nous et pourquoi ? » est essentiel avant de pouvoir commencer à coopérer [Bardram 98a]. Cette stabilisation est de la responsabilité des services de direction dans les organisations, du leader d'un groupe ou du groupe lui-même dans le cas de l'auto-organisation. Elle est réalisée par la prise de décision, la diffusion de l'objectif commun et l'assurance de l'engagement des sujets envers cet objectif commun [Bardram 98a].

Dans le cas de la résolution collective de problème, l'implémentation correspondrait, par exemple, à la nécessité de passer de l'établissement d'une stratégie générale de résolution de problème (niveau Co-construction) à la mise en place d'une planification plus précise (niveau Co-opération) correspondant à cette stratégie.

- **La routinisation** est la transition du niveau Co-opération vers le niveau Co-ordination. Elle permet la (re)mise en place d'un travail coordonné dont les moyens ont été stabilisés [Bardram 98a]. Si une (re)définition des moyens du travail a eu lieu dans les niveaux supérieurs (par exemple, une nouvelle division du travail, une modification des règles ou normes, de nouveaux outils, etc.), il faut s'assurer que chaque sujet connaisse sa part de travail ainsi que la manière de se coordonner avec les autres travailleurs [Bardram 98a].

C'est le cas, par exemple, dans l'introduction d'un nouveau système informatique (ou sa mise à jour) dans une organisation. Dans la résolution collective d'un défi, cela pourrait se présenter sous la forme d'une modification de la répartition des tâches acceptée par le groupe (niveau Co-opération) suivie de l'exécution des tâches et sous-tâches nouvellement assignées (niveau Co-ordination).

Les transformations ascendantes

Les *transformations ascendantes* sont causées par une réflexion sur les moyens ou l'objet du travail. Elles sont provoquées par des pannes ou un décalage volontaire du centre d'attention des travailleurs.

- **La réflexion sur les moyens du travail** correspond au passage du niveau Co-ordination au niveau Co-opération. Le flux routinier du travail coordonné (individuel à ce niveau) de chaque acteur dépend de la stabilité des moyens du travail. Il dépend donc des artefacts qui médiatisent l'activité, de la stabilité des procédures, des règles, de la division du travail, des outils, etc. [Bardram 98b] Ces moyens de travail pourraient devoir être coopérativement redéfinis pour rester en accord avec l'objet du travail, à cause d'une *panne de niveau Co-ordination* ou en raison d'une re-conceptualisation délibérée de la façon dont le travail en cours est réalisé [Bardram 98a].

Par exemple, pendant la résolution d'un défi, l'incapacité d'un apprenant à réaliser les tâches qui lui ont été assignées est une panne de niveau Co-ordination. Cette panne nécessite une transition vers le niveau Co-opération pour être résolue. Une façon de la résoudre serait de réviser l'organisation du travail qui s'avère défailante.

- **La réflexion sur l'objet du travail** représente un passage du niveau Co-opération au niveau Co-construction. Une telle transition a lieu lorsque l'objet du travail (sur lequel reposent les niveaux Co-ordination et Co-opération) se révèle instable en raison d'une *panne de niveau Co-opération* ou en raison de la re-conceptualisation délibérée de l'objet du travail [Bardram 98a]. Les pannes de Co-opération se produisent souvent en cas de ressources limitées à partager ou de conflits d'intérêts [Bardram 98a]. Ces pannes demandent une re-conceptualisation de l'objet du travail, une résolution de conflits ou une prise en compte des différents points de vue des travailleurs [Bardram 98a].

Par exemple, dans le cas de la résolution collaborative de problème, une panne de Co-opération peut être provoquée par un conflit non résolu dans la répartition des tâches. Un moyen de résoudre un tel conflit serait de redéfinir la stratégie générale de résolution du problème (niveau Co-construction). Ce qui impliquerait une nouvelle décomposition en tâches et sous tâches qui pourrait mieux convenir au groupe.

Bardram²⁶ s'est inspiré des travaux de Kuutti qu'il a étendu afin d'avoir une compréhension plus détaillée des processus de travail coopératif [Bardram 98a].

²⁶ "In this thesis, I shall extend the work of Kuutti to provide a conceptual basis for a detailed understanding of collaborative work processes." [Bardram 98a]

3.3.3 Le support selon les trois niveaux en CSCW (Kuutti)

En 1991, Kuutti en relation avec les difficultés du CSCW à définir le « travail coopératif » en propose une définition qu'il présente comme une synthèse des définitions existantes [Kuutti 91]. Le CSCW peut être défini comme « le travail de multiples sujets actifs qui partagent un objet commun, ce travail étant supporté par la technologie de l'information »²⁷ [Kuutti 91]. Il adopte ainsi le point de vue de la Théorie de l'Activité et utilise ses concepts tels que présentés dans la section 3.3.2.

Le concept de « sujet actif » permet alors de différencier le CSCW des systèmes d'information traditionnels comme les workflows. Kuutti propose une classification (cf. Tableau 3) des types de support informatique au « travail coopératif » en se basant sur les trois niveaux de la structure hiérarchique de l'activité [Kuutti 91].

Niveaux de l'activité			Lieu et Type du support						
Théorie de l'activité	Modèle de Bardram	Type de système informatique	Rôle du sujet	Outil	Règles	Division du travail	Sujet "pensant"	Objet	Communauté
Activité	Co-construction	Système (re)construit par les sujets	EXPANSIF	Création de routine non prédéfinie ou construction d'outil	Construction de règles, négociation	Permettre la construction de l'organisation du travail	Apprendre, comprendre, innover	Construction de l'objet	Construction de la communauté
Action	Co-opération	Système CSCW actuel	ACTIF	Outil de production, de transformation de l'objet	Compréhension partagée	Coordination, organisation visible du travail	Recherche de l'information	Matériel partagé	Réseau visible
Opération	Co-ordination	Workflow	PASSIF	Routine Automatisation	Contrôle imposé	Fixée	Déclenchement d'actions prédéterminées	Données	Individu isolé, communauté invisible

Tableau 3 : Une classification des différents types de support de base du travail coopératif inspiré de [Kuutti 91] (Les trois premières colonnes ont été rajoutées)

Le rôle PASSIF du sujet correspond au support du niveau Co-ordination (ou opération) de l'activité. Les systèmes informatiques de type workflow assurent ce type de support au travail routinier.

Le rôle ACTIF est supporté au niveau Co-opération (ou action) par les systèmes « classiques » de support au CSCW où « les sujets sont actifs et partagent un objet commun. »

Le rôle EXPANSIF correspond au support du niveau Co-construction (ou activité). Ce sont les systèmes informatiques qui permettraient de modifier dynamiquement une partie ou tous les composants de l'activité (sujet, objet, communauté, outil, règles et division du travail) en donnant les moyens aux travailleurs de reconstruire eux mêmes leur travail [Kuutti 91]. Par exemple, en créant ou en modifiant au cours de l'activité, les artefacts informatiques nécessaires à sa réalisation [Kuutti 91] et en particulier celui (matériel ou abstrait) qui représente l'organisation de l'activité.

La classification de Kuutti nous donne des pistes pour comprendre la notion de support informatique des trois niveaux de l'activité dans le travail coopératif.

²⁷ "Work by multiple active subjects sharing a common object and supported by information technology" [Kuutti 91]

Chapitre 4 : Problématique et méthodologie

Introduction du chapitre 4

Dans ce chapitre, nous présentons la problématique de notre recherche et la méthodologie que nous avons suivie.

CHAPITRE 4 : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE	57
INTRODUCTION DU CHAPITRE 4.....	57
4.1 PROBLÉMATIQUE	59
4.1.1 CONTEXTE DES TRAVAUX.....	59
4.1.2 OBJECTIF GÉNÉRAL DES TRAVAUX	60
4.1.3 CONTEXTE D'ÉTUDE : LES PROBLÈMES DE TYPE « CHALLENGE ».....	60
4.1.4 OBJECTIFS DÉTAILLÉS DES TRAVAUX	61
4.2 MÉTHODOLOGIE ET ÉTAPES DE LA RECHERCHE	62

4.1 Problématique

4.1.1 Contexte des travaux

Le concept d' « auto-organisation » :

Dans le cadre des scripts collaboratifs et en particulier des macro-scripts, Pierre Tchounikine met en évidence la notion d'« *auto-organisation* » des apprenants [Tchounikine 07]. L'auto-organisation des apprenants est « une activité de niveau méta dans laquelle doit s'engager un groupe d'apprenants exécutant un script CSCL afin de maintenir, dans le cadre de référence qui est extérieurement défini par le script, une structure d'entente collective plus ou moins stable » [Tchounikine 07].

Dans les macro-scripts, l'activité d'organisation est établie en partie par le script et en partie par les apprenants eux-mêmes (d'où le mot « auto »). Cette auto-organisation dépend de la façon dont les apprenants vont collaborer et exécuter le script. Il s'agit donc d'une structure abstraite qui a pour caractéristique d'être émergente, c'est dire évolutive et imprévisible, dépendante du script et du groupe d'apprenants.

Cette notion d'auto-organisation, présentée par Tchounikine dans le cadre des macro-scripts, a un spectre d'application plus large. En effet, elle intervient, de façon générale, dans des situations où un groupe d'apprenants doit réaliser une activité collective dont le processus n'est pas complètement prédéterminé. C'est donc le cas des situations que nous avons décrites dans le chapitre 2, c'est-à-dire, les scripts CSCL, la résolution collective de problème et dans une plus large mesure, les challenges collectifs ; les micro-scripts ne sont a priori pas concernés.

Un concept source de tensions :

Le fait qu'un script laisse un espace de liberté pour une activité d'auto-organisation est une source de tensions. Ces tensions sont de deux types :

1. Tensions entre tâche et activité

Les macro-scripts sont relatifs à la tâche, c'est-à-dire, « le travail prescrit » (« ce qui doit être fait » et « comment cela doit être fait »). Ils sont proposés par des enseignants munis d'une intention pédagogique qui ont leur propre interprétation du script et de la façon dont les apprenants vont l'exécuter.

L'activité des apprenants (« ce qu'ils vont réellement faire ») et en particulier l'activité d'organisation sont dépendantes de la façon dont les apprenants vont s'appropriier le script et de leur motivation à l'exécuter. Faciliter l'appropriation d'un script est un critère pour leur conception [Dillenbourg 02]. L'engagement des apprenants est supposé acquis sous la forme d'un contrat didactique (au sens de [Brousseau 98]) cité dans [Tchounikine 07].

Ces présupposés ne sont pas suffisants pour garantir les objectifs du script car l'auto-organisation des apprenants est une source de tensions entre l'intention pédagogique des enseignants inscrite dans le script (associée à « la tâche ») et l'appropriation par les apprenants du script lors de sa réalisation (« l'activité ») [Tchounikine 07].

2. Tensions dues à la configuration informatique

Dans un environnement informatique, l'émergence de cette activité peut poser un problème lié à la configuration des paramètres informatiques du script [Tchounikine 07]. Il y a un risque que la technologie devienne une « contrainte contre-productive » en raison des caractéristiques évolutives et imprévisibles de l'organisation des apprenants.

L'activité d'auto-organisation des apprenants et la prise en main du système informatique dépendent du groupe, de son aptitude à s'organiser, des compétences informatiques de chacun de ses membres et des caractéristiques dynamiques du groupe (par exemple, des conflits entre ses membres ou l'apparition d'un leader) [Tchounikine 08].

Ces tensions entre l'activité émergente et la technologie augmentent la difficulté à concevoir des systèmes informatiques adaptés aux scripts.

La gestion de ces tensions :

Encourager et aider les apprenants à s'auto-organiser est une façon de gérer ces tensions liées à la différence entre la tâche et l'activité, et de leur donner les moyens de réagir face à des problèmes imprévus (gestion du temps, mauvaise distribution des rôles, problèmes liés à la technologie, etc.) pendant l'exécution du script. C'est aussi une façon d'impliquer les apprenants en les rendant actifs dans leur apprentissage collectif. Cela peut être un objectif en lui-même pour apprendre à s'organiser et à réaliser un travail collectif.

4.1.2 Objectif général des travaux

Nous nous proposons de contribuer à l'étude des phénomènes d'auto-organisation qui émergent dans les situations CSCL en prenant en compte les aspects technologiques qui leurs sont liés. Nous nous intéressons, en particulier, au support à fournir aux apprenants pour les engager dans cette activité d'auto-organisation et aux moyens nécessaires à un tuteur pour suivre et supporter cette activité.

4.1.3 Contexte d'étude : les problèmes de type « challenge »

En analysant les trois situations (macro-script, résolution collective de problème et challenge collectif) du point de vue de l'auto-organisation, la situation la plus favorable pour nos travaux s'avère être le challenge collectif.

Les challenges, en proposant des problèmes complexes ou mal structurés avec plusieurs solutions possibles et plusieurs façons de les obtenir, permettent aux apprenants d'adopter une façon plus personnelle de résoudre le problème. Ils peuvent planifier leur activité, se fixer des buts et les moyens à mettre en œuvre pour les atteindre sans privilégier une éventuelle bonne réponse de l'enseignant. Les apprenants deviennent des sujets « actifs » et ont le sentiment de contrôler la situation.

En choisissant un challenge, nous cherchons à éviter de guider les apprenants dans la résolution afin de permettre à l'auto-organisation de se développer librement tout au long du processus de résolution.

Les deux autres situations de CSCL envisagées, les macro-scripts et la résolution de problème pourraient également se prêter à notre étude (les trois situations sont proches et varient éventuellement par leur caractéristique dominante, cf. § 2.3). L'approche « challenge collectif » des situations de CSCL nous paraît la plus pertinente car :

1. Les macro-scripts établissent des lignes directrices sur la façon d'organiser l'activité d'apprentissage collaborative tout en permettant aux apprenants, dans une certaine mesure, de s'auto-organiser pendant l'exécution du script. Les macro-scripts structurent la situation pédagogique avant que l'activité ne se déroule, par exemple, en définissant des séquences précises d'activités, en créant des rôles ou en contraignant le mode d'interaction entre pairs [Dillenbourg & Tchounikine 07]. Un challenge collectif est une situation moins structurée, ce qui permet d'éviter certains phénomènes de tensions comme la motivation à exécuter le script ou la façon dont les apprenants vont se l'approprier.
2. Dans la résolution collective de problème, l'organisation devrait occuper une place plus importante quand le problème est complexe ou mal structuré. Elle intervient sous la forme de processus métacognitifs (planifier, surveiller, évaluer). La résolution collective du problème est alors dépendante de la motivation des apprenants, que l'on peut augmenter par la pertinence du choix du problème, par exemple, un challenge collectif.

Nous avons donc décidé d'utiliser, pour notre étude, une situation pédagogique basée sur une résolution collective de problème, le problème se présentant sous la forme d'un défi. Nous appelons cette situation pédagogique collective, un « Challenge Pédagogique Collectif » et nous la définissons comme une situation d'apprentissage où :

1. Le problème est conçu pour inciter les apprenants à pratiquer des compétences cibles relatives à un domaine ou des compétences métacognitives (planifier, surveiller, réguler).
2. Un groupe d'apprenants est engagé, en équipe, dans la résolution du problème.
3. La solution du problème exige des apprenants qu'ils joignent leurs forces.
4. Le problème et les paramètres de la situation sont conçus pour créer une tension positive qui motive les apprenants.

Outre les caractéristiques intéressantes que possèdent les situations pédagogiques basées sur un défi²⁸ que nous avons énoncées (motivation importante, mise en jeu de processus métacognitifs et faible guidage), un « Challenge Pédagogique Collectif » tel que nous venons de le définir, exige de la part des apprenants de :

1. Résoudre le défi.
2. De s'auto-organiser pour le résoudre collectivement.

La motivation intrinsèque induite par un challenge pédagogique est destinée à compenser la faible structuration de notre situation. Le scénario consiste simplement, dans ce cas, à proposer aux apprenants d'effectuer collectivement les étapes « Représentation du problème », « Planification d'une solution du challenge » et « Exécution du plan » (étapes numérotées 2, 3 et 4) du modèle classique de résolution de problème (cf. § 2.3.2).

Le défi proposé doit apparaître comme ne pouvant pas être « accompli » (au sens de Schmidt, voir § 3.1.1) par un apprenant isolé dans le temps imparti, afin que les apprenants ressentent la nécessité de décomposer la tâche en sous tâches, de se répartir les sous tâches, de les réaliser en parallèle ou ensemble, etc. Les apprenants doivent alors prendre conscience de leur interdépendance, joindre leurs forces, s'engager dans une activité d'organisation et la réguler au cours de l'avancement dans la résolution.

4.1.4 Objectifs détaillés des travaux

Les objectifs de notre travail, instanciés dans le cadre des Challenges Pédagogiques Collectifs, sont d'étudier :

1. Comment engager les apprenants dans une activité d'organisation, supporter et faciliter cette activité d'organisation dans le cas d'une activité de résolution collective de problème basée sur un défi.
2. Comment donner les moyens à un tuteur de suivre, d'interpréter et de supporter cette activité d'organisation. Notre objectif est de comprendre comment ce support pourrait être mis en place.

Les propriétés des Challenges Pédagogiques Collectifs que nous prenons plus particulièrement en compte sont le fait :

- De proposer aux apprenants une tâche motivante.
- Que, pour être réussi, le défi nécessite la mise en œuvre de processus métacognitifs (planifier, évaluer, réguler).
- De présenter aux apprenants une structuration générale qui suffise à leur donner un cadre général de travail qui les incite à définir eux-mêmes des tâches et à les décomposer en sous-tâches.

²⁸ Les termes « défi » et « challenge » peuvent être considérés comme synonymes, cependant, nous désignons par « défi », le problème en lui-même tel qu'il est posé tandis que le terme « challenge collectif » désigne la situation collective mise en place et le processus de résolution pour trouver la solution du défi.

- Que les apprenants doivent se distribuer ces sous-tâches et les réaliser en parallèle ou conjointement.
- Que les résultats intermédiaires des sous tâches doivent être partagés entre les apprenants.
- Qu'il y ait plusieurs stratégies possibles pour résoudre le défi.
- Que les apprenants soient interdépendants dans la réussite du défi et qu'un seul apprenant ne puisse le résoudre dans le temps imparti.
- Que soit perçu comme pertinent par les apprenants de leur demander d'explicitier leur organisation.
- De donner au tuteur les moyens de percevoir la distribution des tâches et l'évolution de leur résolution.
- Qu'il n'y ait pas une « bonne » solution, ni une « bonne » stratégie.

4.2 Méthodologie et étapes de la recherche

ETAPE 1 : Analyse de la littérature 1 : EIAH, CSCL et identification de trois approches représentatives du domaine pour susciter la collaboration.

Nos recherches nous ont amené dans un premier temps à étudier la littérature pour nous familiariser avec les domaines des EIAH et du CSCL, en particulier les situations mettant en jeu les scripts CSCL et les situations de résolution collective de problème. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux situations de résolution de problèmes mathématiques basés sur un défi en raison de la forte motivation qu'ils sont susceptibles de produire chez les apprenants. Cela nous a conduits à définir la notion de « Challenge Pédagogique Collectif ».

ETAPE 2 : Analyse de la littérature 2 : CSCW, étude de trois approches de l'organisation et choix d'un cadre théorique.

La définition de l'auto-organisation donnée par Pierre Tchounikine dans le cadre des scripts CSCL s'inspirant de travaux sur le « travail coopératif », nous avons voulu savoir comment était abordée la question de l'organisation dans le domaine du CSCW. Nous nous sommes rendu compte comme Kuutti que l'« organisation » était un concept « flou » et « ouvert à différentes interprétations »²⁹ [Kuutti 93]. Nous avons repris la définition assez large donnée par Schmidt de l'organisation du travail coopératif et nous nous sommes intéressés aux principaux concepts qui lui sont liées comme la « coordination », la « planification », la « régulation », etc.

Notre analyse de la littérature nous a permis de retenir trois modèles ou méta-modèles (les workflows, le projet DARE et le modèle de Bardram) qui abordent la question de l'activité d'organisation dans le travail coopératif :

Les workflows

Le modèle proposée par la WfMC et les workflows en général, nous ont intéressés pour différentes raisons. D'un point de vue général, les workflows ont été l'objet de nombreuses études mais aussi de beaucoup de controverses et de critiques en raison de leur représentation rigide du travail [Suchman 94 ; Winograd 94 ; Bowers & al. 95]. Les workflows mettent en relief les problèmes posés en CSCW relatifs à la tâche prescrite (« ce qui doit être fait ») et à l'activité (« ce qui va être réellement fait »).

Parmi ces études, celles de Suchman et Bardram nous ont apporté des précisions sur la notion de planification et notamment de « planification située ». Un workflow typique contribue à définir, exécuter, coordonner et contrôler le flux du travail au sein d'une organisation en embarquant une

²⁹ "The concept of organization is so fuzzy and open to different interpretations" [Kuutti 93]

représentation informatique des procédures et des activités du travail [Bardram 97]. Selon Bardram, les modèles embarqués dans les workflows ont besoin de correspondre aux conditions du travail et par conséquent, ces modèles doivent être constamment améliorés et modifiés pour refléter le travail réel. Une façon de vérifier si le modèle correspond ou ne correspond pas au travail est d'observer pendant l'exécution si le plan, basé sur le modèle, provoque une « panne » [Bardram 97]. Ces situations de pannes ne sont pas exceptionnelles dans les situations de travail, mais plutôt un élément important de toute activité. Elles servent de base pour l'apprentissage et donc pour concevoir et améliorer les futurs plans d'action [Bardram 97].

Nous avons pris en compte l'importance de cette notion de pannes dans le flux du travail et nous avons adopté le point de vue de Bardram sur les workflows et la planification. Un système informatique devrait être un outil de médiation permettant d'anticiper les événements récurrents du travail coopératif. Par conséquent, un outil de planification devrait prendre en charge la planification située, c'est-à-dire, la construction, la modification, l'exécution et le suivi des plans pendant les activités de travail coopératif [Bardram 97]. Nous avons tenu compte de ces recommandations lors de la conception de notre système qui possède certaines des propriétés d'un workflow (par exemple, une forme d'automatisation, la réalisation d'actions prédéterminées, la division du travail figée,..) lorsque les apprenants exécutent le plan qu'ils ont eux-mêmes conçus.

Le modèle de DARE

Notre étude des systèmes de workflow et, en particulier, le point de vue de Bardram, nous a amené à considérer la question de leur « adaptation » à la dynamique du travail coopératif et aux pannes dans le flux du travail.

A la différence d'un workflow « classique », DARE permet aux membres d'un groupe d'avoir accès à la tâche et de la modifier. DARE ressemble en ce sens à un « workflow adaptatif » selon Hanser [Hanser 03]. Bien qu'il possède un modèle des processus (de la tâche) qui décrit le déroulement de l'activité coopérative comme dans les workflows, ce modèle est évolutif [Bourguin & Derycke 05]. L'activité d'organisation dans DARE est définie par des rôles liés aux tâches. Elle est, selon Bourguin, « relativement difficile » à reconstruire par un membre du groupe.

Nous n'abordons pas l'organisation de la même façon que dans les travaux de Bourguin. Par exemple, nous voulons éviter de structurer notre situation de résolution collaborative de problème à l'avance en fournissant une liste de tâches prédéfinies ou de rôles possibles comme dans DARE.

En étudiant comment Bourguin abordait l'activité d'organisation, nous nous sommes aperçus qu'en fondant son travail sur la Théorie de l'Activité, sur la notion d'expansivité de Kuutti et sur le modèle dynamique de l'activité de Bardram, il mettait à notre disposition un cadre théorique qui nous permettait de construire un modèle dynamique de l'activité d'organisation.

Le modèle de Bardram

Finalement, nous avons retenu le troisième modèle, celui de Bardram, que nous avons trouvé particulièrement adapté à nos recherches pour les raisons suivantes :

1. La notion de « Challenge Collectif Pédagogique » que nous avons défini est un cas particulier de situation de travail collectif. Nous proposons de considérer les actions d'organisation des apprenants dans cette situation comme une activité d'organisation au sens de la Théorie de l'Activité.

Comme nous l'avons précisé dans le chapitre 3, nous pensons que le modèle de Bardram permet de décrire et d'interpréter cette activité d'organisation des apprenants avec un niveau de granularité suffisamment fin pour notre travail. La structure hiérarchique de l'activité avec ces trois niveaux (Co-construction, Co-opération et Co-ordination) permet de comprendre la nature intrinsèque de l'activité d'organisation : le fait que les apprenants soient en train de construire leur organisation (Co-construction), de l'instancier (Co-opération) ou de l'exécuter (Co-ordination).

2. Le modèle de Bardram, en mettant l'accent sur les transitions entre les niveaux, permet une compréhension de la dynamique de cette activité d'organisation. Les transitions

ascendantes nous indiquent une réflexion sur l'objet ou les moyens du travail, tandis qu'une transition descendante indique une stabilisation de l'objet ou des moyens du travail. Ces transitions sont des indicateurs de modification de la nature de l'activité d'organisation des apprenants.

3. Les pannes et les décalages du centre d'attention sont les raisons principales de ces transitions. Bardram souligne le fait que percevoir les pannes apparaissant pendant la collaboration est un autre aspect important dans la compréhension de la dynamique de la collaboration. Notre intention étant de donner les moyens à un tuteur de supporter l'activité d'organisation, ce modèle nous donne des indications sur « quand le faire » (pannes non résolues) et « comment le faire » (provoquer un changement de niveau par une réflexion ou une stabilisation de l'objet ou des moyens du travail).
4. Bardram précise qu'un système destiné à supporter la dynamique du travail coopératif devrait être conçu pour supporter les différents niveaux de toutes les activités coopératives et supporter les transitions dynamiques entre les niveaux et les pannes. Il donne ainsi des directions, que nous avons suivies dans la conception de notre système informatique.

ETAPE 3 : Le choix du défi

Le problème que nous avons choisi s'intitule « La Course Sans Gagnant ». C'est un défi mathématique qui se présente sous la forme d'une simulation programmée en FLASH™ que nous décrivons dans le chapitre 5.

Un critère dans le choix d'un défi est de provoquer une forte motivation chez les apprenants en rendant « intéressant » la solution et le processus pour l'atteindre. Nous avons supposé ce défi suffisamment motivant et pertinent pour donner envie aux apprenants de le résoudre et ainsi de s'engager et de maintenir une activité d'auto-organisation tout au long de la résolution.

Un deuxième critère pour le choix du défi est le fait qu'il ne peut être réussi collectivement (à fortiori individuellement) dans le temps imparti sans une activité d'organisation de la part des apprenants.

La situation que nous désirons créer avec ce défi n'est pas une situation d'apprentissage des mathématiques. Nous nous intéressons plutôt à la façon dont les apprenants vont s'organiser pour le résoudre, et non pas aux connaissances mathématiques qu'ils pourraient acquérir ou pas. Nous avons décidé qu'une expérience « intense » de résolution collective de problème basé sur ce défi était un motif suffisant pour le proposer à des apprenants qui n'en ont pas l'habitude. Nous avons cependant cherché à mesurer son impact sur la motivation des apprenants.

ETAPE 4 : Étude préalable

Nous avons réalisé une expérience exploratoire dans une salle de classe avec deux groupes de trois et quatre élèves de Première Scientifique (17 ans). L'objectif principal de cette expérience était de savoir si et comment, dans une configuration en face à face, les apprenants s'engageaient naturellement dans une activité d'organisation. Nous voulions avoir une idée du type de processus à prendre en compte dans la conception de notre système. Cette expérience avait aussi pour buts :

1. De vérifier que notre problème était suffisamment motivant.
2. D'avoir une estimation du temps nécessaire à sa résolution.

Cette expérience a été très concluante et nous a permis de vérifier la pertinence de notre choix tant du point de vue de l'activité émergente d'auto-organisation de la résolution que des aspects pédagogiques de la situation que nous avons mise en place.

ETAPE 5 : Construction d'un modèle de l'activité d'organisation

Nous avons construit un modèle dynamique de l'activité d'organisation de la résolution de problème, ALBATROM. Nous l'avons élaboré en considérant notre situation de challenge collectif pédagogique comme un cas particulier d'une situation de travail collectif. Nous nous sommes appuyés

sur le cadre théorique de la Théorie de l'Activité et plus particulièrement sur le modèle de Bardram. Nous avons pris en compte le modèle « classique » de la résolution de problème et les processus métacognitifs mis en jeu lors d'une résolution collective de problème. Nous avons aussi exploité les indications fournies par notre expérience préalable décrite dans l'étape 4.

Notre modèle est une structure hiérarchique à trois niveaux qui tient compte des transformations dynamiques entre les niveaux, des pannes et des décalages volontaires du centre d'attention des apprenants. Ce modèle a pour objectifs :

1. De permettre la description, l'analyse et la compréhension des aspects organisationnels de l'activité d'apprenants engagés dans une résolution de problème de type « challenge collectif ».
2. De servir de guide pour la conception de notre système dont le but est (i) de supporter les apprenants dans leur activité de résolution de problème et dans leur activité d'organisation de cette résolution et (ii) de permettre à un tuteur de détecter, interpréter et comprendre l'activité d'organisation afin de la supporter.

ETAPE 6 : Analyse de l'activité des élèves à travers le modèle

Nous avons analysé l'activité d'organisation des apprenants de notre expérience exploratoire à travers notre modèle afin, d'une part, de vérifier sa pertinence et de l'affiner et, d'autre part, de nous donner des directions pour la conception de notre système informatique.

ETAPE 7 : Première version du système

Nous avons réalisé une première version du système en prenant en compte les résultats, observés à l'aide de notre modèle, de notre expérience exploratoire. Il s'agit d'un système informatique implémenté en FLASH™, PHP et XML et utilisant des technologies réseaux en synchrone (les sockets). Le système permet à trois apprenants de travailler collectivement en synchrone et à distance sur le Net avec des outils partagées. Certains de ses outils (COCOON et COCOOP) sont destinés à construire, expliciter et exécuter l'activité d'organisation.

ETAPE 8 : Expérience d'utilisabilité

Ayant adopté les principes d'une conception itérative, nous avons décidé d'effectuer une nouvelle expérience, avec un groupe de trois élèves, afin de tester notre système en situation réelle et, en particulier, son utilisabilité.

Nous voulions aussi vérifier que notre scénario minimal de résolution de problème embarqué dans le système ne nuisait pas à l'émergence de l'activité d'organisation que nous avons observée dans notre activité exploratoire.

Les résultats de cette expérience nous ont confirmé l'utilisabilité et l'utilité de nos outils pour supporter l'activité d'organisation. Ils ont entraîné quelques modifications qui n'ont pas remis en cause nos principes de conception du système et du scénario de la situation.

ETAPE 9 : Deuxième version du système

Nous avons mis au point une deuxième version du système en tenant compte des résultats de l'expérience d'utilisabilité. Nous avons effectué quelques modifications :

- Suppression, dans le scénario, de la phase individuelle considérée comme contre-productive. Nous l'avons remplacée par une présentation vidéo des outils.
- Ajout de la possibilité d'édition des lignes du tableau Organisation/Exécution, modification de l'emplacement des outils, amélioration du *Chat*, etc.
- Correction de quelques bugs dans le système.

ETAPE 10 : Réalisation d'une grille d'analyse

Parallèlement à la mise au point de la deuxième version de notre système, nous avons réalisé une grille d'analyse afin de décrire l'activité d'organisation des apprenants. Cette grille a pour objet, en

particulier, de mettre en évidence les aspects dynamiques de cette organisation (changements de niveau et pannes). L'élaboration de cette grille est basée sur notre modèle (et donc celui de Bardram), sur nos objectifs de recherche, sur les caractéristiques techniques de notre système et sur les résultats de nos expériences précédentes (exploratoire et utilisabilité).

ETAPE 11 : Expérimentation et analyse

Nous avons réalisé une expérimentation en situation réelle dont deux objectifs principaux étaient de :

1. Tirer un ensemble de leçons sur l'impact de notre système sur la façon dont les apprenants s'auto-organisaient.
2. Vérifier que notre grille de codage permettait effectivement d'interpréter l'activité d'organisation durant une session complète de résolution collective du défi.

Cette expérimentation avait deux objectifs secondaires qui étaient de vérifier si l'on pouvait mesurer un impact :

1. Sur la motivation des apprenants.
2. Sur la résolution collective du défi.

Les résultats de cette expérimentation ont été analysés avec notre grille de codage.

ETAPE 12 : Traitement automatique des traces

L'une des questions de recherche de cette thèse est d'étudier comment donner les moyens à un tuteur de suivre, d'interpréter et de supporter l'activité d'organisation des apprenants. Nous avons cherché à exploiter la correspondance entre le modèle théorique, le système et la grille d'analyse pour détecter, pendant la résolution, des éléments pertinents de l'organisation des apprenants et les présenter à un tuteur. Cette analyse nous a permis de réaliser :

1. Un outil qui présente une visualisation synthétique de l'activité des apprenants en récupérant des traces appropriées de cette activité.
2. Une évaluation de l'analyse automatique de ces traces dans le cas des transitions entre les niveaux de notre modèle.

Ce travail exploratoire, qui marque la fin de nos recherches, a pour objet d'envisager des perspectives à notre travail (par exemple, un support semi-automatisé de l'activité d'organisation). Toutefois, il n'est pas fondé sur une analyse des besoins d'un tuteur. Cette question dépassant le cadre de cette thèse, nous ne l'avons pas abordée.

Introduction du chapitre 5

Dans ce chapitre, nous présentons notre « Challenge Pédagogique Collectif », son scénario et son adéquation, par les dimensions organisationnelles qu'il possède, avec notre problématique.

Nous avons construit un scénario pour notre « challenge collectif » qui propose à un groupe d'apprenants de résoudre un défi basé sur une simulation.

Nous avons élaboré un modèle de référence de la résolution du défi prenant en compte l'ensemble des tâches nécessaires à la résolution du défi et permettant de mettre en relief les aspects organisationnels de cette résolution.

Le scénario du challenge collectif a été élaboré à partir des caractéristiques de la simulation, du défi et des aspects liés à l'organisation mis en évidence par notre modèle de référence. D'un point de vue plus théorique, il a été défini à partir du modèle « classique » de résolution de problème et de notre modélisation de l'activité d'organisation (que nous présentons dans le chapitre 6).

Nous commençons par décrire la simulation en FLASH™ et son utilisation.

Dans un second paragraphe, nous exposons le défi basé sur cette simulation.

Dans le paragraphe suivant, nous décrirons notre modèle de référence.

Le quatrième paragraphe est consacré au scénario du challenge collectif.

Enfin, nous montrerons en quoi cette situation possède les propriétés qui permettent d'étudier notre problématique.

CHAPITRE 5 : APPLICATION SUPPORT CHOISIE : « LA COURSE SANS GAGNANT »	67
INTRODUCTION DU CHAPITRE 5.....	67
5.1 DESCRIPTION DE LA SIMULATION.....	69
5.2 LE DÉFI	70
5.3 ANALYSE DE LA TÂCHE ET DÉFINITION D’UN MODÈLE DE RÉFÉRENCE.....	70
5.3.1 PHASE 1 : LA PRÉPARATION DES DONNÉES	70
5.3.2 PHASE 2 : LE LANCEMENT DU DÉFI	72
5.3.3 PHASE 3 : LE RÉSULTAT DU DÉFI	73
5.4 LE « CHALLENGE PÉDAGOGIQUE COLLECTIF » ET SON SCÉNARIO	74
5.5 ANALYSE DU DÉFI, DE SON SCÉNARIO ET DES ENJEUX PÉDAGOGIQUES.....	75
5.5.1 ADÉQUATION DU DÉFI ET DU SCÉNARIO À L’ÉTUDE DES PROBLÉMATIQUES ENVISAGÉES.....	75
5.5.2 ANALYSE DES ENJEUX PÉDAGOGIQUES	76

5.1 Description de la simulation

Nous avons choisi d'utiliser une simulation qui s'intitule « La course sans gagnant. » Cette simulation a été créée et mise en ligne par une « communauté de pratique sur l'apprentissage interactif par la simulation en mathématiques et en physique » [www Moisan]. Nous l'avons employée telle quelle, sans changer la nature du défi proposé. Nous avons seulement rajouté une couche réseau pour la rendre partageable en synchrone et à distance.

La simulation se présente sous la forme d'une animation programmée en FLASH™ qui représente la ligne d'arrivée d'une course de voiture (cf. Figure 12). Cette ligne est partagée en trois pistes sur laquelle peuvent être disposées trois voitures (choisies parmi 10) à n'importe quel endroit entre la ligne de départ et la ligne d'arrivée.

Chacune des 10 voitures a un comportement différent : les voitures ont presque toutes des vitesses uniformes différentes ; certaines voitures démarrent immédiatement et vont jusqu'à la ligne d'arrivée sans arrêt, d'autres s'arrêtent quelques instants (différemment selon les voitures) une ou plusieurs fois durant le trajet ; enfin, certaines de ces voitures peuvent démarrer après un certain délai.

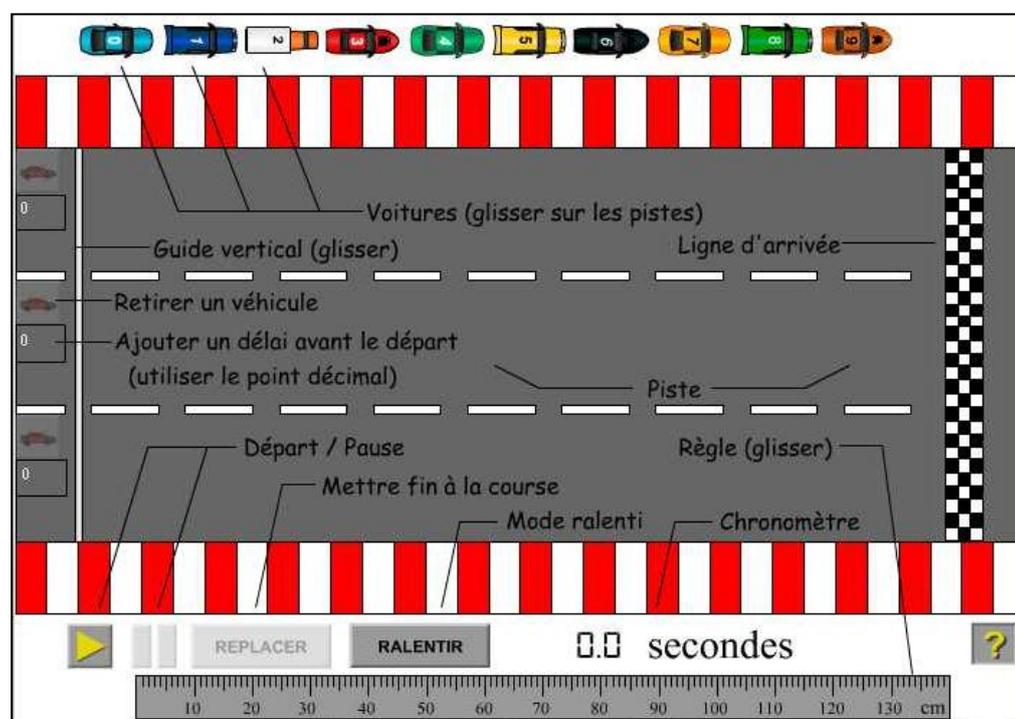


Figure 12 : La simulation « La course sans gagnant » avec affichage de l'aide

La simulation contient une règle graduée en mm permettant aux apprenants de placer les voitures avec précision sur la piste et un chronomètre pour mesurer les durées de déplacement des voitures au dixième de seconde près.

Pour faciliter et augmenter la précision des mesures des durées, un bouton (« RALENTIR ») permet de ralentir la simulation et un autre bouton, représenté par deux rectangles, permet de mettre la simulation en pause.

Une zone de texte placée au début de chacune des trois pistes sert à paramétrer, si nécessaire, un délai avant le départ en seconde.

A tout moment, les apprenants peuvent remettre la ou les voitures à leur position et recommencer la même course en utilisant le bouton « REPLACER », afin d'effectuer éventuellement plusieurs fois la même mesure ou le même essai.

5.2 Le défi

Le défi, c'est-à-dire le problème basé sur cette simulation que les apprenants doivent résoudre, se présente sous la forme suivante :

« Le tuteur choisit une des 10 voitures et la pose quelque part sur la piste supérieure entre la ligne de départ et la ligne d'arrivée. Puis, il désigne deux autres voitures parmi les 9 restantes. Les apprenants doivent alors déterminer où poser ces deux voitures sur les deux pistes restantes (et éventuellement fixer un délai avant leur démarrage) pour que les trois voitures arrivent **simultanément** sur la ligne d'arrivée. »

Les conditions du défi :

Les apprenants ne savent pas à l'avance quelles vont être les voitures choisies par le tuteur, ni l'endroit de la piste, ni le délai éventuel que choisira le tuteur pour la voiture qu'il posera sur la piste. Lorsque le défi est mis en place par le tuteur, les apprenants ne peuvent plus effectuer de nouvelles mesures pour connaître le comportement des voitures choisies. Ils doivent placer les deux voitures sur la piste et ils disposent d'un temps limité pour cela (30 mn). Le résultat, c'est-à-dire, la réussite ou l'échec du défi, est vérifié en jouant l'animation.

5.3 Analyse de la tâche et définition d'un modèle de référence

Dans ce paragraphe, nous proposons une modélisation générale de la résolution du défi basé sur le modèle « classique » de résolution de problème vu au chapitre 2. Cette modélisation présente une description des tâches et sous tâches que les apprenants devront réaliser à un moment ou à un autre de leur propre processus de résolution collective du problème. Elle ne préfigure pas comment ils le feront, ni dans quel ordre, mais elle nous permet de disposer d'un « modèle de référence » que nous pourrons utiliser pour comprendre ce que font les apprenants en termes de résolution du problème.

Cette analyse, en lien avec notre expérience exploratoire présentée dans le chapitre 6, nous a permis de construire le scénario que nous avons proposé aux apprenants lors de notre expérimentation principale. Elle permet de montrer les problèmes d'organisation provoqués par l'articulation du grand nombre de tâches à réaliser, en raison de la complexité du défi.

Nous pouvons distinguer 3 grandes phases dans le processus de résolution qui sont déterminées par la nature même du défi :

- La phase 1, *Préparation des données* (avant le défi),
- La phase 2, *Lancement du défi*.
- La phase 3, *Résultat du défi*.

5.3.1 Phase 1 : La préparation des données

Comme les apprenants ne peuvent pas réaliser de nouvelles mesures pendant la phase 2 (*Lancement du défi*), ils doivent nécessairement connaître le comportement des 10 voitures avant cette phase. Ils doivent donc rassembler toutes les données nécessaires pour établir une relation mathématique entre la position de départ de chaque voiture et le temps mis pour franchir la ligne d'arrivée, en tenant compte éventuellement d'un délai avant le démarrage. Dans notre modèle, nous avons réalisé un inventaire complet des données indispensables et des actions nécessaires pour les obtenir (lire, mesurer, calculer) ou les sauvegarder (noter).

La figure 13 présente la liste des données nécessaires avant le défi et la liste des tâches et sous-tâches à effectuer pour chacune des voitures. Certaines données (durée et distance) doivent être mesurées avec précision, d'autres nécessitent d'effectuer des calculs liés à la position, la durée et la vitesse.

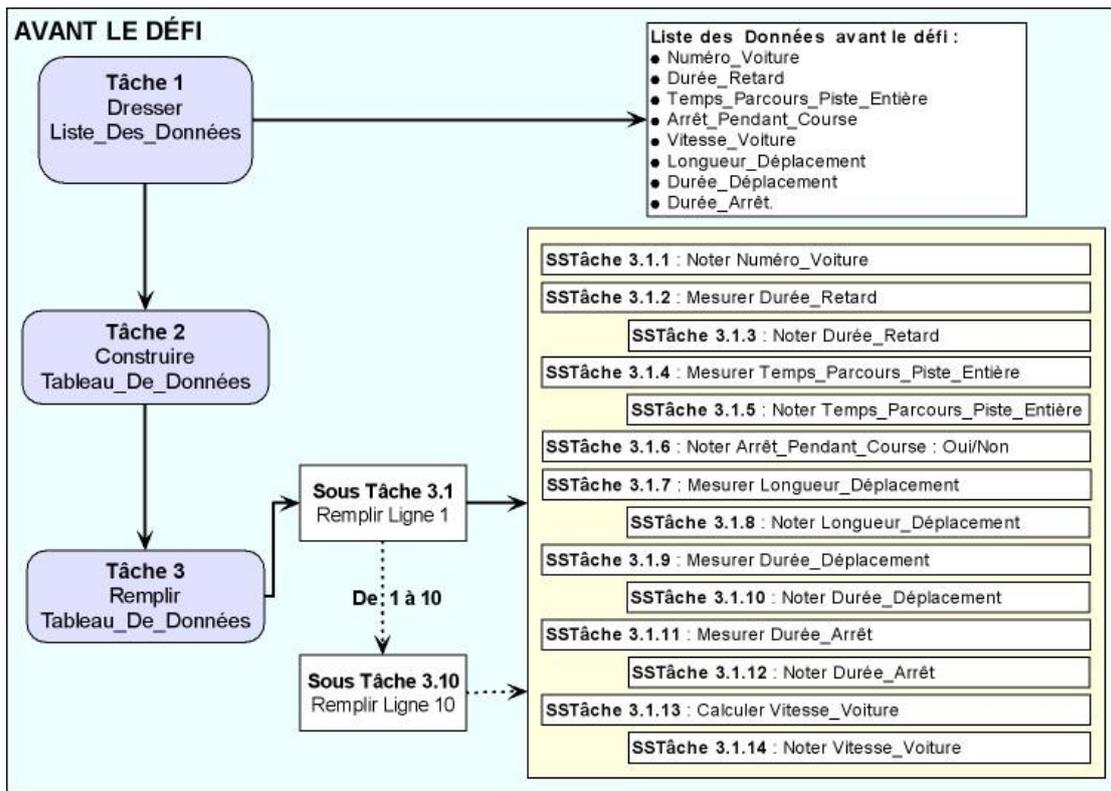


Figure 13 : Listes des Tâches à effectuer avant le défi

A l'issue de la première phase, les apprenants doivent disposer d'un tableau complet des données (cf. Tableau 4) pour pouvoir tenter le challenge.

N° Voiture	Durée avant démarrage en s	T _{14 cm} en s	Arrêt pendant Course (nombre)	Longueur déplacement en cm	Durée déplacement en s	Durée arrêt en s	Vitesse voiture en cm/s
0	0	5,7	non	14	5,7	0	2,46
1	0	28,3	non	14	28,3	0	0,49
2	0	19,4	oui (2)	5,95	6,1	2,6	0,98
3	9	18,4	non	14	9,4	9	1,49
4	0	22,2	oui (1)	9,95	5,1	15,1	1,95
5	0	11,3	non	14	11,3	0	1,24
6	0	14,1	non	14	14,2	0	0,99
7	6	29,2	oui (1)	7,4	7,6	9,1	0,97
8	15,1	23,1	non	14	8	15,1	1,75
9	0	46,3	oui (3)	4,5	6,1	9	0,74

Tableau 4 : Exemple de tableau de données complet

La colonne « T_{14 cm} en s » correspond au temps mis par une voiture pour parcourir toute la piste dont la longueur est 14 cm.

La colonne « Longueur déplacement en cm » est la distance parcourue entre deux arrêts par les voitures (14 cm si elles ne s'arrêtent pas pendant la course). Cette distance parcourue entre deux arrêts est constante.

La construction de ce tableau représente plus d'une centaine de tâches et sous tâches à définir collectivement et à effectuer avec une grande précision. En effet, il y a 10 « sous tâches 3.x », une par voiture, et chaque sous tâches est composées de 14 « sous sous tâches 3.x.x » (cf. Figure 13) qu'il faudra réaliser à un moment ou à un autre de la résolution.

5.3.2 Phase 2 : Le lancement du défi

La deuxième phase correspond au *lancement du défi*. Lorsque le tuteur a positionné sa voiture et mis éventuellement un délai avant le démarrage, il indique aux apprenants les deux voitures qu'ils devront placer. Ceux-ci disposent alors d'un temps limité (30 minutes) pour effectuer les calculs nécessaires au placement des deux voitures. Ils doivent utiliser les données obtenues dans la phase précédente afin de prévoir le comportement de ces deux voitures ainsi que de celle du tuteur.

Dans cette phase, les apprenants n'ont plus le droit de « jouer » la simulation. Ils ne peuvent plus mesurer de nouvelles valeurs ni vérifier les valeurs des données précédemment effectuées (sauf celles qui nécessitent un calcul comme la vitesse). De la même façon que dans la phase précédente, nous avons dressé la liste des données à acquérir pour réussir le défi comme le montre la figure 14.

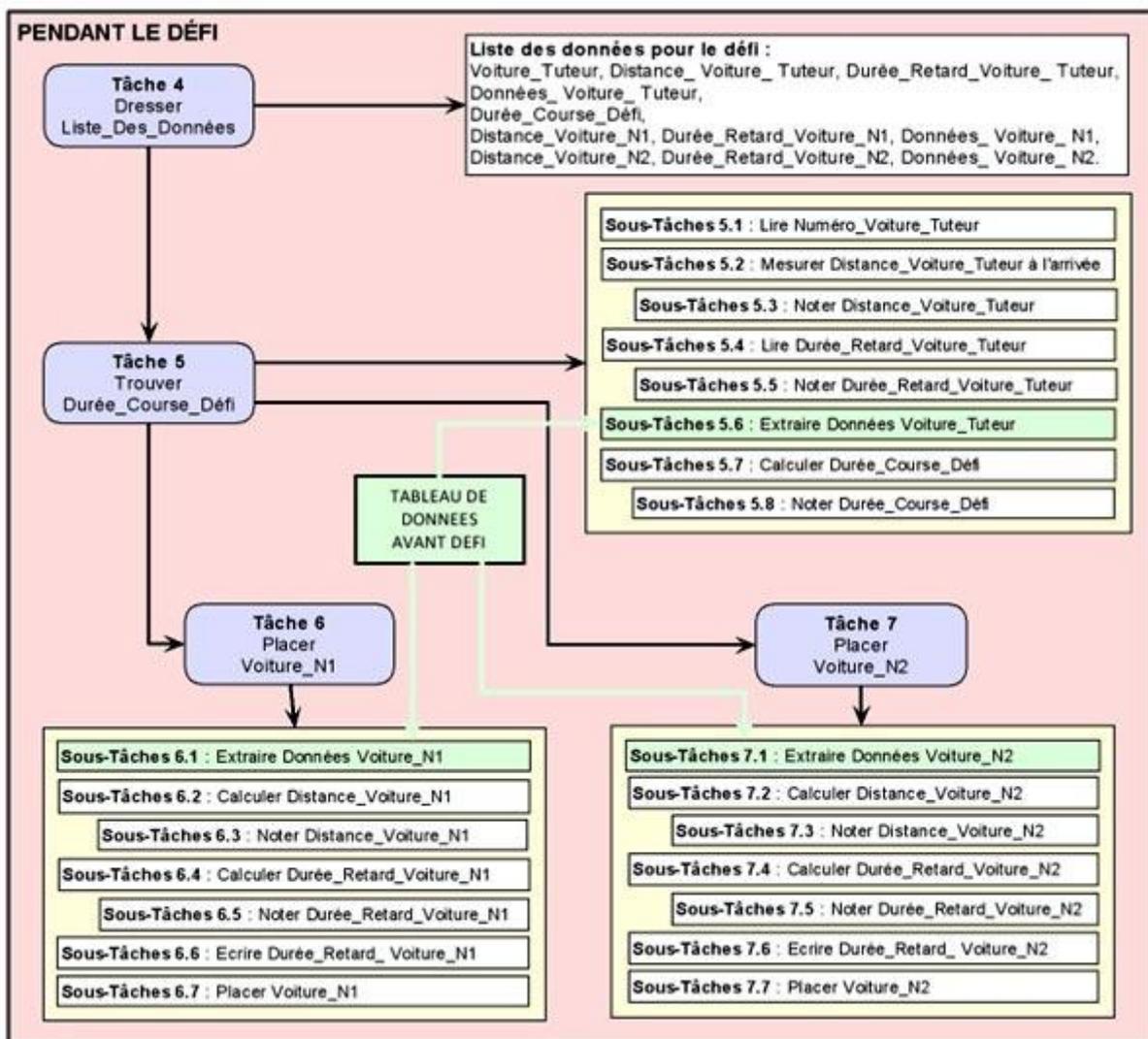


Figure 14 : Liste des tâches et des sous-tâches à effectuer pour le défi

Le premier calcul nécessaire est celui de la durée de la course, la tâche 5 dans notre figure 14. Le résultat de ce calcul correspond au temps que va mettre la voiture du tuteur pour franchir la ligne d'arrivée en tenant compte d'un éventuel retard au démarrage paramétré par le tuteur. Pour cela, il faut utiliser le tableau de données de la phase précédente. Celui-ci devrait contenir les données permettant de définir et de prévoir le comportement de toutes les voitures.

Une fois cette durée établie, les apprenants placent les deux voitures indiquées par le tuteur. Ils peuvent les placer où ils veulent en fonction des données acquises et de leur façon de résoudre le défi.

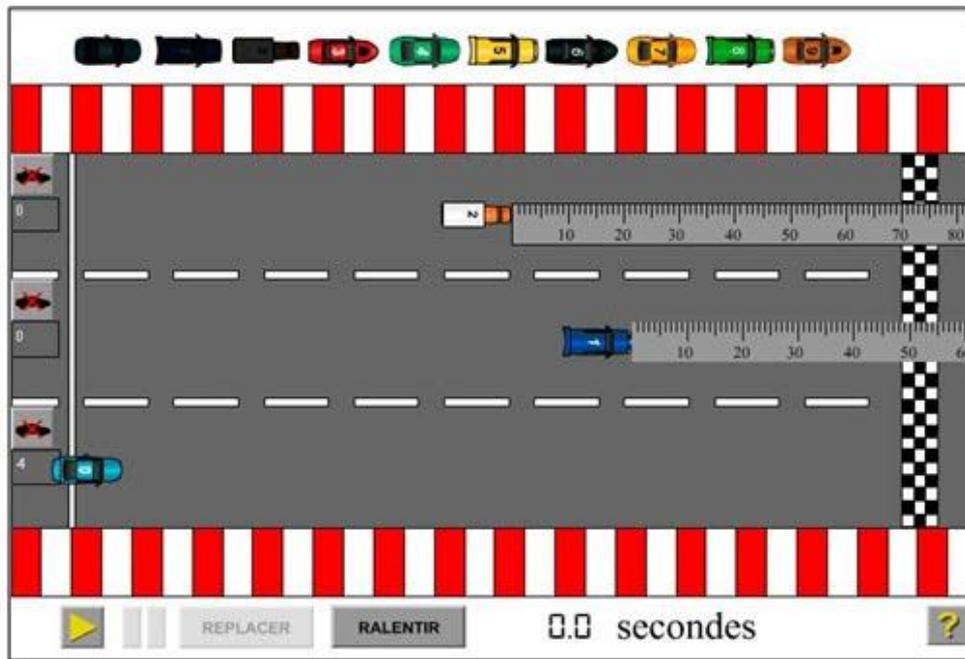


Figure 15 : Le tuteur a placé la voiture n° 2 et les apprenants les voitures n° 0 et n° 1

En effet, chaque voiture peut être placée n'importe où sur la piste à condition de modifier le délai avant démarrage. Il y a donc un très grand nombre de solutions possibles, certaines étant plus faciles que d'autres, surtout lorsque l'on considère les voitures qui s'arrêtent pendant la course.

La figure 15 montre un exemple de placement de voitures permettant de réussir le défi. La difficulté à ce niveau de la résolution consiste à décider d'une stratégie de placement à adopter. Il faut ensuite effectuer les calculs correspondants en extrayant les données du tableau, puis placer les deux voitures avec précision.

Dans cette phase, comme dans la précédente, il y a de nombreuses tâches et sous tâches à réaliser (environ une trentaine, cf. Figure 14) et des décisions importantes à prendre qui conditionnent la réussite ou l'échec du défi.

5.3.3 Phase 3 : Le résultat du défi

La dernière phase (*Résultat du défi*) est une phase de *vérification* de la réussite ou de l'échec du défi qui s'effectue simplement en « jouant » la simulation (cf. Figure 16).

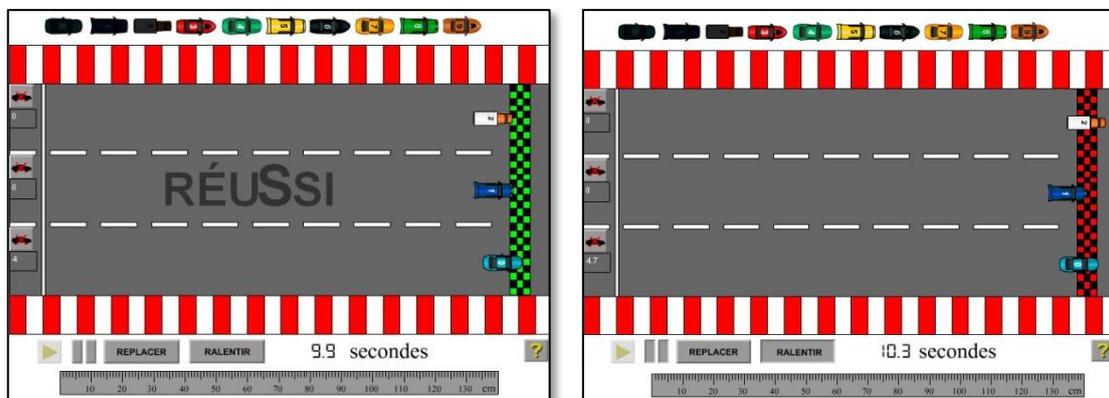


Figure 16 : Exemple d'arrivée en cas de réussite du défi (à gauche) et d'échec (à droite)

5.4 Le « Challenge Pédagogique Collectif » et son scénario

Nous décrivons dans ce paragraphe la construction du « Challenge Pédagogique Collectif » et l'élaboration de son scénario (cf. Tableau 5) en accord avec :

1. L'analyse de la tâche que nous avons faite dans le paragraphe 5.3.
2. Notre modèle de l'activité d'organisation basé sur celui de Bardram et le modèle « classique » de la résolution de problème. Nous détaillerons cette correspondance dans le chapitre 6, lors de la description de notre modèle de l'activité d'organisation.

Comme le suggère l'analyse du défi, le scénario de notre challenge collectif se déroule en trois grandes étapes :

- **Étape 1** : « *Avant le défi* » d'une durée approximative de 2h 30 min (durée que nous avons établie sur la base de nos expériences exploratoires).
- **Étape 2** : « *Pendant le défi* » d'une durée de 30 min (durée que nous avons définie comme créant une tension positive tout en permettant de calculer les données nécessaires).
- **Étape 3** : « *Le résultat du défi* » correspond au lancement de la simulation, qui permet de savoir si les apprenants ont réussi (c'est-à-dire, qu'ils ont fait des calculs corrects et ont bien placé les voitures pour qu'elles arrivent ensemble sur la ligne d'arrivée) ou pas.

La complexité des étapes 1 et 2 due aux grands nombres de tâches et sous tâches à définir et à réaliser nous a conduits à partager chacune de ces deux étapes en deux phases :

- **Phase 1** : « *Élaboration collective d'une liste des données* » permettant aux apprenants de dresser la liste des données nécessaires pour chaque étape. Cette élaboration de la liste des données correspond à une décomposition en tâches et sous tâches à réaliser avant le défi (par exemple, les tâches 1 et 2 de la figure 13). Cette liste devrait ressembler aux intitulés des colonnes du tableau 4.
- **Phase 2** : « *Organisation et résolution collective effective* » correspondant à ce que les apprenants doivent faire pour réaliser les nombreuses tâches et sous tâches qu'ils ont définies ensemble : établir une organisation, puis exécuter cette organisation, c'est-à-dire réaliser les tâches et sous tâches qu'ils ont définies en phase 1 (la tâche 3 dans la figure 13 et le contenu du tableau de données (cf. tableau 4) donnent une idée du travail à réaliser).

A l'issue de la première étape, les apprenants doivent connaître le comportement de toutes les voitures.

A l'issue de la seconde étape, les apprenants devraient avoir résolu le défi final et être prêts pour sa vérification.

Étape 1	Avant le défi
	Phase 1 : Élaboration collective d'une liste des données
	Phase 2 : Organisation et résolution collective effective
Étape 2	Pendant le défi
	Phase 1 : Élaboration collective d'une liste des données
	Phase 2 : Organisation et résolution collective effective
Étape 3	Résultat du défi

Tableau 5 : Scénario du défi

5.5 Analyse du défi, de son scénario et des enjeux pédagogiques

5.5.1 Adéquation du défi et du scénario à l'étude des problématiques envisagées

Le choix de ce défi est basé sur la vérification de deux critères que nous considérons comme essentiels pour nos travaux.

- Critère 1 : Construction d'une situation de « Challenge Collectif Pédagogique »

En accord avec l'analyse de la tâche du paragraphe précédent et les leçons apprises de notre expérience préliminaire (voir chapitre 6), ce défi nous a permis de construire un « Challenge Collectif Pédagogique » tel que nous l'avons défini (voir § 4.1.3). Il doit favoriser l'émergence de l'auto-organisation des apprenants et nous permettre d'étudier les problèmes qu'elle pose.

En effet, ce challenge collectif amène, comme nous allons le montrer, à :

1. Encourager les apprenants à rendre explicites leurs stratégies de résolution de problème.
2. Générer des interactions entre pairs liées aux stratégies de résolution de problème et à leurs régulations et évaluations, et ceci différemment selon les étapes du scénario.

Au début de la phase 2 de l'étape 2 de notre scénario, dès que le tuteur a posé sa voiture sur la piste, les apprenants disposent d'un temps limité (30 minutes) pour placer les leurs. Par conséquent, dans la première étape, ils doivent non seulement préparer toutes les données utiles (connaître le comportement des différentes voitures), mais aussi, avec le grand nombre de données à collecter et à calculer, s'organiser pour le faire : définir les tâches et sous tâches, se répartir les voitures ou les tâches, partager et vérifier les mesures et les calculs de chacun, prévoir des phases d'entraînement pour le challenge, etc.

Ils doivent aussi préparer leur organisation pour la deuxième phase : déterminer des stratégies de résolution du défi, identifier les différentes tâches qui doivent être réalisées pendant la deuxième étape (calculer la durée de la course, calculer la distance à l'arrivée pour les deux voitures, placer les deux voitures, etc.), et décider comment s'organiser eux-mêmes (quelle stratégie, qui réalisera chaque tâche ou sous tâches, etc.).

Les expériences exploratoires montrent que les apprenants réalisent qu'ils ont assez de connaissances mathématiques pour résoudre le problème, mais également que résoudre le problème en temps limité ne peut être effectué qu'en se partageant le travail et en adoptant une stratégie efficace.

Un tableau de données complet comme dans notre analyse de la tâche (cf. Tableau 4) représente plus d'une centaine de tâches et sous tâches à définir collectivement, à se répartir et à réaliser parfois plusieurs fois (les mesures de durée et de distance) avec une grande précision. Les apprenants doivent discuter, négocier et adopter une stratégie de résolution puis établir une forme de surveillance et de régulation du processus.

- Critère 2 : Un défi et un scénario « motivant » pour une expérience « intense »

Ce challenge pédagogique collectif, son scénario et le défi proposé sont relativement proches, comme nous avons pu le constater sur l'ensemble des 9 groupes d'apprenants qui l'ont réalisé, des notions de challenge « optimal » et d'expérience « intense » (voir chapitre 2). Nous avons noté une forte motivation chez les apprenants due à l'intérêt que suscite ce challenge collectif en rendant « intéressant » la solution du problème (le défi) et le processus pour l'atteindre, cet intérêt étant préservé par un scénario peu contraignant.

Le fait que le défi se présente sous la forme d'une simulation d'une course de voiture apporte un aspect ludique à la situation. Cela permet aux apprenants d'avoir un feedback précis sur les manipulations effectuées et, en particulier, sur la réussite ou l'échec de leur solution.

Le choix parmi différentes stratégies possibles de résolution du défi, les nombreuses tâches et sous-tâches à définir et à réaliser, les manipulations des éléments de la simulation à effectuer

donnent aux apprenants le sentiment de contrôler par eux mêmes la situation et le processus de résolution.

Ce défi que nous proposons à des élèves de Première ou Terminale Scientifiques (17 ou 18 ans) ne leur pose aucun problème au niveau des connaissances mathématiques. Ils savent qu'ils ont les connaissances suffisantes pour résoudre le problème. Ils ont le sentiment de pouvoir le réussir. Mais, ils ressentent une certaine incertitude sur la façon d'y parvenir lorsqu'ils ont pris conscience de la complexité du défi.

5.5.2 Analyse des enjeux pédagogiques

Un tel défi basé sur une simulation pourrait être employé pour viser différents objectifs pédagogiques. Par exemple : la découverte des principes de la physique (la relation entre la vitesse uniforme et la distance parcourue) par un apprentissage basé sur une enquête, la pratique des techniques de calculs mathématiques qu'elle implique (résolution d'équations du premier degré, les mouvements uniformes et rectilignes, les tableaux de valeurs, les repères cartésiens, les taux de variations, etc.) ou bien l'élaboration et l'application d'un modèle mathématique. Ces objectifs pédagogiques dépendent du niveau des élèves auxquels le défi est présenté. Ce sont des compétences mathématiques de base du niveau Troisième et Seconde en France (14 ou 15 ans).

Dans le contexte de notre étude, nous ne nous intéressons pas à ce type d'enjeu pédagogique. La simulation est employée, comme nous l'avons précisé, avec des élèves de Première ou Terminale scientifiques, en dehors du cadre scolaire, sans aucun objectif d'apprentissage de connaissances mathématiques nouvelles.

Toutes les expérimentations que nous présentons dans cette thèse ont pour objet d'analyser l'activité des apprenants en termes d'organisation et secondairement, d'impact sur la résolution collective du problème et non pas en termes d'apprentissage.

Il serait donc possible et intéressant de mesurer l'impact de l'activité d'organisation sur l'apprentissage de ces compétences mathématiques. Cependant, nous n'avons pas abordé cette question qui ne fait pas partie de notre problématique.

Chapitre 6 : Expérience exploratoire

Introduction du chapitre 6

Ce chapitre présente une expérience exploratoire qui avait deux objectifs :

- 1. Vérifier que notre challenge pédagogique collectif, son scénario et le défi proposé correspondait à une situation suffisamment motivante pour que les apprenants s'investissent fortement dans la résolution du défi et par conséquent dans une activité d'organisation nécessaire à sa réussite.*
- 2. D'observer si et comment les apprenants allaient s'auto-organiser explicitement afin de servir de guide à l'élaboration et l'affinement de notre modèle de l'activité d'organisation ainsi qu'à la conception de notre système informatique.*

Nous terminons ce chapitre par une discussion sur l'impact du défi sur la motivation et sur l'activité d'organisation des apprenants durant cette expérience.

CHAPITRE 6 : EXPÉRIENCE EXPLORATOIRE	77
INTRODUCTION DU CHAPITRE 6.....	77
6.1 INTRODUCTION.....	79
6.2 MÉTHODE	79
6.3 RÉSULTATS OBSERVÉS	80
6.4 DISCUSSION	85

6.1 Introduction

Dans le cadre de l'élaboration de notre modèle dynamique de l'activité d'organisation, nous avons réalisé une expérience exploratoire avec deux groupes d'élèves afin de tester notre situation pédagogique appelée « Challenge Pédagogique Collectif. »

L'objectif de cette expérience était d'acquérir certaines données générales pour savoir si, et de quelle manière, dans une configuration en face à face, les apprenants s'engageaient naturellement dans une activité d'organisation. Le but était de servir de guide à l'élaboration, à l'affinement du modèle et à la conception du système.

Cette situation en face à face diffère de notre situation cible où les étudiants doivent résoudre le problème en interagissant à distance par l'intermédiaire d'un système informatique. Cependant, cette expérience préliminaire nous a fournis de précieuses informations pour concevoir une première version de notre système. Nos hypothèses étaient que :

1. Les apprenants devraient s'auto-organiser explicitement pour résoudre le problème.
2. Le défi est suffisamment motivant et d'une difficulté adaptée à nos élèves pour leur donner envie de « s'accrocher » pour le résoudre collectivement.

6.2 Méthode

Conditions techniques

L'expérience exploratoire s'est déroulée dans une salle de classe informatisée du Lycée Comte de Foix en Andorre, le vendredi 23 mars 2007 à 15h30. La simulation « La course sans gagnant » était installée sur 7 ordinateurs. Deux plans de travail étaient à la disposition des deux groupes d'élèves, avec interdiction de communiquer entre groupes. Deux caméras ont enregistré un groupe chacune et un magnétophone numérique était porté par l'expérimentateur pour enregistrer ses conversations avec les membres des groupes. Un vidéoprojecteur relié à un ordinateur portable a permis de présenter la simulation et de montrer deux exemples du challenge final, l'un réussi et l'autre échoué. Le portable et le vidéo projecteur ont été utilisés par les élèves pour afficher et jouer le défi final.

Les participants

Sept élèves³⁰, quatre garçons (Claude, Thierry, Éric et Alexandre) et trois filles (Béatrice, Line et Mathilde) ont été répartis en deux groupes, l'un de trois élèves, l'autre de quatre. Ce sont des élèves de Première Scientifique (16 à 17 ans) dont l'expérimentateur est aussi l'enseignant en mathématiques. Leur langue maternelle n'est pas, en général, le français, ils sont d'origines Espagnole, Catalane, Portugaise, Française et un élève est originaire de Hong Kong. Les élèves étaient tous libres de cours et leur participation était volontaire.

Constitution des groupes

Les groupes ont été constitués selon le niveau scolaire de chaque élève, qui était connu par l'expérimentateur. Les élèves qui ont l'habitude de travailler ensemble (Claude et Éric, Thierry et Béatrice) ont été séparés. Chaque groupe contient au moins une fille. Nous obtenons deux groupes « hétérogènes » (groupe 1 : Thierry, Éric et Line) et (groupe 2 : Claude, Béatrice, Mathilde et Alexandre).

Informations données aux élèves avant le début de la séance

Nous avons prévenu les élèves que cette expérience devait permettre de comprendre comment des élèves pouvaient résoudre ensemble un problème de mathématiques. Ils ont été avertis que la séance pouvait durer environ 3 heures, qu'ils seraient filmés et enregistrés dans le but de décrire leur façon de travailler. A propos du problème de mathématiques, ils ont été prévenus qu'ils avaient les connaissances nécessaires pour résoudre le problème. Il leur a été dit aussi que les ordinateurs

³⁰ Les noms ont été changés

servaient uniquement de support à la simulation, qu'ils seraient en « compétition » entre groupe, que leur temps de résolution était limité mais largement suffisant.

Déroulement de la séance en 6 étapes et consignes données aux élèves :

1. **Introduction** : Présentation de la séance et du challenge par l'expérimentateur.
2. **Phase 1** : Découverte de la simulation (Libre, Durée : 10 mn). Consigne : « Vous pouvez tester la simulation individuellement ou ensemble pour comprendre son fonctionnement. »
3. **Phase 2** : Expérimentation (Libre, Durée : 1h 30). Consigne : « Analyser le comportement de toutes les voitures et rédigez ensemble votre travail sur feuille pour avoir les données indispensables pour le challenge. »
4. **Phase 3** : Questionnaire (Durée : 15 mn). Consigne : « Remplir un questionnaire pour le groupe où vous exposerez votre manière mathématique de résoudre le challenge et ce que chaque membre du groupe fera pendant le challenge (10 minutes) »
5. **Phase 4** : Challenge Final (Libre mais limité par le temps, Durée : 15 minutes)³¹ Consigne : « Le groupe cherche la solution, pose les voitures et paramètre le temps de retard. Quand tout est prêt, on lance la course ensemble et on regarde le verdict. »
6. **Débriefing**.

6.3 Résultats observés

Nous présentons les résultats principaux obtenus à partir des interactions entre apprenants, l'analyse des vidéos et les productions des groupes. La séance s'est déroulée selon les 6 étapes prévues et suivies de manière autonome par les apprenants. L'expérimentateur a simplement posé des questions de temps en temps sur la façon dont les groupes travaillaient ou sur « qui faisait quoi » pour comprendre le fonctionnement des deux groupes.

1. Introduction : Présentation de la séance

Pendant la présentation de la séance, les élèves ont surtout demandé des précisions sur le défi final. Ils ont été prévenus que le défi se ferait en un seul click. Ils en ont déduit qu'ils devraient connaître mathématiquement le déplacement de toutes les voitures avant le défi et que les voitures qui s'arrêtaient durant la course leurs poseraient des problèmes.

2. Phase 1 : Découverte de la simulation

Dès le début, il y a eu deux façons différentes de s'installer pour les deux groupes qui n'ont pratiquement plus variées par la suite.

Groupe 1

Deux élèves se sont installés chacun à un poste de travail voisin et le troisième s'est assis entre les deux (cf. Figure 17). Ils ont testé ensemble la simulation et ont discuté sur son fonctionnement. Ils ont essayé de faire arriver des voitures en même temps sur la ligne d'arrivée. L'élève du milieu, Line, observait et donnait son avis à la fois à l'élève à sa droite et à sa gauche mais n'a pas testé la simulation. Elle n'a pas touché aux ordinateurs durant toute la séance.

Groupe 2

Chacun a choisi un poste de travail sauf deux élèves qui se sont installés ensemble. Un élève était un peu plus isolé, celui de droite sur la photo (cf. Figure 19) car l'ordinateur que l'on voit éteint sur la photo ne fonctionnait pas. Ils ont tous essayé la simulation et ont aussi essayé de faire arriver des voitures en même temps. Ils ont remarqué les différents types de voitures et ont très peu discuté ensemble au début.

³¹ Pour l'expérience exploratoire, les durées des phases étaient données à titre indicatif. Une durée de 30 minutes pour la phase 4, plus réaliste, a été décidée pour les expériences suivantes.

3. Phase 2 : Expérimentation

La phase 2 a commencé sans transition avec la phase 1. Tous les élèves étaient déjà en train de chercher à définir le comportement de chaque voiture. La consigne était de travailler au milieu de la salle et donc de s'éloigner des ordinateurs, ce qu'ils n'ont pas fait. Ils sont tous restés comme ils étaient depuis le début de la séance. Comme ils étaient libres de s'organiser comme ils le voulaient, l'expérimentateur les a laissés comme ils étaient.

Groupe 1

Thierry est l'élève placé à gauche de Line sur la photo (Figure 17) : Il a joué un rôle central de *leader* dans la résolution mais sans imposer son point de vue. Il a fait la plupart des calculs et a organisé le groupe pour la résolution. Il a constamment commenté à haute voix les opérations qu'il effectuait et expliqué ce qu'il faisait. Il discutait avec Line et Éric pour voir s'ils étaient en accord avec lui. Il s'est toujours arrangé pour vérifier ses résultats et les faire vérifier par les deux autres membres du groupe.

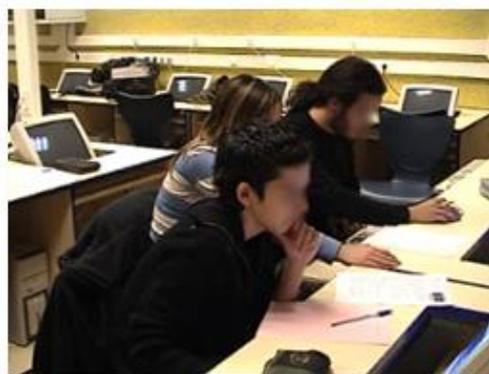


Figure 17 : Groupe 1

Line est l'élève du milieu (cf. Figure 17) : elle a joué un rôle de *superviseur*. Elle observait le travail des deux élèves et faisait des commentaires. Elle comparait ce que chacun faisait pour vérifier si les actions et les résultats des deux élèves étaient cohérents. Elle a maintenu une harmonie dans la progression du groupe en synchronisant les actions des membres du groupe. Elle a participé aux calculs et a rédigé au propre le tableau de données avec les résultats de Thierry et Éric.

Éric est placé à droite de Line (cf. Figure 17) : il a discuté et accepté la procédure proposée par Thierry et a accompli son travail avec rigueur et sérénité sous l'œil de Line et en discutant avec Thierry sur ses résultats. Il a été un exécutant actif. Dès que quelque chose ne lui semblait pas clair ou pas sûr, il en parlait avec les autres. Il a accepté les remarques des deux autres élèves sans problème.

Organisation du groupe 1

Les élèves ont commencé par étudier le comportement des trois premières voitures. Thierry et Éric mesuraient et notaient les résultats, Line observait leur façon de faire. Leur premier objectif a été de réussir le défi avec ces trois voitures.

Une fois cette réussite obtenue, les élèves ont observé le comportement de toutes les voitures. Éric et Thierry ont mesuré le temps jusqu'à l'arrivée (sur 14 cm) de toutes les voitures ensemble tandis que Line, l'élève du milieu observait les mesures des deux élèves. Ils se sont aperçus qu'ils ne trouvaient pas le même temps pour la même voiture dans les mêmes conditions. Cette question a été résolue (les zones « délai avant démarrage » doivent obligatoirement contenir une valeur y compris zéro pour l'absence de délai). L'observateur l'a signalé immédiatement à l'autre groupe.

Une fois ce travail effectué, ils se sont partagé les voitures, l'un de 0 à 4 et l'autre de 5 à 9. Ils ont décidé que lorsque se serait fini, ils intervertiraient les voitures pour vérifier tous les résultats. C'est ce qu'ils ont fait.

Finalement, lorsqu'ils ont déterminé et vérifié le comportement de toutes les voitures, ils se sont entraînés au défi en choisissant des voitures, des positions et des durées de retard au hasard. Ils ont réussi à chaque fois leur test du défi. A 17h30, ils ont signalé être prêts pour le défi final.

Tableau de données du groupe 1

0 → 5,7 s	$v_0 = 24,56 \text{ cm.s}^{-1}$	<p>Tableau de données</p> <p>sur 140 cm</p>
1 → 28,3 s	$v_1 = 4,95 \text{ cm.s}^{-1}$	
2 → 19,4 s	$v_2 = 9,8 \text{ cm.s}^{-1}$	
3 → 18,5 s	$v_3 = 14,89 \text{ cm.s}^{-1}$	
4 → 29,2 s	$v_4 = 20 \text{ cm.s}^{-1}$	
5 → 11,4 s	$v_5 = 12,28 \text{ cm.s}^{-1}$	
6 → 14,2 s	$v_6 = 9,86 \text{ cm.s}^{-1}$	
7 → 29,3 s	$v_7 = 9,93 \text{ cm.s}^{-1}$	
8 → 23,1 s	$v_8 = 17,28 \text{ cm.s}^{-1}$	
9 → 46,2 s	$v_9 = 4,53 \text{ cm.s}^{-1}$	
<p>Les volumes qui n'arrivent :</p> <p>- 2 : 2,5 s + 9,6 s = 12,1 s</p> <p>- 4 : 10,2 s</p> <p>- 3 : 9,1 s</p> <p>- 4 : 6 s + 9,8 s = 15,8 s</p> <p>- 8 : 15 s</p> <p>- 9 : 9,2 s + 9,2 s + 9,2 s = 27,6 s</p>		<p>sur ?</p> <p>- 2 : 89,5 cm / 119,1 cm</p> <p>- 4 : 95,1 cm</p> <p>- 3 : 0 cm</p> <p>- 4 : 0 cm / 84,5 cm</p> <p>- 8 : 0 cm</p> <p>- 9 : 45 cm / 90 cm / 135 cm</p>

Figure 18 : Tableau de données commun Groupe 1

Groupe 2

Les élèves du groupe 2 (Figure 19) ont discuté très peu de temps au début de la phase 2. Ils se sont répartis les voitures immédiatement. Ils ont pris trois voitures chacun dans l'ordre des numéros des voitures et se sont isolés. Au début, ils n'ont pas osé déranger les autres membres du groupe et ont persisté dans leur tentative personnelle de résolution. Après être resté quasiment 20 minutes sans bouger, ils se sont beaucoup déplacés et ont essayé toutes les configurations mais la communication n'a pas vraiment pris entre eux. Il y a rarement eu une vraie discussion. Ils étaient plutôt à chaque fois dans un dialogue (1 à 1) ou un monologue (1 aux autres) sans vraiment s'écouter les uns les autres, sans trop se regarder non plus.



Figure 19 : Groupe 2

Claude, a résolu le problème pour trois voitures tout seul mais n'a pas partagé avec les autres membres du groupe ses résultats et sa manière de faire. Mathilde, n'arrivait pas à se représenter le problème par le calcul et a proposé une résolution graphique. Elle n'a pas su la mener à bien et l'a proposé à Claude qui a tracé une courbe correcte pour une voiture seulement. Béatrice et Alexandre ont mesuré et calculé le temps pour 14 cm pour leur trois voitures mais n'ont pas pu comprendre la question dès lors que la voiture était placée n'importe où sur la piste.

Claude avait toutes les réponses aux questions des autres membres du groupe mais n'a pas pu ou voulu prendre en mains le groupe.

Tableau de données du groupe 2

Il n'y a pas de tableau de données commun pour ce groupe. Les élèves ont travaillé séparément sur des feuilles de brouillon qu'ils n'ont pas partagées. Il y a donc plusieurs tableaux de données différents et incomplets.

Organisation du groupe 2

Le groupe était dispersé. Ils ont fait plusieurs fois le même travail séparément et n'ont pas réussi à rassembler et synthétiser les données de chacun. Ils avaient décidé de s'occuper chacun de trois voitures mais ne s'y sont pas tenus car sur les brouillons ramassés à la fin de la séance, on s'aperçoit que chacun a essayé un peu toutes les voitures. Il y a plusieurs tableaux de données différents et incomplets. Mathilde était désolée et s'angoissait toute seule dans son coin, Béatrice et Alexandre étaient fatigués de ne pas vraiment y arriver. Claude ne disait presque rien. Pourtant les élèves n'ont jamais lâché prise et ont essayé de résoudre le problème jusqu'à la fin. Il a même fallu les arrêter car il était déjà 18h.

4. Phase 3 : Questionnaire

Groupe 1

Questionnaire avant Challenge Final

Vous allez affronter le Challenge Final mais avant je vous demande de bien vouloir répondre aux questions suivantes pour vous y préparer :

1) Pouvez-vous énumérer dans l'ordre les différentes actions, calculs, opérations, résultats,... C'est-à-dire ce que vous allez devoir nécessairement faire, calculer, mesurer, trouver,... pour résoudre mathématiquement le Challenge Final dès que la voiture du prof sera posée ?

- Déterminer la distance entre la voiture donnée et d'arrivée
- on calcule combien de temps elle mettra pour parvenir à d'arrivée
- ce temps déterminera le temps total de la course.
- connaissant le moment où chaque voiture peut s'arrêter et le temps de cet arrêt on peut déterminer quel sera le point de départ et quel sera son temps d'attente

Figure 20 : Compréhension partagée du défi par le groupe 1

Organisation choisie par le groupe 1 pour le challenge

2) En utilisant les réponses de la question 1) et sachant que votre temps de travail est limité, Pouvez-vous écrire ce que chaque membre du groupe va faire durant le Challenge Final ? C'est-à-dire, Posez-vous la question "Qu'est ce qu'il y a faire ? Et répondez par "Qui va le faire ? Dans quel ordre ? Quel rôle va jouer chaque élève ? ...". Je vous demande donc comment vous comptez vous organiser pour être le plus efficace possible et réussir le Challenge ? Essayez d'être précis.

- Line : donne les valeurs nécessaires au calcul et calcule les opérations.
- Thierry: Pose les calculs et détermine la position initiale de la voiture ainsi que le temps de retard au démarrage
- Eric : situe les voitures dans la piste et met aussi le temps de retard ainsi supervise Thierry et Line

Figure 21 : Organisation explicite du groupe 1 pour le défi (les noms ont été modifiés)

Groupe 2

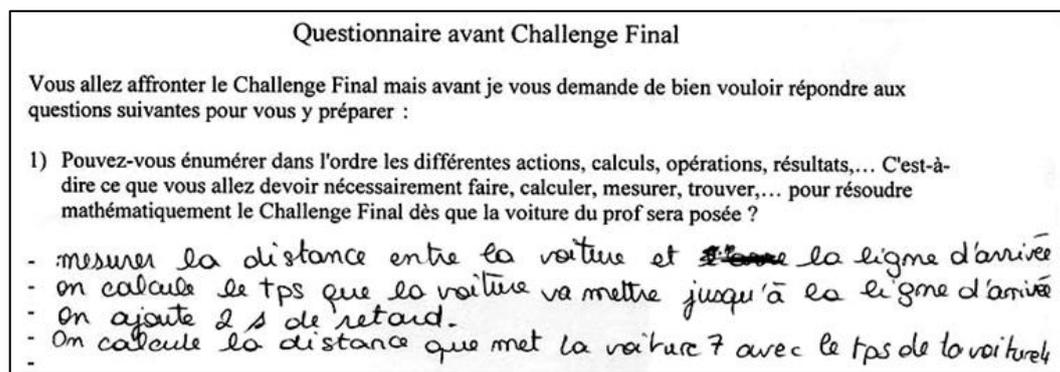


Figure 22 : Compréhension partagée du défi par le groupe 2

Organisation choisie par le groupe 2 pour le challenge

Pas de réponse à la question 2) car ils ne se sont pas organisés pour réaliser le challenge.

5. Phase 4 : Challenge Final

Groupe 1

Le groupe 1 a fait exactement ce qu'il a dit qu'il allait faire. La résolution du défi final a duré 12 minutes. Line est la seule à avoir utilisé la calculatrice, Thierry a dit ce qu'il fallait calculer et comment, une fois ceci établi, il a passé le relais à Line qui a effectué réellement les calculs à la calculatrice. Éric a observé les calculs, a donné son avis, en a calculé certains sur le papier, a posé les voitures et paramétré les durées sur l'ordinateur portable de l'observateur relié au vidéo projecteur. Puis, le défi a été lancé pour vérification. Les voitures sont arrivées en même temps, le challenge a été réussi (cf. Figure 23). Il y a eu un sentiment de réussite, de joie et de soulagement.



Figure 23: Défi réussi

Groupe 2

Le groupe 2 a tenu à effectuer le défi sachant qu'il était perdu d'avance. Les élèves ne connaissaient pas ou n'étaient pas sûrs du comportement de la voiture qui était posée par l'expérimentateur. Ils ont placé leurs voitures. Le challenge a été échoué cf. Figure 24). Ils étaient très désolés.



Figure 24: Défi échoué

6. Débriefing

Quelques questions supplémentaires ont été posées en fin de séance pour comprendre la réussite ou l'échec des groupes.

Groupe 1 : « Ce qui nous a fait réussir, c'était l'organisation des membres du groupe. Mais aussi on a suivi une démarche logique qui allait du plus simple au plus complexe. »

Le rôle joué par chaque apprenant :

« Line : Structure de la présentation des résultats, vérification des résultats, calculs. »

« Thierry : Calculs, réflexions des calculs à faire »

« Éric : Calculs, donne des idées »

Groupe 2 : Ils ont compris qu'ils avaient les moyens de réussir mais qu'ils n'avaient pas réussi à s'entendre sur la manière de faire. Ils ont dit qu'ils avaient perdu du temps à faire séparément ce qu'ils auraient du faire ensemble et qu'ils n'ont pas réussi à se coordonner et à avancer ensemble vers la solution.

6.4 Discussion

Nous nous intéressons dans cette discussion à l'activité d'organisation des apprenants et à l'impact du défi sur la motivation et l'activité d'organisation :

- Les apprenants semblent être très impliqués dans le défi. Ils comprennent ce qui est nécessaire pour y faire face. La structure du défi (durée limitée, masse des données à rassembler, précision cruciale des mesures, risque d'erreurs et nombre de calculs à effectuer) crée une situation où les apprenants doivent interagir et interagissent au sujet de l'organisation à adopter.
- Dans les deux groupes, les apprenants sont parvenus naturellement à discuter de la stratégie et à se distribuer les tâches et les rôles. Nous avons eu la chance d'observer deux stratégies différentes :
 - Le groupe 1 est passé un certain temps par une phase de planification avant de commencer à rassembler les données. Ils ont adopté une organisation qui pourrait être décrite comme collaborative : les apprenants sont restés très près les uns des autres et ont interagi tout au long de l'activité. Par exemple, deux apprenants mesuraient une distance pour être sûrs de la valeur, et le troisième vérifiait la concordance et structurait les données.
 - L'autre groupe (groupe 2) a adopté une division du travail plus coopérative. Les élèves ont divisé et distribué les tâches et chacun a travaillé d'une manière plus autonome.

Aucune conclusion ne peut être tirée de ceci, mais on peut noter que le premier groupe a réussi tandis que le deuxième a échoué.

- En ce qui concerne les dimensions organisationnelles, les caractéristiques de l'auto-organisation qui ont semblé être positives et importantes pour être transposées dans la situation médiatisée sont les suivantes :
 - Passer du temps à réfléchir sur la stratégie.
 - Utiliser un langage commun pour décrire les données et les actions à réaliser.
 - Se mettre d'accord collectivement sur la stratégie adoptée.
 - Vérifier constamment que le processus de résolution est en accord avec la stratégie, et adapter la stratégie si c'est nécessaire.
 - Communiquer facilement, avoir un sentiment de proximité et pouvoir s'entraider.

- Les caractéristiques négatives à prendre en considération sont les suivantes :
 - La structure de la simulation peut implicitement conduire les apprenants à adopter une organisation coopérative simpliste (et plutôt inefficace) : celle qui consiste à diviser le nombre de voitures par le nombre d'apprenants et agir séparément. Une telle stratégie devrait être permise, mais ne pas être implicitement suggérée par les paramètres de la situation.
 - Ne pas remettre en question la stratégie pendant le processus de résolution est plus que risqué, particulièrement en considérant le fait qu'en cas d'échec, le temps manque pour redéfinir la stratégie pendant la phase finale du défi. Nous avons observé un phénomène déjà décrit dans la littérature : en cas de difficulté, si la dimension stratégique a toujours été ou est devenue implicite, l'interdépendance entre les actions des apprenants se détend mais elle ne conduit pas nécessairement à remettre en cause leur organisation.
 - Les apprenants peuvent rencontrer des difficultés classiques de la collaboration dues au manque d'expérience. Par exemple, certains apprenants ne communiquent pas pour mieux se concentrer, ou par crainte de créer une perturbation. À ce niveau, l'absence de coordination et de partage d'informations conduit à la persistance des mauvaises stratégies, chaque apprenant croyant qu'il est le seul à ne pas savoir quoi faire ou comment faire.
- D'un point de vue du domaine (mathématiques), deux aspects peuvent être notés : il est important que les apprenants se servent d'un langage mathématique commun pour décrire les données afin de se comprendre, et ils ont besoin d'un moyen pour éditer les données.
- Nos deux hypothèses ont été vérifiées pour ces deux groupes :
 - Les apprenants de chaque groupe se sont bien auto-organisés avec plus ou moins de succès.
 - Ils se sont fortement investis dans la résolution du problème.

Bien que limité par le nombre de groupes concernés, nous considérons ce résultat comme une indication favorable dans le choix de notre problème et du scénario de notre challenge pédagogique collectif pour étudier l'activité d'organisation des apprenants.

Chapitre 7 : ALBATROM, un modèle dynamique de l'activité d'organisation de la résolution collective de problème

Introduction du chapitre 7

Ce chapitre a pour objectif principal de présenter le modèle ALBATROM, notre modèle dynamique de l'activité d'organisation de la résolution collective de problème.

Nous avons construit ce modèle avec trois objectifs :

- 1. Décrire, interpréter et comprendre les phénomènes d'organisation et d'auto-organisation qui émergent lorsque des apprenants sont engagés dans une résolution collective de problème.*
- 2. Servir de base à la conception d'un environnement informatique support à l'activité d'organisation et à la résolution d'un challenge collectif.*
- 3. Aider un tuteur humain à percevoir, interpréter et comprendre ces phénomènes d' (auto)organisation afin de les supporter.*

En considérant notre challenge pédagogique collectif comme un cas particulier d'une situation de travail collectif, nous avons adopté le point de vue de la Théorie de l'Activité et plus particulièrement celui de Bardram avec la prise en compte la dynamique du travail coopératif.

Notre situation se présentant sous la forme d'une résolution collective de problème, nous avons pris en considération le modèle « classique » de la résolution de problème, les processus métacognitifs mis en jeu lors d'une résolution collective de problème et notre modèle de référence.

Enfin, nous avons exploité les indications fournies par notre expérience exploratoire décrite dans la première section de ce chapitre pour affiner notre modèle.

Nous décrivons précisément chaque niveau du modèle, les transitions entre les niveaux et les motifs de ces transitions. Nous les illustrons dans le cas de notre défi en utilisant notre modèle de référence.

Ce chapitre se termine par une analyse de l'expérience exploratoire décrite au chapitre 6 du point de vue de notre modèle et par la description des leçons que nous en avons tirées pour la conception de notre système.

CHAPITRE 7 : ALBATROM, UN MODÈLE DYNAMIQUE DE L'ACTIVITÉ D'ORGANISATION DE LA RÉOLUTION COLLECTIVE DE PROBLÈME.....	87
INTRODUCTION DU CHAPITRE 7.....	87
7.1 ORIGINE ET OBJECTIFS DU MODÈLE.....	89
7.2 UN MODÈLE DYNAMIQUE DE L'ORGANISATION DE LA RÉOLUTION COLLECTIVE DE PROBLÈME.....	90
7.2.1 LE NIVEAU CO-CONSTRUCTION.....	92
7.2.2 LE NIVEAU CO-OPÉRATION.....	95
7.2.3 LE NIVEAU CO-ORDINATION.....	99
7.2.4 LES PANNES.....	102
7.2.5 LES TRANSITIONS DYNAMIQUES.....	104
7.2.6 LES NIVEAUX, LES PANNES, LES TRANSITIONS ET LE TUTEUR.....	105
7.3 BRÈVE ANALYSE ET PREMIÈRES DIRECTIVES DE CONCEPTION.....	106
7.3.1 BRÈVE ANALYSE DE L'EXPÉRIENCE EXPLORATOIRE PAR RAPPORT AU MODÈLE.....	106
7.3.2 LEÇONS RETENUES POUR LA CONCEPTION D'UN SYSTÈME.....	106

7.1 Origine et objectifs du modèle

Nous proposons de considérer les actions d'organisation des apprenants d'un challenge pédagogique collectif comme une activité, et de la modéliser d'après le modèle de Bardram. Ce modèle, comme nous l'avons vu, est centré sur la dynamique du travail collectif. Il souligne le fait que percevoir les changements de niveaux et les pannes apparaissant pendant la collaboration sont deux aspects importants dans la compréhension de la dynamique de la collaboration.

D'autre part, nous considérons notre « Challenge Pédagogique Collectif » comme une situation de résolution collective de problème. Nous prenons donc en compte les processus métacognitifs (planification, régulation et évaluation) que nous avons décrits dans le chapitre 2 comme des éléments importants de l'activité d'organisation de cette résolution collective.

Nous considérons que le modèle « classique » de l'activité de résolution de problème peut être représenté par une structure à trois niveaux correspondant aux trois étapes principales de ce modèle vues au paragraphe 2.3.2. Ces trois étapes sont : l'étape 2, *Représentation du problème*, l'étape 3, *Planification d'une solution* et l'étape 4, *Exécution du plan*. Nous les associons respectivement aux niveaux Co-construction, Co-opération et Co-ordination du modèle de Bardram (cf. Figure 25). Nous considérons que l'étape 5, *Contrôler la solution* qui met en jeu les processus métacognitifs de régulation et d'évaluation, intervient à tout moment de l'activité [Richard 90] et en particulier, lors des transitions dynamiques entre ces niveaux.

L'étape 1, *Trouver le problème* et l'étape 6, *Réfléchir pour consolider l'apprentissage* sont considérées comme extérieures au processus de résolution qui nous intéresse.

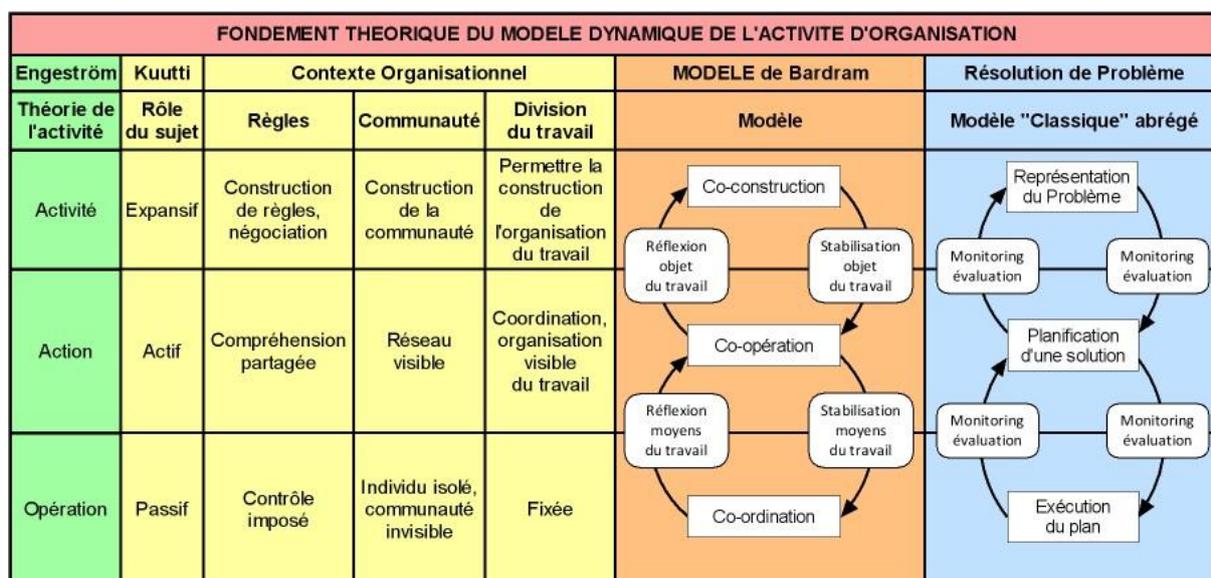


Figure 25 : Cadre Théorique du modèle dynamique de l'activité d'organisation

Enfin, en lien avec Kuutti, nous considérons que, dans les situations réelles, il existe toujours un réseau d'activités interconnectées qui possèdent des motifs très différents. Chacun des éléments d'une activité pouvant constituer l'objet d'une ou de plusieurs autres activités.

Notre situation est donc composée d'au moins trois activités :

1. Une activité de résolution de problème
2. Une activité de niveau méta, l'activité d'organisation de la résolution du problème
3. Une activité de niveau méta méta : l'activité qui consiste à « s'organiser pour travailler ensemble ». Elle dépend de l'expérience, des compétences et de la disposition des apprenants à travailler ensemble.

Ces trois activités sont fortement imbriquées, elles sont émergentes, elles s'influencent mutuellement et sont sujettes aux pannes. Nous utilisons le modèle de Bardram pour décrire ces trois activités sous la forme d'une unique structure hiérarchique à trois niveaux, qu'il faut comprendre comme une imbrication de ces trois activités.

Finalement, nous considérons comme essentiel le fait de pouvoir repérer les niveaux de l'activité, les changements de niveaux et caractériser les pannes selon les différents niveaux. Ceci dans l'intention de construire des outils pour détecter et interpréter l'activité d'organisation, et de donner les moyens à un tuteur de la supporter d'une manière efficace.

Sur la base de ces éléments, en nous appuyant sur le modèle de référence de la résolution de notre défi vu au chapitre 5 (section 5.3) et des indications obtenues grâce à l'expérience exploratoire présentée dans le chapitre 6, nous avons élaboré un modèle dynamique de l'activité d'organisation de la résolution collective de problème.

Ce modèle, que nous avons baptisé ALBATROM pour « *Activity Levels Breakdowns And Transitions based Organization Model* » (« modèle de l'organisation basé sur les transitions et les pannes des niveaux de l'activité ») a pour objet :

1. D'aider à décrire, analyser et comprendre les phénomènes d'organisation et d'auto-organisation qui se développent dans une situation de type « challenge collectif. »
2. De servir de base à la conception d'un environnement informatique visant à :
 - a. Supporter les apprenants dans leur activité d'organisation et de résolution de problème.
 - b. Aider un tuteur humain à percevoir, interpréter et comprendre ces phénomènes d'(auto)organisation afin de les supporter.

7.2 Un modèle dynamique de l'organisation de la résolution collective de problème

Notre modèle (cf. Figure 26) est une structure à trois niveaux fondée sur le modèle de Bardram. Chaque niveau est subdivisé en trois parties correspondant aux trois activités qui participent à l'activité d'organisation. Ce sont des « distinctions analytiques » qui nous permettent de comprendre et d'étudier l'activité d'organisation.

Ce modèle ne doit pas être vu comme devant être suivi par les apprenants du haut vers le bas mais plutôt comme une suite d'allers et retours à tous les niveaux et ceci à n'importe quel moment de la résolution. Cependant, lors de la mise en place d'une nouvelle organisation, c'est le niveau le plus élevé (Co-construction) qui serait privilégié par un tuteur en début de résolution.

Nous avons pris en compte les transitions ascendantes et descendantes entre les niveaux qui peuvent être provoquées par les apprenants eux-mêmes (flèches continues) ou bien par un tuteur (flèches en pointillées).

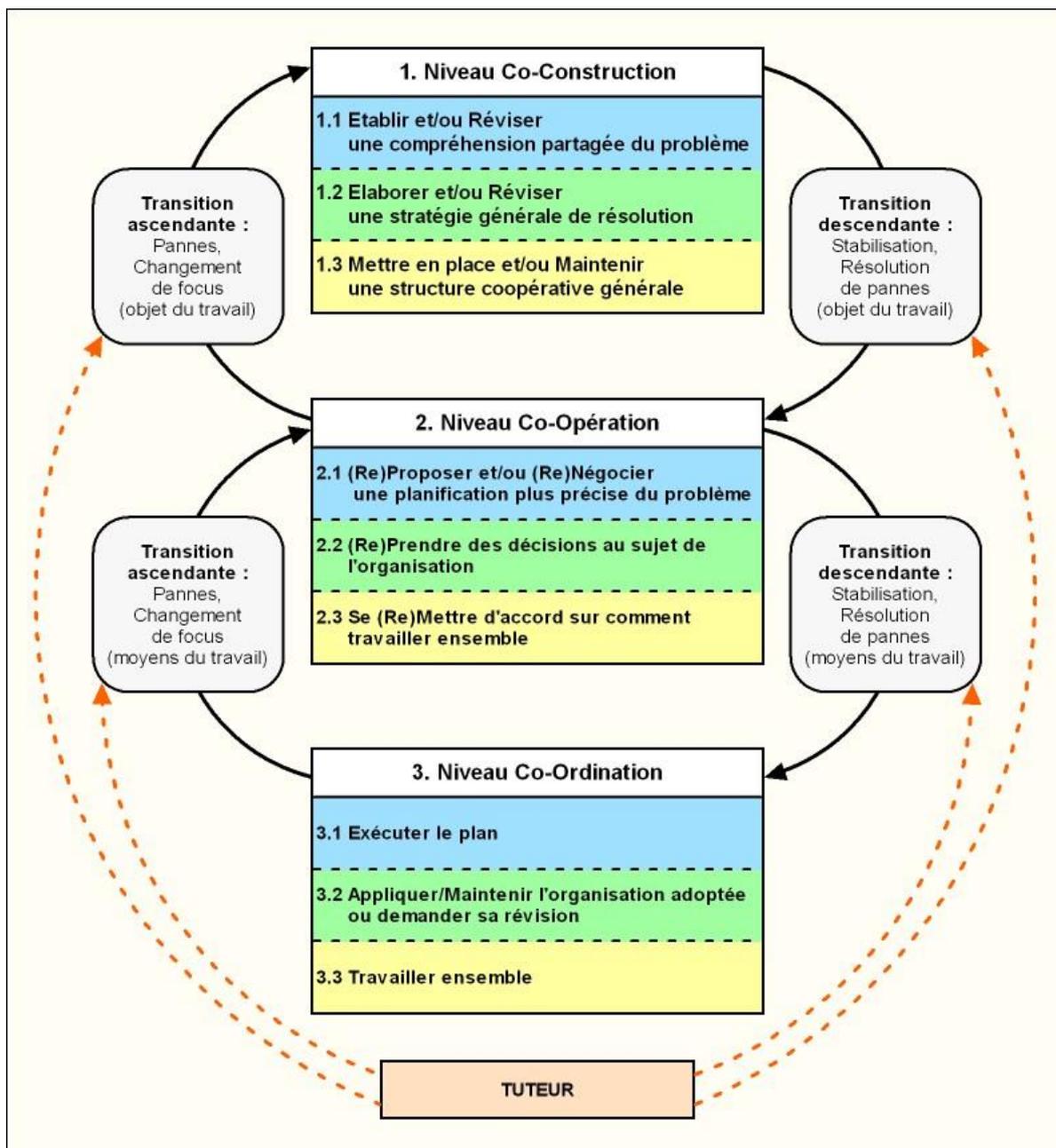


Figure 26 : Un modèle dynamique de l'activité d'organisation de la résolution collective de problème

Dans les paragraphes suivants, nous allons décrire chacun des trois niveaux du modèle et plus précisément chacune des trois dimensions qui composent ces niveaux ainsi que les transitions entre ces niveaux et leur origine (pannes, changement de focus ou intervention d'un tuteur). Nous enrichirons cette description par un tableau dans lequel nous présentons notre interprétation plus détaillée des trois activités (*Résoudre le problème*, (1.1, 2.1 et 3.1 dans la figure 26), *S'organiser pour résoudre collectivement le problème*, (1.2, 2.2 et 3.2) et *S'organiser pour travailler ensemble*, (1.3, 2.3 et 3.3) composant notre modèle.

Nous utiliserons notre « modèle de référence » pour illustrer ce que signifie, à chacun des niveaux considérés, *Résoudre le problème* et *S'organiser pour résoudre collectivement le problème* dans le cas particulier de la course sans gagnant.

Nous compléterons notre description en précisant la façon dont un tuteur pourrait intervenir dans le support de l'activité d'organisation en utilisant ce modèle.

7.2.1 Le niveau Co-Construction

Comme nous l'avons vu en décrivant le modèle de Bardram, le niveau Co-Construction est le niveau le plus élevé. Ce niveau correspond à la création et à l'installation d'une nouvelle organisation du travail en lien avec un objectif partagé, ou bien à une remise en cause de l'organisation existante du travail collectif. Ce niveau comprend trois dimensions correspondant aux trois activités composant notre situation :

- 1. Établir (ou réviser) une compréhension partagée du problème.**
 - Élaborer un point de vue et un vocabulaire communs.
 - Confronter les différentes façons de comprendre le problème, les hypothèses,
 - Argumenter, débattre pour mettre en place un terrain d'entente, (« common ground » [Baker 03]).
 - Réviser, remettre en cause la compréhension mutuelle du problème en fonction de l'acquisition et de la restructuration des connaissances pendant la résolution du problème.
- 2. Élaborer (ou réviser) une stratégie générale de résolution de problème.**
 - Générer des idées de stratégie générale, en choisir une, s'il y en a plusieurs.
 - Mettre en place une planification générale des tâches en prenant le temps en compte.
 - Avoir une idée générale de la décomposition du problème en tâches et sous-tâches.
 - Définir un schéma général de la division du travail, définir des rôles.
 - Réviser ces éléments en cas de problème d'organisation (par exemple, une stratégie générale trop longue pour le temps imparti, un apprenant qui n'assure pas la tâche allouée, etc.).
- 3. Mettre en place (ou maintenir) une structure d'entente coopérative générale.**
 - Installer des règles générales de communication (quand, comment, qui coupe la parole à qui,..)
 - Installer des règles générales sur l'utilisation des moyens (par exemple, la gestion des accès aux interfaces partagées).
 - Établir des relations sociales (des échanges informels, une motivation partagée, le respect et l'engagement mutuels).
 - Réviser ou maintenir cette structure qui est « plus ou moins stable ».

Le tableau que nous présentons (cf. Tableau 6) est une vue plus précise du niveau Co-construction.

Les colonnes A, C et E correspondent au cas général d'une résolution collective d'un problème et de son organisation.

Les colonnes B et D instancient le niveau Co-construction du modèle de l'activité d'organisation dans le cas particulier du défi « la course sans gagnant ». Elles ont été établies en lien avec notre modèle de référence de la résolution collective de ce défi.

La ligne « MAINTENANCE » correspond à une révision suite à une transition en provenance d'un niveau inférieur que nous détaillerons plus loin.

	A) Résoudre un problème	B) Résoudre le problème « la course sans gagnant »	C) S'organiser pour résoudre un problème	D) S'organiser pour résoudre le problème « la course sans gagnant »	E) S'organiser pour travailler ensemble
C O - C O N S T R U C T I O N	1.1 Établir une compréhension partagée du problème		1.2 Élaborer une stratégie générale		1.3 Créer et mettre en place d'une structure coopérative
	<p>Se donner les moyens de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confronter les différentes façons de comprendre le problème, les hypothèses ; - Argumenter - Débattre - Élaborer une représentation commune 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprendre que la résolution doit s'effectuer en deux étapes (avant le défi, pendant le défi) - Comprendre qu'il faut établir un modèle du comportement de chaque voiture en fonction de sa vitesse et de ses arrêts relativement aux autres voitures. - Comment connaître le comportement de chaque voiture ? les relations entre les voitures ? - Comment réussir le défi (en tenant compte du temps accordé, des connaissances de chacun, de l'existence de différents types de résolution et d'outils disponibles) ? 	<ul style="list-style-type: none"> - Générer des idées de stratégie et si plusieurs en sélectionner une. - Planifier au sens large - Définir un schéma de la division du travail - Définir des rôles - Établir une liste générale des tâches - Prise en compte du temps. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre en main collectivement ou individuellement la simulation ; tâtonner - Communiquer sur la simulation - Communiquer et contribuer par ajout mutuel pour aboutir à une compréhension complète du problème (modèle, voitures, comportement, vitesse, arrêts) - Communiquer pour partager sa compréhension pour aboutir à un terrain d'entente 	<ul style="list-style-type: none"> - Installer et maintenir des règles générales d'interactions (communications, partage des moyens, etc.) - Établir des relations sociales (échanges informelles, se motiver, se respecter et s'engager mutuellement) - Définir une façon générale de travailler ensemble - Définir la manière d'utiliser les différents moyens de communication, d'interaction, etc.
M A I N T E N A N C E	<ul style="list-style-type: none"> - Réviser la compréhension du problème ou la compléter. - Réviser la stratégie générale ou en choisir une autre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réviser le type de résolution (graphique, tableau, équation) selon les aptitudes effectives du groupe - Réviser la stratégie en cas d'inaptitude à généraliser la solution trouvée 	<ul style="list-style-type: none"> Réviser éventuellement l'organisation si la révision de la compréhension du problème ou de la stratégie générale le demande. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modifier l'organisation si la solution ne peut être trouvée dans le temps impartie - Redéfinition des tâches et rôles 	<ul style="list-style-type: none"> - Modifier les règles explicites ou implicites d'interactions. - Revoir le partage des ressources et des moyens d'interactions. - Réviser la façon d'utiliser les différents moyens de communication, d'interaction, etc.

Tableau 6 : Niveau Co-construction détaillé et instancié (colonnes B et D) dans le cas de la course sans gagnant

Exemples de Co-construction avec notre modèle de référence

Agir au niveau Co-construction dans le cas du « challenge collectif », c'est, par exemple :

- Comprendre ensemble qu'il y a deux grandes étapes distinctes « Avant le défi » et « Pendant le défi » à effectuer dans cet ordre.
- Se rendre compte qu'il faut connaître le comportement de chaque voiture avant le défi et donc qu'il faudra mesurer, calculer ou lire un certain nombre de données.
- Proposer et dresser une liste générale des tâches approximatives.
- Dresser une liste des données éventuellement incomplètes qui permettrait d'explorer les différents chemins possibles vers la solution du problème et de s'accorder sur un langage commun.
- Décider de présenter les données dans un tableau commun.
- Proposer, de manière générale, un certain ordre dans la réalisation des tâches pour élaborer une stratégie générale.
- Discuter de la division du travail.
- Partager sa compréhension du problème pour arriver à un terrain d'entente.
- Être capable de communiquer avec le groupe, résoudre les conflits, se poser des questions, comme, « Avons-nous tous bien compris le problème de la même façon ? », « Pourquoi n'arrivons nous pas à travailler ensemble ? », etc.
- Etc.

Tous ces éléments contribuent à la mise en place d'une organisation nouvelle dans la résolution ou à son maintien.

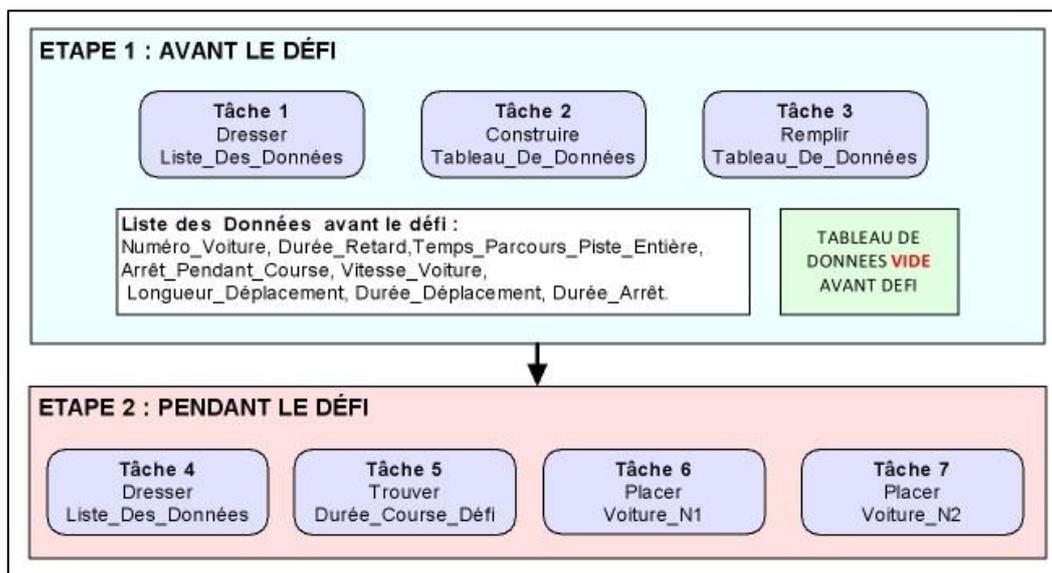


Figure 27 : Illustration d'un exemple de résultat d'un travail de niveau Co-construction en début de résolution

Exemple de Co-construction tiré de notre expérience exploratoire

Nous avons proposé, avant de tenter le défi, un questionnaire aux apprenants des deux groupes de notre expérience exploratoire (chapitre 6).

La première question était : « Pouvez-vous énumérer dans l'ordre les différentes actions, calculs, opérations, résultats, etc. C'est-à-dire ce que vous devez faire (calculer, mesurer, trouver, etc.) pour résoudre mathématiquement le Challenge Final dès que la voiture du prof sera posée ? »

Cette question a pour objet de proposer aux apprenants de donner la liste des données nécessaires pour le défi et les actions pour les obtenir. Nous voulons inciter les apprenants à expliciter leur compréhension partagée du problème (1.1 dans le modèle ALBATROM) et leur idée de stratégie générale (1.2 dans le modèle), s'ils en ont une, afin de disposer de données à interpréter. Il est possible que notre question ait influencé ou provoqué cette réflexion dans les deux groupes. Cependant, notre objectif était de vérifier que les apprenants pouvaient agir au niveau Co-construction, que nous pouvions le détecter (avec notre questionnaire) et l'interpréter avec notre modèle.

C'est ce que les apprenants du groupe 1 ont fait en discutant pour rédiger ensemble la réponse à la question. Leur réponse montre d'une part, qu'ils ont compris le défi en listant correctement les données à acquérir et les moyens pour les obtenir et d'autre part, quelle est la stratégie qu'ils vont utiliser.

- Déterminer la distance entre la voiture donnée et d'arrivée
 - on calcule combien de temps elle mettra pour parvenir à d'arrivée,
 - ce temps déterminera le temps total de la course.
 - connaissant le moment où chaque voiture peut s'arrêter et le temps
 de est arrêté on peut déterminer quel sera le point de départ et
 quel sera son temps d'attente

Figure 28 : Réponses des apprenants du groupe 1 à la question 1

Leur production est donc le résultat d'une réflexion de niveau Co-construction de notre modèle de l'activité d'organisation.

Nous pouvons interpréter les réponses du groupe 1 selon notre modèle de référence de la résolution et construire un modèle de résolution du défi de ce groupe (cf. Figure 29). Nous n'avons fait

que traduire les données des réponses dans les termes des éléments qui composent notre modèle de référence, par exemple, « la distance entre la voiture donnée et l'arrivée » est « Distance_Voiture_Tuteur ». Le fait de répondre à la question 1 a rendu visible ce modèle de la résolution et a certainement contribué à son partage. Disposer d'un tel modèle devrait faciliter l'organisation explicite de la résolution du défi qui correspond au niveau Co-opération de notre modèle. C'est ce niveau que nous allons décrire dans les paragraphes suivants.

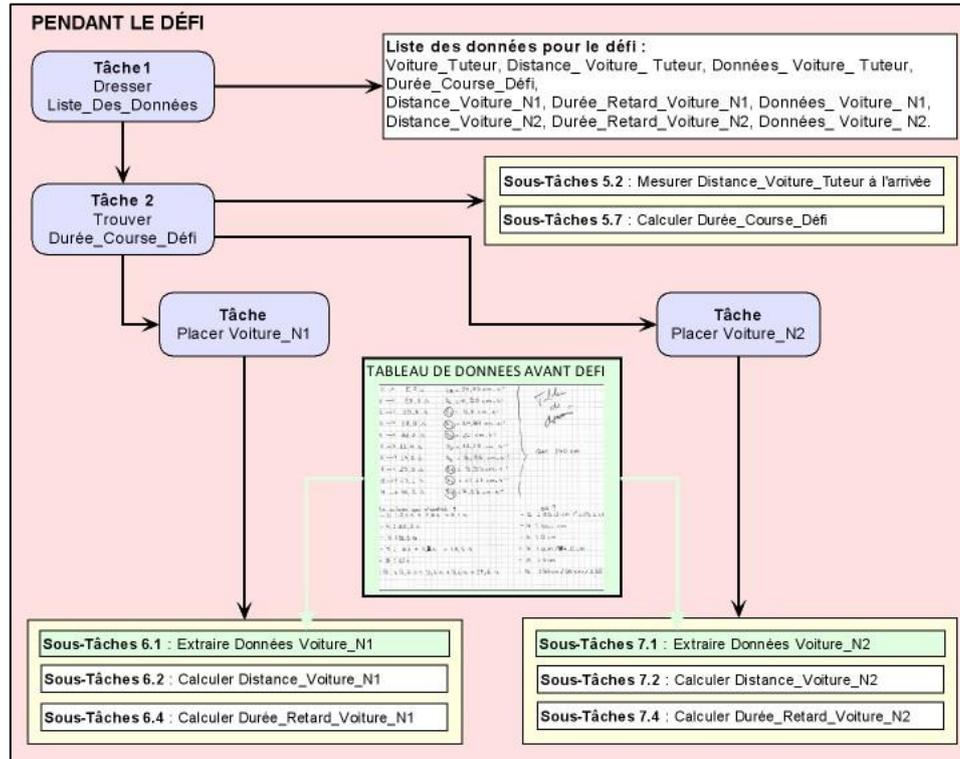


Figure 29 : Modèle de résolution des apprenants du groupe 1 selon notre modèle de référence et notre interprétation de leur réponse à la question 1

7.2.2 Le niveau Co-opération

Le niveau Co-opération est le niveau relatif à la façon de *réaliser, d'explicitier*, ce qui a été planifié de manière générale au niveau Co-construction. Ce niveau correspond à la prise de décision sur ce qui a été prévu de faire, sur la façon de le faire et dans quel ordre cela va être fait. Les actions suivantes relèvent de ce niveau et sont regroupées selon trois dimensions :

1. **(Re)-proposer, (Re)-négocier une planification plus précise**
 - Affiner la stratégie choisie.
 - Décomposer le plan en plus petites étapes.
 - Proposer une définition précise des tâches à effectuer.
 - Décomposer les tâches en sous-tâches si nécessaire et les ordonner en fixant des priorités.
2. **Prendre des décisions sur l'organisation (ou les réviser).**
 - Affecter des rôles aux membres du groupe.
 - Attribuer les tâches et sous tâches en fonction de la division du travail adoptée et faire en sorte de disposer des moyens pour le faire.
3. **Se mettre d'accord sur une façon de travailler ensemble (ou la réviser).**

- Décider comment évaluer et ajuster le travail de chacun.
- Définir et décider comment être conscient de l'avancement du travail de chacun.
- Définir des règles pour la communication et l'utilisation des outils proposés (partagé ou non).

L'organisation adoptée, à un instant donnée, devrait être partagée par tous les membres du groupe d'une façon ou d'une autre.

Nous présentons dans un tableau (cf. Tableau 7), comme dans le paragraphe précédent, une version plus détaillée du niveau Co-opération contenant dans les colonnes B et D, le cas particulier de notre défi.

	A) Résoudre un problème	B) Résoudre le problème « la course sans gagnant »	C) S'organiser pour résoudre un problème	D) S'organiser pour résoudre le problème « la course sans gagnant »	E) S'organiser pour travailler ensemble
C O - O P E R A T I O N	2.1 Élaborer une stratégie précise		2.2 Prendre des décisions au sujet de l'organisation		2.3 Se mettre d'accord sur comment travailler ensemble
	Quoi faire ? Comment le faire ? Planification plus détaillée	Pour chaque voiture : Connaître la vitesse Caractériser les arrêts : temps d'arrêt (pouvant être égal à 0) et temps de déplacement. Pour les relations : Pour un temps identique, quelles sont les distances parcourues par toutes les voitures ? Pour une solution : Être capable de calculer le temps fixé par la distance de la voiture posée et d'en déduire la distance des deux autres voitures, selon leur comportement et éventuellement de leur temps de retard au départ.	- Proposer, discuter : Proposer une division du travail qui peut dépendre ou pas de la stratégie choisie. Proposer une définition précise des tâches à effectuer - Planifier : Décomposer le plan en plus petite étapes Prévoir des moments de mise au point - Prise de décision : Décider qui fait quoi (répartition des tâches et du temps pour les effectuer) Décider comment on va le faire Rendre l'organisation visible pour les membres du groupe Négociation, Coordination, Vote	- Proposer, discuter, planifier, décider : Pour chaque voiture : Comment se répartir les voitures ? Comment gérer les résultats ? Comment vérifier les calculs ? Combien de temps par calcul ? Pour les relations : Qui trace tels graphiques ? Qui remplit tels tableaux ? Qui résout telles équations ? Comment suivre l'avancement des résolutions de chaque membre ? Comment rassembler les résultats ? Pour une solution : Comment établir une solution commune et une procédure pour le challenge : qui fera quoi ? (retour au niveau 1 Co-construction ?) Vérification et accord du groupe pour lancer le challenge.	Définir précisément et décider des actions destinées à coordonner les actions individuelles pour : - Coordonner la démarche de collaboration - Coordonner les flux de travaux - Coordonner les flux de productions - Avoir conscience du travail des autres membres - Communiquer, Respecter des règles de communication - Comment s'entraider ? - Évaluation mutuelle du travail réalisé par chacun
M A I N T E N A N C E	Affiner la stratégie	Compléter la compréhension du problème (modèle, voitures, comportement, relations, solutions, vitesses, arrêts)	Réviser la répartition des tâches, Affiner la décomposition du plan et la définition des étapes du plan Réviser la division du travail au gré de la réalisation de l'activité	Modifier la répartition des voitures Réaffecter les tâches en fonction des compétences effectives constatées (graphique, tableaux, équations) au niveau 3. Aider les plus lents	Maintenance de l'organisation pour travailler ensemble efficacement. S'entraider , demander de l'aide Demander à évaluer ou à faire évaluer son travail par les autres membres du groupe

Tableau 7 : Niveau Co-opération détaillé et instancié (colonnes B et D) dans le cas de la course sans gagnant

Exemples de Co-opération avec notre modèle de référence

Agir au niveau Co-opération dans le cas du « challenge collectif », c'est, par exemple :

- Comprendre qu'il fallait d'abord effectuer l'étape 1 « avant le défi ».
- Décomposer les tâches en sous tâches. Par exemple, la tâche 3 « Remplir Tableau_De_Données » signifie connaître le comportement de 10 voitures et se décompose, d'après notre modèle de référence, en une dizaine de sous tâches pour chaque voiture (cf. Figure 30).

- Donner une priorité aux tâches si nécessaire.
- Se répartir les tâches et les sous-tâches (Par exemple, « Qui étudie le comportement de telle voiture ? », « Qui effectue les calculs ? », « Qui remplit le tableau de données ? », etc.
- Gérer le temps affecté aux tâches et sous tâches.
- Décider ou modifier la façon de travailler ensemble, comment transmettre ou comparer les résultats, etc.
- Etc.

Les apprenants peuvent décider, par exemple, (1) de se répartir toutes les voitures et travailler séparément ou bien travailler ensemble sur les mêmes voitures puis comparer les résultats ou (2) combiner ces deux façons de faire ou encore (3) inventer d'autres manières de travailler (par exemple, une organisation basée sur une définition de rôle (celui qui mesure, celui qui calcule, etc.). L'organisation adoptée peut être partielle et complétée ou révisée à tout moment.

La figure 30, montre un exemple que nous avons construit pour illustrer une production de niveau Co-opération (une organisation explicite). L'apprenant 1 a décidé de travailler seul avec les voitures 1, 2 et 3, l'apprenant 2 sur les voitures 4 et 5 et l'apprenant 3 sur les voitures 6 et 9. Les apprenants 2 et 3 ont décidé de travailler ensemble sur les voitures 7 et 8. Dans la figure 30, nous avons détaillé une seule sous tâche (3.1 : Remplir Ligne 1 Voiture 1) correspondant au travail à accomplir pour déterminer le comportement de la voiture 1 (identique pour les autres voitures).

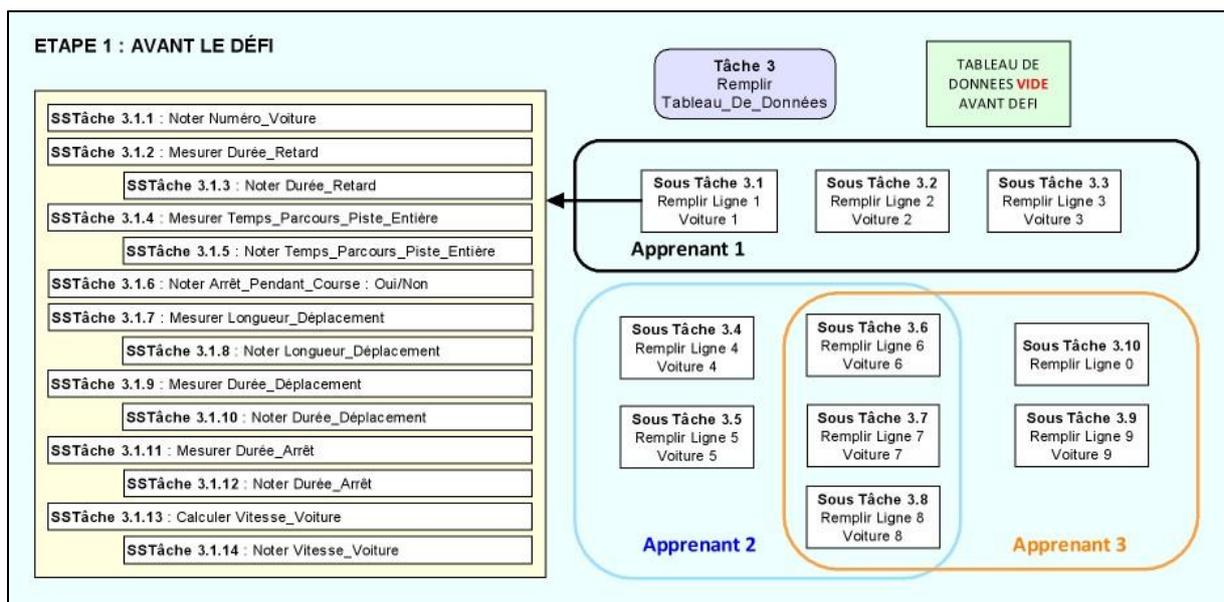


Figure 30 : Illustration d'un exemple de résultat d'un travail de niveau Co-opération dans l'étape 1 (« Avant le défi »)

Exemple de Co-opération tiré de notre expérience exploratoire

Nous avons posé une deuxième question aux deux groupes lors de notre expérience exploratoire :

« En utilisant les réponses de la question 1) et sachant que votre temps de travail est limité, Pouvez-vous écrire ce que chaque membre du groupe va faire durant le Challenge Final ? C'est-à-dire, posez-vous la question "Qu'est ce qu'il y a faire ? Et répondez par "Qui va le faire ? Dans quel ordre ? Quel rôle va jouer chaque élève ? Etc.". Je vous demande donc comment vous comptez vous organiser pour être le plus efficace possible et réussir le défi ? Essayez d'être précis. »

Cette question relève du niveau Co-opération de notre modèle de l'activité d'organisation. Elle demande l'élaboration d'une stratégie plus précise (2.1 du modèle) et une prise de décision au niveau de l'organisation à adopter (2.2 du modèle), par exemple, l'affectation de rôles ou de tâches, l'ordre des tâches, etc.

Cette question a pour but d'inciter les apprenants à réfléchir, à discuter sur l'organisation qu'ils comptent adopter pour le défi et à l'explicitier. L'objectif étant de disposer de données de niveau Co-opération. Pour répondre, nous pouvons supposer que les apprenants du groupe 1 ont utilisé leur propre modèle de résolution du défi (voir Figure 32). Ils ont défini et affecté des rôles à chacun des apprenants.

Line (dans la figure 32, apprenant 1, *calculateur et fournisseur de données*) est chargée d'extraire les valeurs du tableau de données demandées par Thierry (apprenant 2, *résolveur d'équations*) et de les lui transmettre, Thierry pose les calculs et Line effectue les opérations correspondantes à la calculatrice. Éric (apprenant 3, *superviseur et positionneur des voitures*) pose les voitures sur la piste à l'endroit calculé par les deux autres apprenants. Il est aussi chargé de superviser les deux apprenants.

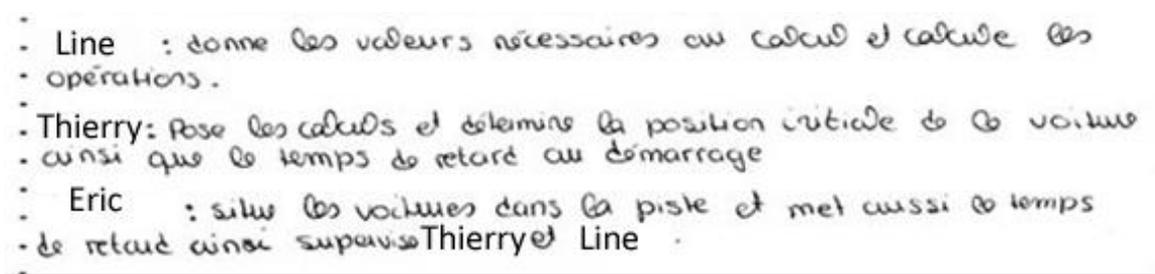
- 
- Line : donne les valeurs nécessaires au calcul et calcule les opérations.
 - Thierry: Pose les calculs et détermine la position initiale de la voiture ainsi que le temps de retard au démarrage
 - Eric : situe les voitures dans la piste et met aussi le temps de retard ainsi supervise Thierry et Line

Figure 31 : Explicitation de l'organisation adoptée par le groupe 1³²

En utilisant la décomposition en tâche et sous tâches de notre modèle de référence, nous pouvons décrire l'organisation que les apprenants du groupe 1 ont explicitée dans leur réponse. Ils ont décomposé la sous tâche « Calculer ... » en (1) « Pose les calculs ... », c'est-à-dire la résoudre mathématiquement, et (2) « ... calcule les opérations. », autrement dit, effectuer le calcul à la calculatrice.

Cette organisation a été décidée par anticipation, son exécution relève du niveau Co-ordination que nous allons décrire.

³² Les noms ont été modifiés

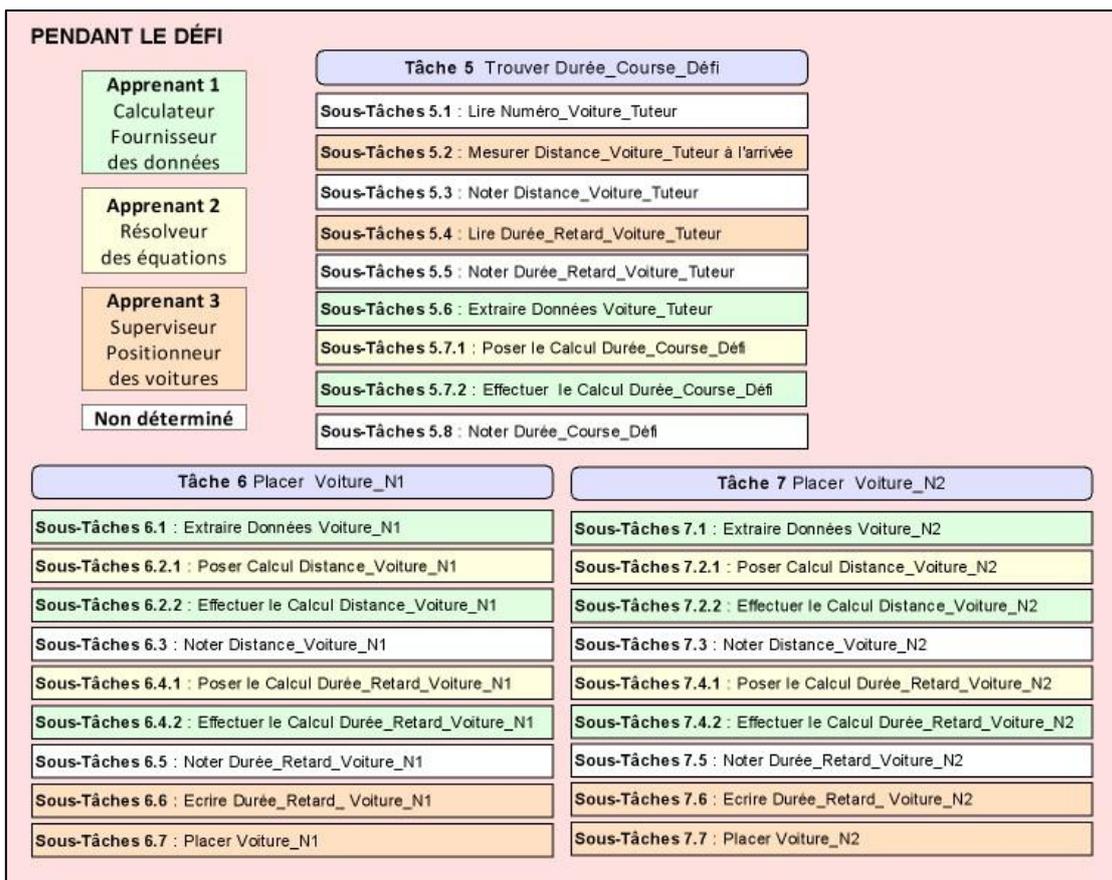


Figure 32 : Résultat du travail de niveau Co-opération du groupe 1 pour l'étape 2 (« Pendant le défi »)

7.2.3 Le niveau Co-ordination

Le niveau Co-ordination est le niveau où chaque apprenant est confronté à ses propres tâches. Ce niveau correspond à l'application (l'exécution) de l'organisation adoptée dans les niveaux précédents. Les tâches, les règles ou les rôles ont été fixés au niveau précédent (les apprenants peuvent revenir à ce niveau supérieur par une transition ascendante). À ce niveau, le travail de chaque apprenant est séparé (mais coordonné) avec celui des autres apprenants. Il peut devenir « routinier » et mener à la solution du problème s'il ne se produit pas d'incidents. Ce niveau correspond à :

1. Exécuter le plan.

- Réaliser les tâches et sous tâches affectées au niveau supérieur en lien avec le domaine (collecter des données, appliquer des techniques de résolutions ou de calculs, utiliser des outils, remplir des tableaux, etc.).
- Respecter l'ordre des tâches, le temps affecté aux tâches.
- Respect des règles adoptées de communication des résultats.

2. Appliquer ou maintenir l'organisation adoptée ou demander sa révision.

- Appliquer la division du travail.
- Appliquer l'allocation des tâches, la gestion du temps, etc.
- Être conscient des tâches attribuées à chacun.
- Prendre en compte l'avancement collectif dans la réalisation des tâches de chacun (synchronisation des tâches).
- Demander des modifications de l'organisation si nécessaire.

3. Travailler ensemble de manière coordonnée, comprise et acceptée.

- Évaluer et ajuster son travail sur celui des autres membres du groupe.
- Être conscients des actions de chacun.
- Se conformer aux règles de communication et d'utilisation des outils proposés élaborées par le groupe.

Comme dans les paragraphes précédents, nous présentons, sous forme de tableau (cf. Tableau 8), notre version plus détaillée du niveau co-ordination de notre modèle.

	A) Résoudre un problème	B) Résoudre le problème « la course sans gagnant »	C) S'organiser pour résoudre un problème	D) S'organiser pour résoudre le problème « la course sans gagnant »	E) S'organiser pour travailler ensemble
C O - R D I N A T I O N	3.1 Exécuter le plan		3.2 Appliquer, maintenir l'organisation adoptée		3.3 Travailler ensemble
	<p>Réaliser les actions prédéterminées aux niveaux supérieurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Collecter des données, - Appliquer des techniques de résolutions ou de calculs - Utiliser des outils. - Construire des graphiques - Remplir des tableaux - Etc. 	<p>Pour chaque voiture :</p> <p>Vitesse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesurer une distance parcourue pendant un temps sans arrêt. - Mesurer le temps correspondant de déplacement - Mesurer le temps d'arrêt si différent de 0 - Mettre ces données dans un tableau ou/et tracer un graphique ou/et écrire les équations correspondantes <p>Pour les relations :</p> <p>Dans un tableau ou/et sur le graphique, lire les distances parcourues pour un même temps donné quelconque.</p> <p>Pour une solution :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier la voiture posée - Mesurer la distance de la voiture posée à l'arrivée - Calculer le temps mis par cette voiture pour atteindre l'arrivée. - Choisir deux voitures, selon le comportement de chaque voiture, calculer leur distance à l'arrivée pour arriver dans le même temps (graphique ou tableau ou équations). - Mesurer chaque distance, si la distance est plus grande que la piste calculer le temps de retard au départ, poser chaque voiture et paramétrer le retardateur. - S'entraîner pour réaliser ces actions en un temps « acceptable » pour la durée fixée du défi final. 	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation fixée mais choisie et acceptée - Chaque membre a conscience du travail des autres et de leur avancement - Chaque membre a une idée claire de l'organisation adoptée et fait ce qu'il doit faire - Demander des précisions ponctuelles et concises - Communiquer des résultats à l'endroit choisi et/ou à la personne choisie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmettre les résultats - Accomplir les tâches en suivant un rythme commun (voitures, relations, solution) - Tenir compte du temps de la session - S'entraîner pour la procédure de solution 	<ul style="list-style-type: none"> - Se synchroniser - Prendre conscience de l'évolution de l'état de l'organisation en cours (pannes ou contradictions) - Réaliser des actions destinées à la coordination de la démarche de collaboration des flux de travaux - Avoir conscience du travail des autres membres - Communiquer - Respecter des règles de communication - Bruit de fond des autres membres qui travaillent - Questions et réponses « directes » sur le travail en cours
M A I N T E N A N C E	Synchronisation des connaissances et de l'avancement dans la résolution Auto régulation, Auto vérification, Auto correction.			(Auto) Synchronisation chronologique sur le plan de l'action : (Auto) Articulation des tâches à réaliser (déclenchement, séquençement, arrêt, rythme et simultanéité)	

Tableau 8 : Niveau Co-ordination détaillé et instancié (colonnes B et D) dans le cas de la course sans gagnant

Ce niveau correspond à la réalisation, à l'exécution de l'organisation adoptée dans les niveaux supérieurs.

Exemple de Co-ordination avec notre modèle de référence

Dans le cas de notre challenge collectif, le résultat d'une activité au niveau co-ordination dans l'étape 1 (« Avant le défi ») consisterait à remplir le tableau contenant toutes les données nécessaires à la réussite du défi (cf. Tableau 9) : mesurer des distances ou des durées, calculer des vitesses, appliquer des procédures mathématiques, etc.

Voiture N°	Durée Avant Démarrage en s	T_{14cm} en s (Durée pour toute la piste)	Arrêt Pendant Course (nombre)	Longueur Déplacement en cm	Durée Déplacement en s	Durée Arrêt en s	Vitesse Voiture en cm/s
0	0	5,7	non	14	5,7	0	2,46
1	0	28,3	non	14	28,3	0	0,49
2	0	19,4	oui (2)	5,95	6,1	2,6	0,98
3	9	18,4	non	14	9,4	9	1,49
4	0	22,2	oui (1)	9,95	5,1	15,1	1,95
5	0	11,3	non	14	11,3	0	1,24
6	0	14,1	non	14	14,2	0	0,99
7	6	29,2	oui (1)	7,4	7,6	9,1	0,97
8	15,1	23,1	non	14	8	15,1	1,75
9	0	46,3	oui (3)	4,5	6,1	9	0,74

Tableau 9 : Le tableau de données de notre modèle de référence

Exemple de Co-ordination tiré de notre expérience exploratoire

Dans notre expérience exploratoire, les apprenants du groupe 1 ont construit un tableau similaire (cf. Figure 33) et l'ont rempli en respectant une organisation qu'ils avaient eux mêmes choisie.

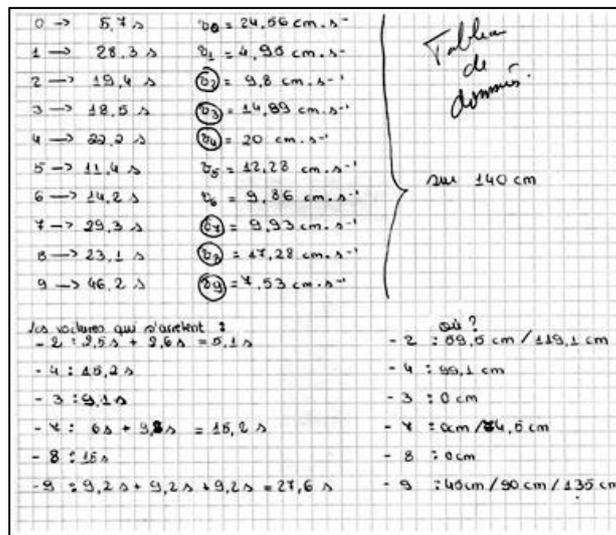


Figure 33 : Le tableau de données du groupe 1

Dans l'étape 2, les apprenants ont suivi l'organisation qu'ils avaient explicitée en réponse à la question 2. La photo ci-contre (Figure 34) est un instantané de leur travail au niveau Co-ordination. Line a la calculatrice posée devant elle et attend les calculs que Thierry va lui demander de faire tout en suivant son travail. Éric est en train de vérifier les calculs déjà effectués avant de positionner les voitures sur la piste. Ce groupe est resté au niveau Co-ordination jusqu'à la fin de la résolution. Il n'a pas eu besoin de remettre en cause l'organisation adoptée et a finalement réussi le challenge.



Figure 34 : Groupe 1

7.2.4 Les pannes

Un de nos objectifs de recherche est de pouvoir supporter dynamiquement l'activité d'organisation, c'est-à-dire intervenir lorsqu'il y a un problème dans le déroulement de la résolution collective en lien avec l'organisation des apprenants. Ce type de problème correspond à ce que Bardram appelle une panne ou *breakdown* dans la dynamique du travail collectif.

Nous définissons une panne dans l'activité d'organisation comme : « une difficulté ou une contradiction liée à l'activité d'organisation qui pourrait rompre la dynamique de résolution collective du problème si elle se prolongeait dans le temps » [Moguel & al. 09].

Les pannes doivent être considérées comme des événements naturels et importants de l'activité d'organisation. Elles sont accompagnées de signaux qui devraient interpeller le groupe et provoquer une réflexion sur les moyens ou sur l'objet du travail nécessitant un changement de niveau (transition ascendante) dans l'activité d'organisation. Donner les moyens aux apprenants ou à un tuteur de détecter ces signaux et de les interpréter en tant que panne devrait leur permettre de tenter de les résoudre.

Une panne peut être résolue par une transition ascendante et par une stabilisation de l'objet ou des moyens du travail, et se termine par une transition descendante. Il existe des pannes se situant aux trois niveaux du modèle. Certaines d'entre elles peuvent être repérées par le groupe lui-même qui peut :

1. Soit essayer de les résoudre en modifiant ou en améliorant l'organisation (par changement de niveau).
2. Soit les ignorer en pensant pouvoir continuer la résolution malgré elles.

D'autres ne sont pas perçues par le groupe :

1. Soit parce qu'elles ne sont pas interprétées en tant que pannes,
2. Soit parce qu'elles ne sont pas suffisamment visibles dans le cours de l'action.

Le tuteur devrait pouvoir détecter voir anticiper une panne et la catégoriser. Selon sa gravité, il pourrait intervenir pour proposer une solution (par exemple, provoquer un changement de niveau) ou bien, la signaler aux apprenants en leur laissant la possibilité de la résoudre eux-mêmes.

Exemples de pannes :

Les exemples que nous présentons dans ce paragraphe sont issus de l'expérience exploratoire décrite dans le chapitre 6. Ils permettent d'avoir une idée de ce que signifie une panne à chacun des niveaux de notre modèle de l'activité d'organisation (d'autres exemples seront donnés dans le chapitre 9).

1. Panne de niveau Co-construction

Les pannes de niveau Co-construction sont liées, selon notre modèle, à trois types de problèmes :

- Pas (ou peu) de compréhension partagée ou pas (ou peu) d'élaboration d'un langage commun (1.1 dans notre modèle ALBATROM).
- Pas (ou peu) de réflexion sur une stratégie collective générale (1.2)
- Pas de mise en place d'une entente collective pour travailler ensemble (1.3).

Dans notre expérience exploratoire, le groupe 2 n'a pas vérifié que le problème avait été bien compris, et de la même façon, par tous les apprenants. Il a adopté une stratégie générale basée sur une division du travail de style coopératif en se répartissant 3 ou 4 voitures par apprenant, rendant chacun individuellement responsable d'une partie du problème. Puis, deux apprenants se sont isolés, deux autres se sont mis ensemble et tous les apprenants ont commencé directement la résolution par l'acquisition de données.

La suite de l'expérience exploratoire a montré qu'il y avait déjà trois indicateurs d'une panne de niveau Co-construction dans cette organisation de la résolution :

- Pas ou peu de compréhension partagée du problème (1.1 dans notre modèle de l'organisation).
- Pas ou peu de langage commun (1.1).
- Pas ou peu de discussion sur la manière de travailler ensemble (1.3).

Comme nous l'avons précisé dans notre définition d'une panne, la notion de temps est importante. La difficulté ou la contradiction qui a provoqué une rupture dans la dynamique de la résolution doit se prolonger dans le temps pour pouvoir être qualifiée de panne. C'est ce qui s'est passé avec le groupe 2, la panne et son importance résident dans le fait qu'à aucun moment, alors que la résolution n'avancait pas, la question de la remise en cause de leur organisation n'a été soulevée. Ce qui se serait traduit par un changement de niveau dans notre modèle. Seul l'observateur avait conscience de cette longue et grave panne mais il ne devait pas la signaler.

2. Panne de niveau Co-opération

Nous pouvons distinguer trois types de pannes au niveau Co-opération :

- Des problèmes dans la planification précise de la résolution (2.1). Des problèmes dans la division du travail, dans la décomposition des tâches, dans la gestion du temps, dans la gestion des résultats de chacun, etc.
- Des prises de décisions non effectuées ou mauvaises (2.2). Par exemple, une répartition des tâches en contradiction avec les connaissances des apprenants, une absence ou un mauvais choix dans la division du travail, une organisation non explicitée, etc.
- Des problèmes dans la façon de travailler ensemble (2.3). Par exemple, pas d'évaluation ou d'ajustement mutuel prévu du travail de chacun, pas de prise de conscience de ce que vont faire les autres, etc.

Dans notre expérience exploratoire, le groupe 2 a choisi une répartition « coopérative » des tâches. Ils n'ont pas vérifié, avant d'affecter les tâches, si tous les apprenants savaient les réaliser. Certains apprenants n'ont pas exprimé le fait qu'ils ne savaient pas réaliser les tâches qui leur étaient affectées (ou n'en avait pas encore conscience) et ont accepté la répartition des tâches sans discussion. Le groupe 2 n'a pas mis en place de moyens pour évaluer le travail de chacun en cours de résolution pour détecter ce type de problème. C'est la réunion de ces différentes circonstances négatives (des indicateurs ou symptômes de panne) qui constitue une panne. Le groupe 2 lui-même, à la fin de l'expérience, a déclaré qu'il pensait avoir les moyens de réussir mais qu'il n'avait pas su s'entendre sur la manière de le faire (panne de niveau 2.3 dans notre modèle).

3. Panne de niveau Co-ordination

Les pannes au niveau Co-ordination sont des pannes qui se produisent durant l'exécution de la résolution collective. Elles sont liées à des problèmes de trois types :

- Des difficultés dans l'exécution du plan prévu (3.1). Par exemple, l'incapacité d'un apprenant à réaliser les tâches qui lui ont été affectées dans le temps imparti, le non respect de l'ordre adopté dans la réalisation des tâches, l'absence de communication des résultats, etc.
- Le non respect de l'organisation adoptée (3.2). Par exemple, le fait d'ignorer l'organisation adoptée ou de la modifier sans négociation, le non respect de la gestion du temps, l'absence de demande de modification de l'organisation en cas de problème, etc.

- Des difficultés à travailler ensemble (3.3). Par exemple, l'absence de synchronisation du travail de chacun, le non respect des règles de communication ou de partage des outils, etc.

Dans le cas de notre expérience exploratoire, nous avons noté de nombreuses pannes de niveau Co-ordination. Par exemple, les apprenants du groupe 2 ont travaillé de manière dispersée, sans remise en cause de leur organisation, alors que visiblement le groupe ne fonctionnait pas correctement. Certains apprenants ne savaient pas ce qu'ils devaient faire exactement et ont tenté de résoudre tout seul une partie du défi sans y parvenir. Un apprenant savait résoudre le défi mais n'a pas partagé sa solution. Il n'y a eu aucune gestion du temps imparti pour la résolution et les apprenants n'ont pas eu le temps de collecter toutes les données pour tenter le défi.

Ces pannes de niveau Co-ordination peuvent relever d'une simple « maintenance » au niveau Co-ordination lui-même. Par exemple, un rappel des tâches affectées, un rappel des règles de communication des résultats, un effort supplémentaire pour maintenir l'organisation adoptée, etc. Ces pannes peuvent aussi être causées par des pannes de niveaux supérieurs et nécessitent, dans ce cas, une transition vers les niveaux supérieurs pour être résolues.

7.2.5 Les transitions dynamiques

Nous avons vu que, selon Bardram, les transitions entre les niveaux étaient une notion essentielle. Elles permettent de prendre en compte la dynamique du travail coopératif. Nous avons intégré cette notion dans notre modèle, avec toutefois une différence dans l'origine de ces transitions.

En effet, comme suggéré par Bardram, les apprenants peuvent spontanément aller d'un niveau à un autre relativement à une difficulté (ou une panne) qu'ils rencontrent dans la résolution collective ou par un décalage volontaire du centre d'attention. De telles transitions correspondent aux dimensions d'auto-organisation que nous avons définies au chapitre 2.

Cependant, à la différence du travail de Bardram, dans notre cas, une autre origine des transitions apparaît. Nous sommes dans un contexte pédagogique, et le processus des apprenants est suivi par un tuteur (cf. Figure 26). Celui-ci peut déclencher des actions de régulation, par exemple : attirer l'attention des apprenants sur le fait qu'ils devraient passer d'un niveau à un autre (interagir sur une caractéristique d'un autre niveau que le niveau courant) en lien avec un problème rencontré par un apprenant ou par le groupe, anticiper une panne ou une occasion pédagogique.

Il y a deux types de transitions, les transitions ascendantes et les transitions descendantes :

1. Les transitions ascendantes

Elles correspondent à une réflexion sur l'objet du travail ou sur les moyens du travail. Comme nous l'avons précisé, elles peuvent être dues à un décalage volontaire du centre d'attention des apprenants.

Les apprenants pourraient avoir le désir de modifier l'organisation adoptée afin de rendre la résolution plus efficace, en réaffectant les tâches ou en modifiant la division du travail (transition du niveau Co-ordination au niveau Co-opération). Ils pourraient réviser leur stratégie générale de résolution suite à une meilleure compréhension partagée du problème pendant la résolution (transition du niveau Co-opération ou Co-ordination au niveau Co-construction).

Il s'agit alors d'une révision ou d'une reconsidération de l'organisation à un niveau plus élevé que le niveau en cours permettant de maintenir (la partie maintenance dans les tableaux détaillés de chaque niveau, cf. Tableaux 7,8 et 9) ou de modifier l'organisation précédemment adoptée par le groupe.

Les pannes que nous avons décrites dans le paragraphe précédent sont aussi des motifs pour effectuer ces transitions. Elles nécessitent pour être résolues une transition vers les niveaux

supérieurs. Par exemple, le groupe 2 aurait pu comprendre que sa stratégie générale de résolution basée sur une division coopérative du travail n'était pas adaptée aux capacités de résolution de ses membres. Une transition du niveau Co-ordination vers le niveau Co-construction aurait pu être effectuée afin de d'élaborer une compréhension mutuelle du problème.

2. Les transitions descendantes

Elles correspondent à une stabilisation de l'objet et des moyens du travail. Cette stabilisation peut être le résultat de la mise en place négociée et acceptée des éléments de l'activité d'organisation correspondant au niveau considéré par tous les membres du groupe. Par exemple, une division du travail adoptée par tous les membres ou une répartition des tâches acceptées sans conflit, etc. Elle peut aussi être produite par une résolution des pannes apparues aux niveaux inférieurs permettant la poursuite de la réalisation de l'activité par une transition vers ces niveaux.

Par exemple, dans notre expérience exploratoire :

- Le groupe 1 a effectué des transitions descendantes sans aucun conflit ni panne apparent. Ils ont réfléchi ensemble au problème (niveau Co-construction). Ils ont décidé une répartition des tâches basée sur des rôles qu'ils ont définis (transition au niveau Co-opération). Deux élèves ont commencé l'acquisition des données, la troisième commentant leur travail (transition au niveau Co-ordination). Pendant la résolution, les élèves ont discuté à plusieurs reprises de la façon de se répartir les voitures. Ils ont modifié leur stratégie de résolution. Ils ont proposé de faire vérifier la coïncidence des mesures par le superviseur. Ils ont donc effectué plusieurs allers retours (des transitions) aux niveaux, Co-ordination, Co-opération et Co-construction.
- Le groupe 2 a déclaré qu'il n'avait pas su s'entendre sur une façon de travailler ensemble. Cela signifie qu'il n'avait pas stabilisé l'objet ou les moyens du travail. Ils ont effectué une transition descendante vers le niveau Co-ordination en commençant la résolution effective sans régler ce problème.

Les transitions descendantes effectuées sans le règlement des problèmes du niveau correspondant peuvent être une source de pannes.

7.2.6 Les niveaux, les pannes, les transitions et le tuteur

Notre modèle devrait permettre à un tuteur d'avoir les moyens de détecter, d'interpréter et de comprendre ce que font les apprenants dans leur activité d'organisation.

Il devrait pouvoir, d'une part, aider à interpréter les actions des apprenants selon les trois niveaux du modèle et, d'autre part, catégoriser les pannes selon leur niveau. Le but est de pouvoir intervenir en incitant les apprenants à changer de niveau, soit en provoquant une réflexion sur l'organisation des apprenants par la prise de conscience d'un problème (transition ascendante), soit pour aider à stabiliser l'activité d'organisation des apprenants (transition descendante).

Par exemple, dans le cas du groupe 2, l'expérimentateur a eu envie d'intervenir deux fois mais ne l'a pas fait par respect des conditions de l'expérience exploratoire :

- Une intervention d'un tuteur aurait été de faire remonter les apprenants du niveau Co-ordination au niveau Co-construction en demandant au groupe de vérifier que tous ses membres avaient bien compris le problème. Ce qui aurait été une façon de provoquer une tentative de compréhension partagée du problème, d'élaboration d'un langage commun et de mise au point sur la façon de résoudre le problème.
- Une autre intervention relevant du niveau Co-opération aurait été de demander de vérifier que tous les apprenants savaient réaliser les tâches qu'ils s'étaient assignées et de prévoir une mise en commun des résultats pour les vérifier.

7.3 Brève analyse et premières directives de conception

7.3.1 Brève analyse de l'expérience exploratoire par rapport au modèle

Notre expérience exploratoire nous a permis d'illustrer les notions de niveaux, de pannes et de transitions entre les niveaux décrits dans notre modèle. Ces exemples sont des indices de la possibilité de détecter, interpréter et comprendre l'activité d'organisation d'apprenants engagés dans la résolution collective de notre défi. Ils témoignent en faveur de la pertinence de notre modèle et de notre problème pour l'étude et l'interprétation de l'activité d'organisation.

L'analyse de l'activité des apprenants à travers le modèle a été faite à partir de l'analyse des productions (brouillons et questionnaires), des enregistrements vidéo et audio et de l'observation des deux groupes. Nos questionnaires en demandant aux apprenants de décrire leur façon de résoudre le défi et d'explicitier leur organisation nous ont permis d'obtenir des données interprétables selon notre modèle. Ces questionnaires ont peut-être incité les apprenants à réfléchir sur leur organisation. L'observateur s'est aussi basé sur ce qu'il a pu voir et déduire pendant le déroulement de la situation. Cependant, il faut noter que l'expérimentateur était en même temps l'enseignant de mathématiques des apprenants. Il n'est donc pas impossible que sa connaissance de leur niveau et de leur comportement ait facilité (ou biaisé) cette analyse.

Finalement, cette expérience nous a incités à poursuivre la direction prise par nos recherches. Elle nous a permis de définir les premières spécifications de notre système, en adaptant les remarques faites sur cette situation en face à face dans le cas d'une situation à distance.

7.3.2 Leçons retenues pour la conception d'un système

L'un de nos objectifs de thèse est la conception et la réalisation d'un environnement informatique permettant de montrer qu'il est possible d'amener les apprenants à s'auto-organiser. Ce système a pour buts de faciliter et supporter cette activité d'organisation et aider le tuteur à la suivre, l'interpréter et la supporter.

La conception et la réalisation de cet environnement (présenté au chapitre suivant) se sont faites itérativement : une première version a été construite à partir du modèle présenté précédemment et des enseignements tirés de l'expérience exploratoire, puis les expérimentations successives ont permis d'affiner le système.

Les éléments de base que nous avons identifiés à partir du modèle et des enseignements tirés de l'expérience exploratoire sont :

1. **Donner les moyens au groupe de s' (re)-organiser explicitement et conjointement à tout moment de l'activité**

Rendre la stratégie explicite ne suffit pas, le système doit :

- Susciter l'activité d'organisation et son explicitation. Autrement dit, offrir les moyens aux apprenants d'élaborer une stratégie commune qui soit explicitement partagée dont les différents aspects puissent être négociés et acceptés par tous les membres.
- Rendre la stratégie adoptée saillante pendant son élaboration et son exécution.
- Suggérer le fait que chaque apprenant ait les moyens et la légitimité de participer à l'élaboration de la stratégie, puisse demander sa reconsidération à tout moment pendant son exécution et participer à sa modification.

Ceci est en conformité avec les résultats provenant du CSCW liés au rôle des plans qui devraient être considérés comme des ressources (et non pas comme des contraintes) adaptables en fonction du contexte.

2. Conduire les apprenants à utiliser un langage commun

L'environnement doit conduire les apprenants à employer un vocabulaire commun (« common ground ») pour refléter à la fois les questions d'organisation (par exemple, les sous-tâches) et les questions relatives au domaine (par exemple, les données à obtenir). Cette élaboration d'un langage commun en lien avec une compréhension mutuelle du problème devrait se réaliser explicitement et pour l'essentiel en début de session donc au niveau Co-construction avec une possibilité de révision pendant la résolution.

3. Détecter et interpréter l'organisation des apprenants pour la supporter en cas pannes

L'environnement doit permettre au tuteur de détecter les aspects de l'organisation qui pourraient mener à des pannes dans les trois niveaux du modèle. Dans l'état actuel de l'analyse, ces aspects sont, en particulier :

- Le fait qu'un plan soit adopté et collectivement accepté.
- La manière selon laquelle chaque apprenant participe à l'élaboration du plan.
- La façon dont les apprenants partagent les sous-tâches.
- La façon dont les apprenants réalisent leurs sous-tâches (par exemple, la qualité des calculs ou le fait qu'un apprenant ne semble plus travailler).
- Une déviation dans l'exécution du plan (ce qui n'est pas nécessairement un problème, mais qui est un point intéressant pour le tuteur).
- Une demande individuelle ou collective d'une modification du plan.
- Etc.

4. D'autres caractéristiques à prendre en compte

- Des dimensions de communication en rapport avec la simulation (par exemple, une simulation partagée).
- Des moyens de communication et de conscience des autres et de leur travail.

Chapitre 8 : ALBATROS, un environnement informatique support à l'activité d'organisation

Introduction du chapitre 8

Nous présentons, dans ce chapitre, le système que nous avons réalisé en accord avec notre modèle dynamique de l'activité d'organisation. Ce système a pour objet de vérifier s'il est possible

1. d'amener les apprenants à s'organiser et de les supporter dans leur activité d'organisation.
2. d'aider un tuteur à suivre, interpréter et supporter cette activité d'organisation.

En suivant une approche itérative dans la conception, nous avons réalisé, dans un premier temps, une version initiale que nous avons testée lors d'une expérience menée avec un groupe de trois élèves en partie en présence et à distance. Cette expérience, que nous présenterons en fin de chapitre, nous a permis d'améliorer l'utilisabilité du système dans sa seconde version mais n'a pas remis en cause les principes de sa conception.

Le système se présente sous la forme d'un site web intégrant divers outils programmés en FLASH dont deux outils (COCOON : un éditeur de niveau **Co-construction** et COCOOP : un éditeur de niveau **Co-ordination** et **Co-opération**) conçus spécifiquement en accord avec notre modèle de l'activité d'organisation.

Ces deux outils ont pour objectifs :

1. de permettre aux apprenants de s'organiser, d'explicitier leur organisation et d'appliquer cette organisation pour résoudre le défi que nous leurs proposons.
2. de permettre à un tuteur de suivre l'activité d'organisation des apprenants et de l'interpréter dans les termes de notre modèle.

Dans la première section, nous présentons, de façon générale, notre système du point de vue de l'apprenant, c'est-à-dire comme un environnement leur permettant de résoudre le problème et de s'organiser pour le faire. Cette présentation générale nous permet de situer nos outils par rapport à ce qui est demandé aux apprenants (le point de vue utilisateur) et de donner une première idée du lien existant entre les outils que nous avons conçus et notre modèle.

Nous détaillons, dans une seconde section, ce point de vue utilisateur en décrivant la logique d'utilisation des deux outils d'organisation.

Nous montrons, dans la section suivante, la correspondance entre ces deux outils et notre modèle qui est à l'origine de leur conception.

Dans une quatrième section, nous décrivons l'architecture informatique du système.

Finalement, nous décrivons une expérience d'utilisabilité et les modifications que nous avons apportées au système, aux outils et au scénario pour préparer notre expérimentation.

CHAPITRE 8 : ALBATROS, UN ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE SUPPORT À L'ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	109
INTRODUCTION DU CHAPITRE 8.....	109
8.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SYSTÈME ALBATROS	111
8.1.1 VISION GÉNÉRALE DU SYSTÈME ET SCÉNARIO EN PAGE D'ACCUEIL	111
8.1.2 PAGE D'INTRODUCTION	112
8.1.3 ÉTAPE 1, PHASE 1A : ÉLABORATION COLLECTIVE D'UN TABLEAU DE DONNÉES	115
8.1.4 ÉTAPE 1, PHASE 1B : ORGANISATION ET RÉOLUTION COLLECTIVE AVANT LE CHALLENGE	117
8.1.5 ÉTAPE 2, PHASE 2A ET 2B	118
8.2 LOGIQUE D'UTILISATION DES OUTILS PAR LES APPRENANTS	119
8.2.1 INTRODUCTION	119
8.2.2 COCOON : UN OUTIL DE CO-CONSTRUCTION	119
8.2.2.1 Vue générale de l'outil COCOON.....	119
8.2.2.2 Description de l'interface et de l'utilisation de l'outil COCOON	120
8.2.2.3 Diagramme de séquence du scénario d'ajout et de modification d'une ligne.....	122
8.2.3 COCOOP : UN OUTIL DE Co-ORDINATION ET CO-OPÉRATION	123
8.2.3.1 Vue générale de l'outil COCOOP	123
8.2.3.2 Description de l'interface de COCOOP en mode Organisation	124
8.2.3.3 Utilisation de l'outil COCOOP en mode Organisation	125
8.2.3.4 Description de l'interface de COCOOP en mode Exécution.....	126
8.2.3.5 Utilisation de l'outil COCOOP en mode Exécution	127
8.2.3.6 Diagramme de séquence d'un scénario d'utilisation de l'Outil COCOOP.....	128
8.3 CORRESPONDANCE MODÈLE/OUTILS.....	130
8.3.1 LE SYSTÈME ET LES TROIS NIVEAUX DU MODÈLE.....	131
8.3.1.1 Le niveau Co-construction avec les outils COCOON et COCOOP	131
8.3.1.2 Le niveau Co-opération avec l'outil COCOOP	132
8.3.1.3 Le niveau Co-ordination avec l'outil COCOOP.....	133
8.3.2 LES TRANSITIONS ENTRE LES NIVEAUX.....	133
8.3.3 DÉTECTER LES PANNES	135
8.4 ARCHITECTURE DU SYSTÈME.....	136
8.4.1 ARCHITECTURE GÉNÉRALE	136
8.4.2 INTERFAÇAGE FLASH™, PHP ET XML	136
8.4.3 COMMUNICATIONS SYNCHRONES : SERVEUR SOCKET PHP, FLASH™ ET XML	137
8.4.4 CHOIX ET PROBLÈMES DE CONCEPTION DU SYSTÈME.....	138
8.4.4.1 Choix et problèmes au niveau technologique	138
8.4.4.2 Choix et problèmes au niveau de la correspondance entre le modèle et le système	140
8.5 TEST D'UTILISABILITÉ	140
8.5.1 INTRODUCTION	140
8.5.2 CONDITION DE L'EXPÉRIMENTATION	140
8.5.3 DISCUSSION ET AMÉLIORATIONS PRINCIPALES DU SYSTÈME.....	141

8.1 Présentation générale du système ALBATROS

8.1.1 Vision générale du système et scénario en page d'accueil

En accord avec le scénario détaillé que nous avons décrit dans la section 5.4 et l'analyse des problèmes d'organisation de notre situation support dans la section 5.5.1, nous proposons aux apprenants un scénario de résolution collective du défi se déroulant en deux étapes, chacune partagée en deux phases (cf. Figure 31) :

- Étape 1 : « Avant le défi »
 - Phase 1A : « Élaboration collective d'un tableau de données »
 - Phase 1B : « Organisation et résolution collective avant le challenge »
- Étape 2 : « Pendant le défi »
 - Phase 2A : « Élaboration collective d'un tableau de données pour le défi final »
 - Phase 2B : « Organisation et résolution collective pour le challenge »

Dans chacune des phases, nous mettons à la disposition des apprenants, un outil particulier (COCOON ou COCOOP) que nous avons conçu en correspondance avec notre modèle de l'organisation. L'utilisation de ces outils n'est pas présentée comme indispensable à la résolution du problème mais plutôt comme devant faciliter l'activité d'organisation des apprenants. Dans nos expérimentations, nous n'avons pas rendu obligatoire l'utilisation des ces outils.

Notre système se présente sous la forme d'un site web. La figure 35 est une présentation générale sous forme de diagramme UML simplifié de la navigation des apprenants dans le système.

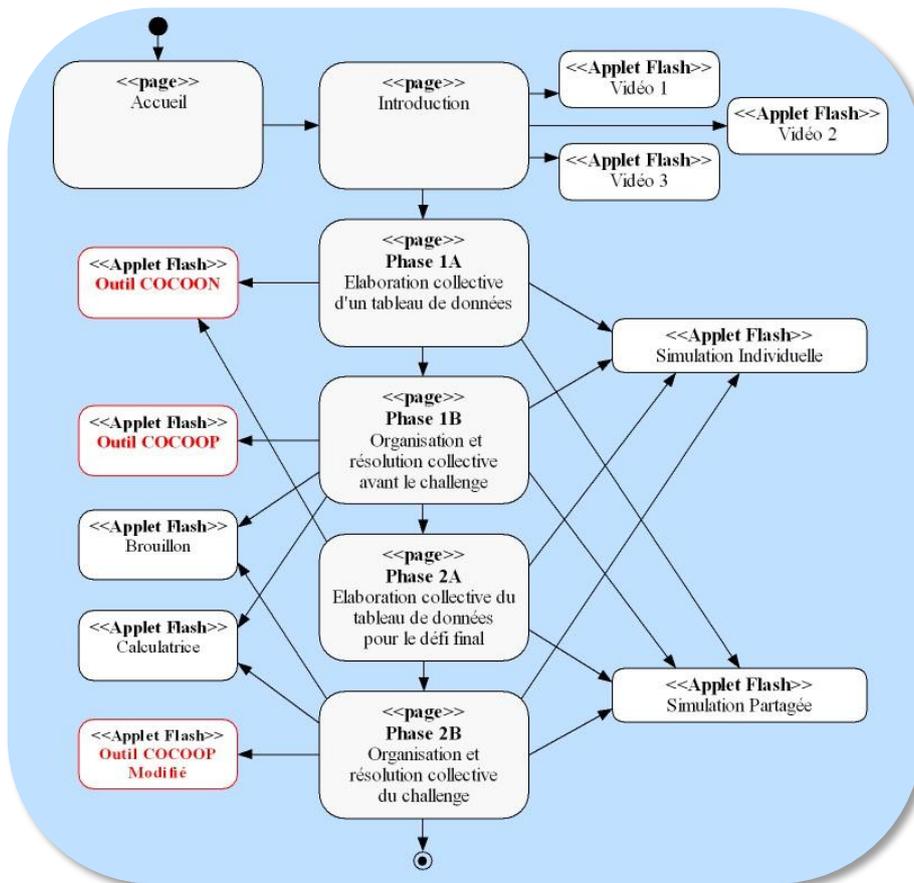


Figure 35 : Diagramme global UML simplifié de la navigation de l'apprenant dans le système

La page d'accueil de notre système présente le scénario général de résolution (cf. Figure 36).

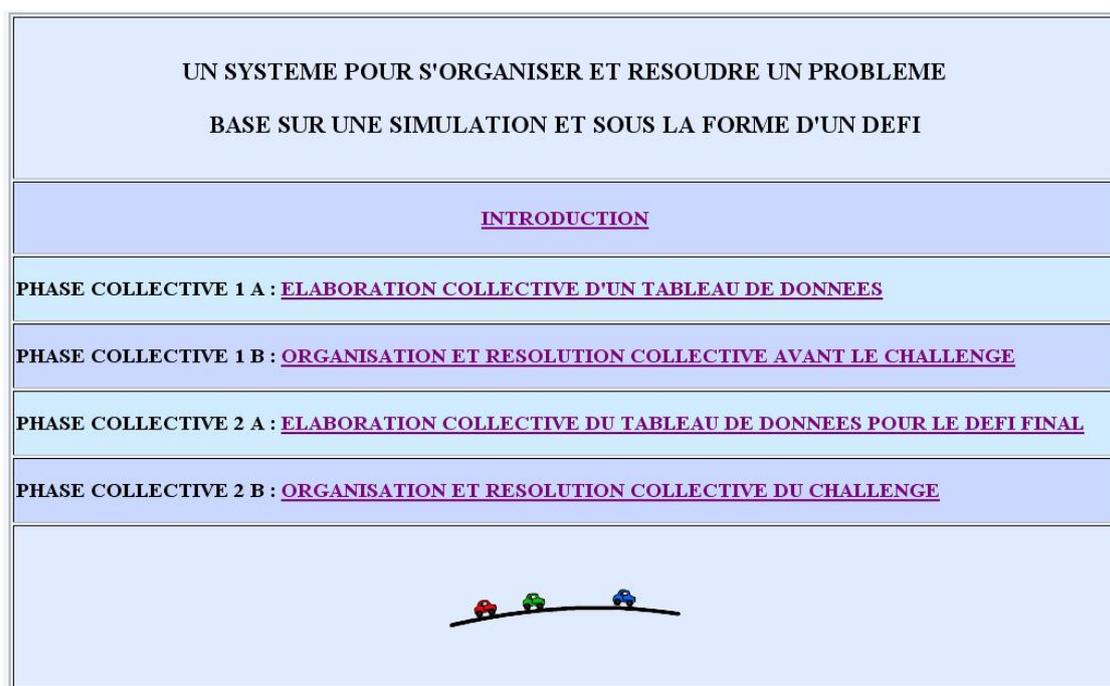


Figure 36 : Écran d'accueil du système présentant le scénario général

Les sections suivantes présentent rapidement, sans les détailler, les différentes interfaces et leur enchaînement. Ces différentes interfaces seront détaillées ensuite dans le § 8.2.

8.1.2 Page d'introduction

La page d'introduction³³ du système présente le challenge, les deux outils (COCOON et COCOOP) et leur mode d'emploi. Cette présentation est effectuée sous la forme de trois vidéos annotées d'une durée de quelques minutes que les apprenants peuvent regarder à leur convenance. La description du défi ainsi que le scénario plus détaillé du déroulement de la session sont précisés textuellement (cf. Figures 38 et 39).

Aucune recommandation ni indication pédagogique ne sont proposées aux apprenants sur la façon de résoudre mathématiquement le problème.

En accord avec notre analyse de la tâche, nous proposons simplement aux apprenants, dans les phases 1A et 2A de remplir un tableau de données en dressant la liste des données nécessaires à la réussite du challenge. Ils peuvent utiliser pour cela notre premier outil (COCOON).

Dans les phases 1B et 2B, nous leur proposons de s'organiser explicitement et d'exécuter leur organisation (résoudre effectivement le problème) avec l'aide du second outil (COCOOP).

³³ Nous présentons un aperçu de cette page d'introduction ainsi qu'un découpage en trois parties (cf. Figures 38, 39 et 40) en raison de sa taille et pour en augmenter la lisibilité.

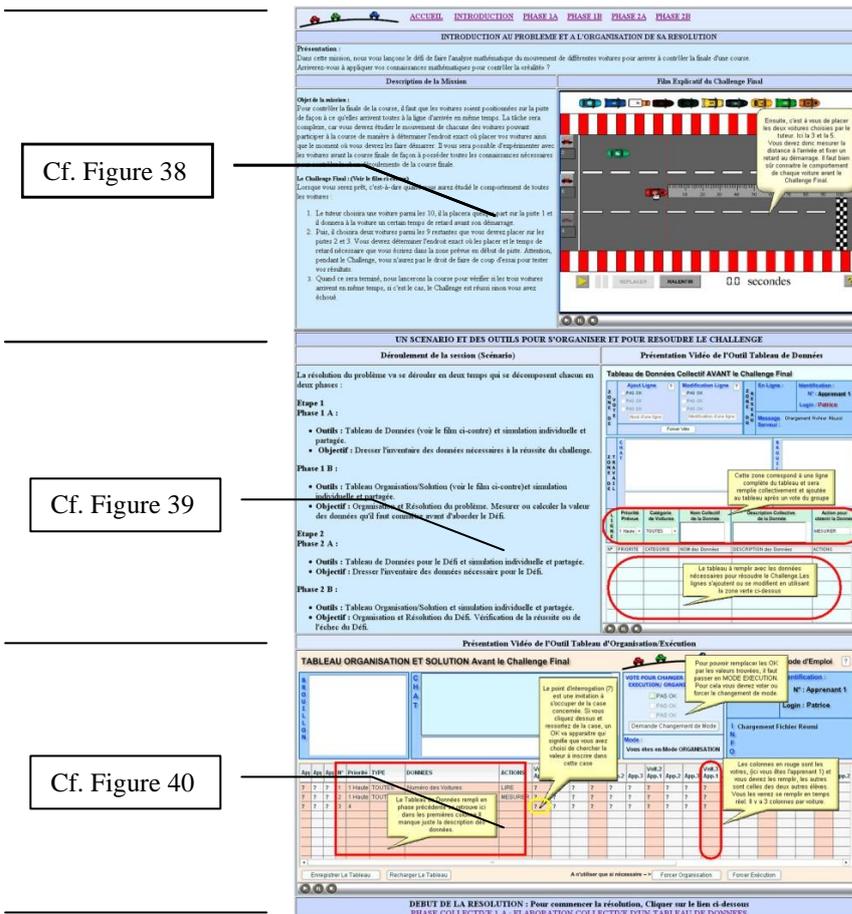


Figure 37 : Aperçu de la page d'introduction complète

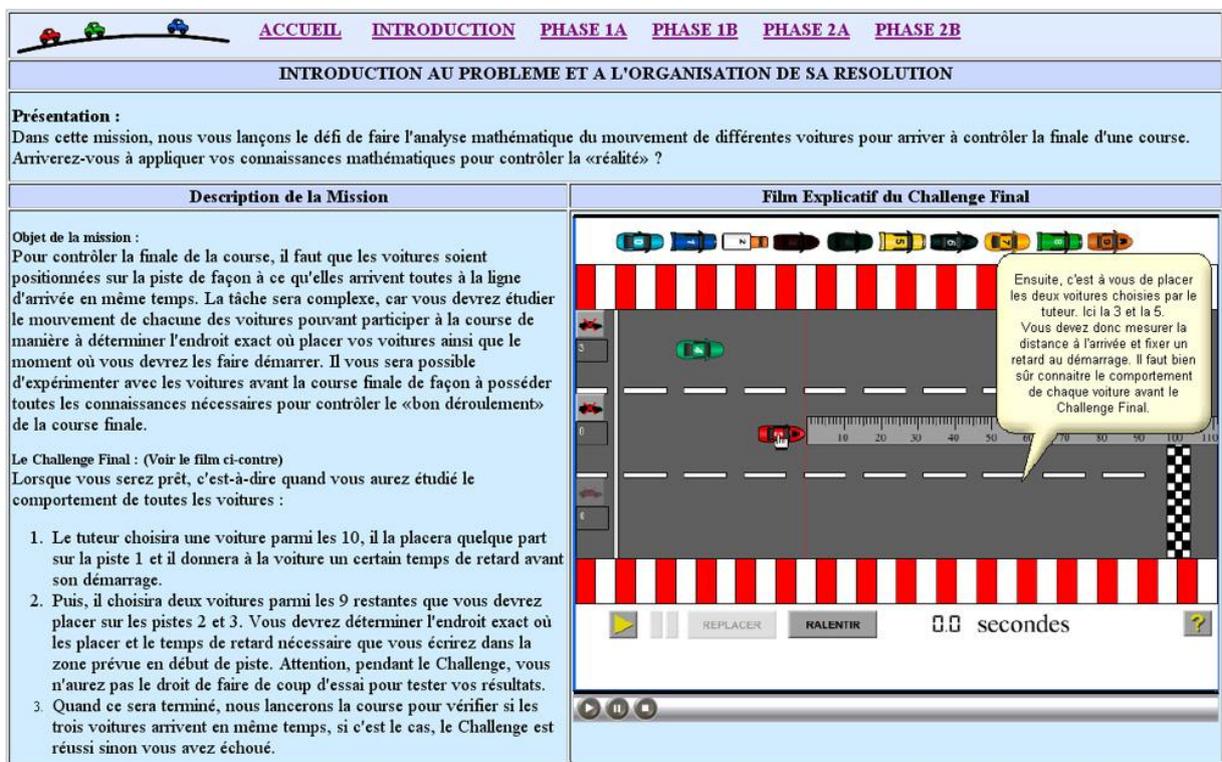


Figure 38 : Page d'introduction (Haut de la page) avec une vidéo explicative du défi

8.1.3 Étape 1, phase 1A : Élaboration collective d'un tableau de données

L'étape 1, c'est-à-dire « Avant le défi », commence par la phase appelée 1A dont l'intitulé est pour les apprenants : « Élaboration d'un tableau de données ». En décrivant cette page du haut vers le bas (cf. Figure 41), nous commençons par un rappel des consignes et un avertissement sur le fait que les simulations individuelle et partagée qui sont à leur disposition ne sont pas à leur taille réelle. Ce qui a pour conséquence qu'elles ne leurs permettent pas de commencer à résoudre le problème (cet aspect a été introduit après l'expérimentation d'utilisabilité que nous décrivons en section 8.5).

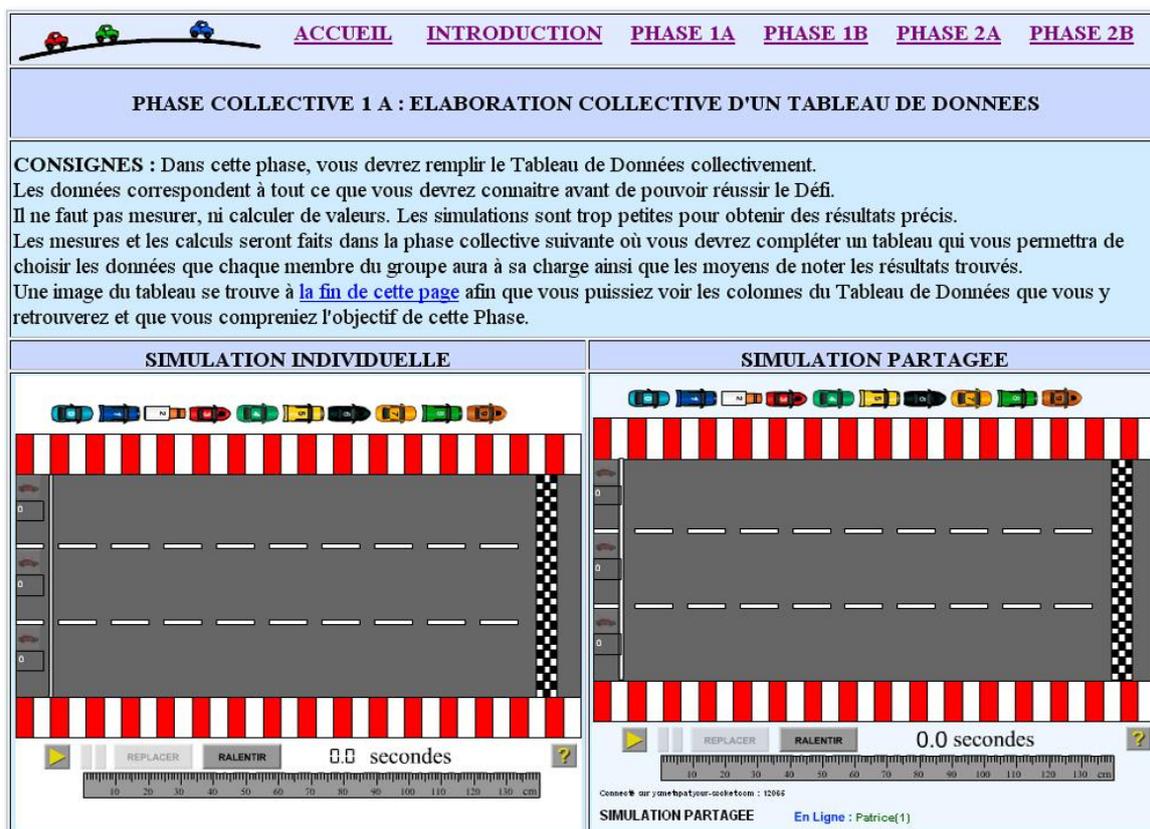


Figure 41 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1A, HAUT de la page

La seconde partie de la page, dans la figure 42 ci-dessous, intitulée « OUTIL TABLEAU DE DONNEES », correspond à notre premier outil d'organisation appelé « Tableau de Données Collectif AVANT le challenge final » (encadré dans la figure 42). Comme nous l'avons déjà signalé, nous l'avons appelé COCOON pour CO-Construction.

Cet outil est présenté aux apprenants (paragraphe « Objectifs », cf. Figure 42) comme une aide pour expliciter une liste de données nécessaires à la réussite du défi qu'il faut connaître préalablement au défi lui-même.

OUTIL TABLEAU DE DONNEES

Objectif :
Vous devrez remplir ce tableau ligne par ligne en vous mettant d'accord sur les éléments suivants :

Priorité de la donnée : Vous devrez obtenir les données en suivant un certain ordre : par exemple, vous ne pouvez pas calculer la vitesse d'une voiture sans avoir mesurer la distance parcourue et le temps mis pour parcourir cette distance donc Mesurer la distance et Mesurer le temps sont prioritaires sur la calcul de la vitesse.

Catégorie de voitures : Il y a des données pour toutes les voitures et des données particulières à certaines voitures. Par exemple : celles qui s'arrêtent demandent des mesures supplémentaires par rapport à celles qui ne s'arrêtent pas. Vous pouvez utiliser cette ligne pour les distinguer.

Nom Collectif de la Donnée : Il faut vous mettre d'accord pour donner un nom à une donnée à mesurer ou à calculer.

Description Collective de la Donnée : Si le nom ne suffit pas pour décrire la donnée, vous pouvez préciser dans cette case ce que signifie le nom de la Donnée.

Actions pour Obtenir la Donnée : Vous devrez préciser s'il faut la mesurer, la lire ou la calculer.

Utilisation du Tableau :

- Quand une ligne est complète, vous devez voter pour l'insérer dans le tableau.
- Si une ligne ne convient pas, vous pouvez la modifier en cliquant dessus puis en votant OK pour la charger en zone de travail et en l'ajoutant ensuite au Tableau.
- Vous pouvez forcer le vote si vous n'arrivez pas à vous entendre pour avoir 3 votes Ok.

Tableau de Données Collectif AVANT le Challenge Final

Ajout Ligne ?

 PAS OK
 PAS OK
 PAS OK

Modification Ligne ?

 PAS OK
 PAS OK
 PAS OK

En Ligne : patrice (n°1)

Identification : N° : Apprenant 1
Login : patrice

Message Serveur : Chargement Fichier Réussi

Z O N E D E V O T E

OUTIL COCOON

Z O N E D E T R A V A I L

L I G N E	Priorité Prévue	Catégorie de Voitures	Nom Collectif de la Donnée	Description Collective de la Donnée	Action pour obtenir la Donnée
1	Haute	AVEC ARRÊT			CALCULER

H°	PRIORITE	CATEGORIE	HOM des Données	DESCRIPTION des Données	ACTIONS
1	2 Moyenne	SANS ARRÊT	durée course	durée de la course complète	MESURER
2	1 Haute	TOUTES	calcul vitesse des voitures	cm par secondes	CALCULER
3	1 Haute	AVEC ARRÊT	Temps d'arrêt	Temps d'arrêt pendant la course	MESURER

Figure 42 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1A, MILIEU de la page

La dernière partie de la page nommée « INDICATION » (cf. Figure 43) montre aux apprenants comment le travail réalisé avec le premier outil, la liste des données, est utilisé dans la phase suivante 2B avec le second outil.

INDICATION : Ci-dessous une Image du Tableau que vous allez utiliser dans la phase suivante pour vous organiser et pour noter les résultats mesurés ou calculés. Vous allez remplir les colonnes Priorité, Type, Données et Actions de ce Tableau.

TABLEAU ORGANISATION ET SOLUTION Avant le Challenge Final

B R O U I L L O N

C H A T

VOTE POUR CHANGER DE MODE EXECUTION/ ORGANISATION ?

 PAS OK
 PAS OK
 PAS OK

Mode : Vous êtes en Mode ORGANISATION

En Ligne : Patrice (n°1)

Identification : N° : Apprenant 1
Login : Patrice

ok : enregistrement Tableau
N. Organisation valide

App	App	App	N°	Priorité	TYPE	DONNEES	ACTIONS	Voit.0 App.1	App.2	App.3	Voit.1 App.1	App.2	App.3	Voit.2 App.1	App.2	App.3	Voit.3 App.1	App.2	App.3	Voit.4 App.1	App.2	App.3	Voit.5 App.1	App.2
?	?	?	1	1 Haute	Toutes	Vitesse	Calculer	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	2	1 Haute	Sans Arrêt	Durée de la course complète	Mesurer	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	3	4				?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	4					?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	5					?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	6					?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	7					?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	8					?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	9					?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	10					?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Lignes du tableau construit dans l'outil COCOON

ACCES PHASE 1 B : ORGANISATION ET DE RESOLUTION DU PROBLEME AVANT LE CHALLENGE

Figure 43 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1A, BAS de la page

Il s'agit d'une simple image du deuxième outil qui doit servir à anticiper et à mieux comprendre l'objectif de la phase 1A. Elle indique l'endroit du tableau où sera reprise la liste de données que les

apprenants auront dressée. Il s'agit des colonnes Priorité, TYPE, DONNÉES ET ACTIONS encadrées dans la figure 43.

En fin de page, un lien permet de passer à la phase suivante 1B, « Organisation et résolution du problème avant le challenge ».

8.1.4 Étape 1, phase 1B : Organisation et résolution collective avant le challenge

La page de la phase 1B, que nous avons appelée « Organisation et Résolution collective Avant Challenge », commence par des consignes précisant ses objectifs et comment les réaliser en utilisant notre deuxième outil (COCOOP).

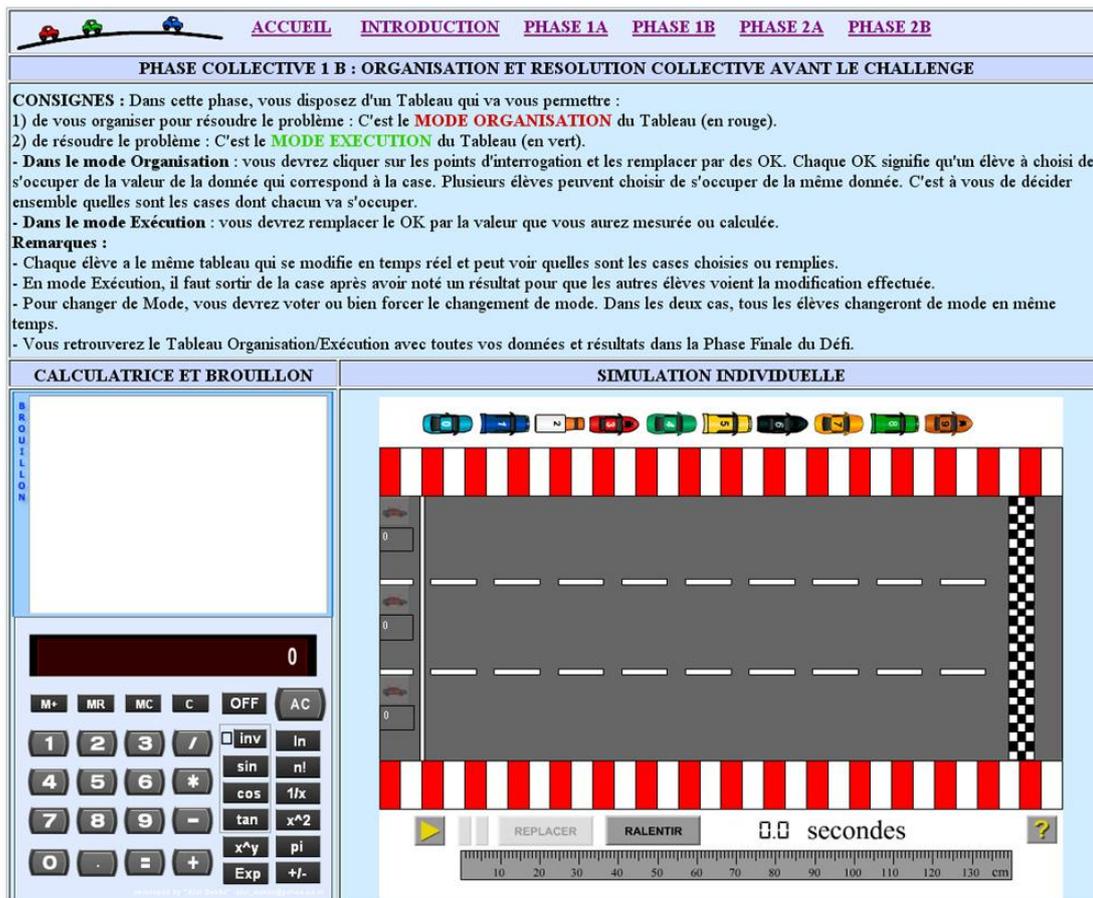


Figure 44 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1B, HAUT de la page

Les apprenants ont à leur disposition une zone de brouillon, une calculatrice, une simulation individuelle et une simulation partagée en bas de page (cf. Figure 44).

Notre outil COCOOP (encadré dans la figure 45) reprend la liste des données construite par les apprenants dans la phase précédente. Cet outil est utilisable selon deux modes : « Organisation » et « Exécution » correspondant aux deux niveaux Co-opération et Co-ordination de notre modèle de l'organisation.

Une simulation partagée se trouve en bas de page (cf. Figure 45).

Cette phase 1B, la plus longue (environ 2h30), devrait s'achever lorsque les apprenants ont réuni toutes les données nécessaires à la réussite du défi (dès qu'ils connaissent le comportement de toutes les voitures). Les apprenants ont la possibilité avec la simulation partagée de s'entraîner collectivement à faire arriver en même temps trois voitures quelconques placées n'importe où sur la piste. Un lien en bas de page permet de passer à la phase suivante.

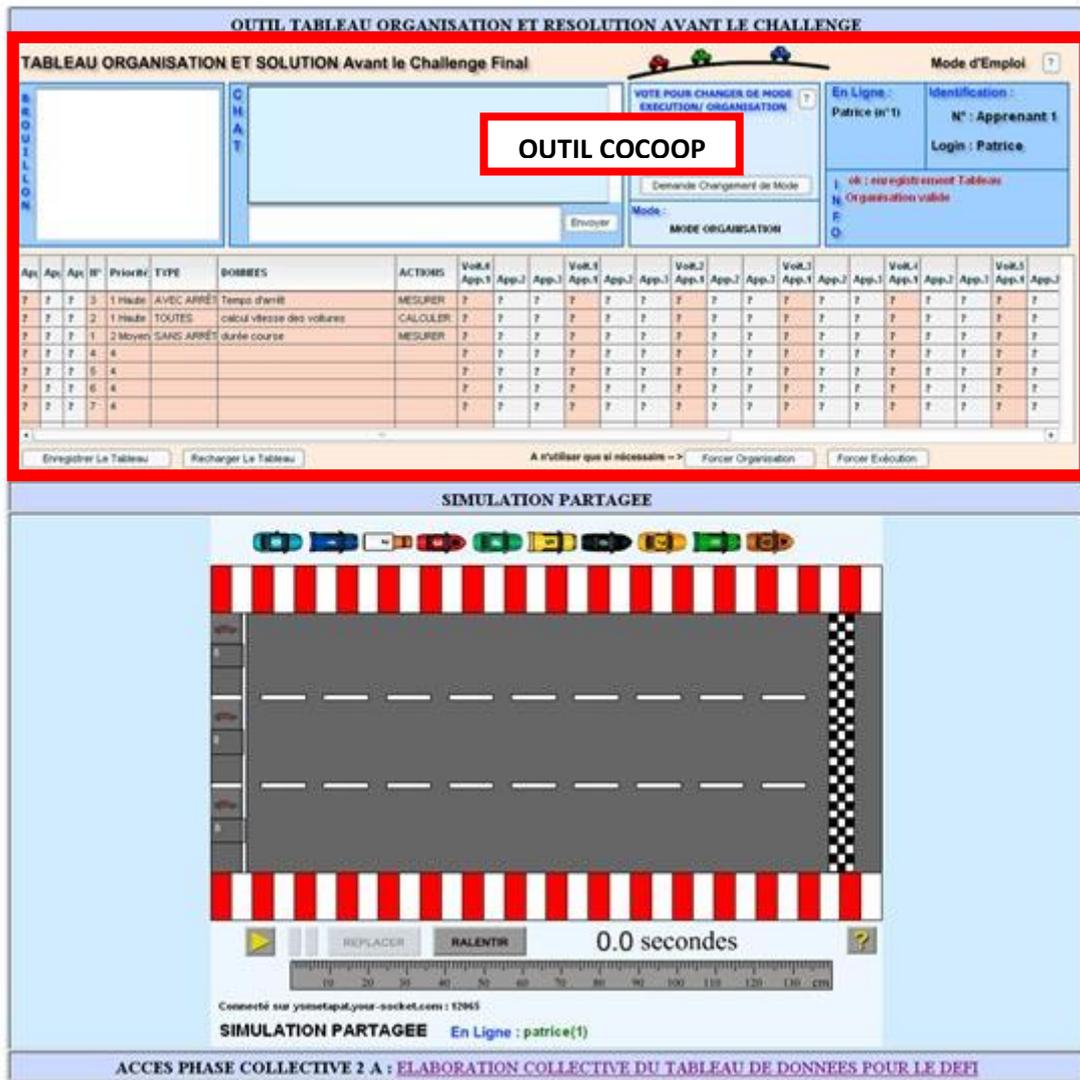


Figure 45 : Copie d'écran de la page étape 1, phase 1B, BAS de la page avec l'outil COCOOP en mode Organisation

8.1.5 Étape 2, phase 2A et 2B

L'étape 2, le challenge, se décompose en deux phases présentées sur deux pages similaires à l'étape 1. Nous ne représentons pas ici les pages des phases 2A et 2B car elles sont identiques à celles des phases 1A et 1B. Les deux outils sont utilisés de la même façon et sont quasiment similaires, les colonnes du tableau de l'outil COCOOP ont simplement été modifiées pour correspondre aux trois voitures du challenge. Le tableau de données construit dans l'étape 1 est fourni aux apprenants car il contient l'ensemble des données nécessaires à la réussite du challenge. Les autres outils (calculatrice, simulations, brouillon) sont identiques.

La phase 2A est présentée aux apprenants comme devant servir à établir une liste des données pour réussir le défi. A l'issue de cette phase, le tuteur positionne sa voiture sur la première piste de la simulation partagée de la page de la phase 2B, fixe éventuellement un délai avant démarrage et choisit les deux autres voitures à placer qu'il signale aux apprenants.

La phase 2B permet de résoudre effectivement le défi en s'aidant de l'outil COCOOP et se termine par la vérification du succès ou de l'échec de la solution des apprenants dans la simulation partagée.

8.2 Logique d'utilisation des outils par les apprenants

8.2.1 Introduction

Nous présentons en détail, du point de vue utilisateur, les deux outils que nous avons conçus. Comme nous venons de le montrer, ces deux outils sont utilisés à deux reprises dans notre scénario de résolution de problème, lors de la phase 1A et 2A pour l'outil COCOON et 1B et 2B pour l'outil COCOOP.

8.2.2 COCOON : un outil de CO-Construction

8.2.2.1 Vue générale de l'outil COCOON

L'objectif de l'outil COCOON tel que présenté aux apprenants est de leur permettre de dresser la liste des données et les moyens de les obtenir. Ils pourront décider durant la phase suivante dans l'outil COCOOP quel(s) apprenant(s) réalisera ou réaliseront la tâche correspondant à chacune des tâches. L'objectif de cet outil pour notre étude est d'engager les apprenants dans une activité d'organisation et donc de débiter par le niveau Co-construction de notre modèle.

L'outil COCOON, dont nous donnons un schéma descriptif en UML dans la figure 46, est composé d'un écran de connexion (« ZONE D'IDENTIFICATION ») nécessitant un *login* et un numéro d'apprenant. Ces informations sont affichées dans un endroit de l'outil appelé « ZONE DU RESEAU ».

Une partie appelée « ZONE DE TRAVAIL » contient un « CHAT », un « BROUILLON » (un simple éditeur de texte) et une « LIGNE ».

Cette ligne doit être remplie (nouvelle ligne) ou modifiée (ligne existante du tableau de données) par les apprenants afin d'être insérée dans le « TABLEAU DE DONNEES » après un vote effectué dans la « ZONE DE VOTE » en utilisant l'« OUTIL DE VOTE (Ajout) » ou l'« OUTIL DE VOTE (Modification) ».

Les apprenants ont la possibilité de forcer le vote (« OUTIL POUR FORCER VOTE ») pour ajouter ou modifier une ligne.

Nous retrouvons les quatre zones numérotées de 1 à 4 dans la description de l'interface de l'outil dans le paragraphe suivant (cf. 8.2.2.2) et dans la figure 47.

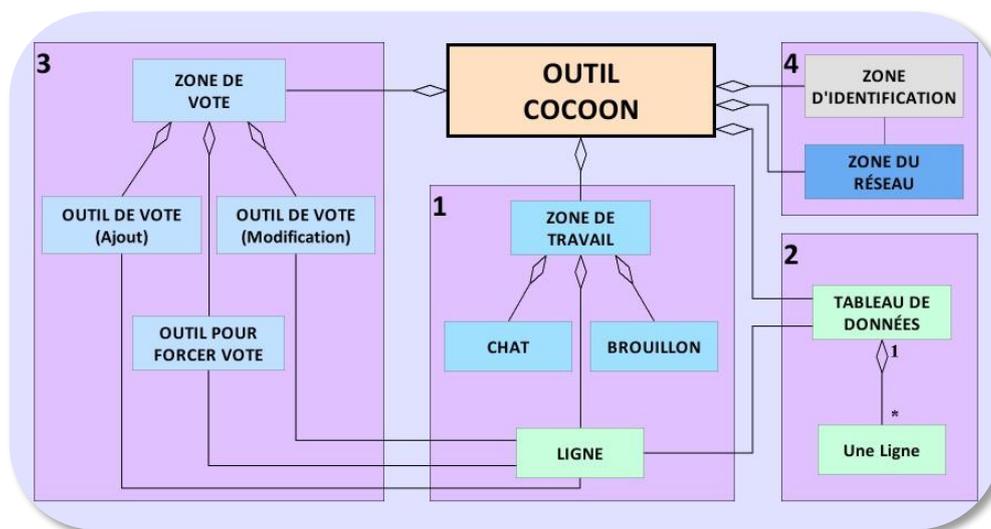


Figure 46 : Schéma descriptif UML de l'outil COCOON

8.2.2.2 Description de l'interface et de l'utilisation de l'outil COCOON

L'interface de l'outil COCOON contient 4 « zones » correspondant à la réalisation des diverses tâches se situant au niveau Co-construction selon notre modèle de l'organisation.

Tableau de Données Collectif AVANT le Challenge Final

The interface is divided into four main zones:

- Zone de Vote (3):** Contains 'Ajout Ligne' and 'Modification Ligne' sections, each with 'VOTE OK' and 'PAS OK' options, and buttons for 'Ajout d'une ligne' and 'Modification d'une ligne'. A 'Forcer Vote' button is at the bottom.
- Zone de Serveur (4):** Shows 'En Ligne' (joan (n°1), nathan (n°3), ivan (n°2)), 'Identification' (N°: Apprenant 1, Login: joan), and 'Message Serveur' (ok: enregistrement Message, Chat valide).
- Zone de Travail (1):** A central area with a chat window (messages from ivan, nathan, and joan), a text input field 'ecris abregé', and an 'Envoyer' button.
- Zone de Ligne (2):** A table with columns: Priorité Prévue, Catégorie de Voitures, Nom Collectif de la Donnée, Description Collective de la Donnée, and Action pour obtenir la Donnée. Below it is a detailed data table.

II°	PRIORITE	CATEGORIE	NOM des Données	DESCRIPTION des Données	ACTIONS
1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	Noter le numéro de chaque voiture à étudier	LIRE
2	1 Haute	TOUTES	Temps d'arrivée	Entrée de la valeur d'arrivée de la voiture	MESURER

Figure 47 : Interface de l'outil COCOON

Au centre de l'outil se trouve une zone appelée « ZONE DE TRAVAIL » (n°1 dans la figure 47) qui est composée d'un « CHAT » classique, d'un « BROUILLON » qui est une simple zone de texte non partagée et d'une zone partagée appelée « LIGNE » car elle correspond à une ligne du tableau de données (N°2 dans la figure 47).

La « LIGNE » est partagée en synchrone et tous les apprenants y ont libre accès en permanence. Une ligne correspond à une tâche ou une sous tâche qui devra être réalisée par un ou plusieurs apprenants dans la phase suivante. Afin d'aider les apprenants à définir la liste des tâches, nous leur proposons des suggestions de remplissage (cf. « Catégorie de voiture » et « Action pour obtenir la Donnée ») que nous détaillons ci-dessous.

Les cinq éléments de cette « ligne » correspondent à l'intitulé des colonnes du tableau de données que les apprenants devront remplir dans la phase suivante.

Ces cinq éléments sont :

- **Nom Collectif de la Donnée :** Les apprenants peuvent décider ensemble du nom de la donnée en remplissant la zone de texte partagée intitulée « Nom Collectif de la Donnée.»
- **Description Collective de la Donnée :** Les apprenants peuvent donner éventuellement une description ou des précisions dans la zone de texte nommée « Description Collective de la Donnée.»

- **Priorité Prévüe** : Ils peuvent affecter une priorité pour la donnée en choisissant dans une liste déroulante une « Priorité Prévüe » parmi trois (1 Haute, 2 Moyenne et 3 Basse). Les données seront rangées par ordre décroissant de priorité dans l'outil COCOOP (phase suivante).
- **Catégorie de Voiture** : Certaines données concernent toutes les voitures ou bien celles qui s'arrêtent ou bien celles qui ne s'arrêtent pas, le choix (« TOUTES », « AVEC ARRÊT » et « SANS ARRÊT ») se fait dans la liste déroulante « Catégorie de Voitures.»
- **Action pour obtenir la Donnée** : Enfin, les apprenants peuvent choisir l'action à effectuer pour réaliser la tâche dans la liste déroulante « Action pour obtenir la Donnée» et choisir parmi « CALCULER », « LIRE » ou « MESURER ».

Lorsque la ligne est remplie, les apprenants ont la possibilité de se mettre d'accord pour l'insérer dans le tableau de données. Il existe deux façons d'insérer une ligne en utilisant la zone de vote (n°3 dans la Figure 47 ou la Figure 48) :

- Soit les trois apprenants votent « OK » et la ligne est insérée automatiquement au troisième « VOTE OK ».
- Soit un apprenant décide de forcer le vote de sa propre initiative ou d'un commun accord. Il insère lui-même la ligne dans le tableau en cochant les trois cases « VOTE OK » à la place des autres apprenants qui seront prévenus du vote forcé.



Figure 48 : Outil de vote

Cette possibilité de « forcer » le vote est offerte aux apprenants afin de leur permettre de décider eux-mêmes comment gérer l'insertion des lignes dans le tableau. Attendre que tous les apprenants aient voté pour insérer une ligne peut devenir contraignant ou ralentir la résolution. Par exemple, dans notre expérience d'utilisabilité, nous avons remarqué qu'un apprenant tardait à voter ou ne votait pas car il testait la simulation et ne lisait pas le chat. Les apprenants ont donc décidé que deux votes suffisaient si le troisième vote tardait trop longtemps à être effectué.

Les apprenants peuvent aussi décider de définir le rôle de « celui qui insère les lignes » et laisser le même apprenant s'occuper de l'insertion des lignes en utilisant la possibilité de « forcer » le vote. Cette possibilité de forcer le vote vise à éviter les blocages dans le processus de résolution.

Le tableau de données (zone n°2 de la figure 47) est constitué des différentes lignes définies par les apprenants. Pour modifier une de ces lignes, un apprenant sélectionne la ligne à modifier dans le tableau de données. Un message de demande de confirmation de modification lui est présenté. Quand il est validé, un message est envoyé aux autres apprenants pour acceptation. Lorsque tous les apprenants ont voté « OK » ou si un apprenant a forcé le vote, la ligne sélectionnée passe alors du tableau de données (zone n°2) dans la « LIGNE » de la zone n°1 pour modification. Une aide (?) donne des explications sur la procédure de vote aux apprenants.

Enfin, la dernière zone appelée « Zone du réseau » (cf. Figure 49) est constituée du login et identifiant de l'apprenant, des noms de tous les connectés et d'une zone de texte dynamique qui reçoit des messages d'information du serveur (confirmation de connexion, enregistrement des fichiers, etc.).



Figure 49 : Zone du réseau

8.2.2.3 Diagramme de séquence du scénario d'ajout et de modification d'une ligne

La figure ci-dessous (cf. Figure 50) est un diagramme de séquence UML 2 simplifié qui représente le chargement d'une ligne du tableau dans la « LIGNE» avec l'accord des trois apprenants suite à une demande de vote de l'apprenant 1. Cette ligne est modifiée puis remise dans le tableau par l'apprenant 1 après un vote forcé.

Le vote forcé ou le vote avec accord sont des choix que les apprenants sont libres d'utiliser et qui peuvent dépendre de l'organisation adoptée.

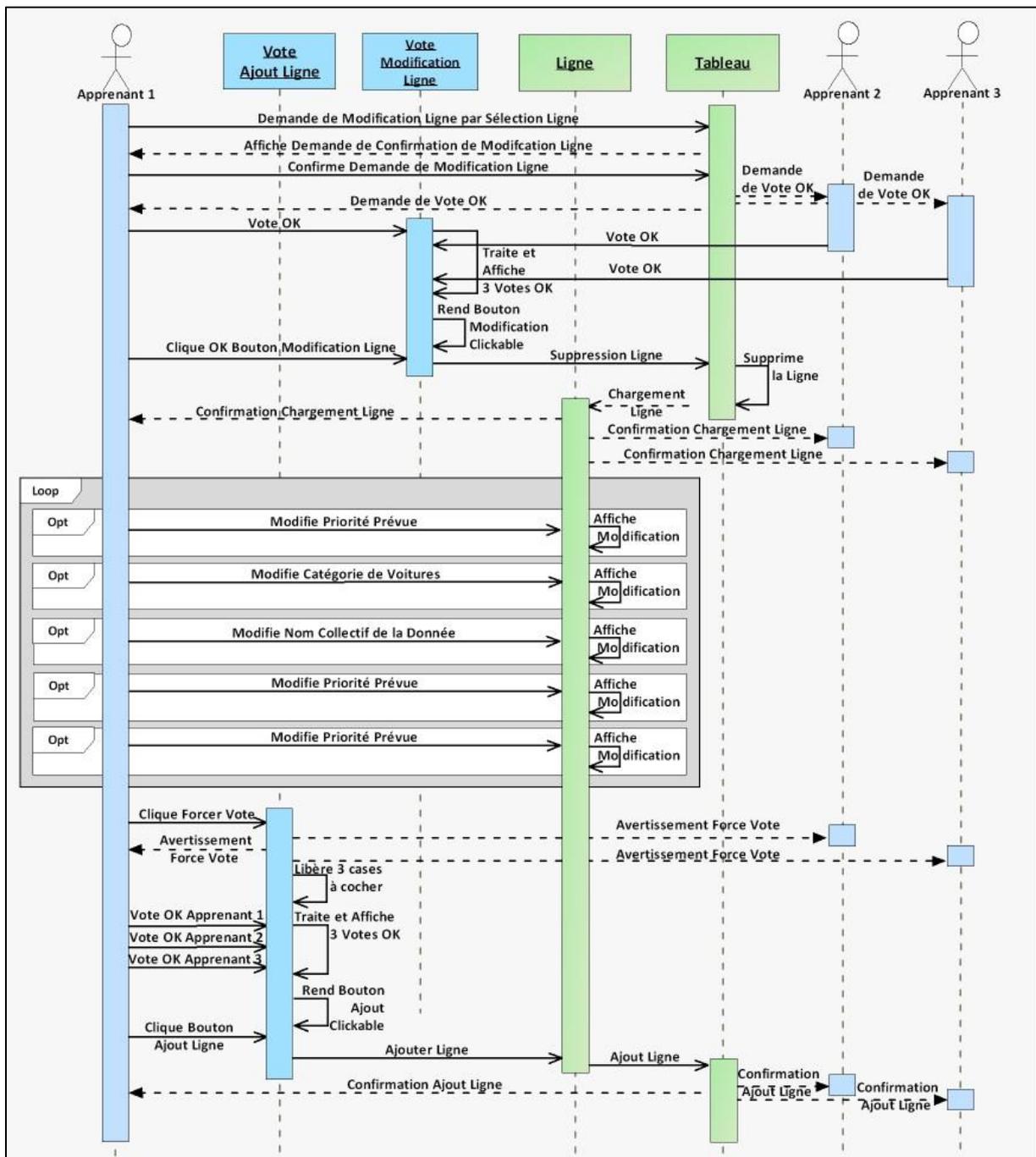


Figure 50 : Diagramme de séquence d'un exemple d'utilisation de l'outil COCOON

La construction du tableau de données est réalisée par une suite de séquences « ajout » et « modification » qui toutes demandent un vote commun ou forcé de la part des apprenants.

Les apprenants remplissent les lignes du tableau à leur convenance et sont avertis qu'ils pourront les modifier ou en ajouter d'autres dans la phase suivante 2A.

II°	PRIORITE	CATEGORIE	NOM des Données	DESCRIPTION des Données	ACTIONS
1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	Noter le numéro de chaque voiture à étudier	LIRE
2	1 Haute	TOUTES	Temps d'arrivée	Entrée de la valeur d'arrivée de la voiture	MESURER
3	1 Haute	TOUTES	Vitesse moyenne (cte) des voitures	Réaliser un calcul des vitesses voitures lors de la course	CALCULER
4	2 Moyenne	AVEC ARRÊT	voitures qui s'arrêtent	Repertoire des voitures qui s'arrêtent	MESURER
5	1 Haute	TOUTES	distance entre voiture et ligne d'arrivée		MESURER
6	2 Moyenne	TOUTES	distance entre ligne de départ et voiture	mesure a faire entre la ligne de départ et la voiture	MESURER
7	1 Haute	AVEC ARRÊT	durée arrêt		MESURER
8	1 Haute	AVEC ARRÊT	Nombres d'arrêts		LIRE

Figure 51 : Exemple de tableau de données en situation réelle (la ligne 1 sert d'exemple et de test du système)

Le résultat de l'utilisation de l'outil COCOON est un tableau constitué des différentes lignes (cf. Figure 51). Chaque ligne³⁴ correspond à une tâche. Les lignes de ce tableau de données seront réutilisées dans l'outil COCOOP.

8.2.3 COCOOP : un outil de Co-Ordination et CO-OPération

8.2.3.1 Vue générale de l'outil COCOOP

L'outil COCOOP, comme l'outil COCOON, est un applet FLASH™ dont une partie de l'interface est partagée en synchrone. La figure 52 est un modèle en UML de cet outil. Les différentes zones de l'interface de l'outil que nous décrivons dans le paragraphe suivant sont repérées par des numéros de 1 à 6 dans notre schéma.

Les données concernant l'apprenant et divers messages de fonctionnement de l'outil sont affichés dans une zone réservée au réseau (zone 5, « ZONE DU RÉSEAU »). L'outil COCOOP contient un *Chat* et un brouillon (zone 4), une zone de vote (zone 2), un tableau d'« Organisation/Exécution» (zone 1) et un outil pour forcer le changement de mode (zone 3). Un dernier outil (zone 6) permet de gérer les données du tableau (sauvegarde et rechargement des données)

L'outil fonctionne selon deux modes : « Organisation » et « Exécution ». Le tableau d' « Organisation/Exécution » contient les lignes du « tableau de données » de la phase précédente et des colonnes correspondant aux 10 voitures de la simulation affectées à chaque apprenant. Des colonnes supplémentaires servent à sélectionner des lignes entières. Lorsque l'outil est en mode « Organisation », les cellules, autres que la liste des données, peuvent contenir un « ? » ou un « OK », en mode « Exécution », ces même cellules deviennent éditables et peuvent contenir n'importe quelle valeur choisie par les apprenants.

D'un point de vue apprenant, l'outil COCOOP peut être utilisé en mode « Organisation » pour faciliter la répartition des tâches et sous-tâches (les lignes du tableau de données) entre les membres du

³⁴ La ligne n°1 n'est pas significative. Elle sert d'exemple pour les apprenants et de test de chargement du fichier XML contenant les lignes du tableau. Elle sera signalée en grisée dans les exemples suivants.

groupe. En explicitant leur choix des tâches et sous-tâches dans l'outil, chaque apprenant peut connaître les choix effectués par les autres membres. L'outil sert aussi en mode Exécution à réaliser les tâches qu'ils se sont assignés, avec la possibilité de modifier à tout moment ce qui a été décidé.

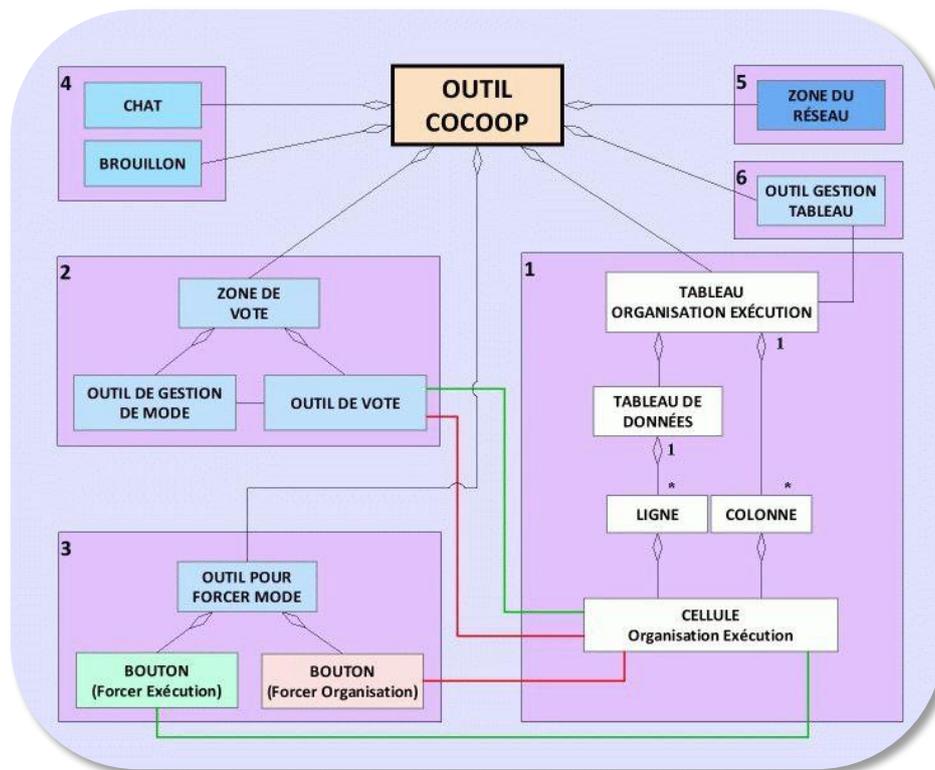


Figure 52 : Schéma descriptif UML de l'Outil COCOOP

Notre objectif avec l'outil COCOOP est de permettre aux apprenants de travailler dans les trois niveaux du modèle et de faciliter les transitions entre les niveaux.

Nous allons décrire l'outil en distinguant les deux modes « Organisation » et « Exécution » et selon les six zones qui le composent, sachant que certaines zones sont communes aux deux modes.

8.2.3.2 Description de l'interface de COCOOP en mode Organisation

Lorsque les apprenants se connectent dans l'outil COCOOP, son interface est générée à partir du résultat collectif de l'utilisation de l'outil COCOON et se présente comme dans la figure 54.

Nous pouvons distinguer 6 zones repérées par un numéro (cf. Figure 54) :

- **Zones 1a et 1b** : Les zones **1a** et **1b** correspondent à un tableau dont les lignes sont celles du tableau de données de l'outil COCOON (la zone **1a** dans la figure 54). Les lignes du tableau de données ont été rangées automatiquement par ordre décroissant selon la priorité choisie par les apprenants. Les colonnes à droite du tableau de données correspondent aux 10 voitures présentes dans la simulation, chaque colonne affectée à une voiture est partagée en trois sous colonnes, une par apprenant. Les trois premières colonnes sont décrites plus bas.
- **Zone 2** : Lorsque les apprenants désirent changer de mode, ils disposent d'un outil de vote pour passer tous ensemble en mode Exécution (cf. Figure 53). Il suffit de cliquer sur le bouton « Demande Changement de Mode » et un message est envoyé à tous pour voter. Lorsque tous les apprenants ont cliqué sur leur case à cocher respective et visible par les autres apprenants, l'outil passe automatiquement en mode « Exécution » et y affiche le mode en cours.



Figure 53 : Vote Changement de Mode

- **Zone 3** : Une autre façon de changer de mode est de forcer le passage en mode Exécution en cliquant sur le bouton « Forcer Exécution » de la zone 3.
- **Zone 4** : Dans la zone 4, un *Chat* permet de discuter de l'organisation à adopter et de la répartition des lignes et cellules. Un brouillon individuel peut servir à prendre des notes si nécessaire.
- **Zone 5** : La zone 5 est identique à la zone de réseau de l'outil n°1 et affiche les identifiants des apprenants en ligne, le n° et le login de l'apprenant, ainsi que divers messages de fonctionnement de l'outil et du réseau.
- **Zone 6** : Les deux boutons de la zone 6 servent à synchroniser manuellement le contenu du tableau en cas de problème, par exemple une déconnexion non désirée, en l'enregistrant et en le rechargeant. Un traitement interne à l'outil enregistre automatiquement le tableau et le chat dans deux fichiers XML à intervalles réguliers.

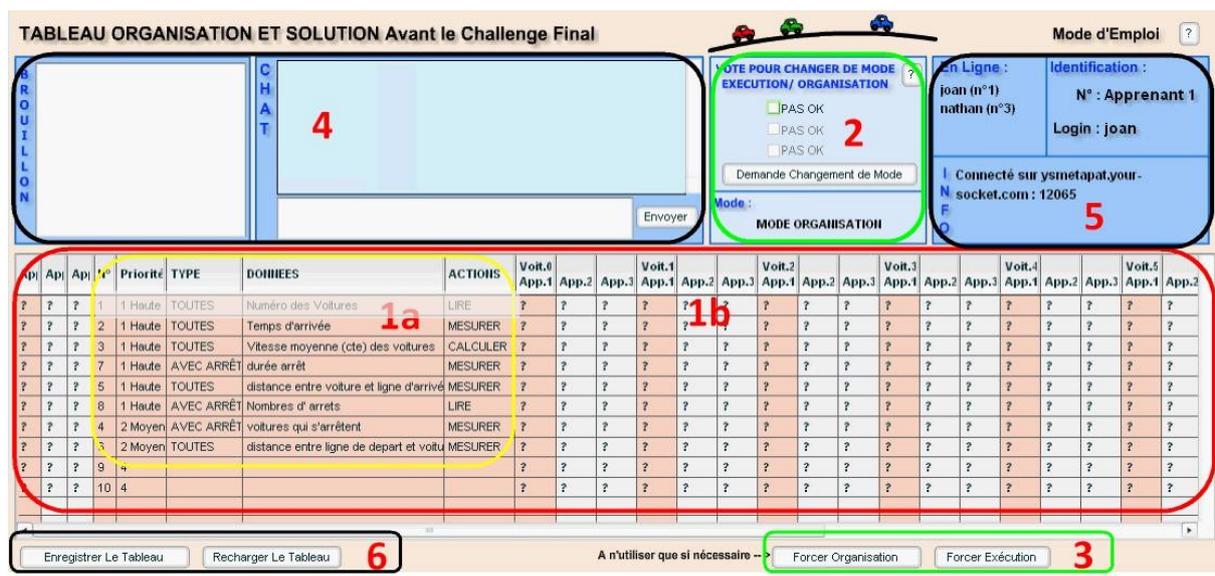


Figure 54 : Vue d'ensemble de l'interface Outil COCOOP en Mode Organisation

8.2.3.3 Utilisation de l'outil COCOOP en mode Organisation

Les apprenants peuvent expliciter leur organisation dans la zone 1B de COCOOP de la façon suivante :

1. Quand les apprenants utilisent l'outil pour la première fois, toutes les cellules sont initialisées par des points d'interrogation (« ? ») comme dans la vue d'ensemble de la figure 54. Toutes les cellules rouges contenant un point d'interrogation « ? » sont accessibles à l'apprenant qui utilise l'interface correspondante tandis que toutes les cellules grisées ne lui sont pas accessibles mais lui montrent les cellules choisies ou non par les deux autres apprenants. Chaque apprenant a donc accès à une cellule (initialisée avec « ? ») pour chaque tâche et pour chaque voiture.
2. Quand un apprenant clique dans une cellule rouge contenant un point d'interrogation « ? », celui-ci se transforme en « OK ». Cela signifie que l'apprenant a choisi de réaliser la tâche correspondante. Cette modification est répercutée en synchrone sur les interfaces des autres apprenants. Comme chaque apprenant a une cellule « OK » par tâche et par voiture, le fait qu'il indique qu'il va réaliser cette tâche n'empêche pas les autres apprenants de choisir la même tâche. Un apprenant peut sélectionner une ligne entière (i.e., il indique qu'il va choisir cette tâche pour toutes les voitures) en cliquant dans celle des trois premières colonnes du tableau qui lui correspond (non grisée).

3. Si l'apprenant reclique sur une cellule qui lui est affectée, et qui contient un « OK », il annule son choix et affiche à nouveau un « ? ». Il peut aussi désélectionner une ligne entière de la même façon avec l'une des trois premières colonnes.

Voici un exemple d'utilisation de l'outil COCOOP pour s'organiser (cf. Figure 55) :

- **Encadré 1** : Les apprenants n°2 et n°3 ont sélectionné une ligne entière (ligne n°5), ce qui signifie qu'ils vont calculer tous les deux la « distance entre voiture et ligne d'arrivée » pour les dix voitures. Toutes les cellules correspondant aux voitures n°0 à n°9 et aux apprenants n°2 et n°3 contiennent un « OK ».
- **Encadré 2** : Le tableau de données construit dans la phase précédente par les apprenants sert de moyen pour s'organiser. Il représente une forme de décomposition de tâches en sous tâches que les apprenants doivent se répartir comme ils le souhaitent. Ce tableau n'est pas définitif et peut être édité et modifié à volonté en mode Exécution (voir plus loin).
- **Encadré 3** : L'apprenant 2 a sélectionné une seule cellule. Il a mis un « OK » dans la ligne correspondant à la tâche « lire numéro des voitures ». Il indique ainsi qu'il va lire le numéro de la voiture 0 et l'écrire dans cette cellule. Toutes les cellules affectées à un apprenant (en rouge) contenant des « ? » peuvent être choisies individuellement.
- **Encadré 4** : Comme nous l'avons déjà précisé, les colonnes qui ont été rajoutées au tableau de données correspondent au 10 voitures de la simulation, chaque colonne affectée à une voiture est partagée en trois sous colonnes, une par apprenant.
- **Encadré 5** : Certaines cellules du tableau ne sont pas sélectionnées. Ce qui signifie que les apprenants ne se sont pas réparties toutes les tâches. Ceci n'est pas bloquant et ne les empêche pas de passer en mode Exécution.

1) Ligne complète sélectionnée par les apprenants 2 et 3			2) Tableau de données de la phase précédente				3) Cellule sélectionnée par l'apprenant 2		4) Colonne Voiture n°1 Apprenant 1,2 et 3			5) Cellule non sélectionnée		
App.1	App.2	App.3	Voit.0	App.1	App.2	App.3	Voit.1	App.1	App.2	App.3	Voit.2	App.1	App.2	App.3
?	?	?	1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	LIRE	?	OK	?	?	?	?	?
?	OK	?	2	1 Haute	TOUTES	Temps d'arrivée	MESURER	?	OK	?	?	OK	?	OK
OK	?	?	3	1 Haute	TOUTES	Vitesse moyenne (cte) des voitures	CALCULER	OK	?	?	OK	?	?	OK
?	?	OK	4	1 Haute	AVEC ARRÊT	durée arrêt	MESURER	?	?	OK	?	?	OK	?
?	OK	OK	5	1 Haute	TOUTES	distance entre voiture et ligne d'arrivée	MESURER	?	OK	OK	?	OK	OK	?
OK	?	?	6	1 Haute	AVEC ARRÊT	Nombres d'arrêts	LIRE	OK	?	?	OK	?	?	OK
?	?	?	7	2 Moyen	AVEC ARRÊT	voitures qui s'arrêtent	MESURER	?	?	?	?	?	?	?
OK	?	?	8	2 Moyen	TOUTES	distance entre ligne de départ et voiture	MESURER	OK	?	?	OK	?	?	OK
?	?	?	9	4				?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	10	4				?	?	?	?	?	?	?

Figure 55 : Interface Outil COCOOP, début d'organisation explicite

Les apprenants en explicitant leur organisation, c'est-à-dire en remplissant des cellules du tableau, se situent au niveau Co-opération de notre modèle. Ils décident eux-mêmes du nombre de cellules à s'affecter en fonction de la stratégie de résolution collective adoptée. Ils pourront revenir dans le mode Organisation quand ils le désireront dans la suite de la résolution.

8.2.3.4 Description de l'interface de COCOOP en mode Exécution

Lorsque les apprenants ont terminé d'explicitement leur organisation et qu'ils ont voté ou forcé le passage en mode Exécution, ils peuvent mettre leur plan à exécution. Ils peuvent réaliser les différentes tâches, sous tâches qu'ils se sont assignées (« lire x », « calculer y », « mesurer z » etc.). Ils se situent donc au niveau Co-ordination dans notre modèle.

Cette idée de « réalisation du plan » est mise en œuvre en fournissant pratiquement la même interface que lorsqu'ils ont choisi leurs tâches (cf. Figures 55 et 56). La couleur rouge a été simplement remplacée par une couleur verte dans certaines cellules pour indiquer que des cellules sont maintenant éditables (sauf celles des trois premières colonnes qui ne servent qu'à faciliter la sélection d'une ligne entière). Le principe de l'outil en mode Exécution est de permettre aux apprenants de remplacer les « OK » qu'ils ont mis dans les cellules choisies par les valeurs qu'ils vont mesurer, calculer ou lire.

Les autres outils (brouillon, chat, outil de vote et réseau) n'ont pas changé.

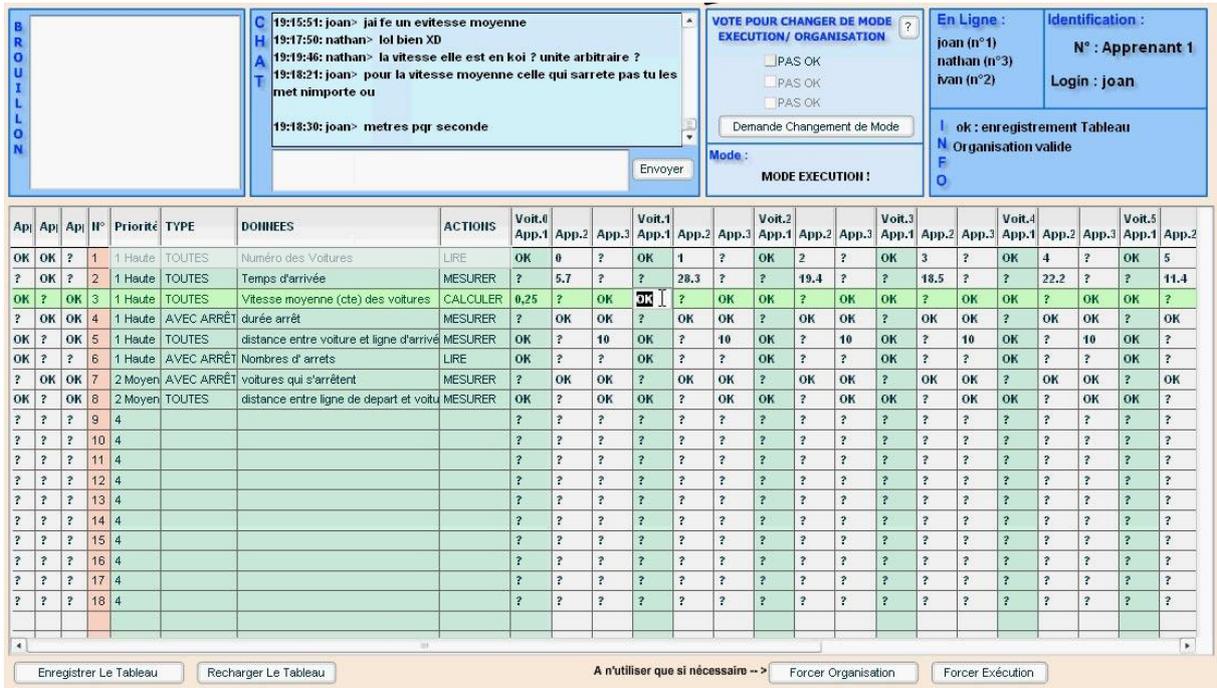


Figure 56 : Vue d'ensemble de l'interface de l'Outil COCOOP en Mode Exécution

8.2.3.5 Utilisation de l'outil COCOOP en mode Exécution

Les apprenants peuvent exécuter leur organisation dans la zone 1B de COCOOP de la façon suivante :

1. Ils peuvent remplacer les cellules vertes contenant un « OK » (celles qu'ils ont choisies en mode Organisation) par les valeurs qu'ils ont lues, mesurées ou calculées. Les valeurs qu'ils y mettent sont affichées en synchrone sur les interfaces des autres apprenants dans une des colonnes grises.
2. Les apprenants peuvent voir les valeurs trouvées par les autres membres du groupe s'afficher dans les cellules qu'ils ont renseignées. S'ils ont choisi d'effectuer une tâche en commun, ils peuvent comparer les valeurs qu'ils ont trouvées, en discuter ou les modifier.
3. Il est important de noter que les lignes du tableau de données correspondant aux colonnes « Priorité », « TYPE » (de voitures), « DONNÉES » et « Actions », sont elles aussi devenues éditables. Les apprenants peuvent donc modifier complètement le tableau de données qu'ils avaient réalisé dans l'outil COCOON ou rajouter des lignes qu'ils auraient oubliées. Une modification de ces lignes est une transition vers le niveau Co-construction si elle remet en cause la stratégie de résolution ou vers le niveau Co-opération si elle correspond par exemple à une décomposition d'une tâche en plus petites tâches. Ceci est en accord avec notre notion d'auto-organisation révisable au cours de l'action à tous les niveaux du modèle de l'organisation.

- 4. Les cellules vertes sont toutes éditables y compris celles qui ne contiennent pas de « OK ». Un apprenant peut remplir une telle case, il déclenche alors l'affichage d'un message signalant à tous les membres que l'organisation choisie en mode Organisation n'est pas respectée.

Voici un exemple d'utilisation de l'outil COCOOP pour exécuter l'organisation adoptée (cf. Figure 57) :

- **Encadré 1** : L'apprenant 1 a ajouté une nouvelle ligne (n°9) en mode Exécution.
- **Encadré 2** : L'apprenant 1 a remplacé le contenu « OK » par la valeur 0,25. Ceci signifie que l'apprenant 1 a réalisé la tâche qu'il s'était attribuée en mode Organisation (calculer la vitesse moyenne de la voiture 0) et a trouvé une valeur de 0,25.
- **Encadré 3** : La cellule en gris a été remplie par l'apprenant 2. Comme les apprenants remplacent progressivement les « OK » par des valeurs numériques, l'évolution de la résolution peut être suivie au cours du temps par les autres membres du groupe et par le tuteur.
- **Encadré 4** : Les apprenants 2 et 3 ont trouvé deux résultats différents (5,2 et 5,3) pour la même mesure, celle de la durée d'un arrêt de la voiture 2. Les apprenants peuvent vérifier les résultats des autres apprenants avec les leurs et les ajuster mutuellement.
- **Encadré 5** : Les cellules peuvent contenir d'autres valeurs que numériques. Les apprenants peuvent écrire des commentaires qui seront partagés. L'apprenant 1 a écrit « 1 dep » signifiant que la voiture 3 a 1 arrêt au départ (elle ne démarre pas immédiatement).

1) Tableau de données : les lignes sont devenues éditables, l'apprenant 1 a ajouté une ligne, la n°9										2) OK remplacé par la valeur 0.25 par apprenant 1			3) Case remplie par apprenant 2			4) Données en commun apprenants 2 et 3			5) Commentaire
App.	App.	App.	IP	Priorité	TYPE	DOINNEES	ACTIONS	Voit.0 App.1	App.2	App.3	Voit.1 App.1	App.2	App.3	Voit.2 App.1	App.2	App.3	Voit.3 App.1		
OK	OK	?	1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	LIRE	OK	0	?	OK	1	?	OK	2	?	OK		
?	OK	?	2	1 Haute	TOUTES	Temps d'arrivée	MESURER	?	5.7	?	?	28.3	?	?	13.4	?	?		
OK	?	OK	3	1 Haute	TOUTES	Vitesse moyenne (cte) des voitures	CALCULER	0,25	?	0.246	0,05	?	0.049	OK	?	OK	0.076		
?	OK	OK	4	1 Haute	AVEC ARRÊT	durée arrêt	MESURER	?	0	0	?	0	0	?	5.3	5.2	?		
OK	?	OK	5	1 Haute	TOUTES	distance entre voiture et ligne d'arrivé	MESURER	OK	?	1.40	OK	?	1.40	OK	?	1.40	OK		
OK	?	?	6	1 Haute	AVEC ARRÊT	Nombres d'arrêts	LIRE	OK	?	?	OK	?	?	2	?	?	1 dep		
?	OK	OK	7	2 Moyen	AVEC ARRÊT	voitures qui s'arrêtent	MESURER	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?		
OK	?	OK	8	2 Moyen	TOUTES	distance entre ligne de depart et voitu	MESURER	OK	?	0	OK	?	0	OK	?	0	OK		
?	?	?	9	4		temps arrêt		?	?	?	?	?	?	2,6	?	?	9,2		

Figure 57 : Interface Outil COCOOP, un tableau pour exécuter l'organisation

Nous remarquons qu'il reste des « ? » dans certaines cellules du tableau. Ceci reflète le fait que les apprenants n'ont effectué qu'une organisation partielle de leur résolution dans le mode Organisation de l'outil. Cette possibilité que l'outil laisse ouverte est en accord avec notre notion d'auto-organisation émergente pendant la résolution. Les apprenants peuvent revenir en mode Organisation pour poursuivre ou modifier l'organisation explicite de la résolution s'ils le souhaitent, ou continuer ainsi.

8.2.3.6 Diagramme de séquence d'un scénario d'utilisation de l'Outil COCOOP

Ce diagramme de séquence est un exemple d'utilisation de l'outil COCOOP : un apprenant, ici l'apprenant 1, peut mettre des « OK » dans les cellules qu'il a choisi ou bien remettre des « ? » s'il change d'avis. Ses choix sont affichés dans l'outil pour tous les apprenants en synchrone. Lorsque les trois apprenants ont terminé de se répartir les tâches, ils font une demande de vote et passent en mode Exécution après avoir tous voté « OK ».

L'objectif principal du mode Exécution est de remplacer le contenu (les « OK ») des cases choisies par chaque apprenant, par les valeurs lues, mesurées ou calculées des données correspondantes. Les apprenants peuvent aussi modifier le contenu des lignes du tableau de données construit dans la phase 1A précédente ou bien ajouter une nouvelle ligne. Les apprenants peuvent remplir des cases contenant des « ? » mais dans ce cas, ils ne suivent plus l'organisation adoptée et un message les avertit qu'ils devraient passer en mode Organisation pour reconsidérer leur organisation. Un apprenant peut décider de changer le mode de l'outil pour le groupe à tout moment en forçant le mode comme dans la fin du diagramme de séquence suivant (cf. Figure 58).

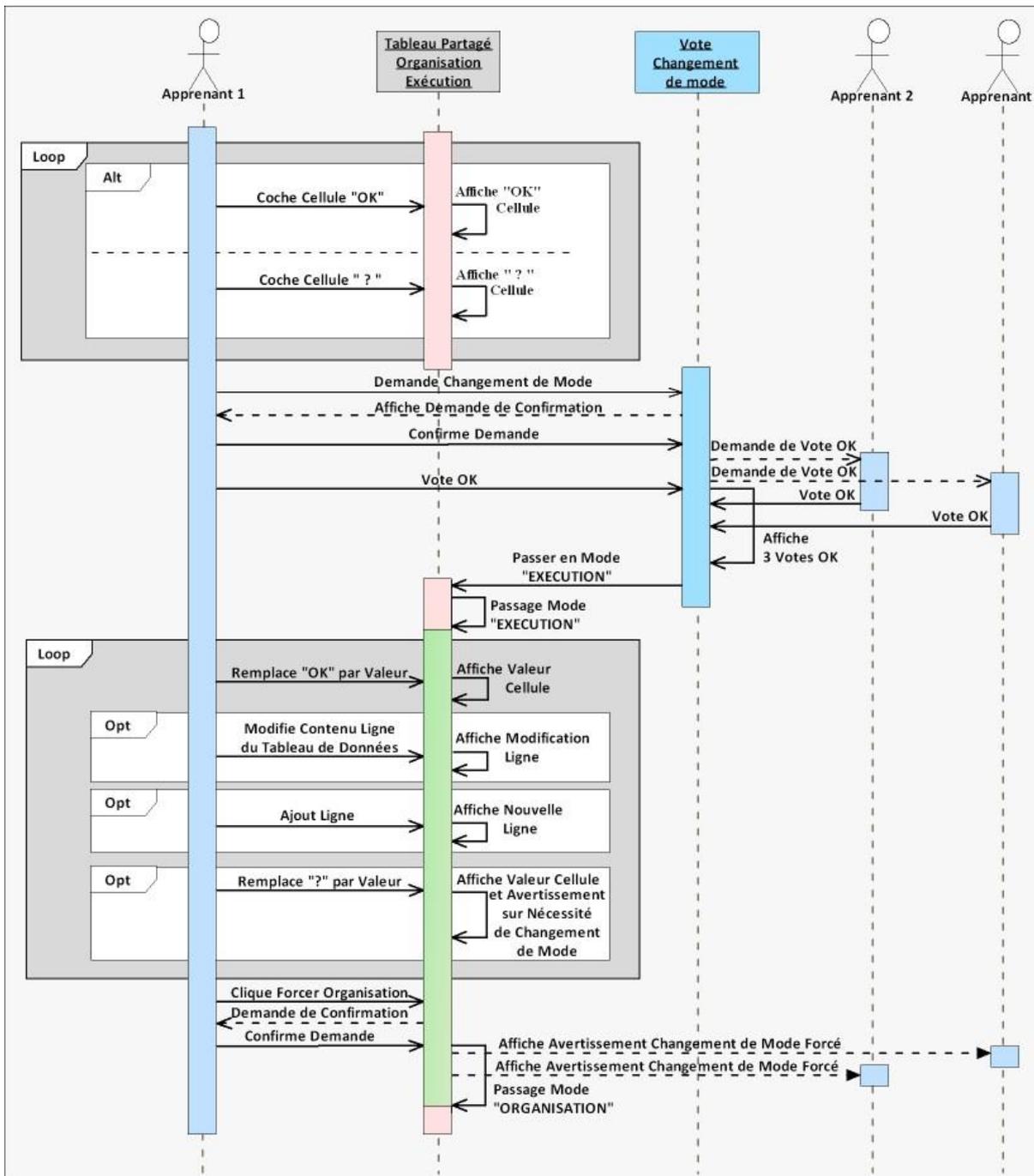


Figure 58 : Diagramme de séquence en UML 2 d'un scénario d'utilisation de l'outil COCOOP

8.3 Correspondance modèle/outils

Les outils que nous avons conçus donnent la possibilité aux apprenants de réaliser leur activité d'organisation aux trois niveaux du modèle. Ils permettent les transitions dynamiques entre les niveaux dues aux pannes ou aux changements du centre d'attention.

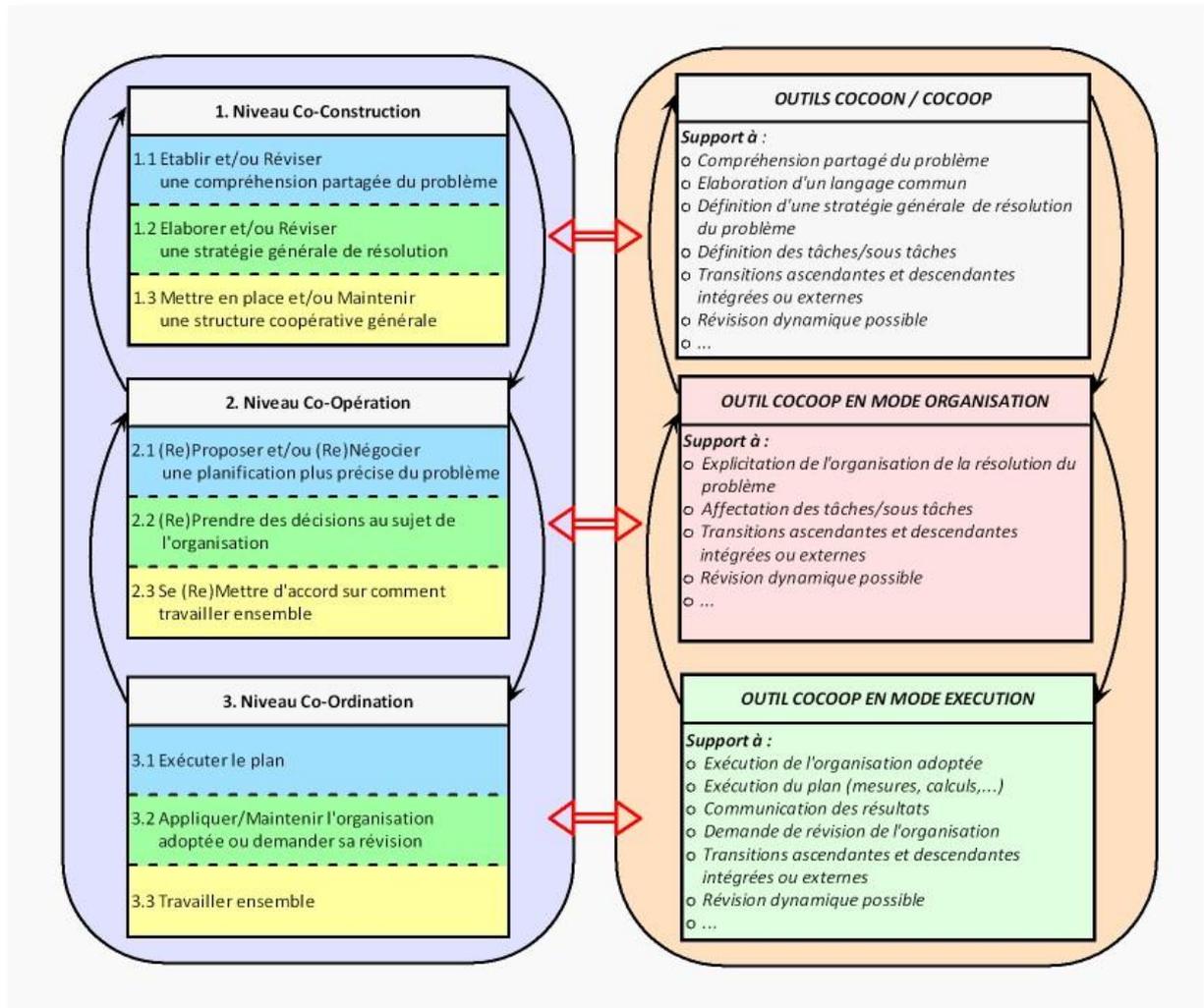


Figure 59 : Aperçu de la correspondance entre notre modèle et nos deux outils

La figure 59 montre un aperçu de la correspondance entre notre modèle et nos outils. Nous détaillons cette correspondance dans les paragraphes suivants.

8.3.1 Le système et les trois niveaux du modèle

8.3.1.1 Le niveau Co-construction avec les outils COCOON et COCOOP

L'outil COCOON est utilisé à deux reprises, au début de la résolution dans l'étape précédant le défi (phase 1A) et au début de l'étape correspondant au défi final (phase 1B).

Cet outil est conçu dans le but de permettre aux apprenants d'effectuer des actions d'organisation relevant du niveau Co-construction (cf. Figure 60) :

- Dresser une liste commune des données nécessaires pour le défi, c'est un moyen d'établir une compréhension partagée du problème (*Common ground*).
- Nommer les données (« Nom Collectif de la Donnée ») et les décrire (« Description Collective de la donnée »), ceci permet aux apprenants d'élaborer un vocabulaire commun.
- Utiliser la liste de choix, « Catégorie de Voitures », c'est permettre une compréhension plus approfondie du problème tout en simplifiant l'acquisition des données.
- Utiliser la liste de choix « Action pour obtenir la Donnée », en associant une action (mesurer, lire, calculer) à chaque tâche (ligne), c'est donner à la liste des données l'aspect d'une planification générale de la résolution du problème.
- Utiliser la liste de choix, « Priorité Prévue », c'est proposer un début d'ordonnancement des tâches à effectuer.
- Voter pour ajouter ou modifier des lignes, c'est impliquer chaque apprenant dès le début de la résolution dans le travail collectif.

Les cinq zones de la ligne étant partagées et accessibles en synchrone par tous les apprenants, elles sont un moyen pour les apprenants de négocier leur contenu en confrontant leur point de vue et de s'accorder sur une façon de travailler ensemble.

L I G N E	Priorité Prévue	Catégorie de Voitures	Nom Collectif de la Donnée	Description Collective de la Donnée	Action pour obtenir la Donnée
	1 Haute	TOUTES	Vitesse moyenne (cte) des voitures	Réaliser un calcul des vitesses voitures lors de	CALCULER

II°	PRIORITE	CATEGORIE	NOM des Données	DESCRIPTION des Données	ACTIONS
1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	Noter le numéro de chaque voiture à étudier	LIRE
2	1 Haute	TOUTES	Temps d'arrivée	Entrée de la valeur d'arrivée de la voiture	MESURER

Figure 60 : La ligne à remplir et un extrait du tableau de données (ligne n°1 non significative)

Cette étape de Co-construction n'est pas définitive, la liste des données établie par les apprenants peut être modifiée ou complétée dans la suite de la résolution en utilisant l'outil COCOOP. En effet, en mode Exécution, outre le fait que les cellules correspondant aux lignes du tableau de données définies avec l'outil COCOON deviennent éditables, des lignes vides sont prévues pour ajouter des tâches pendant l'avancement dans la résolution. Les apprenants ont donc la possibilité de revoir complètement leur analyse du problème ou leur stratégie générale, ou encore de décomposer les tâches en sous tâches. Ceci implique l'idée que dans notre modèle, les niveaux sont des distinctions analytiques de l'activité d'organisation et ne sont pas des étapes rigides à effectuer l'une après l'autre.

Par exemple, dans la figure 61 (tirée de notre expérimentation décrite au chap. 9), un apprenant est en train d'ajouter une ligne supplémentaire (ligne n° 13 encadrée).

Ap _i	Ap _j	II°	Priorité	TYPE	DONNEES	ACTIONS	Voit.0 App.1	App.2	App.3
?	?	1	1 Haute	TOUTES	calcul vitesse des voitures	CALCUL	25	?	25,45
OK	?	2	1 Haute	TOUTES	Temps que met une voiture a faire 15	LIRE	?	5,7	5,5
?	?	3	1 Haute	AVEC ARRÊT	Temps d'arrêt	LIRE	?	?	?
?	?	4	1 Haute	AVEC ARRÊT	chaque combien de cm s'arretent	LIRE	?	?	?
?	?	13	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps dee retard au debut		?	?	?
?	?	6	4				?	?	?

Figure 61 : Exemple de Co-construction avec l'outil COCOOP en mode Exécution

8.3.1.2 Le niveau Co-opération avec l'outil COCOOP

Les actions des apprenants utilisant l'outil COCOOP en mode Organisation correspondent au niveau Co-opération de notre modèle :

- Remplacer les points d'interrogation « ? » dans les cellules par des « OK » (ou le contraire), c'est décider des tâches que les apprenants vont ou ne vont pas réaliser.
- Décider d'affecter une tâche à un, deux ou trois apprenants du groupe, c'est rendre visible et détaillée la division du travail que le groupe va adopter. Cette information est partagée par tous les apprenants qui peuvent ainsi ajuster leur choix ou en discuter en utilisant le chat. Elle permet, par ailleurs, à un tuteur de suivre ce que les apprenants ont décidé de faire.

Par exemple, dans la figure 62, les apprenants ont décidé que toutes les tâches (lignes) sauf les tâches n°2 et n°6 devaient être effectuées par deux apprenants. Nous pouvons voir deux « OK » pour chaque colonne voiture correspondante (cf. Figure 62).

Ap _i	Ap _j	Ap _k	II°	Priorité	TYPE	DONNEES	ACTIONS	Voit.0 App.1	App.2	App.3	Voit.1 App.1	App.2	App.3	Voit.2 App.1	App.2	App.3
OK	OK	?	1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	LIRE	OK	0	?	OK	1	?	OK	2	?
?	OK	?	2	1 Haute	TOUTES	Temps d'arrivée	MESURER	?	OK	?	?	OK	?	?	OK	?
OK	?	OK	3	1 Haute	TOUTES	Vitesse moyenne (cte) des voitures	CALCULER	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK
?	OK	OK	4	1 Haute	AVEC ARRÊT	durée arrêt	MESURER	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK
OK	?	OK	5	1 Haute	TOUTES	distance entre voiture et ligne d'arrivée	MESURER	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK
OK	?	?	6	1 Haute	AVEC ARRÊT	Nombres d' arrêts	LIRE	OK	?	?	OK	?	?	OK	?	?
?	OK	OK	7	2 Moyen	AVEC ARRÊT	voitures qui s'arretent	MESURER	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK
OK	?	OK	8	2 Moyen	TOUTES	distance entre ligne de depart et voiture	MESURER	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK
?	?	?	9	4				?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	10	4				?	?	?	?	?	?	?	?	?

Figure 62 : Organisation adoptée explicitement par les apprenants avec COCOOP en mode Organisation (exemple de deux apprenants par tâche (n°3 et n°7))

L'outil COCOOP en mode Exécution permet aussi de réaliser des actions de niveau Co-opération. En effet, les cellules qui contiennent des points d'interrogation « ? » sont elles aussi éditables en mode Exécution. Remplacer ce contenu par une valeur est une « violation » de l'organisation explicitement adoptée en mode Organisation. Elle est signalée par un message visible de tous les apprenants mais elle n'est pas interdite. C'est une action de niveau Co-opération car elle signifie qu'un apprenant, avec ou sans l'accord des autres membres du groupe, a décidé de modifier explicitement l'organisation adoptée en s'affectant une ou plusieurs tâches.

Cette façon de faire peut permettre, par exemple, de ne pas interrompre le travail de résolution du groupe (par changement de mode) pour une modification mineure de l'organisation.

Elle peut être un mode de fonctionnement du groupe qui n'utiliserait pas COCOOP en mode Organisation car son organisation serait fixée à priori (pour un exemple, voir le cas du groupe 5 de notre expérimentation dans le chapitre 9).

L'utilisation effective de l'outil COCOOP en mode Organisation permet à l'organisation adoptée par le groupe de se mettre progressivement en place d'une façon visible par tous et révisable.

Notre outil permet ainsi aux apprenants d'agir au niveau Co-opération en leur donnant les moyens d'explicitier leur organisation sur les bases du travail effectué (la liste des données) au niveau Co-construction du modèle. Cette explicitation de l'organisation est réalisée collectivement et prend la forme d'un « plan » qui permet aux apprenants de suivre, comparer et en cas de déviation, de réviser ce plan au cours de l'action. La notion de « plan » (dans notre cas, une succession de lignes) doit être comprise comme une ressource, adaptable en contexte et non comme une contrainte.

8.3.1.3 Le niveau Co-ordination avec l'outil COCOOP

L'outil COCOOP en mode Exécution permet aux apprenants d'effectuer des actions correspondant au niveau Co-ordination :

- Effectuer les tâches (mesurer des distances, des durées, calculer des vitesses, etc.) qu'ils se sont affectés, c'est exécuter l'organisation fixée et adoptée aux niveaux précédents (les tâches, les règles, les rôles, etc.).
- Remplacer les cellules contenant des « OK » par les valeurs trouvées, c'est réaliser individuellement le plan adopté, mais de manière coordonnée. C'est partager l'avancement dans sa résolution avec tous les membres du groupe qui peuvent avoir conscience de l'avancement du groupe vers la solution.

Chacun a les moyens de vérifier, en synchrone, ce qu'il doit faire, ce que les autres doivent faire et ce qu'ils sont en train de faire. L'évolution de la résolution est visible par le remplacement progressif du contenu « OK » des cellules par les valeurs trouvées. Par exemple, l'organisation adoptée dans la Figure 62 est exécutée progressivement, les tâches n°3 et n°7 ont été réalisées par les deux apprenants et rendues visibles dans le tableau partagée de l'outil COCOOP (cf. Figure 63).

Dj	Apj	Apj	H°	Priorité	TYPE	DONNEES	ACTIONS	Voit.0	App.1	App.2	App.3	Voit.1	App.1	App.2	App.3	Voit.2	App.1	App.2	App.3
								App.1	App.2	App.3	App.1	App.2	App.3	App.1	App.2	App.3			
K	OK	?	1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	LIRE	OK	0	?	?	OK	1	?	?	OK	2	?	?
	OK	?	2	1 Haute	TOUTES	Temps d'arrivée	MESURER	?	5.7	?	?	?	28.3	?	?	?	19.4	?	?
K	?	OK	3	1 Haute	TOUTES	Vitesse moyenne (cte) des voitures	CALCULER	0,25	?	0,246	?	0,05	?	0,049	OK	?	OK	?	OK
	OK	OK	4	1 Haute	AVEC ARRÊT	durée arrêt	MESURER	?	0	0	?	0	0	?	?	5.3	5.2	?	?
K	?	OK	5	1 Haute	TOUTES	distance entre voiture et ligne d'arrivée	MESURER	OK	?	1.40	OK	?	1.40	OK	?	1.40	?	1.40	?
K	?	?	6	1 Haute	AVEC ARRÊT	Nombres d' arrêts	LIRE	0	?	?	?	0	?	?	?	2	?	?	?
	OK	OK	7	2 Moyen	AVEC ARRÊT	voitures qui s'arrêtent	MESURER	?	non	non	?	?	non	non	?	?	oui	oui	?
K	?	OK	8	2 Moyen	TOUTES	distance entre ligne de depart et voiture	MESURER	OK	?	0	OK	?	?	0	OK	?	?	0	?
?	?	?	9	4		temps arrêt		?	?	?	?	?	?	?	?	2,6	?	?	?
?	?	?	10	4				?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Figure 63 : Organisation adoptée (cf. Figure 62) exécutée par les apprenants avec COCOOP en mode Exécution (exemple de deux tâches effectuées en commun (n°3 et n°7))

Le fait que les interfaces de l'outil dans les deux modes soient similaires, simplifie sa prise en main par les apprenants et ne provoque pas de rupture dans la dynamique de la résolution. Les apprenants appliquent le plan qu'ils ont eux-mêmes construit dans le même outil.

Les apprenants au niveau Co-ordination, comme aux autres niveaux, ont la possibilité de changer de niveau pour modifier leur organisation ou pour régler un problème lié à l'organisation de la résolution (transitions entre les différents niveaux).

8.3.2 Les transitions entre les niveaux

Les transitions entre les niveaux peuvent correspondre à différentes actions dans le système. Il est important de noter que les transitions ne se font pas toutes par des actions prévues spécifiquement au sein du système. Nous verrons, dans les chapitres 9 et 10 (expérimentation et traces), que les apprenants changent souvent de niveau par l'intermédiaire de messages de Chat.

L'outil COCOON correspond spécifiquement au niveau Co-construction. Les seules transitions prévues à partir de cet outil sont celles qui permettent de *descendre* vers le niveau Co-opération par l'utilisation de l'outil COCOOP en mode Organisation ou vers le niveau Co-ordination par son utilisation en mode Exécution. Ces transitions se produisent lors du passage de la phase 1A à la phase 1B (ou 2A à 2B) dans notre scénario. Il n'y a pas de transition ascendante possible due à un passage de COCOOP vers COCOON car nous n'avons pas prévu un retour vers l'outil COCOON dans une même étape du scénario.

L'outil COCOOP en mode Organisation permet des actions de niveau Co-opération. Les transitions possibles sont matérialisées par des changements de mode (Organisation, Exécution). Il peut s'agir de transitions descendantes du niveau Co-opération vers Co-ordination ou ascendante du niveau Co-opération vers Co-construction (cf. Tableau 10).

L'outil COCOOP en mode Exécution permet principalement des actions de niveau Co-ordination. Cependant, des actions de niveau Co-construction ou Co-ordination peuvent aussi avoir lieu (cf. les deux sections précédentes, § 8.3.1.1 et § 8.3.1.2 et Tableau 11). Ce qui signifie que tous les types de transitions peuvent se produire lors de l'utilisation de l'outil COCOOP en mode Exécution.

Le tableau ci-dessous (cf. Tableau 10) est une synthèse des transitions en lien avec les actions sur les interfaces de notre système qui les provoquent :

Transitions Descendantes		Actions à effectuer au niveau du système
Co-construction	Co-opération	<ol style="list-style-type: none"> De COCOON à COCOOP en mode Organisation : Passage de la phase 1A à la phase 1B (ou 2A à 2B). Dans COCOOP, passage du mode Exécution au mode Organisation : Révision de la stratégie générale par modification, suppression ou ajout de lignes dans le tableau de données et passage en mode Organisation pour une nouvelle réaffectation des tâches.
Co-construction	Co-ordination	<ol style="list-style-type: none"> De COCOON à COCOOP en mode Exécution : En ignorant le mode Organisation lors du passage de la phase 1A à 1B (ou 2A à 2B). Pour un exemple, voir l'expérimentation, groupe 5, chap. 9. Dans COCOOP en mode Exécution : Reprendre la résolution après avoir ajouté ou modifié une ligne dans le tableau de données.
Co-opération	Co-ordination	<ol style="list-style-type: none"> Dans COCOOP, passage du mode Organisation au mode Exécution : Vote commun ou bouton « Forcer Exécution ». Dans COCOOP en mode Exécution : Après avoir choisi une ou plusieurs cellules contenant un « ? » (modification de l'organisation adoptée), y mettre une valeur.
Transitions Ascendantes		
Co-opération	Co-construction	Dans COCOOP, passage du mode Organisation au mode Exécution : Passage d'une affectation des tâches à un ajout, suppression ou modification des lignes du tableau de données.
Co-ordination	Co-opération	<ol style="list-style-type: none"> Dans COCOOP, passage du mode Exécution au mode Organisation : Vote commun ou bouton « Forcer Organisation ». Dans COCOOP en mode Exécution : Choisir une ou plusieurs cellules contenant un « ? » (modification possible de l'organisation adoptée).
Co-ordination	Co-construction	Dans COCOOP en mode Exécution : Ajout, suppression ou modification de ligne dans la liste des données.

Tableau 10 : Liens entre les transitions et les actions sur les interfaces du système

L'un des objectifs de nos outils n'est pas de contraindre « fortement » les apprenants à agir artificiellement à chaque niveau de notre modèle. Nous voulons plutôt leur donner les moyens d'agir à tous les niveaux et à tout moment de la résolution tout en permettant à un tuteur d'être capable de détecter et d'analyser ce que font les apprenants en termes d'organisation selon notre modèle. Le fait que les apprenants utilisent les outils rend certaines transitions explicites.

Cependant, le fait de se situer à un niveau donné selon nos outils n'est pas suffisant pour être sûr que les apprenants réalisent effectivement le type d'actions qui correspond au niveau en cours. Par

exemple, lorsque les apprenants sont en mode Exécution dans l'outil COCOOP, ils se situent, selon nos principes de conception, au niveau Co-ordination du modèle. Pourtant, s'ils modifient une ligne ou en ajoutent une nouvelle, ils se situent, effectivement, au niveau Co-construction.

Nos outils doivent donc être compris, de même que le modèle, comme des moyens pour faciliter l'analyse de l'activité d'organisation des apprenants. Ils aident à détecter, interpréter et comprendre les actions des apprenants selon les niveaux ainsi que les transitions entre ces niveaux. Il n'y a, cependant, pas d'isomorphisme entre l'utilisation des outils et le fait de se situer à un niveau ou d'effectuer une transition comme nous le verrons lorsque nous analyserons la façon dont l'utilisation des outils dénote ou pas l'activité effective (cf. § 9.2.4.1 et § 9.2.4.2).

8.3.3 Détecter les pannes

Nous avons défini une panne d'organisation comme *une difficulté ou une contradiction liée à l'activité d'organisation qui pourrait rompre la dynamique de résolution collective du problème si elle n'a pas été résolue au bout d'un certain temps.*

Une panne est caractérisée par le niveau auquel elle se produit. Elle devrait se résoudre par une transition vers les niveaux supérieurs et se terminer par un retour au niveau où elle s'est produite.

Il est donc essentiel pour détecter les pannes que nos outils aident à situer le niveau en cours de l'activité d'organisation des apprenants ainsi que les transitions qu'ils ont effectuées pour arriver à ce niveau. C'est ce que nous avons montré dans les paragraphes précédents.

Nos outils nous fournissent d'autres indicateurs permettant de détecter ce que nous pouvons appeler les « symptômes » d'une panne. Par exemple :

- Les outils de vote permettent de détecter le fait qu'un plan soit collectivement adopté et accepté ou ne le soit pas.
- Un tuteur peut connaître la manière selon laquelle chaque apprenant participe à l'élaboration du plan, la façon dont sont partagées les tâches et les sous tâches et la manière de réaliser les sous tâches (par exemple, la qualité des calculs ou le fait qu'un apprenant cesse de travailler).
- Une déviation dans l'exécution du plan est rendue visible par l'outil COCOOP. Une telle déviation peut ne pas être un problème. Néanmoins, elle peut intéresser le tuteur, de même qu'une demande individuelle ou collective d'une modification du plan.

En associant les actions, les messages correspondant et le niveau auquel se trouvent les apprenants, un tuteur suivant l'évolution de la résolution peut donc détecter un problème ou une contradiction, c'est ce que nous montrerons dans le chapitre 9 consacré à notre expérimentation. Nous décrivons une grille de codage de l'activité d'organisation des apprenants qui nous a permis d'élaborer une liste de « symptômes de pannes potentielles » que nos outils nous aident à détecter. L'identification des caractéristiques de l'activité d'organisation des apprenants peut alors permettre au tuteur des actions comme :

- La remise en cause du plan.
- Le support de la planification collective.
- Le support d'un apprenant donné pour une tâche donnée.
- Etc.

8.4 Architecture du système

8.4.1 Architecture générale

Notre système se présente sous la forme d'un site web accessible sur Internet à partir d'un navigateur classique.

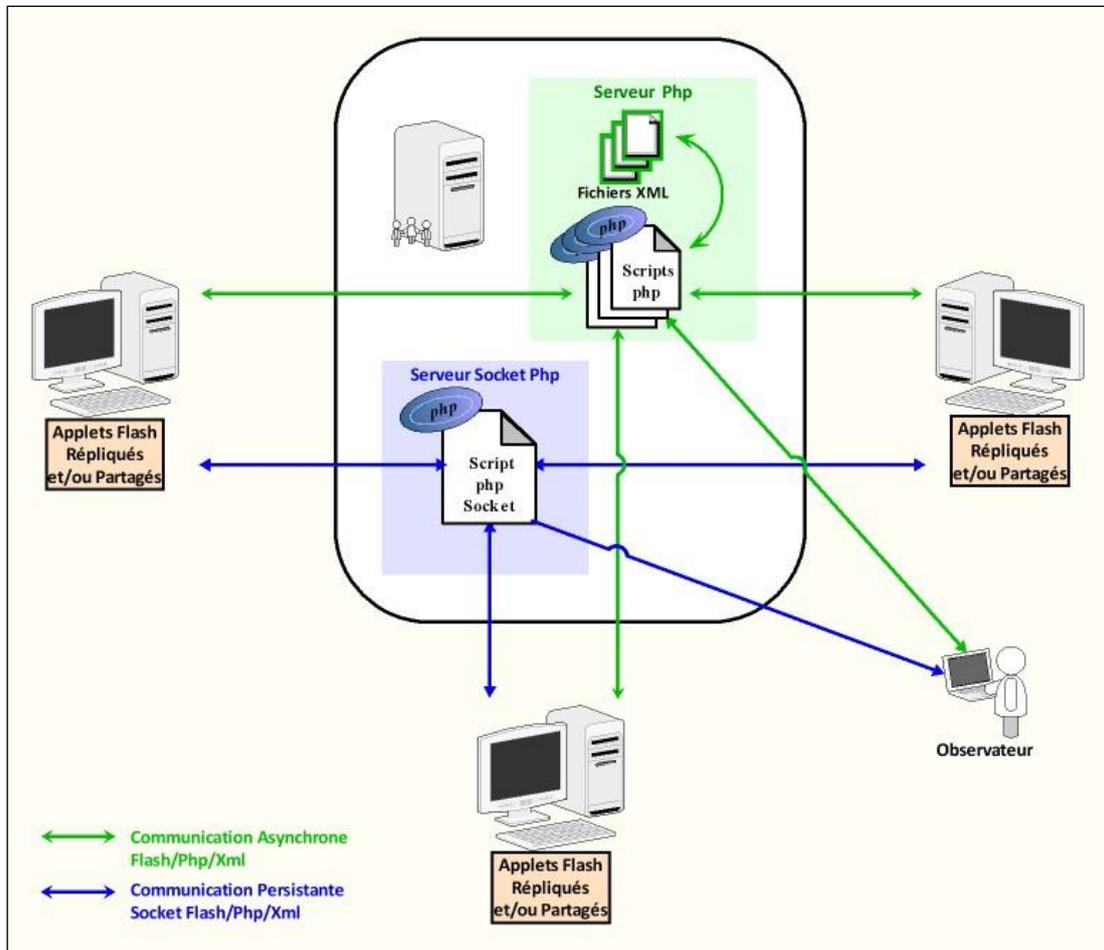


Figure 64 : Architecture Générale client/serveur en FLASH™, PHP et XML

Nous avons choisi d'utiliser deux catégories de technologies web pour notre système (cf. Figure 64). La première concerne les communications asynchrones, que nous décrivons dans le paragraphe suivant 8.4.2. La deuxième correspond aux communications synchrones, et sera décrite dans le paragraphe 8.4.3.

8.4.2 Interfaçage FLASH™, PHP et XML

La première technologie web mise en œuvre dans notre système concerne les communications client/serveur non persistantes : le chargement des pages, le chargement des fichiers XML dans les outils, l'enregistrement des fichiers au format XML, les sauvegardes et la récupération des traces des apprenants (actions et messages) pour l'analyse, etc. La technologie réseau utilisée est un interfaçage classique entre FLASH™, PHP et XML (cf. Figure 65).

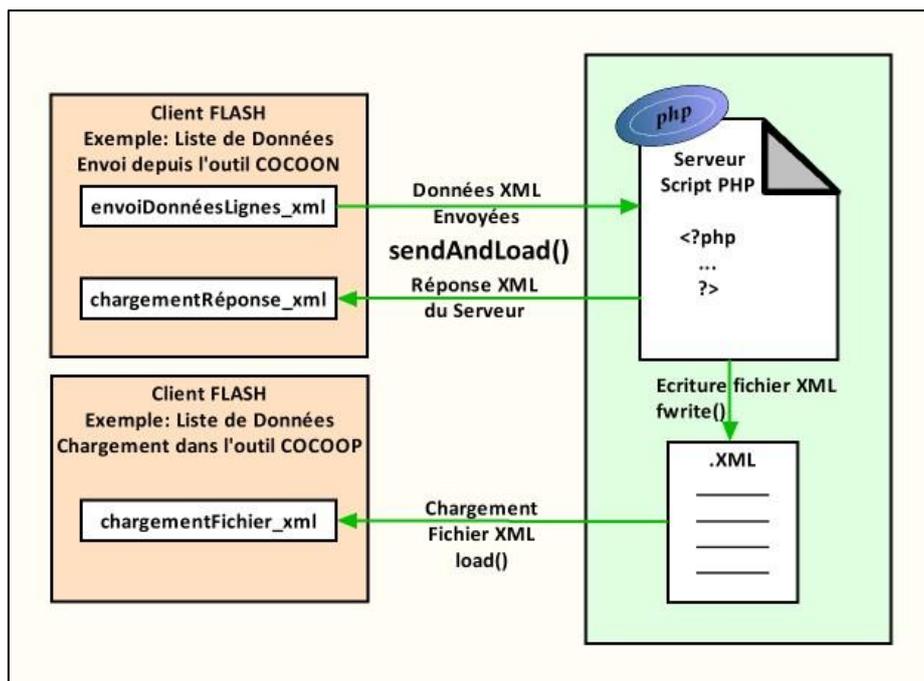


Figure 65 : Communication non persistante : interfaçage FLASH™, PHP et XML

Lorsque, par exemple, les apprenants ont rempli une ligne du tableau de données dans la zone « Ligne » (cf. Figure 65) et qu'ils désirent l'insérer dans la liste des données de l'outil COCOON, ils votent ou forcent le vote et la ligne est ajoutée.

L'ajout de cette ligne correspond dans FLASH™ à l'utilisation de la méthode `sendAndLoad()` qui envoie (le `send` de `sendAndLoad()`) les données de la ligne structurées au format XML à l'adresse distante du serveur. Ces données sont récupérées par un script PHP chargé d'ajouter (`fwrite()`) et d'enregistrer la ligne dans le fichier XML contenant les lignes déjà enregistrées. Le serveur envoie un message de confirmation ou d'échec au client FLASH™ par l'intermédiaire de la même méthode (le `Load` de `sendAndLoad()`) qui est affichée dans la zone de réseau de l'outil COCOON. Lorsque les apprenants se connectent au serveur dans la phase suivante via l'outil COCOOP, chaque client FLASH™ reçoit la liste des données qui est chargée (`Load()`) dans le tableau correspondant.

8.4.3 Communications synchrones : serveur socket PHP, FLASH™ et XML

Pour que les apprenants puissent partager les différents outils en synchrone, nous avons choisi d'utiliser un serveur socket en PHP (cf. Figure 66). Un serveur socket peut accepter plusieurs connexions persistantes en même temps et renvoyer une même information à un même type de clients connectés. En filtrant les informations reçues à l'aide du script PHP du serveur socket, il est possible de sélectionner les informations à envoyer selon que le client est, par exemple, un apprenant ou un tuteur.

Nos outils en synchrone sont, par exemple, le *Chat*, la ligne à insérer dans l'outil COCOON, le contenu du tableau d'organisation/exécution de l'outil COCOOP, les outils de vote, les simulations partagées, etc.

Le langage de programmation `ActionScript` utilisé pour programmer nos outils FLASH™ fournit une classe intégrée appelée `XMLSocket` qui permet d'établir une connexion persistante avec un serveur. Une connexion socket permet au serveur d'envoyer des informations au client dès qu'elle est disponible. Il n'y a pas de période d'attente de requête, la communication est en synchrone. Les données sont envoyées sous forme d'une chaîne de caractères et doivent être structurées au format XML avant d'être envoyées.

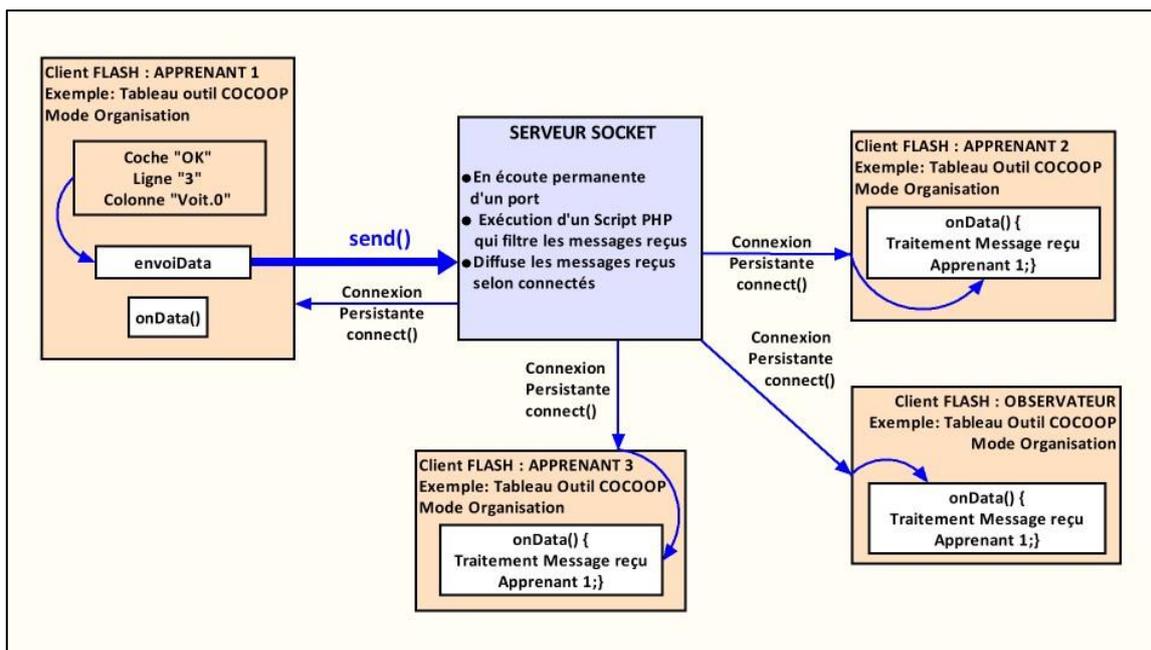


Figure 66 : Exemple de communication synchrone FLASH™, serveur socket et script PHP

L'outil COCOOP est un client FLASH™ connecté de manière persistante au serveur socket en invoquant la méthode connect() et en lui fournissant l'adresse IP du serveur et le numéro de port correspondant au port d'écoute du serveur socket. Lorsque le client reçoit la réponse du serveur, il ouvre une connexion TCP/IP avec le serveur et garde cette connexion ouverte.

Dans l'exemple de la figure 66, il y a quatre clients FLASH™ correspondant à l'outil COCOOP (3 apprenants et un observateur) qui sont connectés et prêts à recevoir les données diffusées par le serveur socket :

- Lorsque l'apprenant 1 met un « OK » dans la cellule correspondant à la ligne « 3 » et à la colonne « Voit.0 » du tableau d'Organisation/Exécution de l'outil COCOOP, un message « envoiData » est construit avec ces données et envoyé au serveur socket en utilisant la méthode send() de l'objet XMLHttpRequest.
- Lorsque le message arrive sur le serveur, un script PHP est exécuté qui analyse le type de message reçu et le renvoie à tous les clients concernés sauf à l'émetteur du message.
- Les messages reçus par les clients FLASH™ sont traités par la méthode onData() de l'objet XMLHttpRequest et un « OK » est affiché dans la cellule correspondant aux données émises de tous les clients FLASH™.

Ce principe est utilisé pour toutes les communications en synchrone, par exemple, la simulation partagée, le chat, la ligne dans l'outil COCOON ou le recueil des traces brutes.

8.4.4 Choix et problèmes de conception du système

8.4.4.1 Choix et problèmes au niveau technologique

Nous avons décidé d'utiliser la simulation « La course sans gagnant » programmée en FLASH™ comme support au défi que nous proposons aux apprenants. Nous avons considéré qu'il était nécessaire de partager cette simulation en synchrone entre tous les membres du groupe afin de faciliter le travail des apprenants et la détection de leurs actions par le tuteur. La mise à disposition du code FLASH™ de la simulation par les auteurs et la notion de sockets FLASH™ ont permis de réaliser ce partage. Après avoir envisagé d'autres technologies web comme Ajax, Java, Ruby on rails ou PHP,

nous avons considéré qu'il était préférable d'éviter de multiplier les différentes technologies à mettre en œuvre pour, notamment, rendre nos interfaces plus cohérentes.

Les plus grandes difficultés technologiques dans la conception de notre environnement sont liées au choix de réaliser notre système pour une utilisation partagée, synchrone et à distance par plusieurs apprenants.

Problèmes liés au partage :

La programmation d'un outil partagé demande d'avoir une double vision de l'outil. L'utilisateur agit sur l'interface et le système affiche le résultat de cette action sur son interface (le résultat de son utilisation) et sur celles des autres utilisateurs (affichage partagé du résultat de cette utilisation). Il faut donc adapter l'affichage du résultat de l'action sur l'interface du *même* outil. Cette double façon d'envisager les interfaces est illustrée par deux exemples, le cas des outils de vote et les colonnes du tableau dans l'outil COCOOP :

1. Dans les outils de vote, tous les apprenants utilisent le même applet FLASH™ pour voter, pourtant, chacun vote en cochant une case différente et voit un résultat différent, le nom de ceux qui ont voté.



Figure 67 : Estefania a voté



Figure 68 : Cristina a voté

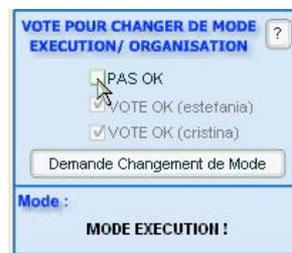


Figure 69 : Soraya n'a pas voté

2. Dans le tableau partagé de l'outil COCOOP, les apprenants travaillent chacun dans sa colonne et voit les résultats des apprenants dans les colonnes en grisé, pourtant, c'est là aussi un même applet FLASH™.

Voit.0 App.1	App.2	App.3	Voit.1 App.1	App.2	App.3
0	OK	OK	1	?	?
?	?	151	?	OK	151
5,5	5,5	5,5	27,9	27,9	27,9

Figure 70 : Vue apprenant 1

App.1	Voit.0 App.2	App.3	App.1	Voit.1 App.2	App.3
0	OK	OK	1	?	?
?	?	151	?	OK	151
5,5	5,5	5,5	27,9	27,9	27,9

Figure 71 : Vue apprenant 2

App.1	App.2	Voit.0 App.3	App.1	App.2	Voit.1 App.3
0	OK	OK	1	?	?
?	?	151	?	OK	151
5,5	5,5	5,5	27,9	27,9	27,9

Figure 72 : Vue apprenant 3

Problèmes liés à l'aspect synchrone :

Les interfaces doivent être synchronisées en permanence, la mise à jour des données doit se répercuter quasi simultanément (délai du réseau) sur toutes les interfaces. En cas de déconnexion, il faut pouvoir retrouver l'environnement tel qu'il était et donc implémenter un système de sauvegarde de toutes les données des outils. Le maintien de la cohérence des données partagées, c'est-à-dire toutes les données partagées visibles en permanence sur toutes les interfaces, n'a pas été aisé à réaliser.

Problèmes liés à la distance :

La difficulté est augmentée par la distance et le fait d'utiliser le réseau internet. Il a fallu utiliser deux types de serveur distant, l'un pour les communications asynchrones traitant les scripts PHP et les fichiers XML (FLASH™ ne traite pas le XML directement) et l'autre (le serveur socket) pour les communications synchrones, celui-ci utilise aussi un script PHP pour traiter les messages reçus et envoyés.

8.4.4.2 Choix et problèmes au niveau de la correspondance entre le modèle et le système

Les apprenants n'ont pas connaissance de notre modèle de l'organisation. Nos outils sont présentés comme devant faciliter leurs activités d'organisation et de résolution et ne doivent pas leur paraître artificiel. Il n'y a pas de modèle prédéfini à suivre ni dans l'activité d'organisation, ni dans l'activité de résolution. Les deux modèles dont nous disposons (le modèle de l'organisation et le modèle de référence de la résolution) sont destinés à interpréter et à comprendre ces deux activités pour qu'un tuteur puisse intervenir efficacement et non pas pour guider ou contraindre les apprenants.

Par ailleurs, l'activité d'auto-organisation des apprenants a la propriété d'être émergente au cours de la résolution. Nous devons donc laisser aux apprenants un espace de liberté le plus large possible, à la fois pour s'organiser et pour résoudre le problème, les deux activités étant intriquées.

Il y a donc deux difficultés principales :

1. Construire des outils qui soient en correspondance structurelle avec notre modèle de l'organisation, et donc qui permettent de détecter et d'analyser l'activité d'organisation selon notre modèle (les niveaux, les changements de niveau et les pannes).
2. Rendre ces outils utiles (faciliter le travail des apprenants) et utilisables (facile d'emploi) du point de vue apprenant.

Comme nous ne savons pas à l'avance comment les apprenants vont s'organiser ou résoudre le problème, nos outils doivent être suffisamment « souples » pour leur permettre de personnaliser leurs activités. Nous avons pensé utiliser trois outils, un pour chaque niveau du modèle, mais cette solution ne nous a pas semblé pertinente car trop artificielle et trop « lourde » pour les apprenants.

Notre problème a été résolu en partie lorsque nous avons décidé d'utiliser le même outil et quasiment la même interface à la fois pour s'organiser et pour résoudre le problème.

8.5 Test d'utilisabilité

8.5.1 Introduction

Après avoir réalisé une première version de nos outils, nous avons réalisé une expérience avec un groupe de trois apprenants. Les deux objectifs de cette expérience étaient de :

1. Tester l'utilisabilité de notre système en situation réelle.
2. Vérifier s'il était possible d'avoir une première idée d'interprétation de l'activité d'organisation des apprenants (dans les termes de notre modèle) avec ce système.

Les principes de conception du système ont été conservés mais quelques améliorations ont été apportées suite à cette expérience d'utilisabilité que nous allons résumer.

8.5.2 Condition de l'expérimentation

Nous avons réalisé cette expérience avec un groupe de trois élèves (deux garçons et une fille) de 1ère Scientifique du Lycée Comte de Foix en Andorre. Les élèves étaient volontaires. L'expérimentation devait se dérouler au Lycée, en dehors des cours, dans une salle informatique contenant un tableau interactif et un ordinateur par élève connecté à Internet (cf. Figure 73).

Le *Chat* et le contenu des tableaux de nos deux outils étaient enregistrés dans des fichiers au format XML. L'expérimentateur observait les actions des apprenants.



Figure 73 : Les apprenants en salle informatique

Cependant, les connexions synchrones nécessaires pour nos outils n'ont pas pu être établies pour des raisons de sécurité du réseau du lycée. L'expérience s'est donc déroulée en deux temps :

1. Une partie, au lycée, permettant aux apprenants de prendre connaissance du problème à l'aide des films explicatifs projetés sur le tableau interactif et de construire un tableau de données individuel.
2. Une partie, à distance, depuis le domicile de chaque apprenant, permettant aux apprenants d'utiliser nos deux outils.

Un apprenant n'ayant pas pu se connecter, l'expérimentateur a joué le rôle du troisième apprenant manquant. Nous nous sommes concentrés sur les phases de préparation au défi (les phases 1A et 1B vues précédemment) plutôt que sur le défi lui-même.

8.5.3 Discussion et améliorations principales du système

Nous présentons les principales conclusions que nous avons tirées de cette expérience d'utilisabilité pour l'amélioration de notre système.

1. Dans cette version du système, nous proposons une phase individuelle visant, d'une part, à familiariser les apprenants avec le système, et d'autre part, à élaborer une compréhension personnelle du problème en dressant une liste individuelle des données nécessaires pour résoudre le défi. Cette liste est destinée à être partagée avec les autres apprenants dans la phase suivante. Cette phase individuelle s'avère contre-productive en raison d'un début de collecte des données par deux apprenants sur les trois. Les apprenants consacrent la plupart du temps de cette phase à commencer à résoudre le problème individuellement. Nous avons remplacé cette phase individuelle par une phase d'introduction qui présente le problème et les outils sous forme de vidéos. Nous avons réduit les dimensions de la simulation dans la phase 1A en avertissant les apprenants qu'ils ne pourront pas s'en servir pour collecter les données.
2. La cohérence entre le niveau organisation et le niveau exécution a semblé rendre l'interface facilement compréhensible et utilisable par les apprenants. De façon intéressante, en concordance avec le cadre théorique, des apprenants ont demandé, pendant l'exécution du plan (c'est-à-dire, contextuellement), de revenir à nouveau à l'interface d'organisation et ont légèrement modifié le plan. Par exemple, un des apprenants a découvert quelques anomalies dans les mesures pour une des voitures. Il a utilisé le chat pour signaler qu'il y avait un problème (extraits du chat : apprenant A « il y a un problème... je pense que nous ne mesurons pas tous à partir de la même position... je ne mesure pas à partir de la ligne mais à partir du début » ; apprenant B « Je mesure à partir de la ligne... qu'est-ce que l'on fait ? », observateur C : « nous devrions tous faire la même chose », apprenant B : « On commence à partir du début ou à partir de la ligne » ; etc.).

Chapitre 9 : Grille de codage et expérimentation

Introduction du chapitre 9

Dans ce chapitre, nous présentons, dans une première partie, une grille de codage que nous avons élaborée afin de décrire l'activité d'organisation de groupes qui utilisent ou n'utilisent pas nos outils d'organisation.

Cette grille est destinée, en particulier, à mettre en évidence les aspects dynamiques de l'organisation, c'est-à-dire les changements de niveau et les pannes d'organisation.

La construction de cette grille est fondée sur notre cadre théorique (le modèle de Bardram), nos objectifs de recherche (comprendre les problèmes d'organisation), les caractéristiques techniques du système et la façon dont il est utilisé par les apprenants.

A partir de cette grille, nous avons conçu une seconde grille de codage qui nous a servi à repérer plus particulièrement les pannes d'organisation que nous décrivons dans cette même partie.

Dans une seconde partie, nous présentons une expérimentation que nous avons réalisée en situation réelle à distance et en synchrone avec six groupes de trois élèves, trois groupes avec notre système et trois groupes sans.

Nous commençons par décrire nos objectifs, notre méthodologie et le déroulement de notre expérimentation.

Puis, nous présentons nos résultats et une analyse des données réalisées avec nos grilles de codage.

Nous terminons ce chapitre en envisageant différentes pistes d'amélioration de notre système pour l'analyse semi-automatique des traces de l'activité d'organisation des apprenants.

CHAPITRE 9 : GRILLE DE CODAGE ET EXPÉRIMENTATION.....	143
INTRODUCTION DU CHAPITRE 9.....	143
9.1 GRILLE DE CODAGE.....	145
9.1.1 ORIGINE DE LA GRILLE	145
9.1.2 DESCRIPTION ET UTILISATION DE LA GRILLE	145
9.1.2.1 La grille et les niveaux	145
9.1.2.2 La grille et les transitions	147
9.1.2.3 La grille et les pannes	147
9.2 EXPÉRIMENTATION.....	149
9.2.1 CONTEXTE.....	149
9.2.2 MISE EN PLACE DE L'EXPÉRIMENTATION	150
9.2.2.1 Objectifs	150
9.2.2.2 Hypothèses	150
9.2.2.3 Méthode.....	150
9.2.3 RÉSULTATS.....	157
9.2.3.1 Vision générale des 6 sessions	157
9.2.3.2 Activité d'organisation (niveaux, transitions et pannes)	161
9.2.3.3 Résolution du problème.....	166
9.2.3.4 Messages échangés.....	166
9.2.3.5 Résultats du questionnaire SAL sur la motivation	166
9.2.4 DISCUSSION.....	167
9.2.4.1 Niveaux	167
9.2.4.2 Transitions et support	170
9.2.4.3 Pannes et support.....	171
9.2.4.4 Effets de l'utilisation du système.....	174
9.2.4.5 Remarques complémentaires	177
9.2.5 BILAN.....	177

9.1 Grille de codage

Dans cette section, nous présentons la grille que nous avons élaborée pour décrire l'activité d'organisation des apprenants engagés dans notre Challenge Pédagogique Collectif [Moguel & al. 09]. Cette grille est destinée à mettre en évidence les aspects dynamiques de l'organisation. Il s'agit de caractériser les différents niveaux, de repérer les changements de niveau, les pannes d'organisation et de les interpréter.

9.1.1 Origine de la grille

La grille de codage que nous avons utilisée lors de notre expérimentation a été établie sur la base des éléments suivants :

- Le modèle de Bardram (basé sur la Théorie de l'Activité et les travaux de Kuutti) et le modèle « classique » de la résolution de problème que nous avons interprété selon les trois niveaux du modèle de Bardram.
- Nos objectifs de recherche, c'est-à-dire la compréhension dynamique de l'activité d'organisation et des problèmes (pannes) pouvant rompre cette dynamique.
- Notre modèle de l'activité d'organisation de la résolution collective d'un défi (ALBATROM).
- Les caractéristiques de notre système ALBATROS et la façon dont il a été utilisé par les apprenants.

Il est important de noter que la grille d'analyse et le système sont fondés sur le même cadre théorique afin de faciliter l'analyse, mais que la grille d'analyse ne se confond pas avec les indicateurs tirés de l'utilisation du système (cf. analyse des traces dans le chapitre 10).

9.1.2 Description et utilisation de la grille

9.1.2.1 La grille et les niveaux

Pour chacun des niveaux du modèle de Bardram et de notre modèle de l'activité d'organisation, la grille élaborée (cf. Tableau 11, la colonne « actions ») propose trois critères qui correspondent aux trois caractéristiques du niveau considéré :

1. L'activité de résolution collective du problème.
2. L'activité d'organisation.
3. La méta-activité d'organisation, c'est-à-dire, « S'organiser pour travailler ensemble ».

Ces 9 critères (3 par niveau) sont définis avec plus de précision par l'intermédiaire de 2 à 5 indicateurs (ou sous-critères) chacun.

Par exemple, au niveau « Co-opération », le critère 2.2 : *Prendre des décisions sur l'organisation* est caractérisé par quatre indicateurs :

1. *Affecter les tâches* (2.2.1 dans la grille, cf. Tableau 11).
2. *Adopter une division du travail* (2.2.2).
3. *Rendre l'organisation explicite* (2.2.3).
4. *Résoudre les conflits* (2.2.4).

Nous prenons aussi en compte la *révision* de ces quatre sous-critères au cours de l'activité.

Lorsque nous voulons analyser une séquence d'interactions (messages entre apprenants ou actions sur les interfaces), nous cherchons à déterminer si ces sous-critères peuvent s'appliquer à cette séquence. Lorsque nous pouvons appliquer un ou plusieurs sous-critères dans une séquence, nous la qualifions selon le critère et le niveau correspondant du modèle.

Par exemple, si les actions et/ou les messages des apprenants amènent à penser qu'ils *définissent une planification générale de la résolution* (1.2.1) et *décident d'une division du travail* (1.2.2) ou *créent des rôles* (1.2.3) mais n'ont pas encore décidé *qui fera quoi* alors nous pouvons en déduire que les apprenants satisfont au critère 1.2 : *Élaborer ou réviser une stratégie générale d'organisation de la résolution* dans notre grille, et se situent au niveau Co-construction de notre modèle.

En revanche, si les apprenants *décident que tel apprenant fera telles tâches* alors cela signifie qu'ils sont en train *d'adopter une division du travail* (2.2.2), *qu'ils s'attribuent les tâches* (2.2.1) et *qu'ils rendent leur organisation explicite* (2.2.3), le critère 2.2 : « *Prendre des décisions sur l'organisation* » est vérifié, les apprenants se situent au niveau Co-opération.

Niveaux	Actions	Sous-critères / indicateurs
1 Co- construction	1.1 Établir une compréhension partagée du problème	1.1.1 Établir ou améliorer une représentation commune 1.1.2 Établir ou améliorer un langage commun
	1.2 Élaborer ou réviser une stratégie générale d'organisation de la résolution	1.2.1 (Re) Planification générale des tâches 1.2.2 (Re) Élaborer/fixer une division du travail 1.2.3 (Re) Définir des rôles 1.2.4 Prendre en compte le temps
	1.3 Installer une structure coopérative	1.3.1 (Re) Définir des règles générales d'interactions 1.3.2 (Re) Définir le partage des ressources et des moyens d'interaction 1.3.3 (Re) Définir comment utiliser les moyens d'interactions
2 Co- opération	2.1 (Re) Proposer négocier une planification précise	2.1.1 (Re) Décomposer le plan en tâches et sous tâches 2.1.2 (Re) Définir la division du travail 2.1.3 Gérer les résultats 2.1.4 Gérer l'articulation des tâches 2.1.5 Gérer le timing des tâches
	2.2 Prendre des décisions sur l'organisation	2.2.1 (Re) affecter les tâches 2.2.2 (Re) adopter une division du travail 2.2.3 Rendre l'organisation explicite 2.2.4 Résoudre les conflits
	2.3 Se mettre d'accord sur comment travailler ensemble	2.3.1 (Re) Décider comment évaluer et ajuster mutuellement le travail de chacun 2.3.2 Être conscient du travail affecté aux autres étudiants 2.3.3 (Re) Spécifier les règles / la communication 2.3.4 (Re) Spécifier les règles / l'usage des outils proposés
3 Co- ordination	3.1 Exécuter le plan	3.1.1 Réaliser les tâches et sous-tâches 3.1.2 Respecter l'ordonnancement des tâches 3.1.3 Respecter le temps affecté aux tâches 3.1.4 Synchroniser les tâches 3.1.5 Respecter les règles adoptées de communication des résultats
	3.2 Appliquer/maintenir l'organisation adoptée ou demander sa révision	3.2.1 Appliquer l'allocation des tâches adoptée 3.2.2 Appliquer la division du travail adoptée 3.2.3 Être conscient de l'allocation des tâches de chacun 3.2.4 Appliquer la gestion du temps adoptée 3.2.5 Maintenir l'organisation ou demander sa révision (votes)
	3.3 Travailler ensemble	3.3.1 Évaluer et ajuster mutuellement le travail de chacun 3.3.2 Être conscient des actions des autres 3.3.3 Être en conformité avec les règles / communication 3.3.4 Être en conformité avec les règles / usage des outils proposés

Tableau 11 : La grille de codage de l'activité d'organisation

Lors de la conception de notre système, nous voulions que l'utilisation de nos outils par les apprenants facilite notre analyse de l'organisation. Le fait que les outils d'organisation (COCOON et COCOOP) et la grille de codage dénotent tous les deux les 3 niveaux du modèle, facilite le codage de la majeure partie des données (cf. § de l'analyse 9.2.3).

Par exemple :

- L'utilisation de l'éditeur (COCOON) qui permet de décider quelles données doivent être collectées conduit à des actions et des messages de niveau Co-construction :
 - Construire une liste de données et d'actions pour les obtenir conduit à élaborer un langage commun (sous-critère 1.1.2) et à établir une compréhension mutuelle du problème (sous-critère 1.1.1). Par conséquent, ces deux sous-critères relèvent du critère 1.1 : *Établir une compréhension partagée du problème.*»
 - Gérer l'ordre des lignes en leurs affectant une priorité signifie que les apprenants commencent à effectuer une planification générale des tâches (sous-critère 1.2.1). Le critère 1.2 : *Élaborer ou réviser une stratégie générale d'organisation de la résolution* est donc satisfait. Il situe les apprenants au niveau Co-construction.
- L'utilisation par les apprenants du mode Organisation ou du mode Exécution de l'éditeur de plan (COCOOP) fournit une indication explicite du niveau en cours (Co-opération, Co-ordination).

Cependant, comme indiqué précédemment, il n'y a pas d'isomorphisme entre une utilisation particulière des outils du système et l'analyse. Par exemple, les apprenants peuvent échanger des messages correspondant à une révision de l'organisation (niveau Co-opération) alors qu'ils se trouvent en mode Exécution, c'est-à-dire au niveau Co-ordination de notre outil COCOOP.

Notre scénario permet également d'orienter notre analyse. En effet, nos deux étapes 1 et 2 sont constituées de deux phases correspondant aux niveaux du modèle de l'organisation. Les phases 1A et 2A sont associées au niveau Co-construction et les phases 1B et 2B aux niveaux Co-opération et Co-ordination. Ces phases mettent en jeu les outils COCOON en phase 1A et 2A et COCOOP en phase 1B et 2B renforçant ainsi la possibilité de caractériser les niveaux de l'organisation par des indicateurs liés à l'utilisation de notre système.

Enfin, il est important de noter que la grille a pour objectif d'aider à comprendre l'activité d'organisation des apprenants, mais qu'une analyse plus générale est également nécessaire pour comprendre l'activité des apprenants. Par exemple, lors de notre expérimentation, un groupe avait l'habitude d'utiliser la zone de texte éditable individuelle pour noter des résultats, et nous avons compris après un moment que c'était pour envoyer ces résultats aux autres membres du groupe en utilisant le *Chat*.

9.1.2.2 La grille et les transitions

Le fait d'être capable de repérer les différents niveaux en caractérisant les messages et les actions des apprenants grâce à notre grille de codage aide à détecter les changements de niveaux. Pour cette raison, nous n'avons pas mis d'indicateurs explicites de changement de niveau dans notre grille. Par exemple, l'indicateur 3.2.5 : « Maintenir l'organisation ou demander sa révision (votes) » correspond en cas de demande de révision ou de vote pour un changement de mode à une requête de transition vers le niveau Co-opération. Cette transition sera détectée lors du passage à ce niveau par les apprenants.

9.1.2.3 La grille et les pannes

Comme nous l'avons déjà défini, une panne d'organisation est *une difficulté ou une contradiction liée à l'activité d'organisation qui pourrait rompre la dynamique de résolution collective du problème et qui n'a pas été résolue au bout d'un certain temps*. Notre définition d'une panne est trop générale pour être employée comme critère de détection. Nous avons donc réutilisé notre grille de codage en

considérant la négation de nos critères et sous-critères. Nous les avons reformulés quand cela était nécessaire (cf. Tableau 12).

Par exemple, le critère 1.1 : *Établir une compréhension partagée du problème* du niveau Co-construction se décompose en deux sous-critères :

1.1.1 : *Établir ou améliorer une représentation commune.*

1.1.2 : *Établir ou améliorer un langage commun.*

Le critère correspondant de panne est P 1.1 : *Problème non compris collectivement* et les deux sous-critères sont :

P 1.1.1 : *Représentation commune non clairement établie.*

P 1.1.2 : *Langage commun non clairement élaboré/accepté.*

Niveaux	Types de pannes	Sous-critères de panne possible et "symptômes"
1 Co- construction	P 1.1 Problème non compris collectivement	P 1.1.1 Représentation commune non clairement établie P 1.1.2 Langage commun non clairement élaboré/accepté
	P 1.2 Problème de stratégie générale (pas, peu, mauvaise)	P 1.2.1 Pas ou peu de planification générale des tâches P 1.2.2 Pas de schéma de division du travail P 1.2.3 Pas de définition de rôle P 1.2.4 Pas de prise en compte du temps
	P 1.3 Problèmes de mise en place d'une structure coopérative	P 1.3.1 Pas de (re)définition des règles générales d'interactions P 1.3.2 Pas de (re) définition du partage des ressources et des moyens d'interactions. P 1.3.3 Pas de (re) définition l'utilisation des moyens de communication, d'interactions
2 Co- opération	P 2.1 Problème de (re) planification précise	P 2.1.1 Problème pour (re) décomposer le plan en tâches et sous tâches P 2.1.2 Problème pour (re) définir précisément la division du travail P 2.1.3 Pas de gestion des résultats prévues P 2.1.4 Pas de gestion de l'articulation des tâches prévues P 2.1.5 Pas de gestion du temps pour les tâches prévues
	P 2.2 Prises de décision nécessaires non effectuées	P 2.2.1 (Re) répartition des tâches non effectuée ou mauvaise P 2.2.2 Choix de la division du travail non effectué ou mauvaise P 2.2.3 Organisation non explicitée, non visible P 2.2.4 Conflits non résolus
	P 2.3 Pas d'accord dans la façon de travailler ensemble	P 2.3.1 Pas d'évaluation ou d'ajustement mutuel prévu du travail de chacun P 2.3.2 Ignorer ce que vont faire les autres P 2.3.3 Ne pas préciser les règles de communication P 2.3.4 Ne pas préciser les règles d'utilisation et de partage des outils
3 Co- ordination	P 3.1 Non exécution du plan prévu	P 3.1.1 Non exécution de toutes les tâches prévues P 3.1.2 Non respect de l'ordre prévu des tâches P 3.1.3 Non respect du temps accordé aux tâches P 3.1.4 Pas ou mauvaise synchronisation des tâches P 3.1.5 Non respect des règles de communication des résultats
	P 3.2 Non application ou non maintien de l'organisation adoptée, ni de demande de révision	P 3.2.1 Non respect de la répartition des tâches adoptée P 3.2.2 Non respect de la division du travail adoptée P 3.2.3 Certains ne savent pas ce doivent faire les autres P 3.2.4 Non respect de la gestion du temps pour les tâches P 3.2.5 Difficulté à maintenir l'organisation, pas de demande de révision, ni de votes
	P 3.3 Conflit dans la façon de travailler ensemble	P 3.3.1 Non évaluation et non ajustement mutuel du travail P 3.3.2 Pas de conscience de ce que font les autres P 3.3.3 Non respect des règles de communication P 3.3.4 Non respect des règles d'utilisation et de partage des outils

Tableau 12 : La grille de codage des pannes dans l'activité d'organisation

De tels sous-critères ne sont pas des indicateurs « absolus » de pannes, mais devraient plutôt être considérés comme des « symptômes » qui peuvent conduire à diagnostiquer une panne. Nous utilisons une méthode similaire à celle employée pour détecter les niveaux dans le paragraphe 9.1.2.1 : plusieurs symptômes (sous critères) peuvent être les signaux d'une panne et permettre de la définir par

son critère, et donc d'en établir son niveau. Détecter le niveau d'une panne est essentiel car pour la résoudre, il est nécessaire de provoquer une transition vers les niveaux supérieurs.

Lorsque nous considérons une panne et ses symptômes, une question importante à prendre en compte est la dimension temporelle. Certains symptômes peuvent ne pas signaler une panne, par exemple, ne pas affecter la poursuite de la résolution, être corrigés rapidement par les apprenants, ou encore être un mode de fonctionnement particulier des apprenants. Quand une panne est détectée, des données plus éloignées dans le temps doivent être analysées pour comprendre si elle a été résolue et comment, ou non résolue et pourquoi.

Le tuteur qui voudrait intervenir pour réparer ou provoquer la réparation d'une panne devra se poser la question du moment le plus opportun de son intervention. Une panne qui se prolonge dans le temps peut remettre en cause le travail collectif ou la réussite du groupe dans la résolution du problème (voir paragraphe 9.2.4.3).

9.2 Expérimentation

9.2.1 Contexte

D'après notre expérience exploratoire présentée au chapitre 6, nous considérons que la situation que nous avons appelée « Challenge Collectif Pédagogique » basée sur le défi, « la course sans gagnant », est suffisamment motivante pour engager et maintenir les apprenants dans une activité d'auto-organisation tout au long du processus de résolution du défi.

Nous avons pris en compte les leçons que nous avons tirées de cette expérience pour concevoir notre système, et notamment les éléments suivants :

- Donner les moyens aux apprenants de s'organiser explicitement.
- Conduire les apprenants à utiliser un langage commun.
- Donner les moyens au tuteur de suivre, interpréter et réguler l'organisation des apprenants.

La conception itérative de notre système nous a permis de proposer aux apprenants un environnement informatique qui soit utile et utilisable pour la résolution collective du défi et, en particulier, pour l'organisation de cette résolution (cf. test d'utilisabilité du § 8.5).

Notre système, conçu en lien avec notre modèle de l'activité d'organisation de résolution de problème, a pour objectif de donner les moyens aux apprenants de s'organiser et de modifier dynamiquement (pendant le processus de résolution) cette organisation tout en facilitant sa détection par un tuteur.

Nos grilles de codage, élaborées selon ce même modèle, ont pour objet de nous permettre d'interpréter cette activité d'organisation selon les niveaux Co-construction, Co-opération ou Co-ordination, les transitions dynamiques et les pannes.

Afin de valider ces éléments, nous avons réalisé une expérimentation avec 6 groupes de 3 apprenants (3 groupes avec notre système et 3 groupes sans) en situation réelle de résolution collective de notre défi, médiatisée par ordinateur, à distance et en synchrone.

Après avoir décrit nos objectifs, nos hypothèses, notre méthodologie et le déroulement de cette expérimentation, nous présentons nos résultats et une analyse des données recueillies afin de vérifier si nos objectifs ont été atteints.

Cependant, compte tenu du nombre limité de groupes, nous ne pouvons pas obtenir de résultats statistiquement significatifs.

9.2.2 Mise en place de l'expérimentation

9.2.2.1 Objectifs

Les objectifs principaux de cette expérimentation sont :

1. De vérifier que la correspondance entre le cadre théorique adopté, notre système et notre grille de codage permet de caractériser l'activité d'organisation des apprenants pendant le processus de résolution collective du défi. Cette caractérisation de l'activité d'organisation est une condition nécessaire pour l'intervention d'un tuteur en cas de panne.
2. D'évaluer l'impact de notre système sur l'activité d'organisation des apprenants. Plus précisément, en comparant les groupes qui ont utilisé les outils et ceux qui ne les ont pas utilisés, nous voulons mesurer l'effet de notre système sur :
 - L'organisation des apprenants.
 - La détection de cette organisation.

Et secondairement, sur :

- La résolution du problème par les apprenants.
- La motivation des apprenants.

9.2.2.2 Hypothèses

1. Les apprenants vont s'engager dans une activité d'(auto)-organisation explicite, la maintenir ou la réviser pendant le processus de résolution collective du défi en utilisant les outils COCOON et COCOOP.
2. L'utilisation de notre système permet de faciliter la détection de l'activité d'organisation des apprenants.
3. L'utilisation de notre système et de nos grilles de codage permettent d'interpréter l'activité d'organisation des apprenants selon notre modèle (les niveaux, les changements de niveau et les pannes).
4. Notre système aide à détecter les symptômes de pannes et à les caractériser en tant que pannes.
5. L'utilisation de notre système permet de mieux résoudre collectivement le problème.
6. L'utilisation de notre système augmente la motivation.

9.2.2.3 Méthode

Participants

Dix-huit élèves, neuf filles et neuf garçons de deux classes de Première Scientifique (1SA et 1SB) et d'une Terminale Scientifique (TSA) du Lycée Comte de Foix en Andorre répartis au hasard en six groupes de trois élèves.

Matériels

Chaque élève disposait d'un ordinateur individuel connecté à un site web présentant notre système. Les ordinateurs des apprenants étaient équipés d'un logiciel (Camstasia) pour enregistrer les écrans sous la forme d'un fichier vidéo. Les fichiers *log* du *Chat* et des différents outils ont été enregistrés au format XML. Un enregistreur numérique a été utilisé pour capturer les commentaires oraux des apprenants le cas échéant.

Méthodologie

Trois groupes ont utilisé le système pendant toute la durée du challenge collectif (avant et pendant le défi). Ils disposaient, comme nous l'avons décrit au chapitre 8, de nos deux outils, COCOON et COCOOP, pour dresser collectivement la liste des données à collecter, expliciter leur organisation et l'appliquer en collectant les données. Ils disposaient aussi d'outils de vote pour accepter ou rejeter les propositions des membres du groupe (par exemple, pour ajouter ou modifier les lignes dans le tableau de données, pour accepter ou refuser les changements de mode), de deux simulations, individuelles et partagées, d'une calculatrice, d'un brouillon individuel (une simple zone de texte) et d'un *Chat* pour discuter pendant les différentes phases de résolution.

Trois autres groupes n'ont pas utilisé le système et disposaient d'outils basiques : un *Chat*, les deux simulations, individuelles et partagées, un brouillon individuel (une simple zone de texte) et une calculatrice.

L'expérimentation a été réalisée groupe après groupe en alternant groupe avec outils et groupe sans outil en fonction de la disponibilité des apprenants. Les trois membres d'un groupe se trouvaient dans la même pièce en présence de l'expérimentateur. Afin de recréer les conditions d'une situation distante, nous leur avons demandé de garder le silence et de communiquer exclusivement à travers le système informatique en utilisant les outils du système.

Le scénario proposé était quasiment identique pour les 6 groupes :

- Une page d'accueil et une page d'introduction expliquant le problème et le fonctionnement des outils (cette partie étant différente pour les deux groupes).
- Deux étapes :
 1. Préparation des données.
 2. Lancement du défi.

Le lancement du défi a été effectué quand l'expérimentateur pensait que le groupe était prêt (après environ 2h30 de travail) et en accord avec celui-ci.

Nous pouvons noter une petite différence entre les groupes dans le déroulement du scénario. Les deux étapes des groupes avec outils étaient partagées en deux phases distinctes (1A et 1B, 2A et 2B) correspondant à l'utilisation des outils COCOON et COCOOP (cf. §8.1.1).

Structuration des données

Le processus pour structurer les données recueillies a été effectué de la façon suivante :

1. Les messages de *Chat* des apprenants et leur timing ont été copiés dans un fichier Excel™.
2. En analysant simultanément les vidéos de chaque étudiant (3 vidéos par groupe), les différentes actions des apprenants sur l'interface que nous avons capturées ont été codées et insérées dans le fichier Excel™. Le codage comprend : le timing, le nom de l'apprenant, l'outil utilisé, le type d'action (par exemple : *mesurer*, *calculer*, etc.), et des données complémentaires comme les valeurs des données ou le mode de l'outil (Organisation ou Exécution). Le résultat est une reconstruction chronologique de la session collective sous la forme d'un tableau à sept colonnes affichant les messages et les actions des trois apprenants d'un groupe (cf. Tableaux 13 à 18 et annexe B).
3. Nous avons découpé le déroulement de la session de chaque groupe en plusieurs épisodes en les distinguant selon notre grille de codage (pour tous les groupes) ou selon les indicateurs fournis par notre système (par exemple, les modes Exécution ou Organisation, les votes forcés ou pas, etc.) pour les groupes ayant utilisé notre système.
4. Finalement, nous avons utilisé notre grille de codage pour identifier les phases de Co-construction, de Co-opération et de Co-ordination, les transitions (passer d'un niveau à un autre) et les pannes. Les sous-critères de notre grille nous ont permis d'affiner notre

caractérisation de l'activité d'organisation lorsque c'était nécessaire et notre grille de codage des pannes nous a servi à préciser leur nature. Le code des couleurs utilisées est précisé dans la légende de la figure 74.

Timing	Apprenant 1 J.	Code	Apprenant 2 N.	Code	Apprenant 3 Y.	Code
1h06'28''			le 4 c'est la durée arrêt, Y.	1.1		
1h06'34''	deux personnes par colonnes pour vérifier	2.1				
1h06'38''					je suis en Exe la...	2.3
1h06'40''			TOUTE L4 OK			
1h06'42''			la 2 non	2.2		
1h07'44''			VOTE OK 2			
1h08'10''	VOTE OK 3 Changement de Mode	Transition				
1h08'14''	PASSAGE MODE EXECUTION (Durée 1 h 18 min)					
1h08'30''			Y. wake up	3.3		
1h09'10''			J. faut se mettre d'accord pour le calcul de vitesse	1.1	ECRIT : L2 V0 "5,5" L2 V1 "27,7"	3.1
	SIM INDIV V0	3.1	SIM INDIV V0 V1	3.1		
1h10'40''			J. tas ?	1.1		
1h11'08''	à la seconde près	1.1				
1h11'20''	Dixième	1.1				
1h11'40''	les vitesses en m par s	1.1				
	ECRIT : L3 V0 "0,25"	3.1				
1h11'42''			J. il faut se mettre d'accord sur les distances sinon il y aura trop de variables...lol	1.1		
1h12'00''					moi en fait je cale la voiture juste au début début	1.1
1h12'54''					CORRECTION ECRIT : L2 V1 "28,3"	3.1
1h12'58''	j'ai fait une vitesse moyenne	1.1				

Tableau 13 : Structuration des données dans un tableau Excel™ (en rouge, mode Organisation, en vert, mode Exécution, en mauve, le niveau Co-construction, en bleu, les messages, en noir, les actions et le codage)

Exemples de codage

Dans ce paragraphe, nous présentons des exemples de codage de différentes séquences afin de montrer comment nous avons identifié les différents niveaux de l'activité d'organisation et les transitions. Nous présentons la liste des pannes et leur codage dans la partie Résultats (cf. § 9.2.3).

- Codage d'une séquence de niveau Co-construction avec COCOON :

Dans cette séquence (cf. Tableau 14), les trois critères de notre grille sont satisfaits :

- Les apprenantes se mettent d'accord sur la manière de travailler ensemble (1.3).
- Elles réfléchissent sur le problème ensemble et élaborent un langage commun (1.1).
- Elles décident de la stratégie à adopter (1.2).

Les lignes ajoutées en votant montrent que les apprenantes construisent collectivement la liste des données qui leur permettra de s'organiser explicitement et de résoudre ensemble le problème.

Les messages de *Chat* confirment les actions des apprenantes et sont caractéristiques d'échanges de niveau Co-construction : « D'abord le temps mis par les voitures sans arrêt », « Maintenant le même mais avec les voitures avec arrêt », « le temps ce n'est pas mesurer », « c'est calculer », « c'est lire », « après on peut changer l'ordre », etc.

Timing	Apprenant 1 : So.	Code	Apprenant. 2 : Sté.	Code	Apprenant 3 : Cris.	Code
34'30	on se met d'abord d'accord dans le chat	1.3				
34'34			ok	1.3		
34'42					d'accord	1.3
34'36			d'abord le temps mis par les voitures sans arrêt	1.1		
35'04					d'accord écrit le dans la ligne	1.3
35'06			puis les autres ki s'arrêtent	1.1		
35'14			moi ne faites rien	1.3		
35'28	ok	1.3	modifie la ligne verte	1.1		
35'32					d'accord	1.3
35'36			voter	1.3		
35'44					Vote Ok (2)	1.3
35'50			voter la ligne	1.3		
35'54			vite	1.3		
36'00	Modifie type de voitures="Sans arrêt" avant de voter	P 1.3				
36'02	Vote Ok (3)					
36'10	Clique bouton ajout ligne					
36'12	LIGNE N°3 Ajoutée					
36'30			modifie ligne verte cat='avec arrêt' en même temps que Cris.	1.1	modifie ligne verte cat="avec arrêt"	1.1
36'38			maintenant le même mais avec les autres voitures avec arrêt	1.1		
36'40					qui fait maintenant celles avec arrêt ?	1.3
36'44			toi-même	1.3		
36'48	ok	1.3				
36'52					d'accord	1.3
36'58					moi ou Soso	1.3
37'15			toi Cris.	1.3		
37'16					ok	1.3
37'40			après on calcule les vitesses pour chacune de ces deux catégories différentes	1.2		
38'00	ensuite pour les voitures qui s'arrêtent le temps qu'elles mettent pour s'arrêter	1.2			Ligne remplie par Cris. : Priorité = "Haute" Cat = "Avec Arrêt" NCD = "temps mis par chaque voiture pour arriver à la ligne" Descr = "pour les voitures qui s'arrêtent" Action = "Mesurer"	1.1 1.2
38'12			Sté vote(2)	1.3		
38'16					ok et les distances ?	1.1
38'30			So. vote	1.3		
38'32					Soso vote	1.3
38'54		1.3	après on peut changer l'ordre	1.2		
38'56	le temps c'est pas mesurer	1.1				
39'06	Modification "mesurer" est remplacé par "lire"	1.1				
39'30			c'est calculer	1.1		
39'40	c'est lire	1.1				
39'46			pos eso (Trad. : "c'est ça")	1.1		
39'49	vote ok (3)	1.3				
39'58	LIGNE N°4 ajoutée par So.					

Tableau 14 : Extrait d'un épisode de Co-construction avec codage, groupe 3, Phase 1A

- **Codage d'une séquence de niveau Co-opération avec COCOOP :**

Dans cet extrait (cf. Tableau 15), l'outil COCOOP est en mode Organisation.

Les apprenants explicitent leur organisation en cochant les cases du tableau de données (sous critère 2.2.3 de la grille). Ils sélectionnent des lignes entières (par exemple, « TOUTE L5 OK » signifie que toute la ligne n°5 est sélectionnée par l'apprenant 2) ou ils les désélectionnent (par exemple, « TOUTE L7 ? » signifie que l'apprenant 1 ne prend plus la ligne n°7).

Cette explicitation de l'organisation est confirmée par les échanges de *Chat* qui ont lieu pendant le remplissage du tableau : « *répartissons nous les tâches* », « *prenez chacun une colonne d'abord* », « *J. arrête de tout prendre* », « *prenons à plusieurs* », « *au moins deux par tâches* », etc.

Les apprenants adoptent une division du travail (sous critère 2.2.2) et s'affectent les tâches (sous critère 2.2.1). Nous pouvons donc identifier avec certitude des actions et messages de niveau Co-opération.

Timing	Apprenant 1 J.	Code	Apprenant 2 N.	Code	Apprenant 3 Y.	Code
59"08	Répartissons-nous les tâches	1.2.2				
59"10					prenez chacun une colonne d'abord	2.1.2
59"12	TOUTES L6 L7 L8 L3 OK	2.2				
59"30					J. ARRETE DE TOUS PRENDRE	2.3
59"38	TOUTE L7 ?	2.2				
59"40					TOUTE L4 OK	2.2
59"42			TOUTE L5 OK	2.2		
59"44					TOUTE L5 OK	2.2
59"52	prenons a plusieurs	2.2				
59"56			TOUTE L1			
01"00"04	au moins deux par tâches	2.2				
01"00"06			J. tu es un égoïste mec	2.3		
01"00"24	FORCE le passage en mode Exécution					
01"00"26	PASSAGE MODE EXECUTION					

Tableau 15 : Extrait d'un épisode de Co-opération avec codage, groupe 1, Phase 1B

- **Codage d'une séquence de niveau Co-ordination avec COCOOP :**

Le tableau (cf. Tableau 13) représente un codage d'actions et de messages pendant un épisode de Co-ordination. L'outil COCOOP est en mode Exécution (Colonne « Timing » en vert).

Les apprenants remplissent le tableau de données avec les valeurs trouvées (par exemple, à 1h 50' 48", « Écrit : L4 V8 14,9 » signifie « L'apprenant 2 remplace un « OK » par la valeur « 14,9 » dans la ligne 4 colonne voiture 8 »). Dans la colonne « Code », cette action est codée 3.1 (Exécution du plan). Nous la situons au niveau Co-ordination.

Ils échangent des messages en lien avec ce remplissage. L'apprenant 3 qui s'est aperçu d'une différence dans les valeurs partagées demande à l'apprenant 2 : « *N., s'il te plait, recalcule les deux temps de la voiture 2.* » Celui-ci était en train de corriger des valeurs qui posaient problème : « *j'ai réparé les distances voitures/ligne d'arrivée.* »

Timing	Apprenant 1 : J.	Code	Apprenant 2 : N.	Code	Apprenant 3 : Y.	Code
1h 49' 16"			CORRECTION ECRIT : L4 V2 "5,2"	3.1		
1h 50' 48"	SIM INDIV V2	3.1	ECRIT : L4 V8 "14,9"	3.1		
1h 51' 00"	faut être positif	3.3				
1h 51'04"	SIM INDIV V2	3.1	ECRIT : L4 V7 "14,9"	3.1		
1h 51' 40"	ECRIT : L9 V2 "2.6"	3.1	CORRECTION ECRIT : L4 V8 "15,1"	3.1		
	SIM INDIV V3 V4 V5 ENSEMBLE	3.1				
1h 52' 22"			CORRECTION ECRIT : L5 V0 à V9 «1,4" (distance piste ?)	3.1		
					N., sil te plaît recalcule toi les deux temps de la voiture 2	3.3
1h 53' 42"	1,4 la distance	3.3				
1h 53' 54"			j'ai réparé les distances voitures/lignes d'arrivé	3.3		
1h 54' 10"			ECRIT : L6 V0 à V9 «0"	3.1		
1h 54' 52"	ECRIT : L9 V3 "9.2"	3.1	SIM INDIV V9	3.1		
	SIM INDIV V3 V4 V5 ENSEMBLE	3.1				
1h 57' 18"	ECRIT : L9 V4 "14.9"	3.1			ECRIT : L4 V6 "0" (timing déduit)	3.1
	SIM INDIV V9	3.1				
	ECRIT : L6 V9 "3"	3.1				
1h 58' 52"			ECRIT : L4 V9 "27,1"	3.1		
2h 00' 00"	ECRIT : L6 V8 "1"	3.1				
2h 00' 28"	ECRIT : L6 V2 "2"	3.1				
					recalcule le temps du premier arrêt	3.3
					et dis moi combien t'a trouve	3.3
2h 00' 44"	arrêt de quelle voiture	3.3				
	SIM INDIV V3	3.1				
2h 01' 42"	ECRIT : L6 V3 "1 départ"	3.1				

Tableau 16 : Extrait d'un épisode de Co-ordination avec codage, groupe 1, Phase 1B, épisode 4

- Codage d'une séquence de niveau Co-opération avec un groupe sans outil :

Timing	Apprenant 1 : L.	Code	Apprenant 2 : M.	Code	Apprenant 3 : R.	Code
55'16	SIM INDIV : TEST V7. Il lit le chat de temps en temps pour être en accord avec les autres		L. les 456 et moi les 1 2 3	2.1 / 2.2	SIM INDIV : MESURE DUREE ARRÊT V4	
55'40		chacun doit trouver a quelle moment elle s'arrêtent, le tps des différents arrêts ok ??				
56'00		R. les 456				
56'12		ok ??				
56'34	BROUILLON : ECRIT "voiture 7 : 29.3s départ = 6s A1=13.6 R1=22.6"				okk	2.2
57'04						
57'22	ok	2.2	SIM INDIV : V2 Durée Arrêt			
57'48	SIM INDIV : TEST V7 (seule) Mesure la durée d'un arrêt et la distance parcourue entre les arrêts				SIM INDIV : MESURE DUREE ARRÊT V4	
58'50			j'ai fini les 0 1 2 3 je fais les autres et après on compare les résultats	2.2		
59'18					no prob.	2.2 / 2.3

Tableau 17 : Extrait d'un échange au sujet de l'organisation pour le groupe 4 sans outil

Dans le tableau 17, l'apprenant 2 propose une répartition des tâches : « *L. les 456 et moi les 123* », « *chacun doit trouver à quel moment elles s'arrêtent, le temps des différents arrêts, ok ??* », « *R., les 456, ok ??* », « *j'ai fini les 0 1 2 3, je fais les autres et après on compare les résultats* », etc. Ces messages liés à l'organisation sont émis et reçus (apprenant 1, L. : « *ok* », apprenant 2, M. : « *okk* », « *no prob* ») par les apprenants pendant qu'ils exécutent d'autres actions (dans l'exemple, des mesures dans la simulation individuelle).

Les épisodes de Co-opération doivent donc être recherchés dans les messages de *Chat* et sont souvent imbriqués avec d'autres actions ou d'autres types de messages.

- Codage d'une transition avec COCOOP :

Le tableau ci-dessous (cf. Tableau 18) présente un exemple de transition tel que nous l'avons codé. Les apprenants sont en mode Exécution dans l'outil COCOOP (niveau Co-ordination en vert). L'apprenant 3 demande à changer de mode : « *On peut changer de mode car moi j'ai déjà fait ma partie* », l'apprenant 1 est d'accord : « *Moi aussi* », il vote et demande aux autres apprenants de voter : « *votez* », ce que font les deux autres apprenants (codage : vote OK pour changement de mode). Le groupe est en phase (3 votes OK) et passe en mode Organisation (niveau Co-opération en rouge).

Timing	Apprenant 1 : So.	Code	Apprenant. 2 : Sté.	Code	Apprenant 3 : Cris.	Code
1h48'14''					ECRIT : TAB : EXEC : L3 : V5 : App3 : ANCIEN : « 11 » : NOUVEAU : « 11,2 »	
1h48'20''	SIM PART Mesure Durée Course V6				Observe tout le tableau	
1h48'40''	ECRIT : TAB : EXEC : L4 : V6 : App1 : 14					
1h48'54''	SIM PART Mesure Durée Course V8 V9 10					
DÉBUT TRANSITION						
1h48'58''					ON PEUT CHANGER DE MODE CAR MOI J'AI DEJA FAIT MA PARTIE ?	
1h50'16''	moi aussi					
1h50'18''	Vote OK pour changement de mode					
1h50'26''	votez				Vote OK pour changement de mode	
1h50'36''			Vote OK pour changement de mode			
1h50'40''						
TRANSITION						
7 Mode Organisation						
1h50'42''			SIM INDIV Continue à Mesurer Durée Arrêt V5 V6 V7			
1h51'10''	Sélectionne les lignes 5 et 6 en entier	2.2		3.1	JE FAIS LE 5	2.2
1h51'14''					clique Ok pour toute la ligne 5 (3ième colonne =App3)	2.2
1h52'44'	Sté. enlève tes ok	2.2				
1h52'54''					OUI C'EST VRAI ENLEVELES	2.2

Tableau 18 : Exemple de transition groupe 3, passage Co-ordination à Co-opération, épisode 6 à 7

Évaluation de la motivation :

Afin de détecter un effet possible du système sur la motivation, nous avons utilisé une partie du questionnaire standardisé intitulé *Student Approaches to Learning* (SAL) [Marsh & al. 06] comme pré-test et post-test (voir annexe A).

9.2.3 Résultats

9.2.3.1 Vision générale des 6 sessions

Dans les figures 74 et 75 ci-dessous, nous présentons une vue générale qui récapitule et résume notre analyse des six groupes basée sur les six fichiers Excel™ (un fichier Excel™, celui du groupe 3 est fourni en annexe B).

Nous utilisons la vue générale de la figure 74 pour comptabiliser le temps passé par chaque groupe dans les trois niveaux de notre modèle de l'activité d'organisation quand nous les avons détectés. Ceci nous permet de simplifier notre acquisition des résultats tout en maintenant leur cohérence.

Dans notre analyse, nous avons pris en compte un phénomène particulier relatif à la composition des groupes qui a eu un impact non négligeable sur la compréhension du fonctionnement collectif de deux groupes en particulier. En effet, les groupes 1, 2, 3 et 4 ont effectivement tenté de résoudre collectivement le problème tout au long de leur session tandis que les groupes 5 et 6 ont adopté un comportement spécifique. L'organisation était décidée avant que la résolution ne commence :

- Le groupe 5 est constitué de trois élèves amis dont un des membres est d'un excellent niveau en mathématiques. Ce dernier a été désigné pour résoudre le problème avec l'aide éventuelle des deux autres apprenants. Cette organisation décidée *a priori* pose un problème de codage et nécessite de faire des choix. Par exemple, l'épisode 4 est considéré comme une activité individuelle mais cela ne signifie pas que les apprenants sont isolés. Nous le considérons comme un cas particulier du niveau Co-ordination.
- Dans le groupe 6, deux élèves de très bon niveau en mathématiques sont dans la même classe de Terminale Scientifique et se connaissent très bien. La troisième est une élève de Première Scientifique qui ne les connaît pas. Les deux élèves de Terminale ont décidé de travailler ensemble tandis que la troisième élève n'a pas voulu ou su comment travailler avec eux. Nous avons considéré ce groupe comme étant en panne pendant pratiquement toute la session. Toutefois, nous avons codé les deux élèves de Terminale comme un groupe (cf. Figure 74 : groupe 6, colonne 1 E. et 2 F.).

Dans les deux cas, l'expérimentateur ne jouant pas le rôle d'un tuteur n'est pas intervenu pour tenter de faire travailler ces apprenants collectivement.

Nous apporterons des précisions supplémentaires sur ces groupes dans nos résultats et dans le paragraphe consacré à la discussion des résultats.

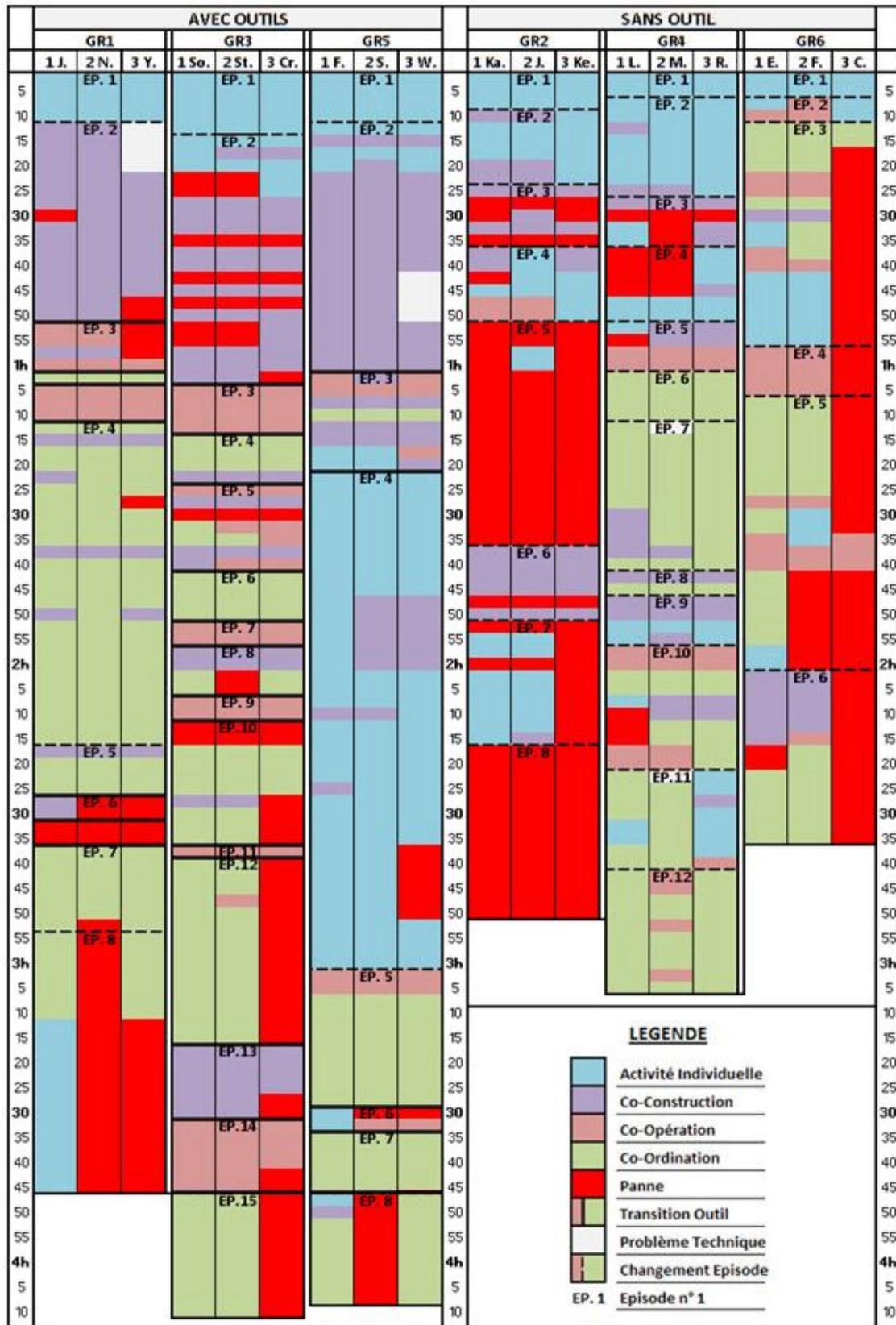


Figure 74 : Résumé des 6 sessions des groupes avec outils (GR1, GR3 et GR5) et groupes sans outil (GR2, GR4 et GR6) avec prise en compte de chaque apprenant

Dans la figure 75, nous avons repris les 6 sessions décrites dans la figure 74 précédente en focalisant sur les groupes (et non plus les individus). Cette présentation donne de l'importance aux pannes d'organisation des apprenants (en rouge). Nous avons considéré le groupe comme étant en panne si l'un de ses membres l'était. Pour les groupes avec outils, nous avons ajouté une colonne « Mode » pour préciser l'utilisation des différents outils : COCOON (indication de Co-construction), COCOOP en mode Organisation (indication de Co-opération) et COCOOP en mode Exécution (indicateur de Co-ordination). C'est ce tableau (cf. Figure 75) que nous avons utilisé pour comptabiliser toutes les durées (niveaux et pannes) et les transitions.

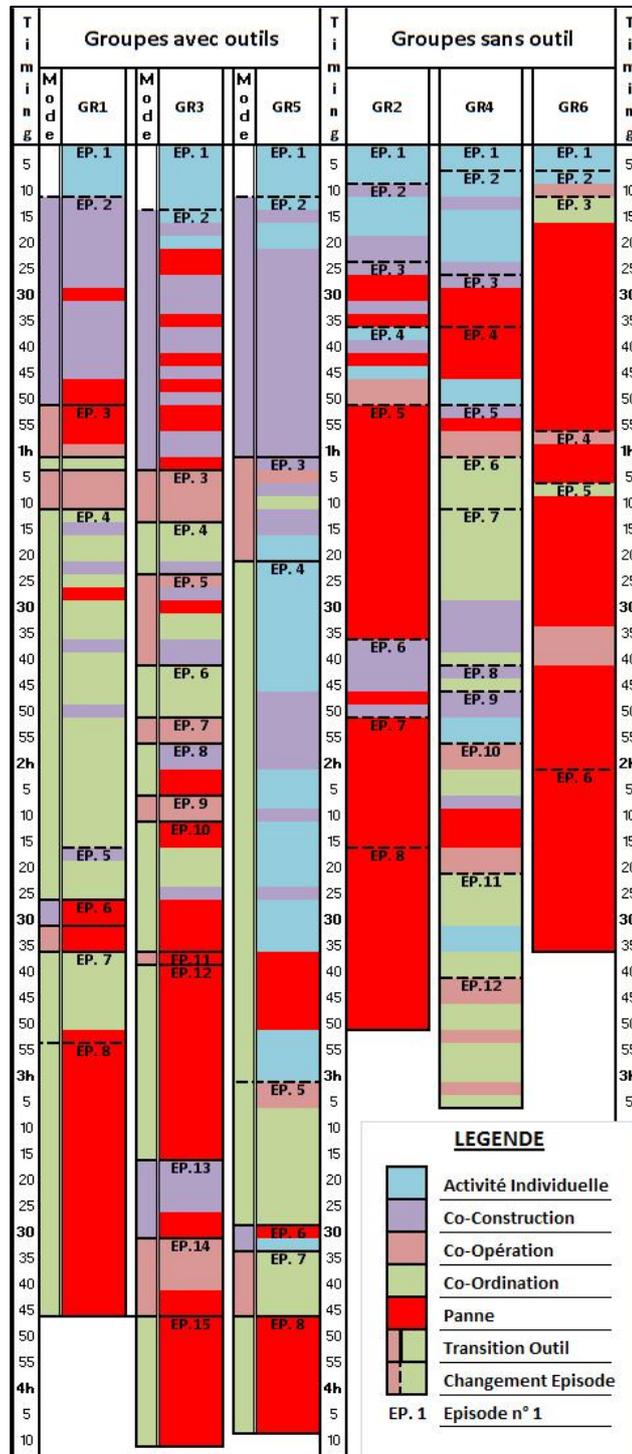


Figure 75: Résumé par groupe des 6 sessions, groupes avec outils (GR1, GR3 et GR5) et groupes sans outil (GR2, GR4 et GR6)

Dans le tableau (cf. Tableau 19) ci-dessous, nous dressons la liste des différences principales que nous avons relevées dans notre analyse entre les groupes avec outils et les groupes sans outil. Ces différents éléments sont détaillés dans les sections suivantes : les données recueillies et leur synthèse (du § 9.2.3.2 au § 9.2.3.5) puis leur discussion (§ 9.2.4).

	Groupe avec outils	Groupe sans outil
Durée moyenne de la session	4h 00	2h 50
Solution	1 groupe a réussi (groupe 5)	1 groupe a réussi (groupe 6)
Fonctionnement particulier	Groupe 5 : un seul élève résout soutenu par deux autres élèves	Groupe 6 : deux élèves travaillent ensemble en ignorant la troisième
Début de session (la première heure)	<ul style="list-style-type: none"> Phase collective sans acquisition de données Long épisode de Co-construction pour les trois groupes 	<ul style="list-style-type: none"> Phase essentiellement individuelle avec acquisition de données Quelques courts échanges de messages au niveau Co-construction
Organisation générale de la résolution	Phases alternées d'organisation explicite et de résolution de problème (moins pour le groupe 5)	Organisation et résolution imbriquées (moins pour le groupe 4)
Processus de résolution	Collectif : Une seule solution écrite dans un langage commun	Plutôt Individuel : trois solutions différentes (tentative de partage des données pour le groupe 4)
Mode générale de fonctionnement	Collectif du début à la fin (moins pour le groupe 5)	Non collectif (plus collectif pour le groupe 4)
Utilisation système	Outils utilisés pendant 86% du temps de la session (COCOON : 29%, COCOOP en mode Organisation : 12%, COCOOP en mode Exécution : 59%)	
Niveaux	Plus facilement détectables : <ul style="list-style-type: none"> Homogènes (actions et messages) Longue durée 	Plus difficilement détectables : <ul style="list-style-type: none"> Disséminés Courte durée
Transitions	<ul style="list-style-type: none"> Nettement visibles Très souvent en accord avec les outils (66%) 	<ul style="list-style-type: none"> Imprévisibles Allers et retours rapides
Pannes	<ul style="list-style-type: none"> Détectables Interprétables Certaines résolues par les apprenants En majorité de niveau Co-opération ou Co-ordination Nombreuses mais peu graves Courte durée en général 	<ul style="list-style-type: none"> Plus difficilement détectable Nécessitent pour être interprétées une plus longue durée d'observation En majorité de niveau Co-construction Peu nombreuses mais graves Longue durée (jusqu'à toute la session pour les groupes 2 et 6)
Pannes importantes	2 pannes fatales pour la réussite de la résolution (groupes 1 et 3). 1 panne de fonctionnement collectif pour le groupe 1 en fin de session (épisode 8)	2 pannes fatales très longues pour le fonctionnement collectif (groupes 2 et 6) ayant entraîné l'échec de la résolution pour le groupe 2
Messages	Gr. 1 : = 62 messages, $\sigma = 11$ Gr. 3 : = 111, $\sigma = 9$ Gr. 5 : = 58, $\sigma = 8$ Moyenne des σ : 9,4	Gr. 2 : = 93, $\sigma = 16$ Gr. 4 : = 83, $\sigma = 51$ Gr. 6 : = 31, $\sigma = 21$ Moyenne des σ : 29,2
Résultats Test SAL Motivation	Pré test : = 17,44; $\sigma = 1,54$ Post test : = 16,61 ; $\sigma = 3$	Pré test : = 18,33; $\sigma = 2,03$ Post test : = 15,83; $\sigma = 1,61$

Tableau 19 : Principales différences entre les groupes avec et sans outils

9.2.3.2 Activité d'organisation (niveaux, transitions et pannes)

Niveaux et pannes :

En nous basant sur le résumé des sessions de la figure 75, nous avons construit le tableau (cf. Tableau 20) qui comptabilise :

- Les durées cumulées passées par chaque groupe dans les différents niveaux (Co-construction, Co-opération et Co-ordination) sans pannes.
- Les durées cumulées des pannes qualifiées selon leur niveau.
- Les durées cumulées de l'activité individuelle des apprenants.

Ce tableau permet de caractériser et de comparer l'activité d'organisation de tous les groupes. Il fournit deux indicateurs cohérents de l'activité d'organisation, le temps passé *organisé* (sans pannes) et le temps passé *en panne* pour chaque groupe en précisant le niveau correspondant. Le temps passé individuellement correspond en général au début des sessions (prise en main du système et lecture des vidéos pour les groupes avec outils ou début de résolution pour les groupes sans outil). Il est exceptionnellement long pour le groupe 5 (90 min) qui a choisi un mode de fonctionnement particulier comme nous l'avons déjà précisé (cf. § 9.2.3.1).

Le niveau d'une panne peut être différent du niveau en cours. Par exemple, une panne de Co-construction peut se produire alors que les apprenants se situent au niveau Co-ordination ou Co-opération.

Une panne peut se prolonger dans le temps. Par exemple, le groupe 6 (Gr. 6) a une panne de Co-construction qui se prolonge pendant les deux tiers de la session (100' sur un total de 155'). Nous ne considérons pas cette période de panne de Co-construction comme une activité d'organisation de niveau Co-construction. Nous signalons qu'une panne que nous pouvons qualifier de panne de Co-construction s'est produite à un certain moment et a duré un certain temps.

Durée cumulée / Niveau	Avec outils			Sans outil		
	Gr. 1	Gr. 3	Gr. 5	Gr. 2	Gr. 4	Gr. 6
Pannes de Co-construction	0' (0%)	57'30'' (23%)	0' (0%)	105' (62%)	25' (14%)	100' (64%)
Co-construction sans pannes	45' (20%)	50' (20%)	72'30'' (30%)	27'30'' (16%)	30' (16%)	0' (0%)
Pannes de Co-opération	5'00'' (2%)	10'00'' (4%)	2'30'' (1%)	0' (0%)	2'30'' (1%)	0' (0%)
Co-opération sans pannes	10'00'' (5%)	32'30'' (13%)	7'30'' (3%)	5'00'' (3%)	25'00'' (14%)	12'30'' (8%)
Pannes de Co-ordination	77'30'' (34%)	50'00'' (20%)	37'30'' (15%)	12'30'' (7%)	0' (0%)	27'30'' (18%)
Co-ordination sans pannes	77'30'' (34%)	32'30'' (13%)	37'30'' (15%)	0' (0%)	67'30'' (36%)	7'30'' (5%)
Activité individuelle	10'00'' (5%)	17'30'' (7%)	90'00'' (36%)	20'00'' (12%)	35'00'' (19%)	7'30'' (5%)
Session totale et %	225' (100%)	250' (100%)	245' (100%)	170' (100%)	185' (100%)	155' (100%)

Tableau 20 : Durée des types de pannes et durée dans les niveaux sans pannes

Le tableau (cf. Tableau 21) construit à partir du tableau précédent (cf. Tableau 20) indique le temps moyen passé en pannes, organisé ou individuellement selon les types de groupes (avec ou sans outils).

Moyenne Durée /Panne/Niveau	Avec outils	Sans outil
Moyenne pannes de Co-construction	19'10'' (8%)	76'40'' (45%)
Moyenne pannes de Co-opération	4'10'' (2%)	50'' (1%)
Moyenne pannes de Co-ordination	56'40'' (23%)	13'20'' (8%)
Moyenne temps passé en pannes sur temps total session	80'00'' (33%)	90'50'' (54%)
Moyenne Co-construction sans pannes	55'50'' (23%)	19'10'' (11%)
Moyenne Co-opération sans pannes	16'40'' (7%)	14'10'' (8%)
Moyenne Co-ordination sans pannes	49'10'' (20%)	25'00'' (15%)
Moyenne temps passé organisé sur temps total session	121'40'' (51%)	58'20'' (34%)
Moyenne activité individuelle	39'10'' (16%)	20'50'' (12%)
Moyenne session totale et %	240' (100%)	170' (100%)

Tableau 21 : Moyenne du temps passé en pannes ou sans pannes selon les niveaux

Dans le tableau suivant (Tableau 22), nous calculons le pourcentage d'utilisation de nos outils selon le niveau de l'activité d'organisation des apprenants. Nous prenons en compte uniquement les épisodes d'organisation sans pannes.

Durée niveau sans pannes	Avec outils		
	Gr. 1	Gr. 3	Gr. 5
Co-construction sans pannes dans COCOON	32'30''	35'	42'30''
Co-construction sans pannes hors COCOON	12'30''	15'	30'
Total Co-construction sans pannes	45'	50'	72'30''
% Co-construction sans pannes dans COCOON / Durée totale Co-construction sans pannes	72%	70%	59%
Moyenne	67%		
Co-opération sans pannes en mode Organisation	10'	32'30''	2'30''
Co-opération sans pannes hors mode Organisation	0'	0'	5'30''
Total Co-opération sans pannes	10'00''	32'30''	7'30''
% Co-opération sans pannes (COCOOP en mode Organisation) / Durée totale Co-opération sans pannes	100%	100%	33%
Moyenne	78%		
Co-ordination sans pannes en mode Exécution	67'30''	27'30''	22'30''
Co-ordination sans pannes hors mode Exécution	0'	5'	15'30''
Total Co-ordination sans pannes	67'30''	32'30''	37'30''
% Co-ordination sans pannes (COCOOP en mode Exécution) / Durée totale Co-ordination sans pannes	100%	85%	60%
Moyenne	82%		

Tableau 22 : Comptabilisation des durées dans les niveaux sans pannes et utilisation des outils pour chaque groupe avec outils

Transitions :

Les transitions et les votes que nous avons relevés sont comptabilisés dans le tableau ci-dessous (cf. Tableau 23). Les difficultés (ou l'absence) d'organisation du travail collectif rencontrées par les groupes 2 et 6 ne nous ont pas permis de comptabiliser les transitions (groupe 2) ou très peu (groupe 6). Les apprenants ont la possibilité de modifier le contenu des lignes du tableau de données en mode Exécution ou d'en ajouter de nouvelles, nous les avons comptabilisées comme des transitions liées aux outils du niveau Co-ordination vers le niveau Co-construction et retour.

Transitions		Avec outils			Sans outil		
Descendantes		Gr. 1	Gr. 3	Gr. 5	Gr. 2	Gr. 4	Gr. 6
Co-Construction ->	Co-opération	1	3	1	#	2	#
Co-Construction ->	Co-ordination	6	4	6	#	3	#
Co-opération ->	Co-ordination	2	4	1	#	3	1
Ascendantes							
Co-opération ->	Co-construction	0	2	1	#	0	#
Co-ordination ->	Co-opération	1	3	1	#	4	1
Co-ordination ->	Co-construction	6	4	5	#	3	#
Total		16	20	15	#	15	2
Votes							
Vote collectif (3 votes ok)		1	8	0			
Vote forcé		3	3	2			

Tableau 23 : Nombre de transitions selon les niveaux et nombre de votes

Liste des Pannes :

Nous avons rassemblé dans les deux tableaux (cf. Tables 24 et 25), les 36 pannes que nous avons détectées pour l'ensemble des six groupes ; 22 pour les groupes avec outils et 14 pour les groupes sans outils. Nous donnons une description sommaire de la panne et nous la caractérisons par :

- Sa durée.
- L'épisode concerné qui permet de la situer dans la figure 75.
- Le niveau auxquels les apprenants se trouvaient lorsque la panne s'est produite codé 1 pour Co-construction, 2 pour Co-opération et 3 pour Co-ordination.
- Le niveau de notre modèle qui caractérise la panne.
- Le ou les critères qui nous ont permis de l'identifier et de la qualifier.
- L'importance que nous lui accordons.
- Le fait que la panne a été résolue ou non résolue.
- La possibilité pour un tuteur de la détecter pendant la résolution du problème.

Nous avons noté en gras les pannes que nous considérons comme « fatales ». Nous distinguons deux types de pannes « fatales », celles qui ne permettent pas aux groupes de résoudre *collectivement* le problème et celles qui font *échouer* le défi.

Pour les groupes avec outils, nous avons détecté deux pannes « fatales » :

- La panne « fatale » du groupe 1 qui a fait échouer le défi a été causée par l'oubli de l'apprenant 3 de la mesure d'une donnée indispensable à la réussite du défi. 2h54'16'' : apprenant 3 : « *Qui est ce que qui n'a pas rempli le temps de la voiture 5* », 3h10'00'' : apprenant 3 : « *Bon, on fait en fait la vitesse totale moins le temps d'arrêt, ça nous donnera en fait la vitesse totale sans le temps et permettre de corriger mon erreur* ». Les autres apprenants ont oublié de vérifier que toutes les données avaient bien été recueillies. C'est une panne de niveau 3 (Co-ordination), de critère P 3.1 : « Non exécution du plan prévu », de sous-critères P 3.1.1 : « Non exécution de toutes les tâches prévues » ou P 3.1.5 : « Non respect des règles de communication des résultats ». Le groupe a tenté de rattraper la panne en trichant ou en devinant la vitesse de la voiture par le calcul avec les données recueillies.
- La panne « fatale » du groupe 3 qui a fait échouer le défi est due à une mauvaise organisation adoptée par le groupe basée sur un malentendu. Les apprenants ont cru que l'apprenante 3 était capable de résoudre le défi car elle avait réussi un essai avec trois voitures. Ils ont modifié l'organisation initiale et décidé de la laisser s'entraîner pendant qu'ils terminaient l'acquisition des données. L'apprenante 3 a émis plusieurs messages pour signaler qu'elle avait des problèmes mais ils n'ont pas été remarqués. Lors du défi, cette apprenante a abandonné la résolution. C'est une panne de niveau Co-ordination : l'apprenante ne peut pas

exécuter la tâche qui lui a été confiée (P 3.1.1) et les autres membres n'ont pas conscience qu'elle n'y arrive pas (P 3.3.2).

La liste des pannes des groupes avec outils est présentée dans le tableau suivant (cf. Tableau 24) :

Groupes	Pannes	Description de la panne	Épisode	Durée	Niveau en cours	Niveau de la panne	Critères	Importance	Résolution de la panne	Détection pendant la résolution
GR1	1	Modification d'une ligne sans négociation	2	2'30	1	3	P 3.1.1 P 3.3.1	Mineur	Inaperçue par le groupe	Possible
	2	L'apprenant 3 ne communique plus	2 et 3	12'30	1	3	P 3.3	Mineur	Résolue	Possible
	3	Commentaire apprenant 3 ignoré	4	2'30	3	3	P 3.3	Mineur	Inaperçue par le groupe	Possible
	4	Les apprenants 2 et 3 laissent l'apprenant 1 remplir seul le tableau de données. Conflit entre les apprenants 2 et 3	6	5'00	1	3	P 3.2 P 3.2	Moyen	Résolue par l'apprenant 1 qui l'a fait seul	Possible
	5	Pas d'organisation explicite pour le challenge ni dans COCOOP ni en dehors de COCOOP	6	5'00	2	2	P 2.1 P 2.2 P 2.3	Majeur	Non résolue ou implicite. L'apprenant 1 résout le challenge tout seul	Possible
	6	Résolution du défi non collective. Les apprenants 2 et 3 ne font plus rien	7	55'00	3	3	P 3.1 P 3.2 P 3.3	Majeur	Non résolue. Provoquée par la panne 5	Possible
	7	L'apprenant 3 a oublié de calculer une valeur pour une voiture du défi	7	Inconnue	3	3	P 3.1.1 P 3.3.1	Fatale au défi	Tentative de résolution par l'apprenant 2 en trichant (non permis)	Possible
GR3	1	Conflit dans l'utilisation de COCOON. Les apprenants 1 et 2 écrivent en même temps dans la zone partagée	2	5'00	1	3	P 3.3 P 3.3.4	Mineur	Ignorée	Possible
	2	Même panne que 1	2	2'30	1	3	P 3.3 P 3.3.4	Mineur	Résolue. Accord.	Possible
	3	Mauvaise utilisation outil COCOON	2	2'30	1	3	P 3.3	Mineur	Résolue. Prise en main Outil	Possible
	4	Problème de compréhension partagée du problème. Conflit sur une ligne	2	2'30	1	1	P 1.1	Mineur	Résolue par explication de l'apprenant. 1	Possible
	5	Répétition pannes 1 et 2	2	5'00	1	2	P 3.3	Mineur	Résolue par l'apprenant 1 (répétition de p. 1 et p. 2)	Possible
	6	L'apprenant 3 "décoche"	2	2'30	1	2	P 2.2 P 2.2.4	Moyen	Problème dans le choix de la stratégie de résolution	Possible
	7	Le groupe met toutes les cellules à "OK" dans l'outil COCOOP en mode organisation.	5	2'30	2	2	P 2.3	Mineur	Résolu. Le groupe voulait que chacun fasse tout "pour être plus sûr"	Possible
	8	Désynchronisation apprenant 2. Ne sait plus quoi faire et le dit.	8	5'00	3	3	P 3.1.4	Mineur	Résolu par le temps	Possible
	9	Problème de compréhension partagée	10	5'00	3	1	P 1.1	Moyen	Non résolu	Possible
	10	Modification de l'organisation et de la stratégie de résolution sans négociation par apprenant 3.	10, 11 et 12	50'00	3	1 (et 2)	P 1.2 P 2.2 P 2.3	Majeur	Non résolue. Panne en devenir car l'apprenant 3 ne sait pas résoudre le défi	Possible
	11	L'apprenant 3 "décoche" une nouvelle fois	13	5'00	1	3	P 3.1	Majeur	Résolue par passage à la phase suivante	Possible
	12	Mauvais choix de modification de l'organisation par le groupe	15	30'00	3	3	P 3.1	Fatale au défi	Abandon de la résolution du défi par l'apprenant 3	Possible
GR5	1	Demandes de l'apprenant 3 ignorées	4	15'00	3	3	P 3.3	Mineur	Non résolue (inaperçue)	Possible
	2	L'apprenant 1 remplit tout seul le tableau de données	6	2'30	1	2	P 1.2 P 2.3	Mineur	Résolue (choix d'organisation)	Possible
	3	L'apprenant 2 ne participe pas au challenge	8	22'30	3	3	P 3.2	Mineur	Résolue (choix d'organisation)	Possible

Tableau 24 : Liste des pannes pour les groupes avec outils

La liste des pannes des groupes sans outil est présentée dans le tableau suivant (cf. Tableau 25) :

Gr ou pe	N° Pan ne	Description de la panne	Épisode	Durée	Niveau en cours	Niveau panne	Critère	Import-ance	Résolution de la panne	Détection pendant la résolution
G R . 2	1	Problème de partage de la simulation	3	5'00	1	3	P 3.3	Mineur	Non résolue	Possible
	2	Problème de partage de la simulation	3 et 4	5'00	1	3	P 3.3	Mineur	Non résolue	Possible
	3	Problème de compréhension du problème (conflit)	5	45'00	Panne	1	P 1.1 P 1.2 P 1.3	Majeur	Non résolue	Possible
	4	Problème pour travailler ensemble	6	2'30	1	3	P 3.3	Mineur	Résolu	Possible
	5	Problème grave de compréhension du problème (conflit permanent entre apprenant 1 et 3)	7	5'00	2	1	P 1.1 P 1.2 P 1.3	Majeur	Non résolue	Difficile
	6	Explication mutuelle du problème incompréhensible (conflit permanent entre apprenant 1 et 3)	7 et 8	55'00	1	1	P 1.1 P 1.2 P 1.3	Fatale	Non résolue. Fatale pour le travail collectif et la réussite du défi	Difficile
G R . 4	1	Les apprenants ont des problèmes de compréhension du défi	3	7'30	1	1	P 1.1	Mineur	Résolue	Possible
	2	Apprenant 1 et 2 ont des problèmes de compréhension du défi	4	10'00	1	1	P 1.1	Mineur	Résolue par l'apprenant 3 explication du défi	Possible
	3	Décision de l'apprenant 1 de s'organiser sans négocier	5	2'30	2	2	P 2.2	Moyen	Résolue. Le groupe décide de s'organiser ensemble	Possible
	4	Problème de compréhension et de langage commun	10	7'30	3	1	P 1.1	Mineur	Résolue par le groupe	Possible
	5	3 demandes d'organisation ignorée		3 x (1 ')	3	2	P 2.1 P 2.2	Mineur	Non résolues (inaperçues)	Possible
G R . 6	1	Pas de travail collectif pendant presque toute la session avec apprenant 3	3, 4, 5 et 6	1h 39'30	1, 2 et 3	1	P 1.1 P 1.2 P 1.3	Fatale	Non résolue. Fatale pour le travail collectif	Difficile
	2	L'apprenant 2 a des problèmes de résolution	5	20'00	3	3	P 3.1	Mineur	Résolue	Difficile
	3	L'apprenant 3 n'a pas compris le problème	Session	Session	Session	1	P 1.1	Majeur	Non résolue, ne participe pas à la réussite du groupe	Difficile
	4	L'apprenant 1 ne respecte pas l'organisation adoptée	6	7'30	1	3	P 3.2	Mineur	Résolue	Possible

Tableau 25 : Liste des pannes pour les groupes sans outil

Parmi les groupes sans outils, deux pannes « fatales » se sont aussi produites mais contrairement aux groupes ayant utilisé le système, elles ont été « fatales » pour le travail collectif dans les deux cas (groupe 2 et 6) et pour la réussite du défi dans un cas (groupe 2).

- La panne « fatale » du groupe 2 qui a fait échouer le travail collectif et le défi est due principalement à une compréhension partagée du problème qui n'a pas pu s'établir malgré de nombreuses tentatives pendant toute la session. Cela est dû au fait que deux apprenants n'ont pas compris comment résoudre le problème (P 1.1) et sont entrés en un conflit ininterrompu (P 1.3). Ils n'ont donc pas pu mettre en place une stratégie générale de résolution (P 1.2). Cette panne se situe au niveau Co-construction. Elle a commencé en début de session et n'a jamais été résolue. Cette panne a empêché la réalisation d'un travail collectif et a provoqué l'échec du défi.
- La panne « fatale » du groupe 6 qui a fait échouer le travail collectif provient de la non mise en place d'une structure d'entente collective (P 1.3) et se situe au niveau Co-construction. Les apprenants 1 et 2 ont considéré qu'ils n'avaient pas besoin de l'apprenant 3 pour résoudre le problème. Comme elle ne s'est pas beaucoup manifestée (seulement 8 messages sur un total de 94) et qu'ils se sont rendu compte qu'elle ne savait pas résoudre le problème, ils l'ont ignorée pendant quasiment toute la session. Malgré le fait qu'ils n'ont pas travaillé collectivement, les deux apprenants (1 et 2) du groupe 3 ont réussi le challenge pour les raisons que nous exposerons plus loin (cf. § 9.2.4.4 sur la résolution du problème).

9.2.3.3 Résolution du problème

Le tableau suivant présente les résultats des 6 groupes pour le défi. Nous avons estimé que la réussite ou l'échec du défi n'était pas un critère suffisant pour comparer les résultats des groupes. Une caractéristique de ce défi est qu'il demande une grande précision dans les mesures et les calculs. En effet, les résultats sont très sensibles à une petite erreur de calcul ou de mesure.

Lors de notre expérimentation, nous avons constaté que certains groupes semblaient plus proches de la réussite que d'autres. Nous avons donc calculé les valeurs absolues des écarts entre la durée de la voiture posée par le tuteur et celle des deux voitures posées par les apprenants pour rendre compte de cette proximité avec la solution. Nous trouvons une différence de 14,6 s (26,6 – 12) en faveur des groupes avec outils. En moyenne, les groupes avec outils se trouvent à 4 s du résultat correct tandis que les groupes sans outil sont à 8,9 s du résultat correct. Les groupes 5 et 6 ayant réussi le challenge, nous avons noté la valeur 0 comme valeur absolue des écarts.

Groupes	Groupes avec outils			Groupes sans outil		
	1	3	5	2	4	6
Valeur absolue (Différence de temps (Voiture Tuteur - Voiture1))	0,5	1,1	0	14,3	6,9	0
Valeur absolue (Différence de temps (Voiture Tuteur - Voiture2))	2,2	8,2	0	5,2	0,2	0
Somme des différences de temps	2,7	9,3	0	19,5	7,1	0
Somme des différences de temps par groupe	12			26,6		
Moyenne	4			8,9		

Tableau 26 : Comparaison de la réussite au défi final entre les groupes avec et sans outil

9.2.3.4 Messages échangés

Le tableau (cf. Tableau 27) comptabilise tous les messages de *Chat* échangés par les apprenants pendant les 6 sessions de notre expérimentation.

Groupes	Groupes avec outils									Groupes sans outil								
	1			3			5			2			4			6		
Apprenants	J	N	Y	So	St	C	F	S	W	Ka	Je	Ke	L	M	R	E	F	C
Messages	66	70	49	100	116	116	56	52	67	110	90	78	61	141	47	47	39	8
Total par groupe	185			332			175			278			249			94		
Total	692									621								
Moyenne	61,7			110,7			58,3			92,7			83,0			31,3		
Écart-type	11,2			9,2			7,8			16,2			50,7			20,6		
Moyenne des Écart-types	9,4									29,2								

Tableau 27 : Nombre de messages émis pendant les 6 sessions

9.2.3.5 Résultats du questionnaire SAL sur la motivation

Comme nous l'avons signalé dans l'introduction (cf. § 9.2.1), il n'y a pas suffisamment de groupes pour obtenir un effet significatif. Nous remarquons cependant que parmi les 9 apprenants qui ont utilisé l'outil, 6 ont une motivation qui progresse tandis que 3 ont une motivation qui diminue et parmi les 9 apprenants qui n'ont pas utilisé l'outil, 6 ont une motivation qui a diminué tandis que 2 apprenants ont une motivation qui a augmenté et 1 n'a pas répondu au questionnaire.

Résultats du questionnaire SAL sur la motivation, 6 questions (24 points maximum)																		
n°	Groupes avec outils									Groupes sans outil								
	Gr. 1			Gr. 3			Gr. 5			Gr. 2			Gr. 4			Gr. 6		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pré Test	21	17	17	10	18	19	22	16	17	19	20	20	15	16	10	13	N/A	20
Post Test	20	20	12	11	19	21	24	15	23	15	19	17	14	12	16	12	N/A	21

Tableau 28 : Résultats du questionnaire SAL sur la motivation [Marsh & al. 06]

9.2.4 Discussion

Le nombre de groupes que nous avons analysé étant limité (six groupes), nous n'avons pas réalisé de statistiques inférentielles. Nous considérons donc nos résultats comme étant limités aux 6 groupes analysés. Notre étude peut être vue comme qualitative et est destinée à nous donner des idées et des directions pour nos futurs travaux. Les leçons que nous en tirons ne doivent évidemment pas être généralisées.

Nous commençons par analyser l'activité d'organisation des groupes du point de vue des différents éléments de notre modèle de l'organisation (les niveaux, les transitions et les pannes). Puis, nous décrivons les effets de l'utilisation du système ALBATROS en comparant les groupes qui ont utilisé nos outils et les groupes qui ne les ont pas utilisés.

9.2.4.1 Niveaux

Niveau Co-construction :

- Groupes avec outils :

Nous notons deux types d'activité de niveau Co-construction pour les groupes avec outils :

1. La mise en place d'une activité d'organisation en début de résolution (phase 1A) et dans la phase précédant le défi (phase 2A) avec l'outil COCOON.
2. La révision ponctuelle de cette activité d'organisation hors outil COCOON au cours de l'avancement dans la résolution.

Les séquences de Co-construction qui se font dans l'outil COCOON correspondent effectivement à l'ajout ou la modification de lignes dans le tableau de données. Elles sont accompagnées de messages de *Chat* sur la compréhension du problème. Dans les trois groupes, les apprenants ont ajouté ou modifié des lignes (pour un exemple, cf. Figure 76).

H°	PRIORITE	CATEGORIE	NOM des Données	DESCRIPTION des Données	ACTIONS
1	1 Haute	TOUTES	Numéro des Voitures	Noter le numéro de chaque voiture à étudier	LIRE
2	1 Haute	TOUTES	distance de la piste		MESURER
3	1 Haute	SANS ARRÊT	temps mis par chaque voiture pour arriver a la	pour les voitures qui ne s'arrêtent pas	LIRE
4	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps mis par chaque voiture juska la ligne	pour les voitures qui s'arrêtent	LIRE
5	1 Haute	SANS ARRÊT	vitesse	des voitures qui ne sarretent pas	CALCULER
6	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps d'arret des voitures	le temps d'arret est important car les vitesse des autres sont constantes	LIRE
7	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps que mettent les voitures avant de sarreter	avant de sarreter	LIRE
8	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps	temps mis par les voitures apres le demarrage	LIRE
9	1 Haute	AVEC ARRÊT	distance	jusqua larret	MESURER
10	1 Haute	AVEC ARRÊT	vitesse	des voitures qui sarretent	CALCULER

Figure 76 : Lignes dans le tableau de données, outil COCOON, groupe 1, niveau Co-construction (Phase 1A)

Les séquences de Co-construction qui se font en dehors de l'outil COCOON correspondent à une révision de l'activité d'organisation. Ce sont, par exemple :

- Des explications mutuelles complémentaires sur le problème à résoudre ou sur le langage utilisé.
- Une réorganisation du groupe (par exemple, pour mesurer la longueur de la piste, pour s'entraîner au défi après avoir terminé l'acquisition des données, etc.).
- Des ajouts ou des modifications de lignes dans le tableau de données pendant la phase d'acquisition des données (niveau Co-ordination).

La durée moyenne des épisodes de Co-construction sans pannes est assez importante (55 min 50 s, cf. Tableau 21). Elle représente en moyenne le quart du temps de chaque session. Notre outil COCOON a été utilisé en moyenne pendant environ 67% de la durée de Co-construction détectée. En utilisant l'outil COCOON, les trois groupes suivent un schéma identique : *de longues phases de Co-construction suivies d'ajustements mineurs durant la résolution.*

- Groupes sans outil :

Ces groupes n'ont pas de phases de Co-construction prononcées mais de courtes séquences (la plus longue dure 15min pour le groupe 2, épisode 6) disséminées sur toute la session. Elles sont souvent provoquées par des messages correspondant à des problèmes de compréhension qui peuvent être émis à n'importe quel moment de la résolution. Les apprenants discutent alors du problème tout en continuant à faire ce qu'ils étaient en train de faire mais ne réussissent pas à s'entendre (sauf le groupe 4).

D'autres séquences de Co-construction correspondent à la mesure de la longueur de la piste ou à l'organisation d'essais pour le challenge comme pour les groupes avec outils.

Le groupe 6 n'a pas d'épisode de Co-construction mettant en jeu trois apprenants car deux apprenants seulement ont travaillé ensemble.

Le groupe 2 n'a pas réussi à sortir de sa phase de Co-construction car il n'a pas pu élaborer de compréhension partagée du problème (*common ground*) malgré les nombreuses tentatives d'explications mutuelles. Nous l'avons décompté comme une grave panne de Co-construction (voir plus bas).

La durée des séquences considérées comme de la Co-construction effective pour ces groupes est de seulement 19 min 10 s en moyenne (cf. Tableau 21).

Niveaux Co-opération et Co-ordination :

- Groupes avec outils :

Le tableau de l'outil COCOOP en mode Organisation affiche en synchrone les choix de chaque apprenant (pour un exemple, cf. Figure 77). Les apprenants remplissent les cellules avec des « OK » rendant progressivement visible l'organisation adoptée. Cette organisation commence par émerger de façon décousue en fonction de choix individuels puis se stabilise au fur et à mesure de la mise en place d'une stratégie collective de résolution de problème, d'une planification plus précise ou de la résolution des conflits dans le choix des tâches.

App.1	App.2	App.3	IP	Priorité	TYPE	DOHNEES	Ai	App.1	Voit.0	App.2	App.3	App.1	Voit.1	App.2	App.3	App.1	Voit.2	App.2	App.3	App.1	Voit.3	App.2	App.3	App.1
OK	?	?	1	1 Haute	TOUTES	Numéro des V	LIF	0	OK	OK	1	?	?	?	2	?	?	?	3	?	?	?	4	?
?	OK	OK	2	1 Haute	TOUTES	distance de la	ME	?	?	151	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	?
OK	OK	?	3	1 Haute	SANS ARRÊT	temps mis par	LIF	5,5	5,5	5,5	27,9	?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
?	OK	OK	4	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps mis par	LIF	?	OK	OK	?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	19,2	?	OK	OK	18,3	?	?
OK	?	OK	5	1 Haute	SANS ARRÊT	vitesse	CA	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK
OK	OK	?	6	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps d'arrêt	LIF	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	2,6	OK	OK	9	OK	OK	OK
?	?	?	7	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps que me	LIF	?	?	OK	?	?	OK	?	?	OK	?	OK	?	?	OK	?	OK	?
?	?	?	8	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps apres k	LIF	?	?	OK	?	?	OK	?	?	OK	?	OK	?	?	OK	?	OK	?
?	?	?	9	1 Haute	AVEC ARRÊT	distance entre	ME	?	?	OK	?	?	OK	?	?	OK	?	OK	?	?	OK	?	OK	?
?	OK	?	10	1 Haute	AVEC ARRÊT	vitesse des v	CA	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK	?	?
?	?	?	11	4				?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Figure 77 : Extrait du Tableau de l'outil COCOOP en mode organisation en fin d'épisode 7, groupe 1

Chaque groupe s'est organisé différemment en utilisant l'outil COCOOP à sa façon :

1. Le groupe 1 a utilisé l'outil COCOOP une fois en mode Organisation pendant une longue période (17 min) avec un rapide aller-retour en mode Exécution pour tester son fonctionnement en notant les numéros des voitures (cf. Figure 75, épisode 3). Les apprenants ont tenté d'organiser toute la résolution précédant le challenge durant cet épisode. Puis, le groupe est passé en mode Exécution pendant une durée de 1h 18 min

où il a exécuté avec soin l'organisation adoptée (cf. Figure 75, épisode 4). Nous n'avons pas détecté de niveau Co-opération en dehors de l'outil.

Ce groupe ayant décidé de confier la résolution à l'un des apprenants n'a pas utilisé l'outil COCOOP dans la phase 2B du défi.

- Le groupe 3 a effectué de nombreux aller-retours, ponctués par des votes, entre les modes Organisation (cf. Figure 75, épisodes 3, 5, 7, 9 et 11) et Exécution (cf. Figure 75, épisodes 4, 6, 8 et 12). Ils ont commencé par s'affecter quelques tâches. Ils sont passés rapidement en mode Exécution pour les accomplir. Ils sont souvent retournés en mode Organisation pour ajuster leur organisation selon l'évolution de la résolution. Nous avons détecté un épisode de Co-opération en dehors du mode Organisation (cf. Figure 75, épisode 12). Les apprenantes ont modifié leur organisation en confiant à l'une d'entre elles la tâche de tester le défi avec trois voitures.

Ce groupe a utilisé une fois l'outil COCOOP en mode Organisation dans la phase 2B pendant 14 min pour organiser la résolution du défi (cf. Figure 75, épisode 14).

- Comme nous l'avons déjà précisé, le groupe 5 avait décidé de son organisation avant le début de la session. Les apprenants n'ont pas eu besoin d'utiliser l'outil COCOOP en mode Organisation. Ils l'ont utilisé uniquement en mode Exécution pour exécuter l'organisation (partager les résultats, modifier la liste des données). Cependant, nous avons détecté deux épisodes de niveau Co-opération en dehors de l'outil COCOOP. L'un en début de phase 1B où les apprenants discutent de ce qu'ils vont faire (cf. Figure 75, épisode 3), l'autre où ils organisent un test du défi (cf. Figure 75, épisode 5).

L'activité d'organisation de niveau Co-ordination (sans pannes) a été réalisée principalement dans l'outil COCOOP en mode Exécution (82% du total, cf. Tableau 22). Il y a très peu de séquences de niveau Co-ordination sans pannes en dehors de l'outil (cf. Figure 75, aucune pour le groupe 1, une pour le groupe 3 et deux pour le groupe 5). Tous les groupes ont utilisé le tableau de l'outil COCOOP pour partager les résultats des mesures, des calculs ou des lectures tout au long de la résolution du problème. Les apprenants ont effectivement remplacé le contenu « OK » des cellules choisies par les valeurs trouvées. Ils ont pu comparer, vérifier et éventuellement modifier leurs résultats pendant toute la résolution.

L'avancement dans la résolution a provoqué des transitions vers le niveau Co-opération pour compléter ou réviser l'organisation adoptée (cf. le cas particulier du groupe 3 ci-dessus). Cette façon de faire est en accord avec l'aspect « émergeant » de leur organisation. Le tableau de l'outil COCOOP en mode Exécution affiche progressivement l'avancement dans la résolution du groupe (cf. Figure 78). Le contenu « OK » de certaines cellules a été remplacé par les valeurs mesurées, lues ou calculées.

N°	Priorité	TYPE	DONNEES	ACTIONS	Voit.1			Voit.2					
					App.1	App.2	App.3	App.1	App.2	App.3			
2	1 Haute	TOUTES	distance de la piste	MESURER	?	?	151	?	OK	151	?	OK	OK
3	1 Haute	SANS ARRÊT	temps mis par chaque voiture pour arriver a la ligne d'arrivee	LIRE	5,5	5,5	5,6	27,9	27,9	27,9	OK	OK	OK
4	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps mis par chaque voiture juska la ligne darrivee	LIRE	?	OK	OK	?	OK	OK	OK	OK	19,2
5	1 Haute	SANS ARRÊT	vitesse	CALCULER	27,45	?	27,5	5,41	?	5,41	OK	?	OK
6	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps d'arret des voitures	LIRE	OK	0	OK	OK	0	OK	5,2	5,2	OK
7	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps que mettent les voitures avant de sarreter	LIRE	OK	?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	1 Haute	AVEC ARRÊT	temps apres le demqrrage	LIRE	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK
9	1 Haute	AVEC ARRÊT	distance apres larret	MESURER	?	OK	OK	?	OK	OK	?	OK	OK
10	1 Haute	AVEC ARRÊT	vitesse des voitures ki sarretent	CALCULER	OK	?	?	OK	?	?	10,7	?	?
14	1				?	?	?	?	?	?	?	?	?

Figure 78 : Extrait du Tableau de l'outil COCOOP en mode exécution en fin d'épisode 10, groupe 1

Ce partage des résultats permet de remettre en cause la stratégie adoptée ou la compréhension du problème par le groupe ou par un membre du groupe si les résultats des tâches communes apparaissent comme différents. Par exemple, dans les trois groupes avec outils, le problème de la longueur de la piste apparaît dès le début de la résolution car les apprenants se rendent très vite compte de différences importantes dans la mesure d'une même durée ou distance. Ils s'accordent très tôt sur la façon de mesurer les distances et les durées. Ce que ne font pas les groupes sans outils qui peuvent terminer la résolution du problème avec trois valeurs éloignées pour une même donnée.

L'analyse qualitative montre que les apprenants sont constamment au courant des actions et de l'avancement des autres apprenants et s'engagent naturellement dans des comparaisons, des discussions, des révisions de leurs résultats, etc. Ils communiquent sans difficulté sur les données et les actions car ils utilisent un langage qu'ils ont établi en commun.

- Groupes sans outil :

Les groupes sans outil n'ont pas d'épisodes homogènes de Co-opération ou de Co-ordination car ils n'explicitent pas leur organisation, sauf parfois dans les messages de *Chat* pour le groupe 4. Les membres du groupe 2 n'ont pas réussi à établir une compréhension partagée du problème pendant tout le processus de résolution. Il n'y a donc pas de période de travail coordonné au sens de notre modèle. Le groupe 6 a choisi d'ignorer totalement un des membres du groupe. Deux apprenants de ce groupe ont travaillé ensemble. Il y a donc peu de périodes de niveau Co-ordination (7 min 30 s) correspondant à l'ensemble du groupe. Nous pouvons considérer que seul le groupe 4 a réussi à s'organiser pour que les trois apprenants travaillent tous ensemble. Cette organisation a été relativement difficile à mettre en place car le groupe a dû partager les données recueillies individuellement par le *Chat* qui n'était pas prévu pour émettre autant de données. De plus, ces données n'étant pas écrites dans un langage commun, les apprenants ne les ont pas toutes exploitées.

L'organisation adoptée et son exécution se superposent à l'activité individuelle que poursuivent malgré tout les apprenants.

Les groupes sans outil ne savent pas exactement ce que sont en train de faire les autres apprenants. Ils échangent parfois des messages (souvent ignorés) pour le demander (groupes 2 et 4) ou bien ne cherchent même pas à le savoir (groupe 6).

9.2.4.2 Transitions et support

Transitions :

- Groupes avec outils :

Dans les groupes avec outils, nous détectons deux types de transition :

1. Celles qui sont en accord avec les outils (utilisation des outils COCOON et COCOOP, changement de mode dans COCOOP (Organisation, Exécution) et ajout ou modification d'une ligne dans COCOOP. Ces transitions représentent les deux tiers du total des transitions et sont facilement détectées (cf. § 10.4.3).
2. Celles qui ne correspondent pas aux outils (par exemple, suite à des échanges de messages de *Chat*). Ce sont souvent des demandes d'explications ou de précisions sur le travail en cours pendant l'exécution de l'organisation. Elles peuvent aussi correspondre à un type d'organisation que nos outils ne prévoient pas expressément d'explicitier. Par exemple, l'organisation de la mesure de la longueur de la piste ou une réorganisation du groupe pour réaliser un entraînement collectif à la réussite du défi.

Les votes sont des signaux indiquant des transitions et peuvent être collectifs (3 votes « OK ») ou forcés par un apprenant (avec ou sans accord du groupe). Les groupes avec outils, en utilisant les outils de vote pour changer de niveau ensemble, synchronisent leurs tâches.

Certains apprenants attendent que d'autres finissent les tâches en cours ou demandent un peu de temps pour finir les leurs avant de voter.

Les transitions qui s'effectuent par changement de mode permettent aux groupes d'accorder implicitement leurs préoccupations en les resituant par rapport au niveau en cours ou à venir. Nous avons remarqué que les apprenants profitaient parfois d'un changement de mode pour renforcer leur compréhension mutuelle du problème (niveau Co-construction) en échangeant des messages de *Chat* avant de réaliser une activité d'organisation de niveau Co-opération ou Co-ordination à l'origine de la transition dans l'outil COCOOP.

Certaines transitions peuvent éventuellement être un symptôme de panne. Par exemple, une demande insistante d'une explication d'un apprenant au groupe. Elle peut être le signe d'une incompréhension du problème et provoquer une panne de Co-ordination par la non réalisation de la tâche assignée à cet apprenant (cf. le § 9.2.4.3 sur les pannes).

- **Groupes sans outil** :

Pour les groupes sans outil, il est beaucoup plus difficile de repérer et d'interpréter les transitions. Comme les niveaux ne sont ni clairement visibles, ni durables, il faut avoir une vision plus large de la session pour comprendre l'activité des apprenants. Les apprenants changent constamment de niveau rendant l'analyse de la situation difficile voire délicate en synchrone.

Le groupe 2 pose problème car il a été en conflit tout au long de la session. Nous avons considéré comme inutile une comptabilisation des transitions sachant que les apprenants n'avaient pas réussi à s'entendre, ni à comprendre collectivement le problème.

L'organisation du groupe 4 permet parfois de relever de nettes transitions après avoir découpé la session en épisodes plus ou moins homogènes, ce qui demande une analyse assez fine du déroulement de la session. Comme nous l'avons décrit précédemment pour l'identification des niveaux, ce sont les messages de *Chat* qui nous permettent de repérer les transitions.

Pour le groupe 6, nous avons seulement relevé deux transitions correspondant effectivement à un travail collectif.

La moyenne des transitions n'est donc pas calculée pour les groupes 2 et 6 mais nous pouvons considérer que le groupe 4 avec 15 transitions est représentatif de groupes sans outil qui tenteraient de s'organiser effectivement pour la résolution du défi.

Propositions de support des transitions :

Il serait intéressant que le tuteur puisse percevoir les pannes avérées ou bien les anticiper pour éviter qu'elles ne se produisent (cf. 9.2.4.3). La majeure partie des pannes sont provoquées ou résolues par des transitions entre les niveaux. Il est donc important de donner les moyens au tuteur de détecter les transitions effectuées par les apprenants qui se produisent avant et après une éventuelle intervention. Nous avons vu que nos outils permettaient de détecter environ les deux tiers des transitions. Pour rendre possible une détection efficace des transitions au cours d'une session, le tuteur aurait besoin d'un outil de visualisation des traces de l'activité des apprenants qui signalerait automatiquement ces transitions. C'est l'objet d'un travail exploratoire que nous présentons dans le chapitre suivant (cf. chapitre 10).

9.2.4.3 Pannes et support

Pannes :

Le nombre de pannes détectées est plus important pour les apprenants qui utilisent le système que pour ceux qui ne l'utilisent pas (22 contre 14). Ceci ne signifie pas qu'il y a eu plus de problèmes dans les groupes avec outils mais plutôt qu'ils sont plus facilement détectables (et plus tôt) grâce aux outils.

- Groupes avec outils :

La majorité des pannes des groupes avec outils se situent au niveau Co-opération et Co-ordination et sont de gravité faible à moyenne (cf. Tableau 24). Par exemple, 13 pannes peuvent être considérées comme mineures. Elles sont résolues par les apprenants eux-mêmes, ou bien ne pénalisent pas la résolution, ni le travail collectif, si elles sont ignorées ou non détectées.

Lorsque les apprenants des groupes avec outils détectent un problème (une panne), ils tentent de le résoudre (11 pannes résolues par les apprenants sur 22 détectées). Par exemple, un problème d'utilisation conflictuelle des cellules partagées de l'outil COCOON a donné lieu à trois pannes pour le groupe 3 (n° 1, 2 et 5) qui ont été résolues par les apprenants.

Il y a peu de pannes de niveau Co-construction (3 pannes) car les apprenants travaillent ensemble et donc partagent leur compréhension du problème avec les autres membres du groupe (voir par exemple, les séquences de niveau Co-construction hors outils déjà signalées). Les deux pannes que nous avons qualifiées de « fatales » (cf. § 9.2.3.2) ont fait échouer le défi (groupe 1 et 3) mais n'ont pas remis en cause le travail collectif.

- Groupes sans outil :

Lorsque les apprenants de ces groupes s'organisent, ils le font rapidement après de brefs échanges de *Chat* et ne se considèrent pas vraiment engagés dans l'organisation adoptée. Cela peut être expliqué par le fait que l'organisation et son exécution ne sont pas visibles par le groupe. De fait, il est plus difficile de détecter des pannes de Co-opération ou de Co-ordination dans l'organisation (cf. Tableau 25) si celle-ci n'est pas clairement explicitée et acceptée par le groupe.

Les pannes de Co-construction sont plus visibles dans les messages de *Chat* lorsqu'elles sont dues à une mauvaise compréhension du problème, à l'absence de stratégie de résolution ou encore à la non mise en place d'une structure d'entente collective (8 pannes sur 14). Elles provoquent de nombreux échanges de messages qui sont des symptômes explicites de ce genre de pannes.

Lorsque la panne est « fatale », sa détection se fait trop tardivement à cause du temps nécessaire à la compréhension de la situation. Elle a déjà provoqué un blocage dans la résolution collective (groupe 2 et 6) ou une importante perte de temps (groupe 2). Les deux pannes « fatales » que nous avons détectées ont fait échouer le travail collectif dans les deux cas (groupes 2 et 6) et le défi dans un cas (groupe 6).

Propositions de support des pannes :

Un des buts de notre système est de supporter l'activité d'auto-organisation des apprenants, soit en leur facilitant cette activité à l'aide d'outils dédiés, soit par l'intervention d'un tuteur. Pour qu'un tuteur puisse intervenir efficacement, il faut lui donner les moyens de détecter et d'interpréter les pannes d'organisation qui pourraient survenir pendant la session. Le tuteur peut alors intervenir en proposant des actions de réparation aux apprenants. Il peut inciter les apprenants à effectuer :

- Une transition vers les niveaux supérieurs en provoquant une réflexion sur l'objet ou les moyens du travail.
- Une transition vers les niveaux inférieurs en aidant les apprenants à stabiliser l'objet du travail (implémentation) ou les moyens du travail (routinisation).

Le nombre de pannes que nous avons détecté (36 pannes, cf. Tables 24 et 25) montre, comme le souligne Bardram, que ces pannes ne sont pas exceptionnelles dans les situations de travail. Ce sont des éléments importants et naturels de toute activité. Cependant, comme nous l'avons déjà décrit, ces pannes peuvent faire échouer l'objectif qui est à l'origine de l'activité collective, en l'occurrence, la réussite du défi ou empêcher le groupe de résoudre collectivement le problème.

La plupart des pannes (26 sur 36 pour l'ensemble des groupes) sont des pannes que nous avons qualifiées de mineures ou moyennes. Ce sont des pannes de niveau Co-ordination ou Co-opération.

Elles ont été réparées par les apprenants eux-mêmes ou sont passées inaperçues car elles n'ont pas gêné le processus de résolution. Les pannes que nous avons qualifiées de majeures ou de « fatales » sont essentiellement des pannes de niveau Co-construction.

Le support des groupes avec outils est facilité par nos outils COCOON et COCOOP. En effet, dans ce cas, les groupes ont explicité leur organisation dans l'outil COCOOP en mode Organisation et l'avancement dans la résolution est rendu visible dans l'outil COCOOP en mode Exécution. Une aide du tuteur à la résolution des pannes « fatales » (cf. § 9.2.3.2) de ces groupes était possible :

- Groupe 1 :

Cette panne était détectable pendant le déroulement de la session par un tuteur car il disposait du tableau de données partagé de l'outil COCOOP. Il aurait pu signaler simplement aux apprenants que celui-ci était incomplet avant de lancer le défi.

- Groupe 3 :

En s'intéressant aux actions de l'apprenante 3 ainsi qu'à ses messages suffisamment explicites, le tuteur pouvait détecter l'incapacité de cette apprenante à réaliser la tâche qui lui incombait. Le tuteur aurait pu alors proposer au groupe de modifier son organisation (transition au niveau Co-opération) en réaffectant la tâche qui posait problème à un autre apprenant ou provoquer une réflexion collective sur la compréhension mutuelle du défi (transition au niveau Co-construction).

Dans le cas de groupes sans outil, le support des pannes serait plus compliqué car le tuteur ne disposerait que des messages de *Chat* pour comprendre l'organisation des apprenants. Il devrait donc « démêler » le contenu de ces messages, mettre en perspective ceux concernant l'activité d'organisation et ceux concernant l'activité de résolution de problème sur une certaine période de temps. Les deux pannes « fatales » fournissent deux exemples de la difficulté à supporter les groupes sans outil :

- Groupe 2 :

Le support de cette panne due à l'absence d'établissement d'une compréhension partagée est difficile car le tuteur ne peut se rendre compte immédiatement du problème. Il faut analyser la session pour comprendre que les apprenants n'arriveront pas à s'entendre. Cependant, comme le précise Bardram, le tuteur peut tenter de stabiliser l'objet de l'activité afin de provoquer une transition descendante pour que les apprenants s'organisent explicitement. Dans ce cas, il s'agirait de résoudre trois problèmes :

- Permettre aux apprenants d'établir une véritable compréhension partagée du problème et d'élaborer un langage commun,
- Provoquer une réflexion collective sur la stratégie générale à mettre en œuvre.
- Aider à résoudre les conflits et à mettre en place une structure d'entente collective.

- Groupe 6 :

Comme pour le groupe précédent, la détection de cette panne est rendu difficile car elle nécessite une analyse sur une plus longue séquence de la session. Le groupe a choisi une organisation particulière qui l'a mené à la réussite du défi tout en éliminant un des membres de la résolution. Agir sur l'organisation dans ce cas pose un problème d'efficacité dans la résolution. Ce problème se résout au niveau Co-construction en proposant, par exemple, aux apprenants 1 et 2 d'intégrer la troisième apprenante dans leur organisation éventuellement en lui confiant des tâches mineures, par exemple, la vérification des mesures qu'ils ont effectuées.

9.2.4.4 Effets de l'utilisation du système

En concevant notre système, nous avons cherché :

- À éviter de rendre nos outils indispensables à la résolution du problème.
- À permettre aux apprenants de s'organiser comme ils le souhaitent en leur facilitant leur activité d'organisation avec nos outils mais sans contraindre leur utilisation ni la façon de les utiliser.

Nous remarquons, d'après nos résultats, que les groupes disposant des outils les ont effectivement utilisés pendant toute la session. Par exemple, l'outil COCOOP a été utilisé de différentes façons dans l'étape 1B précédent le défi :

- Le groupe 1 l'a utilisé deux fois en mode Organisation (niveau Co-opération) pendant 17 min 30 s et deux fois en mode Exécution (niveau Co-ordination) pendant 1h 15 min.
- Le groupe 3 a alterné les modes Organisation (5 utilisations) et Exécution (5 utilisations)
- Le groupe 5 ne l'a utilisé qu'en mode Exécution.

Nous avons laissé la possibilité aux apprenants d'utiliser l'outil COCOOP en mode Exécution sans les contraindre auparavant à expliciter leur organisation. Autrement dit, nous avons décidé qu'il n'était pas nécessaire que les cellules contiennent un « OK » pour être éditables. Cette caractéristique permet aux apprenants, par exemple, de ne pas expliciter leur organisation s'ils ne le jugent pas nécessaire (par exemple, une organisation choisie, partagée et acceptée a priori par le groupe) ou de modifier l'organisation sans rompre la dynamique du processus collectif de résolution.

Une autre caractéristique de l'outil COCOOP correspond à la possibilité pour les apprenants d'éditer et de modifier les lignes du tableau de données dans l'outil COCOOP en mode Exécution sans avoir besoin de réutiliser l'outil COCOON. Les apprenants peuvent donc agir au niveau Co-construction à tout moment de la résolution.

Ces deux caractéristiques ont permis au groupe 3 et au groupe 5 de s'organiser comme ils le voulaient et d'utiliser les fonctionnalités de nos outils qui les intéressaient plus particulièrement (par exemple, utiliser l'outil COCOOP en mode Exécution sans avoir besoin d'explicitement préalable l'organisation).

Nous constatons que les trois groupes ont utilisé nos outils (à leur façon) pendant toute la session et ont pu s'organiser explicitement pour résoudre collectivement le défi. Cette activité d'organisation nous a permis de recueillir un nombre considérable de données pour notre analyse (voir paragraphe 9.2.3 « Résultats » et un exemple de fichier de codage sous Excel™ en annexe B).

Dans le cas des groupes sans outil, les apprenants disposent seulement du *Chat* pour expliciter leur organisation. Leurs demandes d'organisation à travers le *Chat* ne sont pas toujours remarquées ou discutées. L'organisation plus ou moins décidée et acceptée n'est pas toujours suivie car l'avancement dans la résolution n'est pas visible. Cependant, en associant le *Chat* avec la simulation partagée, les apprenants des groupes 2 et 6 ont tenté de s'organiser sans vraiment y parvenir. Le groupe 4 a réussi à s'organiser avec difficulté en communiquant avec précision à l'aide du *Chat* pendant toute la session.

En comparant le déroulement des différentes sessions selon les groupes utilisant ou n'utilisant pas notre système, nous pouvons remarquer que l'utilisation de notre système a eu un effet sur les différents éléments suivants :

Début de session

Le système apparaît comme conduisant les apprenants à agir plutôt comme des experts que des débutants. Les trois groupes avec outils passent en moyenne 46 min 40 s en début de session et 8 min 20 s au moment du défi à réfléchir ensemble sur le problème, à dresser un inventaire des données nécessaires pour le défi et à établir une stratégie générale de résolution avec une idée de division du travail. Ces longs épisodes de Co-construction à l'aide de l'outil COCOON ne donnent pas lieu à l'acquisition de données (mesures ou calculs) mais à l'établissement d'une liste des données à acquérir (7 et 4 lignes en moyenne en phase 1A et 2A).

Différemment, les trois groupes sans outils s'engagent tous dès le début de la session dans une résolution individuelle. Ils commencent par acquérir un certain nombre de données (par exemple, la durée des courses de toutes les voitures), puis essaient d'expliquer ou de partager leur travail épisodiquement, quand cela leur semble nécessaire (quand ils ont un problème de calcul ou de mesure). Ils s'aperçoivent alors qu'ils n'ont pas tous effectué les mesures de la même façon. Par exemple, ils ont mesuré différemment la longueur de piste et n'obtiennent pas le même résultat. Les groupes avec outils s'aperçoivent dès les premières mesures qu'il faut s'accorder sur la façon de mesurer car ils rendent visibles leurs résultats en les notant dans le tableau partagé de l'outil COCOOP.

Nature collective du processus

Les apprenants des six groupes ont une faible expérience du travail collectif. Cependant, nous avons noté que le processus de résolution des groupes qui ont utilisé le système est collectif du début à la fin de la résolution tandis que les groupes sans outils ont tendance à partager certaines idées et résultats tout en poursuivant leur propre résolution. Dans notre analyse, nous rencontrons pour ces groupes plus d'épisodes non coordonnés (que nous avons codé comme individuels).

Notre système semble avoir modifié la façon de travailler ensemble des groupes qui l'utilisaient et cet effet est visible dès la première heure de chaque session comme nous l'avons décrit précédemment.

Le nombre de messages émis par les groupes avec et sans outil est à peu près équivalent (respectivement 692 et 621, cf. Tableau 27). En revanche, si nous calculons les moyennes des écarts types pour chaque catégorie de groupe, nous notons une différence importante (groupe avec outils : moyenne des écarts types $\sigma = 9.4$, groupes sans outil : 29.2). Cela signifie que la communication entre les membres des groupes avec outils est mieux répartie entre tous les apprenants que dans le cas des groupes sans outil. Ceci est en accord avec une résolution considérée comme collective pendant toute la session.

Nous expliquons cela par le fait que notre système a permis à tous les apprenants d'un même groupe de s'impliquer dans la résolution du problème (ne pas rester isolé, partager sa compréhension, prendre des décisions sur le rôle à jouer dans la résolution, s'affecter des tâches, transmettre ses résultats, etc.). Le système a facilité la communication des apprenants en légitimant leurs interventions (par exemple, des actions comme dresser une liste de données ou bien vérifier et corriger des résultats partagés peuvent être effectuées par n'importe quel apprenant indépendamment de son niveau supposé en mathématiques).

Nature des résultats du processus de résolution

L'objectif de notre système et de cette expérimentation n'était pas de comparer la réussite du défi entre les groupes qui utilisaient nos outils et ceux qui ne les utilisaient pas. Cependant, nous avons voulu vérifier si l'utilisation de notre système pouvait avoir une influence sur le résultat du processus de résolution.

Comme les groupes avec outils ont défini ensemble les données dans l'outil COCOON et ont utilisé l'outil COCOOP en mode Exécution pour partager les données, ils abordent le défi avec une solution commune (avec parfois quelques différences négligeables) écrite dans un même langage.

Les groupes sans outil disposent de trois solutions individuelles écrites dans des langages différents. Seul le groupe 4 a tenté de partager tous ces résultats. Cet échange a posé de nombreux problèmes (surcharge et déconnexion du *Chat*, langages utilisés tous différents, etc.).

Cependant, dans les deux types de groupe, nous avons noté deux échecs et une réussite. Les deux groupes qui ont réussi sont des groupes qui ont adopté à priori une organisation particulière. Le groupe 5 (avec outils) a choisi de confier la responsabilité de la réussite au plus « brillant » d'entre eux et l'ont aidé à réussir. Le groupe 6 (sans outil) a éliminé l'apprenante 3 du processus de résolution. Ce groupe est composé d'un apprenant qui avait déjà réalisé et réussi le défi lors de l'expérience exploratoire. L'expérimentateur s'en est aperçu trop tard.

La réussite ou l'échec ne permettant pas de distinguer les deux groupes, nous avons décidé d'analyser plus finement les résultats des groupes :

- Les groupes avec outil sont beaucoup plus proches de la solution (en moyenne 4 s d'erreur) que les groupes sans outil (8,9 s) comme le montre notre tableau (cf. Tableau 26 dans le paragraphe 9.2.3.3). Nous expliquons cette différence par le fait que les groupes avec outils disposent d'une solution commune qui a été établie par tous les apprenants. Ils réussissent le défi plus ou moins ensemble (par exemple, en participant même s'ils ont confié la résolution à l'un d'entre eux).
- Les groupes sans outil ont plusieurs solutions et répartissent la résolution (et donc la responsabilité) du défi sur plusieurs d'entre eux. Comme certains apprenants n'ont pas su réaliser leurs tâches correctement ou avec une précision suffisante et que ces résultats n'ont été ni partagés ni discutés, une erreur grossière de calcul ou de mesure peut éloigner le groupe de la réussite du défi.

Motivation

Les groupes qui utilisent le système s'engagent dans des sessions beaucoup plus longues (en moyenne, 4h contre 2h50 min pour les groupes sans outils). Utiliser le système ne conduit donc pas les apprenants à résoudre le problème plus rapidement, au contraire. Il faut cependant prendre en considération le fait que ce sont les apprenants eux-mêmes qui décident du moment où ils s'estiment prêts pour affronter le défi. Notre objectif n'était pas de rendre la résolution plus rapide mais d'engager les apprenants dans des interactions génératives de connaissances et permettre l'émergence d'une forme d'auto-organisation afin de résoudre collectivement le problème.

Engager les apprenants dans la construction d'une organisation explicite peut représenter un obstacle pour eux. En effet, l'explicitation de l'organisation représente une activité supplémentaire de niveau méta qu'ils n'ont pas l'habitude de réaliser. De plus, l'utilisation du système peut leur apparaître comme difficile ou artificiel. Cependant, les résultats du questionnaire SAL (cf. Tableau 28) et le fait que les apprenants s'engagent dans de plus longues sessions (les groupes avec outils ont demandé avec insistance à prolonger leur session) suggère que ce n'est pas le cas. Ceci demande à être confirmé statistiquement avec un plus grand nombre de sujets. D'autant plus que les apprenants utilisant le système sont plus proches de la réussite du défi comme le montre le tableau (cf. Tableau 26) du paragraphe 9.2.3.3.

Le sentiment de pouvoir réussir le défi ensemble a certainement un impact sur la motivation et l'engagement des apprenants qu'il devrait être possible de quantifier.

Analyse *a posteriori* de l'activité d'organisation

Pour les groupes utilisant les outils, les caractéristiques de notre système, en particulier, l'établissement d'une compréhension partagée et d'un langage commun dans l'outil COCOON, l'alternance des modes Organisation, Exécution dans l'outil COCOOP et les votes dans les deux outils facilitent la caractérisation de l'activité d'organisation. Elles rendent les épisodes de Co-construction, Co-opération et Co-ordination plus visibles et plus homogènes en termes d'actions et de messages. Le découpage en épisodes que nous proposons dans la vue générale des six sessions (cf. Figures 74 et 75) montre qu'il correspond quasiment à l'utilisation des outils.

L'analyse de l'activité d'organisation a été beaucoup plus difficile dans le cas des groupes qui n'utilisaient pas le système. La détection des niveaux, des transitions et des pannes est gênée par le fait que les activités d'organisation et de résolution de problème sont la plupart du temps fortement imbriquées. Les apprenants changent souvent de niveau et à n'importe quel moment au gré de leur propre résolution sans prendre en compte, en général, l'opinion ou l'avancement des autres membres. Ils mènent souvent de front leur propre résolution individuelle et participent ponctuellement à la résolution collective. Les transitions et les pannes ne sont souvent compréhensibles qu'*a posteriori* en menant une analyse plus large de longs épisodes, voir de toute la session.

9.2.4.5 Remarques complémentaires

Scénario

Dans les deux types de groupes, nous avons proposé un scénario presque identique en deux étapes (avant le défi et pendant le défi). Cependant, dans les groupes avec outils, nous l'avons partagé en deux phases correspondant à l'utilisation de nos outils COCOON et COCOOP. Nous pensons que cette décomposition en phases a peut être influencé les apprenants dans leur démarche de résolution en les engageant à se conduire plutôt en experts qu'en débutants (par exemple, la nette différence entre les groupes en début de résolution) et a certainement ralenti le processus de résolution (la prise en main des outils, l'explicitation de l'organisation, la communication des résultats, etc.).

Composition des groupes

Sur les six groupes que nous avons testés, deux groupes (groupe 5 avec outils et groupe 6 sans outil) ont adopté à priori une organisation particulière et n'ont pas suivi nos recommandations (présentées comme non obligatoires) de résolution *collective* du challenge. Nous avons considéré qu'il était intéressant de voir de quelles façons ces groupes allaient s'organiser et si nos outils allaient être utilisés par le groupe 5 et de quelle manière. Nous en avons déduit que la composition des groupes pouvaient avoir un effet non négligeable sur l'organisation et la résolution de problème. Cependant, notre objectif principal étant de détecter, interpréter et supporter l'activité d'organisation, cette influence possible de la composition des groupes ne nous pose pas de problème, elle peut toutefois avoir eu une influence sur la réussite ou l'échec du défi.

Prise en compte des différentes dimensions de l'organisation

Nous avons remarqué qu'à deux reprises, tous les apprenants des groupes avec outils se sont organisés hors de nos outils. Il s'agit des épisodes de mesure de la longueur de la piste et de l'entraînement à la réussite du défi. Comme nos outils ne fournissaient pas de moyens explicites pour le faire, les apprenants se sont organisés par échanges de messages de *Chat*. Ceci a rendu plus difficile la détection des niveaux, des transitions et des pannes durant ces épisodes. Nous en déduisons que nos outils devraient être améliorés car ils ne gèrent pas certaines dimensions de l'organisation. Un traitement automatique du contenu des messages faciliterait, en cas d'organisation par l'intermédiaire du *Chat*, la détection et la compréhension de l'activité d'organisation (cf. Chapitre 10).

9.2.5 Bilan

Nos résultats suggèrent que notre système a bien eu un impact en lien avec nos objectifs de recherche.

L'utilisation du système par les apprenants les a engagés et a contribué à les maintenir dans une activité d'organisation tout au long du processus de résolution (hypothèse 1). Les groupes avec outils ont été « organisés sans pannes » en moyenne pendant 51% de la durée totale des sessions contre 35% pour les groupes sans outil.

Notre système a permis d'augmenter et de rendre plus homogènes les interactions entre les apprenants comme la co-construction d'une compréhension partagée et d'un langage commun, l'élaboration de stratégies de résolution, la régulation mutuelle et la résolution de conflits (les pannes). Cela leur a permis de résoudre collectivement le problème avec de meilleurs résultats que sans nos outils (hypothèse 5).

Nous avons détecté cette activité d'organisation (les niveaux, les transitions et les pannes) grâce à l'utilisation de nos outils (hypothèse 2) et nous l'avons interprétée dans les termes de notre modèle à l'aide de notre grille de codage (hypothèse 3).

Nous avons pu détecter des pannes dont certaines ont été considérées comme « fatales » pour la résolution ou pour le travail collectif et proposer des moyens pour les réparer (hypothèse 4).

Notre système a supporté les apprenants pendant le challenge en renforçant leur motivation et en évitant leur découragement (hypothèse 6).

Bien que le nombre de groupes soit trop limité pour généraliser nos conclusions, il apparaît que notre analyse qualitative met en relief un certain nombre de résultats intéressants pour nos recherches. Ces résultats valident nos hypothèses dans le cas particulier de ces 6 groupes ou suggèrent leur validité dans le cas de la motivation. La prochaine étape serait d'obtenir des résultats statistiquement significatifs en testant un plus grand nombre de groupes, notamment pour vérifier notre hypothèse sur la motivation.

La correspondance entre notre cadre théorique, notre modèle de l'organisation, le système et nos grilles d'analyse permet une caractérisation de l'activité d'organisation des apprenants. Cette correspondance nous autorise à envisager une régulation semi-automatisée de l'activité d'organisation.

Nous avons commencé à étudier ce support semi-automatisé lors d'un travail exploratoire. Ce travail a consisté à recueillir certaines traces de l'activité d'organisation des apprenants dans notre système et à les présenter dynamiquement dans un nouvel outil de gestion et de visualisation des traces que nous avons conçu. Nous présentons cet outil et ses principes de conception dans le chapitre suivant, qui marque la fin de nos travaux.

Chapitre 10 : Étude Exploratoire de la détection automatique de l'activité d'organisation

Introduction du chapitre 10

Dans ce chapitre qui marque la fin de notre travail, nous étudions la possibilité d'une détection automatique de certains éléments de notre modèle de l'organisation présents dans notre système.

Après avoir présenté nos objectifs et les travaux que nous avons réalisés, nous exposons le principe général du traçage de ces éléments. Nous décrivons les traces que nous pouvons récupérer dans notre système et nous montrons comment nous l'effectuons d'un point de vue informatique.

Puis, nous présentons l'interface de l'outil de visualisation synthétique de l'activité des apprenants que nous avons construit.

Nous décrivons, d'un point de vue théorique (à l'aide de nos grilles d'analyse), les éléments pertinents de notre modèle qu'il faudrait connaître pour interpréter l'activité d'organisation pendant son déroulement. Nous avons identifié, grâce à la correspondance entre notre modèle et notre système, les événements informatiques qui permettent de détecter ces éléments.

Puis, nous avons réalisé une comparaison entre la détection « manuelle » des transitions (cf. Chapitre 9) et une simulation de détection automatique de ces transitions à l'aide de notre outil de visualisation synthétique de l'activité des apprenants. Notre analyse montre qu'il serait possible de détecter la plupart de ces transitions (les deux tiers). Elle permet d'envisager des perspectives de support semi-automatisé de l'activité d'organisation pendant le processus de résolution collective de problème.

Finalement, nous dressons le bilan de ce travail exploratoire.

CHAPITRE 10 : ÉTUDE EXPLORATOIRE DE LA DÉTECTION AUTOMATIQUE DE L'ACTIVITÉ D'ORGANISATION.....	179
INTRODUCTION DU CHAPITRE 10.....	179
10.1 INTRODUCTION.....	181
10.1.1 OBJECTIFS GÉNÉRAUX	181
10.1.2 TRAVAUX RÉALISÉS.....	181
10.2 PRINCIPE GÉNÉRAL DU TRAÇAGE	181
10.2.1 TRACES RÉCUPÉRÉES.....	181
10.2.2 STRUCTURE GÉNÉRALE D'UNE TRACE RÉCUPÉRÉE.....	183
10.2.3 GESTION D'UNE TRACE	184
10.3 VISUALISATION SYNTHÉTIQUE DE L'ACTIVITÉ DES APPRENANTS	186
10.4 ÉVALUATION DES POSSIBILITÉS D'ANALYSE AUTOMATIQUE.....	187
10.4.1 FUSION DES GRILLES (NIVEAUX ET PANNES)	187
10.4.2 IDENTIFICATION DES ÉVÉNEMENTS INFORMATIQUES PERTINENTS	187
10.4.3 ANALYSE D'UNE SIMULATION DE DÉTECTION AUTOMATIQUE DE TRANSITIONS.....	189
10.5 BILAN DU TRAVAIL EXPLORATOIRE.....	190

10.1 Introduction

10.1.1 Objectifs généraux

Dans le chapitre 9, nous avons montré que la correspondance entre notre cadre théorique, notre modèle de l'organisation, le système que nous avons conçu et nos grilles d'analyse nous permettait de caractériser l'activité d'organisation des apprenants dans les termes de notre modèle de l'organisation.

En utilisant cette correspondance, nous avons réalisé un travail exploratoire afin d'étudier comment donner les moyens à un tuteur de suivre, d'interpréter et de supporter cette activité d'organisation. C'est donc dans la continuité de nos recherches que nous avons envisagé une détection et une présentation automatiques des éléments de notre modèle de l'organisation présents dans notre système.

Les objectifs généraux de ce travail exploratoire sont de :

1. Proposer une vision synthétique de l'activité des apprenants.
2. Construire une analyse dans les termes de notre modèle (basée sur les niveaux, les transitions et les panes).

10.1.2 Travaux réalisés

Nous avons déterminé les éléments de notre grille d'analyse (cf. chapitre 9) qui étaient détectables automatiquement par une analyse des traces de notre système. Nous avons ainsi identifié les informations que nous pouvions recueillir, traiter et présenter, et celles qui ne pouvaient l'être. Ces dernières ne correspondent à aucun événement informatique dans notre système actuel et demandent un traitement du contenu des données, par exemple une analyse des messages de chat.

A partir de cette analyse, nous avons réalisé :

1. Un outil qui présente une visualisation synthétique de l'activité des apprenants permise par le système actuel, en récupérant les traces appropriées de cette activité.
2. Une évaluation de la possibilité de faire une analyse automatique des traces de l'activité des apprenants.

Notre outil se limite au recueil, au traitement, à l'enregistrement et à la présentation des traces considérées comme pertinentes que nous pouvons recueillir dans notre système. Il n'en donne pas une interprétation automatique par rapport au modèle de l'organisation pour les présenter au tuteur.

Le choix des traces que nous recueillons et présentons dans notre outil est fondé sur notre travail et plus particulièrement sur nos outils et nos grilles de codage. Il s'agit d'un travail exploratoire qui vise à dresser des perspectives à ce travail (par exemple, un support semi-automatisé de l'activité d'organisation). En particulier, ce travail sur les traces n'est pas fondé sur une analyse des besoins d'un tuteur, question qui dépasse le cadre de cette thèse et que nous n'avons pas abordée.

10.2 Principe général du traçage

Dans ce paragraphe, nous présentons l'aspect informatique de la gestion des informations provenant des outils COCOON et COCOOP que nous avons sélectionnées pour une détection automatique de l'activité d'organisation des apprenants. Ces informations sont complétées par les traces émises par les outils individuels.

10.2.1 Traces récupérées

Les outils (COCOON et COCOOP) sont des applications qui ont été programmées en FLASH™. Ces fichiers FLASH™ sont chargés et exécutés localement sur l'ordinateur de l'apprenant. Par conséquent, les données produites par ces applets FLASH™ ne sont pas recueillies par le fichier *log* du serveur, qui ne peut donc pas être utilisé pour analyser les traces des apprenants provenant de nos outils [Fansler & Riegel 04].

Nous avons donc créé notre propre système de gestion de traces, c'est-à-dire, l'émission, le recueil, la structuration et le traitement (enregistrement et affichage) des traces de l'activité des apprenants. Cette façon a l'avantage de nous laisser le choix dans les traces que nous voulons recueillir et de nous permettre d'en définir leur structure.

Comme nos outils ont été conçus pour être partagés, nous avons dû décider, en les mettant au point, quelles données devaient être émises et reçues par chaque client pour permettre ce partage. Dans le chapitre 8 (cf. § 8.4), nous avons présenté ces mécanismes (les sockets) qui permettent le partage des données en synchrone. Ces données sont émises lors de l'utilisation des outils (COCOON et COCOOP) et des simulations partagées et reçues en synchrone par les applications clientes FLASH™ des apprenants. Nous utilisons ces données comme ressources, pour définir, en particulier, les traces de l'activité d'organisation des apprenants que nous pouvons récupérer.

Le tableau ci-dessous (cf. Tableau 29) dresse la liste de toutes les traces des actions sur les outils COCOON et COCOOP que nous pouvons recueillir.

Traces récupérables dans COCOOP	Traces récupérables dans COCOON
Login	Login
Connexion / Déconnexion	Connexion / Déconnexion
Votes pour transition	Votes ajout ou modification lignes
Vote changement de mode « OK »	Vote ajout ligne nouvelle « Ok »
Vote changement de mode pas « OK »	Vote ajout ligne nouvelle « pas Ok »
3 votes changement de mode « OK »	3 votes ajout ligne nouvelle « Ok »
Demande de vote pour changement de mode	Vote modification ligne du tableau « Ok »
Transition forcée	Vote modification ligne du tableau pas « Ok »
Forcer organisation	3 votes modification ligne du tableau « Ok »
Forcer exécution	Forcer vote ajout ou modification ligne
Chat	Ligne sélectionnée pour modification
Message de chat (mode Organisation)	Ligne chargée pour modification
Message de chat (mode Exécution)	Chat
Brouillon	Message de chat
Brouillon individuel (mode Organisation)	Brouillon
Brouillon individuel (mode Exécution)	Brouillon individuel
Tableau en mode Organisation	Élaboration d'une ligne du tableau
Cellule mise à « OK »	Contenu cellule « Type priorité »
Cellule mise à « ? »	Contenu cellule « Type voiture »
Ligne mise à « OK »	Contenu cellule « Nom de la donnée »
Ligne mise à « ? »	Contenu cellule « Description de la donnée »
Tableau en mode Exécution	Contenu cellule « Type action »
Contenu cellule « OK »	
Contenu cellule « ? »	
Modification ou nouvelle ligne « Type priorité »	
Modification ou nouvelle ligne « Type voiture »	
Modification ou nouvelle ligne « Nom de la donnée »	
Modification ou nouvelle ligne « Description de la donnée »	
Modification ou nouvelle ligne « Type action »	
Maintenance	
Enregistrement tableau	
Rechargement tableau	

Tableau 29 : Traces récupérables dans les outils COCOON et COCOOP de l'activité d'organisation

Ces données partagées sont complétées par les traces qui proviennent des autres outils. En effet, toutes les actions sur tous les éléments des simulations individuelles et partagées (position des voitures, règle, paramétrage des temps de retard au démarrage, bouton Play, bouton Pause, etc.) ainsi que sur la calculatrice sont tracées. Ces traces permettent de relier les actions sur les outils COCOON et COCOOP avec celles qui sont effectuées sur les autres outils afin de mieux comprendre le déroulement du processus de résolution, et, en particulier, l'activité d'organisation de ce processus.

10.2.2 Structure générale d'une trace récupérée

Les outils que nous traçons sont : COCOON, COCOOP et leurs outils (*Chat*, vote, tableau, brouillon, etc.), la simulation individuelle, la simulation partagée et la calculatrice. Les informations recueillies pour chaque outil ou élément d'un outil ne sont pas homogènes. Par exemple, une trace correspondant à un message de *Chat* ou du serveur contiendra moins d'informations qu'une action sur une voiture de la simulation partagée ou sur une cellule d'un tableau de données.

Par conséquent, nous avons défini une structure de trace assez large pouvant contenir suffisamment d'informations pour convenir à toutes les actions et messages à recueillir et à présenter. Nous avons tenu compte des spécificités de chaque outil, des informations que nous pouvions recueillir et de notre modèle de l'activité d'organisation.

Une trace structurée est caractérisée par neuf champs dépendants de l'outil utilisé et de l'élément de l'outil (que nous avons appelé « Objet ») qui émet la trace.

La structure générale d'une trace se présente sous la forme suivante :

Index	HMS	Outil	NumAppr	Objet	Info1	Info2	Info3	Info4
-------	-----	-------	---------	-------	-------	-------	-------	-------

Tableau 30 : Structure générale d'une trace

Les champs de la structure d'une trace sont :

- **Index** : un numéro d'ordre unique de la trace.
- **HMS** : l'heure du serveur en heure, minute et seconde.
- **Outil** : le nom de l'outil principal (COCOON, COCOOP, Simulation, etc.)
- **NumAppr** : le numéro de l'apprenant (1, 2 ou 3).
- **Objet** : l'élément de l'outil émetteur de la trace, il identifie l'action de l'apprenant dans l'outil utilisé (par exemple, une cellule du tableau de données de l'outil COCOOP).
- **Info1, Info2, Info3 et Info4** : ces informations dépendent de l'élément utilisé et sont complétées par la lettre « X » si elles ne sont pas renseignées (par exemple, le mode Organisation ou Exécution de l'outil COCOOP, la position d'une voiture, etc.).

C'est sous cette forme que nous enregistrons les traces recueillies dans un fichier XML.

Voici deux exemples d'enregistrement d'une trace :

1. Action dans le tableau d'organisation de l'outil COCOOP :

```
<Trace Index="20" HMS="15:43:02" Outil="Tab_Orga_1B" NumAppr="1"
Objet="CELLULE_ORGA" Info1="8" Info2="1" Info3="OK" Info4="ORGANISATION"
/>
```

Cette trace correspond à l'information suivante : « L'apprenant 1 a mis un « OK » dans la cellule correspondant à la colonne 8, ligne 1 dans l'outil COCOOP en mode Organisation à 15h 43' 02'' »

2. Action dans la simulation partagée :

```
<Trace Index="14" HMS="15:26:04" Outil="SIM_PART" NumAppr="2"
Objet="_level0.Voiture1" Info1="Piste 1" Info2="57.5" Info3="146.45" Info4="X"/>
```

Information correspondante : « L'apprenant 2 a posé la voiture 1 sur la piste 1 dans la simulation partagée à 15h 26' 04''. Les info2 et info3 sont les coordonnées de l'emplacement de la voiture, l'info4 est non renseignée. »

Ces traces sont structurées par notre outil d'enregistrement et d'affichage de traces. Elles sont la fusion de plusieurs traces émises par l'application cliente FLASH™ de l'apprenant et par le serveur socket distant.

10.2.3 Gestion d'une trace

Une trace est gérée selon une procédure se décomposant en quatre étapes que nous détaillons dans l'exemple ci-dessous et que nous résumons dans la figure 83 :

- **Étape 1 : Émission d'une trace par un outil**

Une trace est émise lorsque l'apprenant 1 met le contenu d'une cellule à « OK » dans le tableau d'organisation de l'outil COCOOP à 15h 43min 2s.

N°	Priorité	TYPE	DONNEES	ACTIONS	Voit.0			Voit.1
1	1 Haute	SANS ARRÊT	durée de la course	MESURER	OK	?	?	?
2	1 Haute	AVEC ARRÊT	Durée Arrêt	MESURER	OK	?	?	?
3	1 Haute	TOUTES	vitesse moyenne des voitures	CALCULER	?	?	?	?

Figure 79 : Cellule mise à « OK » dans l'outil COCOOP en mode Organisation

- **Étape 2 : Réception par le serveur, ajout du timing et émission vers les utilisateurs**

Cette trace est envoyée au serveur qui lui ajoute l'heure de réception de la trace. Puis, elle est émise vers les autres apprenants dans le tableau partagé de l'outil COCOOP et vers notre outil de réception de traces qui est connecté au serveur de manière persistante.

- **Étape 3 : Réception par l'outil, traitements pour affichage et enregistrement**

Lorsque l'outil reçoit la trace, il lui fait subir trois traitements :

- **Traitement 1 :**

L'outil trie les champs de la trace et les affiche dynamiquement en fonction du numéro de l'apprenant. Il affiche la dernière trace reçue dans 6 zones de texte (Outils, Info.1, Info.2, Info.3 et Info.4 dans la figure 80).

	Outils	Info.1	Info.2	Info.3	Info.4	Heure
Apprenant 1 :	Tab_Orga_1B	CELLULE_ORGA	(Col:8;Lir:1)	OK	ORGANISATION	15:43:02
Apprenant 2 :	SIM_PART	_level0.Voiture1	Piste 1	57.5	X	15:26:04
Apprenant 3 :	SIM_PART	_level0.Voiture4	Piste 2	185.25	X	15:26:08

Figure 80 : Affichage d'une trace selon l'apprenant qui l'a émise dans notre outil

- **Traitement 2 :**

L'outil trie les champs de la trace et les présente par ordre d'arrivée dans une zone de texte qui conserve toutes les traces récupérées de la session.



Figure 81 : Fenêtre d'affichage de toutes les traces reçues selon leur timing dans notre outil

- **Traitement 3 :**

L'outil trie les champs de la trace pour en faire une ligne d'un fichier XML et l'envoie au serveur pour enregistrement. C'est cette trace sauvegardée que nous avons définie comme la structure générale de trace.

Exemple : <Trace Index="20" HMS="15:43:02" Outil="Tab_Orga_1B" NumAppr="1" Objet="CELLULE_ORGA" Info1="8" Info2="1" Info3="OK" Info4="ORGANISATION"/>

- **Étape 4 : Réception par le serveur et enregistrement dans un fichier XML**

Le serveur reçoit la trace et l'enregistre dans un fichier XML.

```
<Trace Index="16" HMS="15:26:08" Outil="SIM_PART" NumAppr="3" Objet="Jev0.Voiture4" Info1="Piste 2" Info2="185.25" Info3="240.6" Info4="X"/>
<Trace Index="17" HMS="15:27:53" Outil="Tab_Orga_1B" NumAppr="1" Objet="CELLULE_ORGA" Info1="8" Info2="1" Info3="OK" Info4="ORGANISATION"/>
<Trace Index="18" HMS="15:40:08" Outil="Tab_Orga_1B" NumAppr="1" Objet="CELLULE_ORGA" Info1="8" Info2="0" Info3="OK" Info4="ORGANISATION"/>
<Trace Index="19" HMS="15:43:02" Outil="Tab_Orga_1B" NumAppr="1" Objet="CELLULE_ORGA" Info1="8" Info2="1" Info3="OK" Info4="ORGANISATION"/>
<Trace Index="20" HMS="15:43:02" Outil="Tab_Orga_1B" NumAppr="1" Objet="CELLULE_ORGA" Info1="8" Info2="1" Info3="OK" Info4="ORGANISATION"/>
</root>
```

Figure 82 : Exemple de fichier XML contenant les traces enregistrées

La figure 83 ci-dessous présente le schéma général de la gestion des traces tel que nous venons de le décrire :

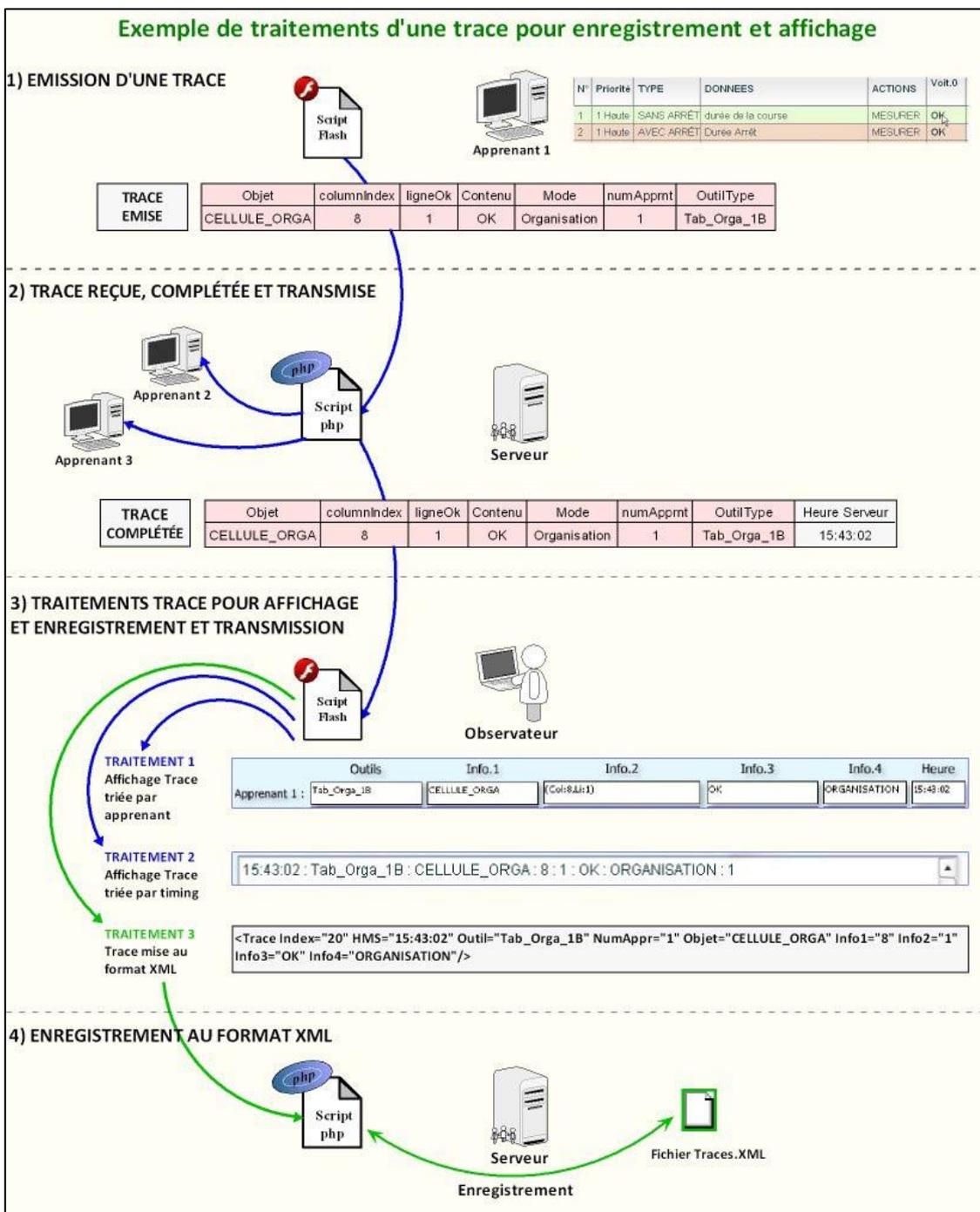


Figure 83 : Exemple de gestion d'une trace

10.3 Visualisation synthétique de l'activité des apprenants

Une fois connecté au serveur, l'interface de l'outil présente une vision synthétique des traces recueillies après les avoir structurées. Il se présente sous la forme de trois zones d'affichage différentes :

- **La zone d'affichage n°1** est une zone de texte dans laquelle défilent les traces reçues rangées selon leur timing. Un lien (« Voir le fichier XML de Traces ») permet, comme son intitulé l'indique, d'afficher le fichier XML des traces enregistrées.
- **La zone d'affichage n°2** affiche la dernière trace reçue triée selon le numéro de l'apprenant dans des zones de texte distinctes. Une zone de texte intitulée « Pannes Possibles » est un test de détection automatique de signaux de pannes dans l'activité d'organisation que nous décrirons plus bas.
- **La zone d'affichage n°3** affiche des informations en provenance du serveur (état de la connexion, confirmation d'enregistrement du fichier XML, etc.).

Description :
Toutes les traces sont affichées ici. Pour afficher le fichier xml en cours, il suffit de cliquer sur le lien. En dessous, les traces sont séparées selon l'apprenant. Si 3 apprenants sont dans le même outil, les zones de texte deviennent vertes. Pour les pannes, il y a 3 types de déclencheurs :
1) une entrée dans une case avec un ?
2) si on force l'organisation et 3) si on force l'exécution.

Réception dynamique des traces des outils

```
15:43:02 : Tab_Orga_1B : CELLULE_ORGA : 8 : 1 : OK : ORGANISATION : 1
15:43:01 : Tab_Orga_1B : CELLULE_ORGA : 8 : 1 : ? : ORGANISATION : 1
15:40:08 : Tab_Orga_1B : CELLULE_ORGA : 8 : 0 : OK : ORGANISATION : 1
15:27:53 : Tab_Orga_1B : CELLULE_ORGA : 8 : 1 : OK : ORGANISATION : 1
15:26:08 : SIM_PART : Agathe : _level0.Voiture4 : Piste 2 : 185.25 : 240.6 : 3
15:26:06 : SIM_PART : Agathe : _level0.Voiture4 : Piste 0 : 299.35 : 27.65 : 3
15:26:04 : SIM_PART : Paul : _level0.Voiture1 : Piste 1 : 57.5 : 146.45 : 2
15:26:03 : SIM_PART : Paul : _level0.Voiture1 : Piste 0 : 128.2 : 27.85 : 2
15:26:01 : SIM_PART : Agathe : Connexion : X : X : X : 3
15:26:01 : X : MessageServeur : Connexion : Num 132 : X : X : X
```

Voir le fichier XML de Traces

	Outils	Info.1	Info.2	Info.3	Info.4	Heure
Apprenant 1 :	Tab_Orga_1B	CELLULE_ORGA	(Col:8;Li:1)	OK	ORGANISATION	15:43:02
Apprenant 2 :	SIM_PART	_level0.Voiture1	Piste 1	57.5	X	15:26:04
Apprenant 3 :	SIM_PART	_level0.Voiture4	Piste 2	185.25	X	15:26:08

Pannes Possibles :

Messages serveurs :
Connecté sur ysmetapat.your-socket.com : 12065
Bienvenue
ok : enregistrement valide

Figure 84 : Interface de notre outil de gestion et visualisation de traces

Comme nous l'avons déjà signalé, cet outil est conçu pour montrer qu'il est possible de récupérer des traces pertinentes de l'activité d'organisation des apprenants et de les présenter pendant le déroulement d'une session à un tuteur. Les traces en provenance des outils COCOON et COCOOP sont imbriquées avec celles qui sont émises par les autres outils (simulation partagée, simulation individuelle, brouillon, etc.) et par le système (connexion, déconnexion, confirmation d'enregistrement, etc.). Nous les présentons et les affichons toutes dans la même zone de texte (cf. Figure 84, Zone n°1). Ceci permet de consulter dynamiquement l'historique de la session et de le sauvegarder dans son ensemble pour une éventuelle interprétation ultérieure.

Les dernières traces reçues s'affichent dans la zone n°2, ce qui permet de connaître en synchrone, le dernier outil utilisée, son mode s'il s'agit de COCOOP, la dernière action effectuée ou le dernier message émis par chaque apprenant.

10.4 Évaluation des possibilités d'analyse automatique

10.4.1 Fusion des grilles (niveaux et pannes)

Les deux grilles de codage (niveaux et pannes) établies en correspondance avec notre modèle de l'organisation nous ont permis de caractériser « manuellement » l'activité d'organisation lors de notre expérimentation. Nous les réutilisons afin de dresser la liste des éléments de l'activité d'organisation qu'il serait *souhaitable* de détecter automatiquement pour comprendre cette activité. Pour cela, nous avons fusionné nos grilles de codage (cf. Tableau 31). Nous avons conservé les trois critères correspondant aux trois caractéristiques du niveau considéré (l'activité de résolution collective du problème, d'organisation et de méta-activité d'organisation) ainsi que les critères de pannes correspondant. Les sous critères ne sont pas reproduits dans le tableau. Cependant, nous en tenons compte en tant qu'indicateurs pour nos trois critères ou symptômes pour les pannes.

D'un point de vue théorique, une détection automatique « optimale » permettrait de présenter dynamiquement tous les éléments du tableau (cf. Tableau 31). Ce qui impliquerait une détection et un traitement automatique de tous les sous-critères concernant les niveaux et les pannes de nos grilles de codage.

Cependant, certains critères ou sous critères ne peuvent pas être détectés automatiquement (par exemple, ceux demandant une mise en perspective de plusieurs actions et messages des apprenants pendant une certaine durée comme le critère « 1.3 Installer une structure coopérative »). De plus certains critères et sous-critères nécessiteraient une analyse automatique de la sémantique du contenu des messages des apprenants, ce qui dépasse le cadre de cette thèse.

Niveaux	Actions		Types de Pannes
1 Co-construction	1.1 Compréhension partagée du problème		P 1.1 Problème non compris collectivement
	1.2 Élaborer ou réviser une stratégie générale d'organisation de la résolution		P 1.2 Problème de stratégie générale (pas, peu, mauvaise)
	1.3 Installer une structure coopérative		P 1.3 Problèmes de mise en place d'une structure coopérative
2 Co-opération	2.1 (Re) Proposer négocier une planification précise		P 2.1 Problème de (re) planification précise
	2.2 Prendre des décisions sur l'organisation		P 2.2 Prises de décision nécessaires non effectuées
	2.3 Se mettre d'accord sur comment travailler ensemble		P 2.3 Pas d'accord dans la façon de travailler ensemble
3 Co-ordination	3.1 Exécuter le plan		P 3.1 Non exécution du plan prévu
	3.2 Appliquer/ maintenir l'organisation adoptée ou demander sa révision		P 3.2 Non application ou non maintien de l'organisation adoptée, ni de demande de révision
	3.3 Travailler ensemble		P 3.3 Conflit dans la façon de travailler ensemble
Transitions ascendantes	Co-ordination	↗	Co-opération
	Co-ordination	↘	Co-construction
	Co-opération	↗	Co-construction
Transitions descendantes	Co-construction	↘	Co-ordination
	Co-construction	↗	Co-opération
	Co-opération	↘	Co-ordination

Tableau 31 : Liste des éléments « souhaitables » de l'activité d'organisation à détecter automatiquement

10.4.2 Identification des événements informatiques pertinents

Notre système peut fournir automatiquement un certain nombre d'informations pertinentes sur l'activité d'organisation, notamment sur les niveaux, les transitions et les pannes.

Nous présentons dans les tables 32 et 33, les événements informatiques considérés comme pertinents que nous traçons dans les outils COCOON et COCOOP.

Il est important de noter que dans notre outil de gestion de traces, nous n'enregistrons et nous n'affichons ni interprétation, ni correspondance avec notre modèle. Cependant, le résultat de notre réflexion permet de proposer une interprétation *possible* de ces traces grâce au lien existant entre les actions tracées dans le système, notre modèle de l'organisation et nos grilles de codage.

Actions tracées	Interprétation possible	Correspondance Modèle / Grille
Connexion / Déconnexion		
Connexion	Début utilisation outil COCOON	Début épisode de Co-construction
Déconnexion	Fin utilisation COCOON	Fin épisode de Co-construction
Votes		
Vote ajout ligne nouvelle « Ok »	Apprenant en accord avec le groupe	1.3
Vote ajout ligne nouvelle « pas Ok »	Désaccord dans le groupe	Panne possible 1.3
3 votes ajout ligne nouvelle « Ok »	Tout le groupe est d'accord	1.3
Vote modification ligne du tableau « Ok »	Apprenant en accord avec le groupe	1.3
Vote modification ligne du tableau pas « Ok »	Désaccord dans le groupe	Panne possible 1.3
3 votes modification ligne du tableau « Ok »	Tous le groupe est d'accord	1.3
Forcer vote ajout ou modification ligne	Problème pour travailler ensemble	Panne possible 1.3
Lignes		
Ligne sélectionnée pour modification	Demande de révision de la compréhension partagée ou de la stratégie générale	1.1 / 1.2
Ligne chargée pour modification	Révision de la compréhension partagée ou de la stratégie générale	1.1 / 1.2
Messages de Chat		
Message de Chat	A évaluer	A évaluer
Individuel		
Brouillon individuel	Informatif	Informatif
Élaboration d'une ligne du tableau		
Type priorité	Stratégie générale	1.2
Type voiture	Compréhension partagée	1.1 / 1.2
Nom de la donnée	Élaboration d'un langage commun	1.1
Description de la donnée	Élaboration d'un langage commun	1.1
Type action	Compréhension partagée	1.1

Tableau 32 : Interprétation possible des traces détectées automatiquement avec l'outil COCOON

Les informations fournies par nos outils COCOON et COCOOP peuvent être complétées en recueillant les traces des autres outils présents dans notre système comme les simulations individuelles ou partagées, le *Chat*, les brouillons individuels et la calculatrice. La mise en perspective de ces traces avec les informations provenant des outils COCOON et COCOOP permet de mieux comprendre l'activité d'organisation.

Toutefois, dans cette approche exploratoire, nous ne faisons pas subir aux traces de traitement lié au contexte de leur émission (excepté le fait que nous signalons l'utilisation d'un même outil partagé par les trois apprenants). Nous nous contentons simplement de les présenter dans notre outil de visualisation et de les enregistrer dans un fichier XML.

Actions tracées	Interprétations possibles	Correspondance Modèle / Grille
Connexion / Déconnexion		
Connexion	Début utilisation outil COCOOP	Début épisode de Co-opération / Co-ordination
Déconnexion	Fin utilisation COCOOP	Fin épisode de Co-construction / Co-ordination
Votes pour transition		
Vote changement de mode Ok	Apprenant en accord avec le groupe	Accord individuel pour transition
Vote changement de mode pas Ok	Désaccord dans le groupe	Panne possible Désaccord pour transition
3 votes changement de mode Ok	Tous le groupe est d'accord	Accord du groupe pour transition
Demande de vote pour changement de mode	Travailler ensemble	Demande de transition
Transition forcée		
Forcer organisation	Problème pour travailler ensemble	Panne possible 1.3
Forcer exécution	Problème pour travailler ensemble	Panne possible 1.3
Messages de Chat		
Message de <i>Chat</i> (mode Organisation)	A évaluer	A évaluer
Message de <i>Chat</i> (mode Exécution)	A évaluer	A évaluer
Brouillon		
Brouillon individuel (mode Organisation)	A évaluer	A évaluer
Brouillon individuel (mode Exécution)	A évaluer	A évaluer
Tableau en mode Organisation		
Cellule mise à « OK »	Organisation explicite	Co-opération 2.1 / 2.2 / 2.3
Cellule mise à « ? »	Organisation explicite	Co-opération 2.1 / 2.2 / 2.3
Ligne mise à « OK »	Organisation explicite	Co-opération 2.1 / 2.2 / 2.3
Ligne mise à « ? »	Organisation explicite	Co-opération 2.1 / 2.2 / 2.3
Tableau en mode Exécution		
Cellule « OK » remplacée par valeur	Exécution de l'organisation	Co-ordination 3.1 / 3.2 / 3.3
Cellule « ? » remplacée par valeur	Non respect de l'organisation adoptée	Pannes possibles P 3.1 / P 3.2 / P 3.3
Modification ou nouvelle ligne avec « Type priorité »	Révision de la stratégie générale	Transition vers 1.2
Modification ou nouvelle ligne avec « Type voiture »	Révision de la compréhension partagée	Transition vers 1.1
Modification ou nouvelle ligne avec « Nom de la donnée »	Révision du langage commun	Transition vers 1.1
Modification ou nouvelle ligne avec « Description de la donnée »	Révision du langage commun	Transition vers 1.1
Modification ou nouvelle ligne avec « Type action »	Révision de la compréhension partagée	Transition vers 1.1
Maintenance		
Enregistrement tableau	Informatif	Informatif
Rechargement tableau	Informatif	Informatif

Tableau 33 : Interprétation possible des traces détectées automatiquement avec l'outil COCOOP

10.4.3 Analyse d'une simulation de détection automatique de transitions

Afin d'évaluer la capacité de détection automatique des traces de l'activité d'organisation de notre outil, nous avons réalisé une comparaison entre la détection « manuelle » des transitions (voir chapitre 8) et une *simulation* de détection automatique de ces transitions. Pour être capable de détecter une transition, il faut au préalable connaître le niveau en cours et pouvoir identifier le niveau atteint lors de la transition. Le tableau (cf. Tableau 34) résume les résultats de cette comparaison.

Pour construire ce tableau, nous avons analysé chaque transition de la figure 75 afin de vérifier si nous pouvions la détecter automatiquement ou pas en considérant le ou les événements informatiques qui lui correspondaient.

Cette comparaison montre que notre outil pourrait détecter automatiquement 66% des transitions (34/51). Les transitions non détectables par l'outil correspondent essentiellement à des transitions effectuées lors d'échanges de messages de *Chat*.

Par exemple, les apprenants s'interrogent mutuellement sur la façon de réaliser certaines tâches pendant la résolution effective du problème (niveau Co-ordination). Nous interprétons ces échanges comme une révision de la compréhension mutuelle du problème (niveau Co-construction). Ces échanges correspondent à la plupart des transitions non détectées du type Co-ordination vers Co-construction et retour. D'autres transitions sont non détectées, par exemple, lorsque les apprenants décident de s'organiser pour réaliser des tests du défi ou des mesures de la longueur de la piste. Comme nos outils ne les invitent pas ou ne leur permettent pas d'explicitier ce type d'organisation, ils le font au moyen du *Chat*. Ce qui, dans le système actuel, ne permet pas une détection automatique des transitions liées à ces épisodes.

Transitions Groupes avec outils	Détection manuelle				Détection automatique correcte				Non détectable automatiquement				Détection automatique incorrecte				Motif de non détection automatique	
	Gr.1	Gr.3	Gr.5	Σ	Gr.1	Gr.3	Gr.5	Σ	Gr.1	Gr.3	Gr.5	Σ	Gr.1	Gr.3	Gr.5	Σ		
Descendantes																		
Co-ConstructionCo-opération	1	3	1	5	1	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
Co-ConstructionCo-ordination	6	4	6	16	3	4	4	11	3	0	2	5	0	0	0	0	0	Messages Chat
Co-opération Co-ordination	2	4	1	7	2	4	0	6	0	0	1	1	0	2	1	3	3	Messages Chat
Ascendantes																		
Co-opération Co-construction	0	2	1	3	0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	Messages Chat
Co-ordination Co-opération	1	3	1	5	1	3	0	4	0	0	1	1	0	1	0	1	1	Messages Chat
Co-ordination Co-construction	6	4	5	15	3	2	3	8	3	2	2	7	0	0	0	0	0	Messages Chat
Total	16	20	15	51	10	16	8	34	6	4	7	17	0	3	3	6		

Tableau 34 : Comparaison détection « manuelle » et simulation de détection automatique des transitions

Six transitions (cf. Tableau 34) sont détectées de manière erronée par notre outil. Nous les expliquons de la façon suivante :

- Les apprenants, en changeant de mode, ne commencent pas directement à réaliser des actions correspondant au niveau signalé par l'outil COCOOP (Co-opération ou Co-ordination) mais discutent ensemble de la compréhension du problème (Co-construction).
- Les apprenants ne ressentent pas le besoin d'explicitier leur organisation car ils l'ont décidé à l'avance (le cas du groupe 5). Ils utilisent l'outil COCOOP uniquement en mode Exécution pour partager leurs résultats. Par conséquent, le passage de l'outil COCOON à l'outil COCOOP ou l'utilisation de l'outil COCOOP en mode Organisation ne reflètent pas une transition vers une activité d'organisation de niveau Co-opération.

10.5 Bilan du travail exploratoire

La réalisation de cet outil de visualisation synthétique de l'activité des apprenants a montré qu'il était possible de présenter dynamiquement et automatiquement des traces pertinentes de l'activité d'organisation des apprenants.

La comparaison entre la détection « manuelle » et « automatique » (simulée) des transitions montre que les deux tiers de ces transitions seraient détectables automatiquement. Notre outil de visualisation synthétique permet donc de faire le lien entre certains événements informatiques liés à l'activité des apprenants dans nos outils COCOON et COCOOP et les éléments de notre modèle de l'organisation (niveaux et transitions) à l'aide de notre grille d'analyse.

Les détections automatiques incorrectes correspondent essentiellement à des anticipations : lorsque les apprenants passent d'un outil à un autre (de Co-construction vers Co-opération) ou d'un mode à un autre (Co-opération, Co-ordination), ils se mettent à discuter via le *Chat* (ou continuent à

discuter) de leur organisation ou de la résolution du problème. Une explication possible pourrait être que le fait de changer d'outil ou de mode provoque des interactions supplémentaires liées à l'organisation.

Toutefois, dans le système actuel, de nombreuses transitions (un tiers) ne sont pas détectables automatiquement. Ce sont essentiellement les transitions qui se font par des échanges de messages de *Chat*. Nous déduisons de ces résultats, trois améliorations possibles de notre système :

1. Une modification de nos outils dans le but d'augmenter les possibilités d'explicitation de l'organisation produite par les apprenants dont la structure ne correspondrait pas à nos outils mais qui leur semblerait pertinente (par exemple, l'explicitation de l'organisation d'un test collectif du défi). Cette amélioration simplifierait la détection automatique de l'organisation en provoquant des événements informatiques liés à l'activité d'organisation.
2. Un traitement automatique du langage naturel (TALN) appliqué aux messages de *Chat*.
3. Une fusion de plusieurs traces pertinentes provenant de plusieurs outils en relation avec les messages émis et correspondant à une séquence temporelle précise. Ceci permettrait de donner une interprétation automatique plus plausible que celle basée sur une seule trace.

Dans cette évaluation de notre outil de visualisation de traces, nous n'avons pas abordé le problème de la détection automatique des pannes. Ce travail exploratoire n'est qu'une première étape qui a pour objectif le support de l'activité d'organisation des apprenants par un tuteur. Nous avons, cependant, testé deux indicateurs automatiques de pannes que nous présentons dans la section Perspectives (cf. § 11.2) de la conclusion de cette thèse.

Chapitre 11 : Conclusions et perspectives

11.1 Conclusions³⁵

Nos travaux de recherche ont montré qu'il était possible d'amener des apprenants engagés dans une activité collective à travailler explicitement sur l'organisation en leur proposant un problème, un scénario et des outils appropriés.

La détection et l'interprétation de l'activité d'organisation des apprenants ont été rendues possibles par la correspondance entre notre cadre théorique, notre modèle de l'organisation, le système que nous avons conçu et nos grilles d'analyse. Ce résultat a été vérifié par l'expérimentation que nous avons mis en place (six groupes en situation réelle à distance et en synchrone).

Un travail exploratoire qui avait pour but de proposer une vision synthétique de l'activité des apprenants et son analyse dans les termes de notre modèle a marqué la fin de nos travaux. Ce travail a ouvert des perspectives pour le support de cette activité d'organisation par un tuteur.

11.1.1 Nature des résultats de la recherche

Les résultats obtenus dans le cadre de nos travaux nous permettent de proposer :

1. Une interprétation d'un modèle théorique (celui de Bardram, issu du CSCW) en termes d'organisation et une instanciation de ce modèle, le modèle ALBATROM, dans le cas d'un challenge pédagogique collectif.
2. Un environnement informatique, ALBATROS, qui comprend notamment deux outils spécifiques (COCOON et COCOOP) conçus en accord avec notre modèle ALBATROM. Ce système permet à des apprenants de résoudre collectivement un problème basé sur un défi. Il facilite l'explicitation de leur organisation tout en proposant les moyens de la faire évoluer dynamiquement au cours de l'action.
3. Une grille d'analyse, qui a été élaborée à partir de notre modèle, et qui permet une meilleure compréhension de ce que font les élèves en termes d'organisation. Cette grille permet une identification et une compréhension des moments critiques (pannes et changements de niveau dans l'organisation). Elle donne la possibilité de mettre à la disposition d'un éventuel tuteur des signaux visibles, interprétables selon notre modèle, utiles à son intervention.
4. L'analyse des résultats d'une expérimentation réalisée à partir de notre grille de codage qui permet d'avoir une première mesure de l'effet de notre système sur :
 - L'organisation des apprenants.
 - La détection de cette organisation.

Et secondairement sur :

- La résolution du problème par les apprenants.
 - La motivation des apprenants.
5. Un outil de visualisation dynamique des traces pertinentes de l'activité d'organisation des apprenants présentes dans notre système, qui permet d'envisager un futur support semi-automatique de cette activité.

³⁵ Comme nous l'avons précisé dans l'introduction, nous adoptons dans cette conclusion, une présentation de nos travaux de recherche basée sur Platon-1 [Tchounikine & al. 04]. Nous reprenons le paragraphe 1.4.1 sur la nature des résultats de la recherche et nous apportons des précisions supplémentaires aux éléments présentés succinctement dans l'introduction.

11.1.2 Aspects généraux et génériques des résultats

1. Nous avons construit notre modèle ALBATROM dans le but d'aider à décrire, analyser et comprendre les phénomènes d'organisation et d'auto-organisation qui se développent dans une situation de type challenge collectif.

Cependant, notre modèle n'est pas spécifique à la situation étudiée (un défi), ni au domaine considéré (les mathématiques). En le fondant sur la Théorie de l'Activité et en particulier sur le modèle de Bardram, nous pensons qu'il serait possible d'étudier son extension à d'autres situations de résolution collective de problème en CSCL et en CSCW.

2. Notre modèle ALBATROM et nos grilles de codage ne sont pas spécifiques aux environnements informatiques pour l'apprentissage humain. Nous pouvons envisager d'étudier leur utilisation :
 - Dans des situations d'apprentissage collectif *non informatisées* où l'activité d'organisation doit être interprétée et/ou supportée.
 - Dans des situations de travail collectif (informatisées ou non informatisées) où il serait intéressant d'éviter les pannes qui pourraient rompre la dynamique du travail coopératif ou de tenter de les résoudre.

Dans les EIAH, le fait d'explicitier l'organisation s'avère être un élément important à prendre en considération. L'influence de cette explicitation pourrait être étudiée en CSCW, en particulier, sur l'efficacité du travail collectif.

3. Nous avons conçu notre système informatique ALBATROS en correspondance avec notre modèle ALBATROM dans le cas d'une situation de résolution de problème de type challenges collectifs. Cependant, notre système, en particulier, les outils COCOON et COCOOP, ne sont pas spécifiques du problème choisi (« la course sans gagnant ») ni à ce type de situation (les challenges collectifs). L'outil COCOON peut être utilisé, par exemple, dans des situations où les participants doivent dresser collectivement une liste de données à acquérir avec ou sans l'accord des membres du groupe (l'établissement d'un vocabulaire commun et une décomposition en tâches et sous tâches soumise à un vote). L'outil COCOOP correspond à des situations de recueil de données et/ou de calculs de valeurs qui doivent être partagées en synchrone. En mode organisation, il peut être utilisé dans des situations où les membres du groupe doivent se répartir les tâches et sous tâches et rendre ce partage visible et modifiable. Nos outils permettent la construction et l'exécution d'un plan d'actions partagé et révisable in situ.

Nous pensons donc qu'il serait possible d'étudier la généralisation de notre travail à l'élaboration d'environnements informatiques où la « planification située » [Bardram 97] prend une place importante (i.e., la construction, la modification, l'exécution et le suivi des plans pendant des activités d'apprentissage collectif ou de travail coopératif). Cependant, la structure actuelle de nos outils (des tableaux) limite les possibilités de généralisation à des situations de recueil de données et de calculs ou résultats à partager.

11.1.3 Types de validation des résultats

1. Notre modèle de l'activité d'organisation de la résolution de problème a été implémenté sous la forme d'un système qui réifie ce modèle. Nous avons conçu deux types d'outils (COCOON et COCOOP) en correspondance avec notre modèle. Ces outils ont été utiles pour l'activité d'organisation, en particulier son explicitation, et utilisables par les apprenants en situation réelle. Ils nous ont permis de détecter et d'interpréter cette activité d'organisation dans les termes de notre modèle.

2. Nous avons réalisé une première expérimentation avec 6 groupes de 3 apprenants (3 groupes avec notre système et 3 groupes sans), médiatisée par ordinateur, à distance et en synchrone. Nos résultats suggèrent que notre système a bien eu un impact en rapport avec nos objectifs de recherche :
 - L'utilisation du système par les apprenants les a engagés et maintenus dans une activité d'organisation tout au long du processus de résolution.
 - L'activité d'organisation a été facilitée par nos outils (en particulier, son explicitation, son partage et sa révision).
 - L'utilisation de nos outils a rendu possible la détection et l'interprétation de cette activité d'organisation (niveaux, transitions et pannes) à l'aide de notre grille de codage.
 - Les apprenants qui ont utilisé notre système ont résolu collectivement le problème avec de meilleurs résultats que les groupes qui ne l'ont pas utilisé.

Le nombre de groupes est trop limité pour généraliser nos conclusions. Cependant, notre analyse qualitative met en relief un certain nombre de résultats intéressants pour nos recherches et valident nos hypothèses ou suggèrent leur validité pour ces 6 groupes. Il faut noter que nous n'avons pas mesuré l'impact du support à l'organisation sur l'apprentissage car cette question ne faisait pas partie de notre problématique (cf. 5.5.2).

3. Le fait que notre modèle ALBATROM soit implémenté dans notre système a permis de concevoir un outil de visualisation synthétique de l'activité des apprenants, et en particulier, des traces de leur activité d'organisation. Ces traces dénotent les éléments de notre modèle présents dans le système que nous avons considérés comme pertinents. Ce travail nous autorise à envisager la possibilité d'un support semi-automatique de l'activité d'organisation.

11.1.4 Analyse des résultats et de la recherche

Atteinte de nos objectifs de recherche

1. Nous avons pu comprendre les éléments liés à l'organisation qu'il était important de supporter (en particulier, les transitions entre les niveaux et les pannes).
2. Nous avons conçu un environnement informatique qui propose un support aux apprenants dans leur activité d'organisation. Cet environnement informatique aide à suivre et à comprendre l'activité d'organisation des apprenants.
3. Nous avons réalisé un travail exploratoire concernant les traces pertinentes de cette activité d'organisation que nous pouvions détecter et présenter automatiquement.

Limites de notre travail

1. Nous n'avons pas pu réaliser une expérimentation avec un nombre suffisant de groupes pour pouvoir valider quantitativement nos résultats et ainsi obtenir des résultats statistiquement significatifs. Cela est principalement dû aux difficultés liées à la mise en œuvre de ce défi et à la durée de chaque session (3h) : mobilisation d'élèves-sujets, durée et complexité de l'analyse des vidéos et de la reconstruction des sessions.
2. Nous avons étudié le problème de l'interprétation automatique des traces de l'activité d'organisation et proposé quelques pistes mais nous ne l'avons pas abordé et traité en tant que tel.
3. Nous n'avons pas effectué l'analyse des besoins du tuteur (ce qui serait nécessaire pour aborder en tant que tel le problème consistant à lui proposer une interprétation des traces qui lui soient utiles).

4. Nous avons comparé la réussite du défi par les apprenants et certains éléments nous permettent de penser que l'utilisation de notre système a eu un effet positif sur sa résolution. Les apprenants qui ont utilisé nos outils sont, en moyenne, plus près de la solution du défi que ceux qui ne les ont pas utilisés. Cette comparaison a été effectuée à titre d'information et son résultat demanderait à être confirmé par de nouvelles expérimentations.

Difficultés auxquelles nous avons été confrontés

1. Une situation d'apprentissage collective qui puisse engager et maintenir les apprenants dans une activité d'organisation nécessite un problème motivant, relativement compliqué et du temps pour être résolu. En raison de la durée totale de notre challenge pédagogique (3h), il n'a pas été possible de disposer d'un nombre suffisant de groupes pour obtenir des résultats significatifs.
2. Trouver le moyen d'instancier notre modèle ALBATROM dans notre système sans rendre l'utilisation de nos outils trop artificielle, ni obligatoire, n'a pas été facile à réaliser. Donner les moyens aux apprenants d'agir aux trois niveaux du modèle pour s'organiser tout en résolvant à leur manière le problème n'était pas trivial. Nous avons résolu ce problème au moment où nous avons décidé que les apprenants utiliseraient le même outil et donc la même interface pour expliciter leur organisation et pour exécuter cette organisation.
3. Au niveau de la conception informatique, le partage des interfaces en synchrone a été le plus difficile à réaliser. Chaque apprenant travaille en synchrone sur le même outil FLASH™ qu'il charge dans la page de son navigateur. Ses actions sont affichées dans l'outil et émises vers les outils des autres apprenants. Elles doivent être distinguées de celles qu'il reçoit sur son interface et qui ont été émises par les autres apprenants. Chaque outil est donc un centre de communication qui doit être réactualisé en permanence et être en cohérence avec les interfaces de tous les apprenants par l'intermédiaire d'un serveur socket distant.

Des problèmes secondaires de sécurité des réseaux avec les lecteurs FLASH™, de désactivation du cache du navigateur, de sauvegarde et de rétablissement des sessions en cas de déconnexion ont compliqué la mise au point du système.

4. Pour construire notre grille d'analyse, il a fallu définir des critères et des sous critères suffisamment précis pour démêler les trois activités qui entrent en jeu dans la situation étudiée et caractériser les niveaux de ces activités selon notre modèle. Les différents choix possibles pour ces critères et sous critères (cf. Tableaux 6, 7 et 8) ont compliqué la mise au point de la grille qui n'a été stabilisée qu'après plusieurs tentatives de codage.
5. Au niveau de l'expérimentation, l'analyse des 18 sessions (6 groupes de trois apprenants) sous forme de fichier vidéo de trois heures par apprenant en moyenne a représenté un travail très long de reconstruction « manuelle » de ces sessions.

L'interprétation de ces 54 heures de vidéo a été difficile par sa longueur et le nombre de données à prendre en compte. Le fait de devoir mettre en perspective plusieurs actions et messages des apprenants sur une durée plus ou moins longue pour comprendre l'activité d'organisation a compliqué cette tâche (en particulier dans le cas des groupes sans outils).

Problèmes difficiles qu'il reste à traiter

1. La mise en place d'expérimentations dont la taille permettra de faire des statistiques inférentielles.
2. L'accès au contenu sémantique des messages de *Chat* qui permettrait de faciliter leur interprétation selon notre modèle. Deux approches pourraient être utilisées :
 - Le traitement automatique du langage naturel.
 - L'utilisation d'ouvreurs de phrases spécifiques à une activité d'organisation.

3. La vérification de la pertinence de nos outils dans une situation différente de résolution de problème, afin de mieux en évaluer la portée.
4. La détection automatique des pannes ou symptômes de pannes.
5. Le support de l'activité d'organisation par un tuteur.

11.2 Perspectives

Comme nous l'avons déjà précisé, les travaux que nous avons présentés prennent place dans un projet plus vaste où une situation d'apprentissage collectif est abordée en tant que cas particulier d'une situation de travail collectif, et la notion d'organisation approchée selon cet angle [Tchounikine 08, Moguel & al. 08].

Notre travail et les résultats que nous avons obtenus montrent qu'il est important et utile de s'intéresser à l'activité d'organisation en tant que telle.

Pour supporter cette organisation, il faut prendre en compte les pannes qui pourraient survenir pendant l'activité d'organisation et qui risqueraient de rompre la dynamique du travail collectif.

Notre outil de visualisation synthétique de l'activité des apprenants ne propose pas d'interprétation automatique de l'activité des apprenants. Cependant, nous avons réalisé un travail exploratoire supplémentaire afin d'avoir une idée de ce que pourrait être une aide automatisée pour le tuteur en cours de session au support de l'organisation. Nous avons donc implémenté deux indicateurs dans notre outil de visualisation. L'un de ces indicateurs permet de signaler l'utilisation simultanée d'un même outil par les apprenants, l'autre de signaler un symptôme de panne :

- Exemple d'indicateur d'un travail collectif probable :

Lorsque les apprenants utilisent simultanément le même outil, nous le signalons en colorant les zones de texte correspondant aux outils de chaque apprenant en vert (cf. Figure 85). Dans cet exemple, les trois apprenants agissent ensemble dans le tableau de données (Tab_Data_1) de l'outil COCOON.

	Outils	Info.1	Info.2	Info.3	Info.4	Heure
Apprenant 1 :	Tab_Data_1A	Type_Voiture	1	AVEC ARRÊT	X	21:43:21
Apprenant 2 :	Tab_Data_1A	CHAT	bonjour	Bernard	X	21:43:31
Apprenant 3 :	Tab_Data_1A	NOM Donnees	duree course	colonneB	X	21:44:06

Figure 85 : Indicateur d'utilisation simultanée d'un même outil

Le fait que les trois apprenants se situent dans le même outil partagé permet de repérer des épisodes d'un probable travail collectif qui peut être confirmé par les messages de *Chat* échangés. L'outil partagé utilisé (COCOON, COCOOP) et le mode (Organisation, Exécution) peuvent alors donner une indication automatique du niveau en cours.

- Exemple d'indicateur de pannes possibles :

Cet indicateur signale un symptôme de panne possible en colorant une zone de texte en rouge et en affichant la trace qui a provoqué cet avertissement dans la zone « Pannes Possibles ». Nous signalons trois symptômes (cf. Figure 86) :

1. Un apprenant « force » le mode Organisation.
2. Un apprenant « force » le mode Exécution.
3. Un apprenant « force » une cellule contenant un « ? » en y mettant une valeur.

Dans notre exemple, l'apprenant 1 est entré dans la cellule (Colonne 11, Ligne 1) contenant un « ? » de l'outil COCOOP (Tab_Orga_1B) pour modifier le contenu. Il « enfreint » ainsi l'organisation qui a été adoptée. La trace est affichée dans la zone de texte « Pannes Possibles » qui est un historique des symptômes signalés.

	Outils	Info.1	Info.2	Info.3	Info.4	Heure
Apprenant 1 :	Tab_Orga_1B	MODIF_ORGA	(Col:11,Li:1)	Agathe	EXECUTION	23:35:28
Apprenant 2 :	Tab_Orga_1B	CHAT	on est en mode exécution	Bertrand	EXECUTION	23:29:22
Apprenant 3 :	Tab_Orga_1B	BROUILLON	12.3	X	EXECUTION	23:29:41

Pannes Possibles : 23:35:28 : Tab_Orga_1B : MODIF_ORGA : 11 : 1 : Agathe : EXECUTION : 1

Figure 86 : Indicateur d'un symptôme de panne possible

Ces indicateurs ouvrent quelques perspectives en lien avec le support semi-automatique et la détection de pannes.

Plus généralement, nous proposons de compléter nos travaux par :

- La réalisation d'une expérimentation sur un plus grand nombre de groupes afin d'obtenir des résultats statistiquement significatifs, notamment sur les effets de notre système sur la motivation des apprenants et la résolution du problème.
- La mise au point d'un outil tuteur qui présenterait automatiquement les traces de l'activité organisation nécessaires à un support efficace. Cette mise au point demanderait une analyse préliminaire des besoins du tuteur en termes de support à l'activité d'organisation.
- Une analyse sémantique automatique du contenu des messages de *Chat*.
- Des implémentations de notre modèle de l'activité d'organisation dans différents environnements informatiques proposant différentes situations de résolution de problème en CSCL et en CSCW, afin d'en mesurer la portée.
- L'amélioration de nos outils COCOON et COCOOP pour leur permettre d'être utiles à d'autres structures d'organisation considérées comme pertinentes par les apprenants pendant le processus de résolution du problème.
- Une détection automatique des symptômes de pannes (cf. nos deux indicateurs, Figures 85 et 86).



BIBLIOGRAPHIE

- [Aronson & al. 78] Aronson, E., Blaney, N., Sikes, J., Stephan, G., & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, CA, Sage Publication.
- [Aleven & al. 01] Aleven, V. & Koedinger, K. (2001). Investigations into Help Seeking and Learning with a Cognitive Tutor. AIED-2001, Workshop on Help Provision and Help Seeking in Interactive Learning Environments, San Antonio (USA).
- [Baker 99] Baker, M. J. (1999). Argumentation and Constructive Interaction. In G. Rijlaarsdam & E. Espéret (Series Eds.) & Pierre Coirier and Jerry Andriessen (Vol. Eds.) *Studies in Writing: Vol. 5. Foundations of Argumentative Text Processing*, 179-202. Amsterdam, University of Amsterdam Press.
- [Baker 03] Baker, M. J. (2003). Les dialogues avec, autour et au travers des technologies éducatives. *L'orientation scolaire et professionnelle* 2003, n° 32, pp 359-397.
- [Baker 04] Baker, M. J. (2004). *Recherches sur l'élaboration de connaissances dans le dialogue. Habilitation à Diriger des Recherches (HDR) en psychologie, université Nancy II*.
- [Baker 07] Baker, M. J. (2007). L'apprentissage coopératif médiatisé par ordinateur : le cas des interactions épistémiques. Séminaire IUFM, « Formation à distance et travail en réseau », 14, 15 juin 2007, Guidel, France.
- [Baker & Lund 97] Baker, M. J. & Lund, K. (1997). Promoting reflective interactions in a computer supported collaborative learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*. 13, 175-193
- [Baker & al. 01] Baker, M. J., de Vries, E., Lund, K., & Quignard, M. (2001). Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour l'apprentissage des sciences : bilan de recherches. *Sciences et Techniques Éducatives - EIAO'01*, 8, 21-32
- [Balacheff 01] <http://www.leibniz.imag.fr/DIDACTIQUE/Balacheff/TextesDivers/CognitiqueEIAH.html>
- [Bandura 93] Bandura, A. (1993). La théorie sociale-cognitive des buts. *Revue québécoise de psychologie*, 14(2), p 43-83.
- [Bannon & Schmidt 89] Bannon, L. & Schmidt K. (1989). CSCW: Four characters in search of a context. ECSCW'89. Proceedings of the First European Conference on Computer Supported Cooperative Work, Gatwick, London, 13-15 September, 1989, pp. 358-372. Reprinted in *Studies in Computer Supported Cooperative Work. Theory, Practice and Design*, J. M. Bowers and S. D. Benford, Eds. North-Holland, Amsterdam etc., 1991, pp. 3-16.
- [Barbeau 06] Barbeau, E. (2006). A classification of challenges, ICMI, Study Number 16, *Challenging Mathematics in and beyond the Classroom*. Trondheim, Norway. Lien web: <http://www.amt.edu.au/icmis16BarbeauEssay2.pdf>
- [Bardram 97] Bardram, J. E. (1997). Plans as Situated Action: An Activity Theory Approach to Workflow Systems. In Proceedings of the 5th European Conference on Computer Supported Cooperative Work (ECSCW'97), Lancaster, UK. Kluwer Academic Publishers, p. 17-32.
- [Bardram 98a] Bardram J. E. (1998). *Collaboration, Coordination, and Computer Support, An Activity Theoretical Approach to the Design of Computer Supported Cooperative Work..* PhD thesis, Department of Computer Science, Aarhus University, Aarhus, 1998. (Daimi PB-533).
- [Bardram 98b] Bardram, J. E. (1998). Designing for the dynamics of cooperative work activities. In Proceedings of The 1998 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, Seattle, Washington, USA. ACM Press.
- [Barron 00] Barron, B. (2000). Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. *Journal of the Learning Sciences*, 9, 403-436.
- [Bell 04] Bell, P. (2004). Promoting students' argument construction and collaborative debate in the science classroom. In Linn, M. C., Davis, E. A., and Bell, P. (eds.), *Internet environments for science education*, Erlbaum, Mahwah, NJ, pp.114-144.
- [Bødker 91] Bødker, S. (1991). *Through the Interface: A Human Activity Approach to User Interface Design*. Hillsdale, NJ: LEA.
- [Bødker & al. 93] Bødker, S. & Mogensen, P. (1993). One woman's job is another man's articulation work. In *CoTech WG4: Developing CSCW Systems: Design Concepts*.
- [Bourguin 00] Bourguin, G. (2000). *Un support informatique à l'activité coopérative fondé sur la Théorie de l'Activité : le projet DARE*. Thèse de doctorat en Informatique, n° 2753, Université des Sciences et Technologies de Lille, France, 2000, 210 p.

- [Bourguin & Derycke 05] Bourguin G., Derycke A. (2005). Systèmes Interactifs en Co-évolution, Réflexions sur les apports de la Théorie de l'Activité au support des Pratiques Collectives Distribuées. *Revue d'Interaction Homme-Machine (RIHM), AFIHM Europia*, Juin 2005, 29p.
- [Bowers & al. 95] Bowers, J., Button, G., & Sharrock, W. (1995). Workflow from Within and Without: Technology and Cooperative Work on the Print Industry Shopfloor. Marmolin et al. (eds.): *Proceedings of the Fourth European Conference on Computer-Supported Cooperative Work, ECSCW'95*, Kluwer, pp. 51-66
- [Brousseau 98] Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage (Ed), France.
- [Brown 87] Brown, A. (1987). Metacognition, Executive Control, Self-Regulation, and Other More Mysterious Mechanisms. In *Metacognition, Motivation and Understanding*, (eds.) Weinert, F.E. & Kluwe, R.H. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.
- [Brown & al. 83] Brown, A., Bransford, J., Ferrara, R., & Campione, J. (1983). Learning, remembering, and understanding. In J. Flavell, & E. Markman, *Handbook of child psychology: Cognitive development*, 3 (pp. 77)166). New York: Wiley.
- [Burton & Brown 82] Burton, R. R. & Brown, J. S. (1982). An investigation of computer coaching for informal learning activities. In D. Sleeman et J. S. Brown (dir.), *Intelligent tutoring systems* (p. 51-78). New York, NY: Academic Press.
- [Carbonell 70] Carbonell, J. R. (1970). *Mixed-initiative man-computer instructional dialogues*. Thèse de doctorat, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- [Chang & Wells 87] Chang, G.L., & Wells, G. (1987). The literate potential of collaborative talk. Paper presented at the meeting of the International Oracy Convention, Norwich, England.
- [Christoph 06] Christoph, N. (2006). *The role of metacognitive skills in learning to solve problems*. Ph Thesis, Université d'Amsterdam, Hollande
- [Cohen & al. 95] Cohen, E. G., & Lotan, R. A. (1995). Producing equal-status interaction in the heterogeneous classroom. *Am. Educational Research J.* 32: 99-120.
- [De Vries 01] De Vries, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ?. *Revue Française de Pédagogie*, 137, 105-116.
- [Dewey 10] Dewey, J. (1910). *How we think*. Boston: Heath.
- [Dillenbourg 99] Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning?. In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp.1-19). Oxford: Elsevier.
- [Dillenbourg 02] Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In P. A. Kirschner (Ed). *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL*, pp. 61-91, Heerlen, Open Universiteit Nederland.
- [Dillenbourg & al 96] Dillenbourg, P., Baker M., Blaye C. & O'Malley, (1996). L'évolution de la recherche sur l'apprentissage collaboratif, in E. Spada & P. Reiman (Eds), *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*, pp. 189-211.
- [Dillenbourg & al. 07] Dillenbourg, P., Häkkinen, P., Hämäläinen, R., Kobbe, L., Weinberger A., Fischer F. & Harrer, A. (2007). Structurer l'apprentissage collaboratif au moyen d'environnements informatiques, In: *Revue Éducation et Formation*, vol. 286, 2007, p. 45-50, 2007
- [Dillenbourg & Jermann 07] Dillenbourg, P. & Jermann P. (2007). Designing Integrative Scripts. In: Fischer, F., Kollar, I., Mandl, H., Haake, J. (eds.): *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning. Cognitive, Computational, and Educational Perspectives. Computer-Supported Collaborative Learning Series*, pages 275-301. Springer, New York, 2007.
- [Dillenbourg & Tchounikine 07] Dillenbourg, P. & Tchounikine P. (2007). Flexibility in macro-scripts for CSCL. In: *Journal of Computer Assisted Learning* Vol. 23 n°1, p. 1-13.
- [Engeström 87] Engeström, Y. (1987). *Learning by Expanding: An activity theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy.
- [Engeström & al. 97] Engeström, Y., Brown, K., Christopher, L. & Gregory, J. (1997). Coordination, Cooperation and Communication in the courts. In Cole, M., Engeström, Y., and Vasquez, O. (Eds.) *Mind, Culture, and Activity*, Cambridge: Cambridge University Press, p. 369-385.
- [Fansler & Riegel 04] Fansler K. & Riegel R. (2004). A Model of Online Instructional Design Analytics. 20th Annual Conference on Distance Teaching and Learning, Madison, Etats-Unis, Adresse URL: http://www.uwex.edu/disted/conference/Resource_library/proceedings/04_1069.pdf. [Accédé le 25/01/2010]

- [Fichtner 84] Fichtner, B. (1984). Co-ordination, co-operation and communication in the formation of theoretical concepts in instruction. In Hedegaard, M. Hakkarainen, P. & Engeström, Y. (eds.) Learning and teaching on a scientific basis. Aarhus: Aarhus University, Psykologisk Institut, p.207–228.
- [Fischer & al. 02] Fischer, F., Bruhn, J., Gräsel, C. & Mandl, H. (2002). Fostering collaborative knowledge construction with visualisation tools. *Learning and Instruction* 12: 213-232.
- [Fischer & al. 07] Fischer, F., Mandl, H., Haake, J. & Kollar, I. (2007). Scripting Computer-Supported Collaborative Learning – Cognitive, Computational, and Educational Perspectives. *Computer-Supported Collaborative Learning Series*, New York: Springer.
- [Flavell 79] Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. *American Psychologist*, 34(10), 906 – 911.
- [Hanser 03] Hanser, D. (2003). Proposition d'un modèle d'auto coordination en situation de conception, application au domaine du bâtiment. Thèse de doctorat. CRAI - Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy.
- [Heath & al. 96] Heath, C. & Luff, P. (1996). Documents and Professional Practice: 'bad' organizational reasons for 'good' clinical records, In Proceedings of the Conference on CSCW, Boston, Massachusetts USA. ACM, pp. 354-363.
- [Hill 98] Hill, A.M. (1998). Problem Solving in Real-Life Contexts : An alternative for Design in Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education* 5(3), 1-18 (1998)
- [Hurme & al. 01] Hurme, T-R. & Järvelä, S. (2001). Metacognitive processes in problem solving with CSCL in Mathematics. In the Proceedings of the Computer support for Collaborative Learning Conference (CSCL) 2001, Maastricht University, Holland. This study examined students' metacognitive processes in mathematical problem solving in CSCL.
- [Inaba 06] Inaba, M.(2006). A CSCL Environment that Promotes Metacognition among Learners in the Community of Practice ICCS 2006 5th International Conference of the Cognitive Science Sheraton Vancouver Wall Centre, Vancouver, British Columbia, Canada, July 26, 2006
- [Jermann 04] Jermann P. (2004). Computer Support for Interaction Regulation in Collaborative Problem Solving, PhD Thesis, University of Geneva.
- [Jermann & al 97] Jermann, P. et Schneider, D. (1997). Semi-Structured interface in collaborative problem-solving. 1st Swiss Workshop on distributed and parallel Systems.
- [Kahane 06] Kahane J.P. (2006). Cooperation and competition as a challenge in and beyond the classroom. *ICMI 16: Challenging mathematics in and beyond the classroom*, Trondheim, June-July 06
- [King 91] King, A. (1991). Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 83, 307-317.
- [Kneser & Ploetzner 01] Kneser, C. and Ploetzner, R. (2001). Collaboration on the basis of complementary domain knowledge: observed dialogue structures and their relation to learning success. *Learning and Instruction*, 11:53–83.
- [Kobbe & al 07] Kobbe, L., Weinberger, A., Dillenbourg, P., Harrer, A., Hämmäläinen, R., Häkkinen, P., & Fischer, F. (2007). Specifying Computer-Supported Collaboration Scripts. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2-3), 211-224.
- [Kollar & al. 06] Kollar, I., Fischer, F., & Hesse, F. W. (2006). Computer-supported collaboration scripts – a conceptual analysis. *Educational Psychology Review*. Volume 18, Number 2, June 2006, pp. 159-185(27).
- [Korte & al. 07] Korte, L., Anderson, S., Pain, H., Good. (2007). Learning by Game-Building: A Novel Approach to Theoretical Computer Science Education. In: 12th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in CSE , pp. 53-57. ACM Press, Dundee, Scotland.
- [Koschmann & al. 96] Koschmann, T., Kelson, A. C, Feltoich, P. J., & Barrows, H. S. (1996). Computer-supported problem-based learning: A principled approach to the use of computers in collaborative learning. In T. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [Kuutti 91] Kuutti, K. (1991). The concept of activity as a basic unit of analysis for CSCW research, In Proceedings of the Second European Conference on CSCW, Amsterdam. Kluwer Academic Publisher, pp. 249–264.
- [Kuutti 93] Kuutti, K. (1993). Notes on systems supporting “organizational context”—an activity theory viewpoint. In L. Bannon and K. Schmidt, eds., *Issues of Supporting Organizational Context in*

- CSCW Systems (pp. 105–121). ESPRIT Basic Research Project 6225 COMIC. Lancaster: Lancaster University.
- [Kuutti 94] Kuutti, K. (1994). *Information Systems, Cooperative Work and Active Subjects: The Activity-Theoretical Perspective*. Ph.D. Thesis, Department of Information Processing Science, University of Oulu, Oulu, August 1994.
- [Kuutti 96] Kuutti, K. (1996). *Activity Theory as a Potential Framework for Human-Computer Interaction Research*. In: B. Nardi (ed.): *Context and Consciousness: Activity Theory and Human Computer Interaction*. Cambridge, MA: MIT Press, Chapt. 2, pp. 17-44.
- [Laborde 95] Laborde, J. M. (1995). *Des connaissances abstraites aux réalités artificielles, le concept de micro-monde Cabri*. In D. Guin, J.-F. Nicaud, & D. Py (Eds.), *Environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur, tome 2* (pp. 29-41). Paris : Eyrolles.
- [Larkin & Reif 79] Larkin, J. H. et Reif, F. (1979). *Understanding and teaching problem solving in physics*. *European Journal of Science Education*, 1, 191–203.
- [Leontjev 77] Leontjev A. N. (1977). *Activity, Consciousness and Personality*. Political Publishers, Moscow.
- [Leontjev 78] Leontjev, A. N. (1978). *Activity, Consciousness, and Personality*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [Leontjev 81] Leontjev, A. N. (1981). *The problem of activity in psychology*. In Wertsch, J. (ed.) *The Concept of Activity in Soviet Psychology*. Armonk, NY: M. E. Sharpe.
- [Leroux 96] Leroux, P. (1996). *Intégration du contrôle d'objets réels dans un hypermédia. Un exemple d'implantation dans le système ROBOTEACH*. Troisième colloque Hypermédias et Apprentissages, Bruillard, E., Baldner, J.-M., Baron, G.-L. éditeurs, Châtenay-Malabry.
- [Lesgold & al. 92] Lesgold, A., Lajoie, S., Bunzo, M., & Eggan, G. (1992). *A coached practice environment for an electronics troubleshooting job*. In J. Larkin & R. Chabay (Eds.), *Computer assisted instruction and intelligent tutoring systems: establishing communications and collaboration* (pp. 201-238). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- [Lipponen 02] Lipponen, L. (2002). *Exploring foundations for computer-supported collaborative learning*, CSCL 2002, <http://newmedia.colorado.edu/cscl/31.html>.
- [Lipschitz & al. 96] Lipshitz, R., Bar-Ilan, O. (1996). *How Problems are Solved: Reconsidering the Phase Theorem*. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 65(1), 48-60.
- [Malone et al. 93] Malone, T. W., Crowston, K., Lee, J., Pentland, B. (1993). *Tools for inventing organizations: Towards a handbook of organisational processes*. MIT center for coordination science, révisé en 1998.
- [Malone & Crowston 90] Malone, T. W. & Crowston, K. (1990). *What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems?* *Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, 357-370.
- [Malone & Crowston 94] Malone, T.W. & Crowston, K. (1994) *The Interdisciplinary Study of coordination*, *Computing Surveys*, 26 (1), 87-119
- [Malone & Lepper 87] Malone, T. W., Lepper, M. R. (1987) *Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning*. In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Aptitude, learning and instruction: III. Cognitive and affective process analyses*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1987, p. 223-253.
- [Marsh & al. 06] Marsh, H. W., Hau, K. T., Artelt, C., Baumert, J., & J. L. Peschar. (2006). *OECD's brief self-report measure of educational psychology's most useful affective constructs : Cross-cultural, psychometric comparisons across 25 countries*, *International Journal of Testing*, 6(4), pp. 311-360, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.2006.
- [Merrill 83] Merrill, M. D. (1983). *Component display theory*. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models* (pp. 279-333). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [Mentzas 93] Mentzas, G. (1993). *Coordination of joint tasks in organisational processes*. *Journal of Information Technology* 8: 139-150.
- [Miyake 86] Miyake N. (1986). *Constructive Interaction and the Iterative Process of Understanding*. *Cognitive Science*, 10, 151-177
- [Moguel & al. 08] Moguel P., Tchounikine P., Tricot A. (2008). *Supporting Learners' Organization in Collective Challenges*, In: P. Dillenbourg and M. Specht (Eds.): *Times of Convergence. Technologies Across Learning Contexts (EC-TEL 2008)*, LNCS 5192, Springer Berlin/Heidelberg, p.290-303.

- [Moguel & al. 09] Moguel P., Tchounikine P., Tricot A. (2009). A Model-Based Analysis of the Organization of Students Involved in a Computer-Based Pedagogical Challenge. In: International Conference on Computer Supported Collaborative Learning CSCL'2009 (CD Rom).
- [Nardi 96] Nardi, B. A. (1996). Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction. Cambridge, MA: MIT Press.
- [Neuman & al. 95] Neuman, D., Marchionini, G., & Morrell, K. (1995). Evaluating Perseus 1.0: methods and final results. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 4, 365-382.
- [Nicaud 87] Nicaud, J.-F. (1987). APLUSIX : un système expert de résolution pédagogique d'exercices d'algèbre. Thèse d'université de Paris-Sud (Orsay).
- [O'Donnell & al. 92] O'Donnell, A. M., & Dansereau, D. F. (1992). Scripted cooperation in student dyads: A method for analyzing and enhancing academic learning and performance. In R. Hertz-Lazarowitz and N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups: The theoretical anatomy of group learning* (pp. 120-141). London: Cambridge University Press.
- [O'Neil & al. 04] O'Neil, H. F., Chuang, S., & Chung, G. K. W. K. (2004). Issues in the computer-based assessment of collaborative problem solving. *Assessment in Education*, 10, 361-373.
- [Ohlsson 95] Ohlsson, S. (1995). Learning to do and learning to understand: A lesson and a challenge for cognitive modeling. Dans P. Reiman & H. Spade (éds.), *Learning in Humans and Machines: Towards an interdisciplinary learning science, 1995*, Oxford, Elsevier Science, p. 37-62.
- [Papadopoulos & al. 09] Papadopoulos, P. M., Demetriadis, S. N., & Stamelos, I. G. (2009). Analyzing the role of students' self-organization in a case of scripted collaboration. In *Proceedings of the 9th international Conference on Computer Supported Collaborative Learning - Volume 1* (Rhodes, Greece, June 08 - 13, 2009). C. O'Malley, D. Suthers, P. Reimann, and A. Dimitracopoulou, Eds. International Society of the Learning Sciences, 487-496.
- [Papert 81] Papert, S. (1981). *Jaillissement de l'esprit : ordinateurs et apprentissage*. Paris, Flammarion.
- [Papert 02] Papert, S. (2002). Hard Fun. Article for the Bangor Daily News (Bangor, Maine). [En ligne] Adresse URL : <http://www.papert.org/articles/HardFun.html>
- [Pea 93] Pea, R. (1993). Practices of Distributed Intelligence and Designs for Education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [Pintrich 99] Pintrich, P.R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31, 459-470.
- [Pintrich & Schrauben 92] Pintrich, P. R., & Schrauben, B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. In D. Schunk, & J. Meece, *Student perceptions in the classroom* (pp. 149-183). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [Poissant & al. 94] Poissant, H., Poellhuber, B., & Falardeau, M., (1994). Résolution de problèmes, autorégulation et apprentissage. *Canadian Journal of Education* 19 (1), 30-44.
- [Polya 68] Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*, (2d ed.). Garden City, NJ: Doubleday.
- [PRC-IA 97] PRC-IA 97, (1997). Conception d'Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur. Tendances et perspectives, contribution du groupe EIAO coordonnée par Balacheff N., Baron M., Desmoulins C., Grandbastien M., Vivet M., Actes des journées nationales du PRC IA, 1997, Grenoble, pp 315-338.
- [Py 96] Py, D. (1996). Aide à la démonstration en géométrie : le projet Mentoniez. *Revue Sciences et Techniques Éducatives*, volume 3, n°2, pages 227-256.
- [Raeithel 96] Raeithel, A. (1996). From coordinatedness to Coordination via Cooperation and Co-construction. Paper presented at Workshop on Work and Learning in Transition, San Diego, January 1996.
- [Reeff 99] Reeff, J. P. (1999). New Assessment Tools for Cross-Curricular Competencies in the Domain of Problem Solving. Final report of project ERB-SOE2-CT98-2042 funded under the Targeted Socio-Economic Reserach (TSER) Programme - Directorate General XII Science, Research and Development/ Directorate F, European Commission.
- [Richard 90] Richard, J.F. (1990). « Les activités mentales. Comprendre, raisonner, trouver des solutions. », Paris : Armand Collin.
- [Rieber & al. 98] Rieber, L. P., Smith, L., & Noah, D. (1998). The value of serious play. *Educational Technology*, 38(6), 29-37. Adresse URL : <http://itech1.coe.uga.edu/~Irieber/valueofplay.htm>.

- [Romeike 08] Romeike R. (2008). What's my Challenge? The Forgotten Part of Problem Solving in Computer Science Education. Proceedings of the 3rd ISSEP Intern. Conf. on Informatics in Secondary Schools - Evolution and perspectives, Torun, Polen 2008
- [Roschelle & Teasley 95] Roschelle, J., & Teasley, S.D. (1995) - Construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C. O'Malley (Ed.), Computer-supported collaborative learning. New York, Springer-Verlag.
- [Saab 05] Saab, N. (2005). Chat and explore. The role of support and motivation in collaborative scientific discovery learning. PhD thesis, University of Amsterdam.
- [Scardamalia & al. 94] Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building Communities, the Journal of the Learning Sciences, 3, 265-283.
- [Schmidt 90] Schmidt, K. (1990). Analysis of Cooperative Work. A Conceptual Framework. Risø National Laboratory, DK-4000 Roskilde, Denmark. [Risø-M-2890].
- [Schmidt 93] Schmidt, K. (1993). The Articulation of Cooperative Work: Requirements for Computer Support, in Developing CSCW Systems: Design Concepts, CoTech WG4 Report, February 1993, pp. 37–103.
- [Schmidt 94a] Schmidt, K. (1994). Modes and Mechanisms of Interaction in Cooperative Work. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, 1994. [Risø-R-666(EN)].
- [Schmidt 94b] Schmidt, K. (1994): The Organization of Cooperative Work: Beyond the "Leviathan" Conception of the Organization of Cooperative Work. In: Smith, John B., Smith, F. Don and Malone, Thomas W. (eds.) Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work October 22 - 26, 1994, Chapel Hill, North Carolina, United States. pp. 101-112.
- [Schmidt & al. 92] Schmidt, K. & Bannon L. (1992). Taking CSCW Seriously: Supporting Articulation Work. Computer Supported Cooperative Work (CSCW). An International Journal, Vol. 1, Nos. 1–2, pp. 7–40.
- [Schmidt & Simone 96] Schmidt, K. & Simone, C. (1996). Coordination mechanisms: Towards a Conceptual Foundation of CSCW Systems Design, Computer Supported Cooperative Work , vol. 5, pp. 155–200.
- [Schneider & al 03] Schneider, D., Class, B., Frété, C., Girardin, F., Lombard, F., Morand, S., Synteta, P. (2003). Conception et implémentation de scénarios pédagogiques riches avec des portails communautaires, Second colloque de Guéret, 4-6 juin 2003, Guéret, France
- [Singh 89] Singh, B. (1989). Invited Talk on Coordination Systems, at the Organizational Computing Conference, November 13-14, Austin, Texas.
- [Soller 02] Soller, A. (2002). Computational Analysis of Knowledge Sharing in Collaborative Learning System. Thesis of the University of Pittsburgh (USA).
- [Soller & al. 05] Soller, A., Martínez-Monés, A., Jermann, P., & Muehlenbrock, M. (2005). From Mirroring to Guiding: A Review of State of the Art Technology for Supporting Collaborative Learning (preprint). International Journal of Artificial Intelligence in Education, 15 (4), 261-290.
- [Spiro & Jehng 90] Spiro, R. J., & Jehng, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R. J. Spiro (Eds.), Cognition, education and multimedia: Exploring ideas in high technology (pp. 163-205). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [Stevens & Collins 77] Stevens, A., Collins, A. (1977). The goal structure of a Socratic tutor. Proceedings of Association for Computing Machinery National Conference, Seattle, Washington.
- [Strauss & al. 85] Strauss, A., Fagerhaugh, S., Sucek, B. & Wiener, C. (1985). Social Organization of Medical Work. Chicago and London: University of Chicago Press.
- [Suchman 83] Suchman, L. (1983). Office Procedures as Practical Action: Model of Work and System Design. ACM Transaction on Office Information Systems, vol. 1, pp. 320–328.
- [Suchman 87] Suchman, L. (1987). Plans and situated actions. The problem of human-machine communication. Cambridge: Cambridge University Press.
- [Suchman 94] Suchman, L. (1994). "Do categories have politics? The language/action perspective reconsidered", Computer Supported Cooperative Work 2 (3), p. 177-190.
- [Suthers & al.95] Suthers, D. & Weiner, A. (1995). Groupware for developing critical discussion skills. In J. L. Schnase & E. L. Cunnius (Eds.), Proceedings of Computer Supported Cooperative Learning. Bloomington, Indiana.

- [Symon & al. 96] Symon, G., Long, K., & Ellis, J. (1996). The Coordination of Work Activities: Cooperation and Conflict in a Hospital Context, *Computer Supported Cooperative Work*, vol. 5, pp. 1–31.
- [Taylor 06] Taylor, P. (2006). Challenging mathematics and its role in the learning process, ICMI Study 16: Challenging Mathematics in and Beyond the Classroom, Trondheim, Norway. <http://www.amt.edu.au/icmis16dd.html>
- [Tchounikine 02] Tchounikine P. (2002). Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. In : *Revue I3 Information Interaction Intelligence* Vol. 2, n°1, p.59-95.
- [Tchounikine & al. 04] Tchounikine, P., Baker, M., Balacheff, N., Baron, M., Derycke, A., Guin, D., Nicaud, J.F. & Rabardel, P. (2004). « Platon-1 : quelques dimensions pour l'analyse des travaux de recherche en conception d'EIAH ». RTP 39, Rapport de l'Action Spécifique « Fondements théoriques et méthodologiques de la conception des EIAH », département STIC, CNRS.
- [Tchounikine 07] Tchounikine P. (2007). “Directions to acknowledge learners' self organization in CSCL macro-scripts.” In: *Groupware: Design, Implementation and Use*, LNCS n°4715, Haake J.M., Ochoa S.F., Cechich A. (eds), Springer Berlin / Heidelberg, p. 247-254.
- [Tchounikine 08] Tchounikine P. (2008), “Operationalizing macro-scripts in CSCL technological settings.” In: *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* Vol. 3 N°2, Springer, p. 193–233.
- [Tchounikine 09] Tchounikine P. (2009). Précis de recherche en ingénierie des EIAH. Adresse URL : <http://membres-liglab.imag.fr/tchounikine/Precis.html> accédé le 25/01/2010
- [Tricot & al. 03] Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. In C. Desmoulins, P. Marquet & D. Bouhineau (Eds). *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 391-402). Paris : ATIEF / INRP.
- [Van Joolingen & al. 03] Van Joolingen, W. R., & De Jong, T. (2003). Simquest: Authoring educational simulations. In T. Murray, S. Blessing & S. Ainsworth (Eds.), *Authoring tools for advanced technology educational software: Toward cost-effective production of adaptive, interactive, and intelligent educational software* (pp. 1-31). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [Van Joolingen & al. 05] Van Joolingen, W. R., De Jong, T., Lazonder, A. W., Savelsbergh, E. R., & Manlove, S. (2005). Co-lab: Research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in Human Behavior*, 21, 671-688.
- [Van Eck & al. 02] Van Eck, R., Dempsey, J (2002). The effect of competition and contextualized advisement on the transfer of mathematics skills in a computer-based instructional simulation game. *Educational Technology Research and Development* 50(3),
- [Vivet 97] Vivet, M. (1997). Préface. Dans E. Bruillard, *Les machines à enseigner*, (pp. 11-13). Paris: Hermès.
- [Weinberger 03] Weinberger, A. (2003). Scripts for computer-supported collaborative learning. Effects of social and epistemic cooperation scripts on collaborative knowledge construction. Ludwig-Maximilian University, Munich.
- [Wertsch 81] Wertsch, J. (1981). (ed.) *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk, NY: Sharpe.
- [West 96] West, M. (1996). Reflexivity and work group effectiveness: A conceptual integration. In M. West (Ed.), *Handbook of work group psychology* (pp. 555-579). Chichester: Wiley.
- [White & al. 89] White, B. Y. & Frederiksen, J. R. (1989). – Causal models as intelligent learning environments for science and engineering education. *Applied Artificial Intelligence*, 3(2-3), 83-106.
- [Winograd & al. 86] Winograd, T. & Flores, F. (1986). *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corp.
- [Winograd 94] Winograd, T. (1994). “Categories, disciplines and social coordination”, *Computer Supported Cooperative Work* 2 (3), p. 177-190.
- [WfMC 99a] Workflow Management Coalition, Terminology and Glossary. WfMC-TC-1011, Issue 3.0, février 1999. Adresse URL <http://www.wfmc.org/Glossaries-FAQs/>
- [WfMC 99b] Workflow Management Coalition, Terminology and Glossary. WfMC-TC00-103 Glossaire - Terminology and Glossary French mai 99 mise à jour aout 08. Adresse URL : <http://www.wfmc.org/Download-document/TC00-103-Glossaire-Terminology-and-Glossary-French.html> accédé le 25/01/2010
- [www Cambridge] Adresse URL : <http://dictionary.cambridge.org/>, accédé le 22/09/2009

Bibliographie

- [www ICMI Study16] The International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) The Sixteenth ICMI Study.
Lien du site : <http://www.amt.edu.au/icmis16ddfrench.html>
- [www Moisan] Adresse URL : http://www.patrickmoisan.net/copains/course_sans_gagnant.html, accédé le 22/09/2009
- [www Sesamath] Adresse URL : <http://www.sesamath.net/>, accédé le 05/03/2010
- [www Wordsmyth] Adresse URL : <http://www.wordsmyth.net/live/home.php>, accédé le 22/09/2009

Annexe A : Questionnaire (pré test, post test)

Ce questionnaire est tiré du questionnaire standardisé SAL (*Student Approaches to Learning*) [Marsh & al. 06]. Le post-test est identique au pré-test, l'ordre des questions a simplement été modifié.

NOM : _____ PRENOM: _____

QUESTIONNAIRE N°1

Commentaire : Il y a 36 questions et quatre choix possibles par question. Pour chaque question, vous devez entourer une seule réponse, celle qui actuellement vous correspond le plus. N'oubliez pas d'inscrire votre nom et prénom, Merci.

1) Quand j'étudie, j'essaie d'apprendre par cœur tout ce qu'il faut savoir.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
2) Quand j'étudie, je commence par comprendre exactement ce que je dois apprendre.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
3) Quand j'étudie, j'apprends par cœur le plus possible	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
4) J'étudie pour augmenter mes possibilités d'emploi.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
5) En étudiant, je travaille aussi dur que possible.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
6) Je suis confiant car je peux comprendre les notions les plus complexes présentées par le professeur.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
7) Quand j'étudie, j'essaie de relier une nouvelle notion à des choses que j'ai déjà apprises dans d'autres matières.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
8) Quand j'étudie, j'apprends par cœur tout ce qui est nouveau de sorte que je puisse le réciter.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
9) En étudiant, je continue à travailler même si le cours est difficile.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
10) Quand j'étudie, je me force à vérifier pour voir si je me rappelle ce que j'ai appris.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
11) J'étudie pour m'assurer que dans mon futur je serai financièrement en sécurité.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
12) Quand j'étudie, je m'entraîne en répétant le cours à plusieurs reprises.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours

13) Quand j'étudie, j'essaie de comprendre comment l'information pourrait être utile dans le réel.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
14) Quand j'étudie, j'essaie de trouver quels sont les concepts que je n'ai toujours pas vraiment compris.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
15) En étudiant, j'essaie de faire de mon mieux pour acquérir les connaissances et les compétences enseignées.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
16) Quand j'étudie, j'essaie de mieux comprendre les ressources du cours en les reliant aux choses que je sais déjà.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
17) J'étudie pour obtenir un bon travail.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
18) Quand j'étudie, je suis certain de me rappeler les choses les plus importantes.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
19) Quand j'étudie, je trouve comment ajuster le cours avec ce que j'ai déjà appris.	presque jamais	quelquefois	souvent	presque toujours
20) Quand j'étudie et que je ne comprends pas quelque chose je recherche de l'information supplémentaire pour le rendre plus compréhensible.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
21) Quand j'étudie, je fais tous les efforts possibles.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
22) Quand je fais des mathématiques, je suis parfois complètement absorbé.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
23) J'aime travailler avec d'autres élèves.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
24) J'aime essayer d'être meilleur que d'autres élèves.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
25) J'apprends plus quand je travaille avec d'autres élèves.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
26) Puisque faire des mathématiques est amusant, je ne voudrais pas arrêter d'en faire.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
27) Essayer d'être meilleur que les autres me fait bien travailler.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
28) J'ai de bonnes notes en Mathématiques.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
29) Je fais du meilleur travail quand je travaille avec les autres.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord

30) Les mathématiques sont une de mes matières préférées.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
31) Je voudrais être le meilleur en quelque chose.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
32) J'ai toujours bien fait en Mathématiques.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
33) J'aime aider les autres gens à bien faire dans un groupe.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
34) Les Mathématiques me sont personnellement importantes.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
35) Il est utile de mettre les idées de chacun en commun quand on travaille sur un projet.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord
36) J'apprends plus rapidement si j'essaie de faire mieux que les autres.	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	plutôt d'accord	tout à fait d'accord

Merci pour votre participation !

Annexe B : Fichier Excel Codage Groupe 3

Description :

- 1^{ère} colonne : le timing est divisé par 2, par exemple : 06 :00 = 12 min.
- Les pannes signalées dans les figures 74 et 75 et le tableau 24 sont repérées en rouge.
- Les messages de *Chat* sont en bleu.
- « NCD » signifie « Nom Collectif Donnée », « cat. » signifie « Catégorie ».
- « Clique OK case L3 V0 App3 » signifie « Mets un OK dans la cellule repérée par la ligne 3 dans la colonne Voiture n°0 de l'apprenant 3. »
- « Écrit L5 V5 App1 Vitesse V5 = 13,48 » signifie « Écrit la valeur 13,48 dans la cellule repérée par la ligne 5, la colonne Voiture n°5 de l'apprenant 1. »
- La couleur de la colonne « Timing/2 » correspond à l'utilisation d'un outil (Mauve : COCOON, Rouge : COCOOP en mode Organisation et Vert : COCOOP en mode Exécution).
- La couleur dans la colonne « Code » correspond au niveau détecté selon le code des couleurs ci-dessous et la valeur éventuellement inscrite à nos critères de la grille de codage.

	Act. Individuelle		Co-ordination
	Co-construction		Panne
	Co-opération		Transition Outil

Code des couleurs :

Timing /2	Actions 1 So.	Code	Actions 2 Stéf.	Code	Actions 3 Cris.	Code
1 INTRODUCTION PAGE D'ACCUEIL (Durée 12 min)						
00:00	(0h 00 :00) DEBUT					
	Lecture introduction		Lecture introduction		Lecture introduction	
06 :00	(0h 12 :00) FIN Durée = 12 min					
2 DEBUT PHASE 1A : PRISE EN MAIN (Durée min)						
06:00 (12 :00)	DEBUT					
	Simulation partagée : test voiture 4		simulation partagée test voiture 1		lecture consigne	
06:51	connexion tableau de données		simulation individuelle test trois voitures 2, 4 et 9		Simulation partagée	
	Observation de tous les éléments de la page		connexion tableau de données		accès tableau de données	
			lecture boîte de dialogue		lecture mode d'emploi tableau	
08:15	(0h 16 :30) FIN Durée = 4 min 30					
PRISE DE CONTACT N°1 PAR CHAT						
08:16	DEBUT					
08:16	Salut		observation de tous les outils de la page		Simulation partagée	
08:20			on mesure d'abord la distance de la piste ?	1.1		
08:34	teste voiture 0 puis mesure durée de la course voiture 0 (4 essais)		utilise la simulation partagée piste 3		d'accord	1.1
08:38			Play sur simulation partagée Voit. 0, 3 et 6	1.1	prise en main simulation partagée, test de 3 voitures	1.1
09:23	teste voiture 1 sur piste 2 (un seul) et observation du tableau de données		test simulation indiv. 2, 4 et 9		qui ralenti	1.3
10:10	(0h 20 :20) FIN Durée = 3 min 52					
POURSUITE DE LA PRISE EN MAIN						
10:11	DEBUT					
10:11	range les voitures 0 et 1				retour simulation partagée	
					simulation individuelle test voiture 0 1 2	
					mesure la longueur de la piste	

				regarde si message	
				retour simulation individuelle	
10:12			a cliqué sur la ligne pour modification sans faire exprès		
10:15	So. clique sur le OK de la boîte de dialogue			simulation individuelle test voiture 0 1 2 et observe la ligne verte	
10:23	essai utilisation outil vote			simulation individuelle test voiture 0 1 2 et observe la ligne verte	
10:30	utilise la ligne verte des données, les listes de choix,...			simulation individuelle test voiture 0 1 2	
10 :30	(0h 21 :00) FIN Durée = 1 min 06 s				
ORGANISATION NON MISE EN PLACE : PANNE N°0 (?)					
10:44	DEBUT				
10:44	s'aperçoit que quelqu'un écrit dans la zone de données « Nom Collectif De la Donnée » Écriture : « Vitesse des voitures »		Stéf. écrit dans la zone Ligne cat="sans arrêt" NCD="vitesse des voitures" action="calculer"	simulation individuelle test voiture 0 1 2	
11:30			ajoute "calculer" dans NCD	simulation individuelle test voiture 0 1 2	
11:37	ce qu'il faut mettre en premier c'est pas la mesure de la piste	P 3.3 P	lecture mode d'emploi du tableau		
11:51	la distance de la piste	3.3.4		Erreur envoi message avec la touche entrée	
11:53			rempli la zone NCD en ajoutant "sans arrêt"		
	observe la ligne du tableau de données qui se remplit				
12:28			remplit la zone description		
Panne n°1 : Conflit dans l'utilisation de COCOON. Les apprenants 1 et 2 écrivent en même temps dans la zone partagée (P 3.3, P 3.3.4)					
12:39	FIN Durée = 3 min 50 s				
DISCUSSION CHAT STRATEGIE DE REMPLISSAGE DU TABLEAU ET DE RESOLUTION DU SOUS PROBLEME MAIS PAS DE L'ORGANISATION					
12:40	DEBUT				
12:40			ss	Corrige son erreur et envoie le message correctement avec le bouton "Envoyer"	
12:46				on mesure la vitesse de chaque voiture des la ligne de départ ?	1.1
12:50			oui		
13:00				d'abord avec voiture 1 ?	1.2
13:04			mais d'abord les vitesses sans arrêt ok?		
13:07		1.1		allez on y va !	1.3
13:10	on mesure d'abord la distance de la piste				
13:13				je l'ai déjà fait	1.3
13:22			c'est combien al distance	refait la mesure de la piste	
13:50				a peu près 154 cm?	1.1
13:52	pour connaitre les vitesses il faut d'abord chercher le temps mis par chaque voiture				
14:00	(0h 28 :00) FIN Durée = 2min40s				
PANNE D'ORGANISATION					
14:01	DEBUT				
14:01	Met Catégorie à "Toutes"				
14:04	Efface la zone NCD remplie par Stéf.	1.1	à peu pres on veut une mesure précise	refait la mesure mais la règle est trop courte	1.1
14:09	Efface la zone description remplie par Stéf.	1.2			
14:14				d'accord	1.3

14:20	Met Action à "Mesurer"				
14:23	FIN Durée = 44s				
PREMIER VOTE POUR AJOUT PREMIERE LIGNE SANS CONCERTATION					
14:24	DEBUT				
14:24	Cherche à ajouter la ligne dans le tableau				
	Vote Ok (1) pour ajout Ligne	1.3			
14:33			Vote Forcé par Stéf. (sans le vouloir)		
14:51	Clique Ok de la boîte de dialogue après un temps de réflexion		vote ok (2) de Stéf.	1.3	veut voter ok mais la boîte de dialogue bloque l'accès à l'interface
15:24	LIGNE N°2 ajoutée				
15:43	FIN Durée = 2min 38s				
PANNE D'ORGANISATION					
15:44	DEBUT				1.2
15:44	Commence à Rédiger la ligne 2 :	1.1 1.2			
	NCD="temps mis par chaque voiture"		sorti de l'outil par inadvertance		
16:00	Corrige NCD				
	NCD="Temps"				
	Description="pour chaque voiture jusqu'à la ligne d'arrivée"				
	modifie action= "calculer" puis "mesurer"	P 3.3 P 3.3.4	se relogue		écrit dans la zone d'édition
16:30			apres le temps on calcule les vitesse de chake voiture celles sans arret d'abord puis celles avec arret ok	1.2	
16:39	modifie NCD="temps mis par chaque voiture"				change le type d'actions
	ca c description	1.1			
17:11	Ne peut pas écrire dans la zone description car quelqu'un d'autre est en train d'écrire	P 3.3 P 3.3.4	écrit dans la zone d'édition et gêne So.	P 3.3 P 3.3.4	écrit dans la zone
Panne n°2 : Même panne que panne n°1 (P 3.3, P 3.3.4)					
17:14			Vote Ok (1)		
17:15	(0h 34 :30) FIN Durée = 3 min 02 s				
RESOLUTION DE LA PANNE AUTO-ORGANISATION					
17:15	DEBUT				
17:15	on se met dabord daccord dans le chat	1.3			
17:17			ok	1.3	
17:21					d'accord
17:23			d'abord le temps mis par les voitures sans arrêt	1.1	
17:32					d'accord écrit le dans la ligne
17:33			puis les autres ki s'arrêtent	1.1	
17:37			moi ne faites rien	1.3	
17:44	ok	1.3	modifie la ligne verte	1.1	
17:46					d'acord
17:48			voter	1.3	
17:52					Vote Ok (2)
17:55			voter la ligne	1.3	
17:58			vite	1.3	
18:00	Modifie type de voitures="Sans arrêt" avant de voter	P 1.3			
18:01	Vote Ok (3)				
18:05	Clique bouton ajout ligne				
18:06	LIGNE N°3 Ajoutée				
18:14	FIN Durée = 1min 58s				

REDEFINITION DE L'ORGANISATION					
18:14	DEBUT				
18:15			modifie ligne verte cat="avec arrêt" en même temps que Cris.	1.1	modifie ligne verte cat="avec arrêt" 1.1
18:19			maintenant le même mais avec les autres voitures avec arrêt	1.1	
18:20					qui fait maintenant celles avec arrêt ? 1.3
18:22			toi même	1.3	
18:24	ok	1.3			
18:26					d'accord 1.3
18:29					moi ou Soso 1.3
18:37			toi cris	1.3	
18:38					ok 1.3
18:49	FIN Durée = 1min 30				
EXECUTION DE L'ORGANISATION ADOPTEE					
18:49	DEBUT				
18:50			après on calcule les vitesses pour chacune de ces deux catégories différentes	1.2	
19:00	ensuite pour les voitures qui s'arrêtent le temps qu'elles mettent pour s'arrêter	1.2			Ligne remplie par Cris. : Priorité = "Haute" Cat = "Avec Arrêt" NCD = "temps mis par chaque voiture pour arriver à la ligne" Description = "pour les voitures qui s'arrêtent" Action = "Mesurer" 1.1 1.2
19:06			Stéf. vote(2)	1.3	
19:08					ok et les distances ? 1.1
19:14	(0h 38 :28) FIN Durée = 50s				
CONFLIT : PROBLEME DE COMPREHENSION MUTUELLE					
19:14	DEBUT				
19:15			So. vote	1.3	
19:16					soso vote 1.3
19:27		1.3	après on peut changer l'ordre	1.2	
19:28	le temps c pas mesurer	1.1			
19:33	Modification "mesurer" est remplacé par "lire"	1.1			
19:45			c'est calculer	1.1	
19:50	c'est lire	1.1			
19:53			pos eso (Trad. : "c'est ça")	1.1	
19:38	vote ok (3)	1.3			
19:57	LIGNE N°4 ajoutée par So.				
20:00	FIN Durée = 1min 32				
PROBLEME : ERREUR COLLECTIVE D'UTILISATION DE L'OUTIL POUR LA MODIFICATION D'UNE LIGNE					
20:00	DEBUT				
20:01			demande 1 de modification ligne 3		
20:08		P 3.3	demande 2 de modification ligne 3	P 3.3	P 3.3
20:09					c'est lire le cronometre
20:12	demande 3 de modification ligne 3				
	erreur d'outil ajout à la place de modifier ligne				
20:17			Erreur : vote ok (1) pour ajout à la place de modification		
20:19	Erreur : vote ok (2) pour ajout à la place de modification				
20:32	c'est pas changé				Erreur : vote ok (3) pour ajout à la place de modification
20:42			elle n'a pas changé la ligne		
20:54	demande 4 de modification ligne 3				
Panne n°3 : Mauvaise utilisation outil COCOON (P 3.3)					

21 :00	(0h 42 :00) FIN Durée = 1min 58s				
RESOLUTION : SO. PREND LES CHOSES EN MAIN					
21:00	DEBUT				
21:00	force le vote				
21:05	vote pour les trois élèves	1.3		1.3	vote modification (3)
21:08	charge la ligne 3 en zone de travail				
21:13	modifie "mesurer" en "lire"				
21:21	force le vote pour ajout LIGNE n°3 modifiée				
21:24	FIN Durée = 48s				
REDEFINITION DE L'ORGANISATION : RÔLE DE SO. MODIFIE SA PRISE EN MAIN EST ACCEPTEE PAR LE GROUPE					
21:24	DEBUT				
21:25			So. toi tu force en k	1.3	
21:28			kand on se trompe		
21:33	la ligne 3				
21:40	c juska la ligne	1.1			
21:47	clique sur ligne pour demande de modification				
21:49	vote ok (1) pour modification	1.3			ok
21:53	vote ok (2) à la place de Stéf.	1.3			clique ok boîte de dialogue de modification ligne émise par So.
21:54	charge la ligne 3 pour re-modification en forçant le vote	1.3			vote ok (3) pour modification ligne
	modifie NCD "temps mis pour chaque voiture pour s'arrêter" par "temps mis pour chaque voiture jusqu'à la ligne"	1.1			
22:04	force vote pour ajout ligne modifiée	1.3	rédige une question "que se passe t'il donc avec la colonne tr" mais l'annule car elle a eu le retour sur la ligne ajoutée par So.	1.3	
22:07	ajoute la LIGNE N°3 modifiée		vote ok pour modification mais trop tard		
22:19			maintenan les vitesses?	1.1	
22:24	pour les voitures ki sarretent le temps kelles mettent pour sarreter	1.1			
22:18	(0h 44 :36) FIN Durée = 1min 48s				
CONFLIT ET RESOLUTION DE CONFLIT STRATEGIE DE RESOLUTION					
22:18	DEBUT				
22:27					la ligne 4 est fausse
22:40	pourkoi	P 1.1			
22:41					c'est de la ligne de depart jusqu'a son arret
22:43			oui c'est vrai c'est le temps kelles mettent pour s'arreter	1.1	
22:54					oui car si elles s'arretent elles n'arrivent pas a la ligne d'arrivee
22:56			cela compte aussi il faut donc changer la ligne 4	1.1	
22:59					c'est logique!
23:07	e si une complete comme elle lui semble et ensuite les autres essaient de corriger	1.3			
23:10					ki le fait?
23:13			mais dans la simulation elles s'arretent puis repartent	1.1	
23:20	elles arrivent toutes a la ligne d'arrivee	1.1			erreur sur ligne cliquée pour modification, annulé
23:24					je savais pas desole
Panne n°4 : Problème de compréhension partagée du problème. Conflit sur une ligne. Résolue par l'apprenant. 1 (P 1.1)					
23:26					onle laisse komme ca alors
23:36			ki fait la ligne 4	1.3	
23:39			clique sur une ligne pour demande		allez suivante

			de modification mais l'annule		
23:48	FIN Durée = 3min				
REDEFINITION DE L'ORGANISATION ET EXECUTION DE L'ORGANISATION ADOPTEE					
23:48	DEBUT				
23:49	regardez les videos et cherchez ce ki peut servir	1.3			
23:51	je complete puis ensuite vous m corrigez				
23:52			ok	1.3	
24:00			se logue dans la simulation partagée		va dans la simulation partagée et teste voitures 0 3 6
			teste voitures 1 2 et 4	Org aN3 PbN 3	Début : travaille dans la simulation individuelle voitures 0 1 2
					modifie les emplacements des voitures
24:11	oui cris ?	1.3			
24:37	rempli une 5ième ligne	1.1			
24:40			ee il faut lire le temps kelles s'arretent	1.1	
24:51	je force les votes et ensuite vous corrigez	1.3	ok cela fait une autre colonne pour ces voitures	1.3	Fin : travail dans simulation individuelle
24:53					d'accord
24:57	force vote	1.3			
25:06	Coche les 3 votes ok(1) (2) et (3)	1.3	vote ok (2) en même temps	1.3	
25:14	LIGNE N°5 ajoutée par So. par VOTE FORCE				
25:15	FIN Durée = 2min58s				
PANNE D'ORGANISATION					
25:15	DEBUT				
25:16			Stéf. remplit la ligne verte	P 3.3	
25:29	alors c toi ki complete tout le tableau	P 3.3			vitesse depuis la ligne de depart nn?
25:44	fani!				
			Stef. complète elle-même le tableau sans l'accord des autres apprenants	P 3.3	observe ce qui se passe lecture de la ligne verte
26:00			pas totu	P 3.3	regarde l'image du tableau de la phase suivante
Panne n°5 : Répétition pannes n°1 et n°2 (P 3.3)					
26:05	(0h 52 :10) FIN Durée = 1min 40s				
SOLUTION DE LA PANNE MAIS TENTATIVE DE REDEFINITION DE L'ORGANISATION PAR STEF..					
26:05	DEBUT				
26:06	une complete le tableau	1.3			
26:15			ki?	1.3	
26:16	et les autres corrigent et ajoutent	1.3			
26:17					ok
26:24					allez on le fait plus vite
26:28	je complete	1.3			
26:29	FIN Durée = 48s				
EXECUTION DE L'ORGANISATION ADOPTEE					
26:29	DEBUT				
26:30			vous estes d'acord avec ma ligne ou pas?	1.1 1.3	
26:31	relis la ligne	1.1			ok
26:34			ok	1.3	
26:38			plus vite	1.3	
26:41					oui mais de la linge de depart jusqua l'arrivée
26:47	vote ok (1) ajout ligne		ok		
26:51					car on peut modifier la distance si on le veut
26:55			oui		
27:03	voter	1.3			
27:04			vote ok (2) pour ajout ligne	1.3	

27:13					maintenant 1 temps ke mais une voiture pour sarreter et le temps kelle met pour redemarrer a nouveua?	1.2
27:16	vote cris	1.3				
27:17					Cris. vote ok (3) pour ajout ligne	1.3
27:23			puff	1.3		
27:26	oui	1.3				
27:31			mon dieu	1.3		
27:34	LIGNE N°6 ajoutée par So. par VOTE NORMAL					
27:38					oui ou nn?	1.1
27:39	oui	1.1				
27:40			complete toi cette colonne	1.3		
27:41	remplissage de la ligne en zone de travail	1.1	oui	1.3		
27:47					fait le toi soso	1.3
27:58			Stef. a voté ok (1) pour ajout ligne	1.3		
28:03	So. a voté ok (2) pour ajout ligne	1.3	voter			
28:05	cris vote	1.3				
28:06	relis la ligne verte à ajouter	1.1			Cris. a voté ok (3) pour ajout ligne	
28:41	modifie ligne avant d'ajouter ligne	1.1				
28:46					toi soso la midification de la ligne vote	1.3
28:48	modification de la NCD et de la description	1.1	regarde le tableau	1.2		
28:51	LIGNE N°7 ajoutée par So. par VOTE NORMAL					
28:52			kesceki nous manke	1.1		
28:58					je ne sais pas puff	1.1
29:04	remplissage de la ligne en zone de travail	1.1	kesceke tu vas faire las?	1.3	Elle regarde le tableau	1.1
29:19			vote ok (1) ajout ligne	1.3		
29:22					vote ok (2) ajout ligne	1.3
29:23	oui?	1.3				
29:24	vote ok (3) ajout ligne	1.3				
29:26	LIGNE N°8 ajoutée par So. par VOTE NORMAL					
29:30	vérifie la ligne 8	1.1	vérifie la ligne 8	1.1	vérifie la ligne 8	1.1
29:39	FIN Durée = 6 min					
PANNE D'ORGANISATION : Cris. ne suit plus Mais So. et Stef. continuent ensemble						
29:39	DEBUT					
29:40			pour celles ki sa'rretent c'est tt non?	1.1		
29:55	Début remplissage de la ligne en zone de travail	1.1			kombien de colonnes vous pensez faire?	P 2.2
30:00	(1H 00 :00)		il ne manque plus rien je pense	1.1 1.2		
30:04	oui?	1.1				
30:07	So. remplit la ligne	1.1			je suis en train de m'embrouiller	P 2.2
30:08			oui	1.2		
30:15					oui oui tu sais ke dire cela?	P 2.2.4
30:16	il manke	1.1 1.2				
30:22	voter	1.3				
30:25	So. vote (1)	1.3	joue la simulation partagée une fois	1.1		
30:28					Cris. vote (2)	1.3
30:36			Stef. vote (3)	1.3		
30:37	LIGNE N°9 ajoutée par So. par VOTE NORMAL					
30:45	vérifie l'ajout de la ligne 9	1.1	vérifie l'ajout de la ligne : ne s'aperçoit pas que la ligne 9 ne s'est pas ajoutée	1.1	vérifie l'ajout de la ligne 9	1.1
30:47	Début : remplit toutes les cases de la zone de travail	1.1				
30:51					joue la simulation partagée	1.1

30:56			les vitesse mais elles sont constantes nn?	1.1			
30:57	Fin remplissage	1.1			joue la simulation individuelle	1.1	
30:58	vote (1) directement pour ajouter la ligne	1.3					
31:00			Stef. a vu le vote de So. et vote immédiatement	1.3			
31:05					Cris. vote à son tour sans demande elle a donc observé aussi ce qui s'est passé	1.3	
31:07	LIGNE N°10 ajoutée par So. par VOTE NORMAL						
31:13	vérifie l'ajout de la ligne 10	1.1	vérifie l'ajout de la ligne 10 : n'a pas remarqué que la ligne 9 a aussi été ajoutée	1.3	vérifie l'ajout de la ligne 10	1.3	
Panne n°6 : L'apprenant 3 « décroche ». Prises de décision nécessaires non effectuées (P 2.2, P 2.2.4)							
31:26	FIN Durée = 2min47s						
ACCORD DU GROUPE POUR PASSER DANS LA PHASE SUIVANTE							
31:26	DEBUT						
31:27		1.1 1.2					
31:31			je kroi k oui	1.1 1.2			
31:34					moi aussi	1.1 1.2	
31:37	Passe en phase 1B						
31:39			Passe en phase 1B		Passe en phase 1B		
31:40	(1h 03 :20) FIN Durée = 48s						
FIN	DUREE TOTAL PHASE 1A = 51 min 20 s						
DEBUT PHASE 1B : PRISE EN MAIN							
31:40	DEBUT						
31:40	3 Mode Organisation : Prise en Main des Outils et Première Répartition des Tâches						
31:42							
32:01	Login tableau d'organisation				Lecture consigne		
32:05	Observation Tab Orga		Login simulation partagée				
32:38					Login tableau d'organisation		
32:46						Login simulation partagée	
32:54		Login simulation partagée		Lecture Consigne			
33:02	clique OK case L1 V0 App1				on calcule le temps des voitures sans arret ok	1.2	
33:07					Observation Tab Orga		
33:16	cris 1234				Observe le OK de So.		
33:21	fani 567						
33:23			kooi?				
33:31	de colonnes						
33:37	pour completer						
33:39		2.2	de	2.2			
33:42	clique OK case L1 V1 App1						
33:43					ok	2.1	
33:44			clique OK case L1 V0 App2				
33:47	pardon						
33:55	cris0123		Observation Tab Orga et Chat				
34:00	fani 456						
34:04	soso 789						
34:05					N°	2.2	
34:18	lignes						
34:27			Prise en Main Sélection des Cases OK		les lignes commence a partir de 1!!!!!!!	2.2	
34:37	Sélectionne la ligne 8 en entier						
34:44	par ligne				Observe le Tab, décale les colonnes		
34:51					clique OK case L1 V0 App3	2.2	

35:05	ki fait kelle ligne?				
35:23	Désélectionne la ligne 8 en entier				
35:27					
35:28					
35:31					
35:36					
35:38	cris tu fait ligne 1234				
35:42					
35:43					
35:44					
35:45					
35:46					
35:47	oui?				
35:51	clique OK case L8 V0 App1		Sélectionne la ligne 6 en entier		
35:53	Teste outil vote				
35:55					Force Passage en Exécution
35:56	Vote Ok passage en Exécution				
(1h 12 :00) FIN Durée =					
36:00	8min40s				
36:00	4 Mode Exécution : Mise en route de la résolution du problème				
36:06					Clique dans case L1 V0 App3
36:08					
36:13	fani ligne 567	2.2	SIM:INDIV:MESURE:V0:Temps Course		SIM:INDIV:MESURE:V0: Temps Course : 3x
36:26	soso ligne 8910	2.2			
36:28			OBSERVATION:TAB, CHAT		ECRIT:TAB:EXEC:L3:V0: App3:5,5
36:30					Clique dans case L1 V1 App3
36:35					SIM:INDIV:MESURE:V1:Temps Course
36:43					
	OBSERVATION:TAB, CHAT				ECRIT:TAB:EXEC:L3:V1:App3:2 7,5
36:53			SIM:INDIV:MESURE:V0:Temps Course:6x		Clique dans case L1 V1 App3
36:56					SIM:INDIV:MESURE:V2: Temps Course
37:01					SIM:INDIV:MESURE:V3: Temps Course
37:18					OBSERVATION:TAB, CHAT Ne note rien
37:28					
37:36	ECRIT:TAB:EXEC:L8:DONNEE S:				
37:44	ANCIEN:"temps":NOUVEAU:"te mps après le démarrage"	3.1			
37:52	ECRIT : TAB : EXEC : L9 :	3.2	SIM:INDIV: PLAY:V0 et V1	3.1	SIM:INDIV:MESURE:V4: Temps Course
38:04	DONNEES : ANCIEN : «distance» : NOUVEAU: «distance entre l'arrêt et le démarrage"			3.2	
38:12	ENREGISTREMENT : Modifications du tableau				SIM:INDIV:MESURE:V5: Temps Course
38:20	ECRIT:TAB:EXEC:L10:DONNE ES:		OBSERVATION:TAB, CHAT		ECRIT:TAB:EXEC:L3:V5: App3:11
38:26	ANCIEN:"vitesse":NOUVEAU: "vitesse des voitures ki sarrentent"				Clique dans case L1 V6 App3
38:33					SIM:INDIV:MESURE:V1: Temps Course
38:37			SIM:INDIV:MESURE:V1:Temps Course		
38:46					Lit le chat
38:56					
39:02					
39:02			ECRIT:TAB:EXEC:L3:V1: App2:28,3		
39:19	ou on met la voiture pour le temps?	1.1			SIM:INDIV:MESURE:V6: Temps Course:2x
39:26	OBSERVATION:SIM:PARTA		cris regarde bien depuis la ligne la vitesse de l	1.1	

39:33					SIMULATION REGARDE FANI!	1.1
39:41			regarde bien le temps de la voiture 1 on a 1 seconde d'ecart!!!	1.1	SIM:PARTA:MESURE:V3: Temps Course:27,9	
39:49					OBSERVATION:SIM:PARTA	
39:55		3.3	SIM:PARTA:MESURE:V1: Temps Course		ECRIT:TAB:EXEC:L3:V1:App3: ANCIEN:"27,5"; NOUVEAU:"27,9"	3.1
40:08			ECRIT:TAB:EXEC:L3:V1:App2: ANCIEN:"28,3":NOUVEAU:"27,9 "	3.1	SIM:PARTA:MESURE:V1: Temps Course:27,9:2x	
40:16			SIM:PARTA:PLAY:V0 V1 V2			
40:34			c'est a cause de la ligne	1.1		
40:46			moi je fait les voitures ki s'arretent	2.2		
40:50	DEMANDE : vote ok changement de mode		TRANSITION			
40:57	VOTE : OK : Changement de mode				SIM:PARTA:MESURE:V1: Temps Course:28,3:2x	
41:00			VOTE : OK: Changement de mode			
41:18					VOTE:OK:Changement de mode	
41:20	(1h 22 :40) FIN Durée = 10min40s					
41:20	5 Mode Organisation : Poursuite de l'organisation et tentative d'accord sur la longueur de la piste					
41:31			Sélectionne la ligne 4 en entier	2.2		
41:36			moi je fait le numero 4	2.2		
41:46			et le numero 6	2.2		
41:50	Sélectionne les lignes 8, 9 et 10 en entier	2.2				
41:52					ET MOI LE 3	2.2
42:12	va cris	2.2			FANI ON PREND KOMME LIGNE DE DEPART LA LIGNE BLANCHE SANS K LA VOITURE LA TOUCHE A PEINE OU UNE AUTRE? REPOND	1.1
42:21						
42:22			ou la fin? ligne ou avant ligne?	1.1		
42:31	toutes la ligne &	1.1				
42:39					REGARDE UN MOMENT LA SIMULATION	1.1
42:45	OBSERVATION : SIM : PARTA	1.1			SIM:PART:Mise au point Alignement voiture au départ	1.1
43:00			SIM : PART : Mise au point Alignement voiture au départ	1.1		
43:12					Problème Tab Orga : Met Ok dans toutes ses cases	
43:17		P2.3	SUIT SO. ET MET DES OK DANS TOUTES LES CASES POSSIBLES !!!!	P2.3		P2.3
43:25			cris met ok dans toutes les lignes			
43:29	MET DES OK DANS TOUTES LES CASES POSSIBLES !!!!				SUIT SO. ET ECOUTE STEF. ET MET DES OK DANS TOUTES LES CASES POSSIBLES !!!!	
43:32			c'est pour être plus sures			
Panne n°7 : Le groupe met toutes les cellules à "OK" dans l'outil COCOOP en mode organisation. (P 2.3)						
43:54			on fait deux par ligne pour comparer les écarts	2.1		
43:55	ANNULE LES CASES OK COCHÉES et Conserve les Lignes 1 et 3 en entier	2.2			SOSO KRIS LIGNE 1 FANI CRIS LIGNE 2	2.2
43:59			ok			2.2
44:03					FANI SOSO LIGNE 3	2.2
44:04						
44:11			pour la voiture numero 0 d'abord	2.2		
44:22			Désélectionne Ligne 1 en entier	2.2	SORT DE LA LIGNE 1 FANI	2.2

44:33			sayez	2.2		
44:51			je commence la ligne 2	2.2		
45:12			Sélectionne la ligne 2 en entier	2.2		
45:19					Sélectionne la ligne 2 en entier	2.2
45:30					Prend la règle pour mesurer la piste	
	Mesure Durée Course V 0					
	Utilise Brouillon :					
	Voiture0 5.5					
45:52	V1 27.4		Utilise Règle Mesure Longueur		150 CM A PEUT PRES SO.?	
46:16			Piste avec V2		clique OK et « ? » case L1 V0	
46:29					App3	2.2
46:36	Mesure Durée Course V 2					
46:41					Demande de vote ok pour	
46:47					changement de mode et annulation	
46:53	Utilise Règle Mesure Longueur				Sélectionne la ligne 4 en entier	2.2
47:00	Piste				KI FAIT LE 4?	2.2
47:02			152 je di		CRIS ET SOSO?	2.2
47:10					MOI 150	
47:15					150	
47:24			Décoche ligne 4 5	2.2	SORT DU 4	2.2
47:26					Simulation Partagée Zoom	
47:30			pile net?	1.1		
47:46			decidez vous enfin!!!!!!	1.1		
47:50			les lignessss	2.2		
47:55	ca fait plus			1.1		
47:56			kso			
48:01	mais juska ou on mesure?		1.1	1.1		
48:02			Observe chat		OUI 150.0001 CONTENTE	1.1
48:17	SIM:INDIV:REGLE:MESURE: Mesure Longueur Piste Déplace la barre verticale					
48:47			SIM:INDIV:PLAY:V0 V1 V2 SIM:INDIV:REGLE:MESURE: Mesure Longueur Piste			
48:55			SIM:INDIV:PLAY:V1 V2 V3 SIM:INDIV:REGLE:MESURE: Mesure Longueur Piste		SIM:PARTA: PLAY:V1 V2 V3	
49:00			SIM:INDIV:PLAY:V0 V1 V2 SIM:INDIV:REGLE:MESURE: Mesure Longueur Piste			
49:13					IL FAUT QUELQUN POUR LA 4	2.1
49:20					test sur simulation individuelle a vu que la ligne verticale blanche est déplaçable	
49:24	151 (Elle fait l'erreur de ne pas placer une voiture pour mesurer au départ)		1.1		KI?KI?KI?	2.1
49:28					OK	2.2
49:30	mais juska ou on mesure?		1.1			
49:37	Mesure Durée Course V 0		moi	2.2		
49:40			Recoche Ligne 4		commence un message "JUSQU'À LA LIGNE D'ARRIVEE Regarde et teste la simulation partagée	
49:50			moi je fait le 4			
49:52	Demande de vote pour changement de mode					
49:53	Vote OK changement de mode					
49:54					Vote OK changement de mode	

49:57			Vote OK changement de mode		
50:00	(1h 40 :00) FIN Durée = 17min20s				
50:00	6 Mode Exécution : Commencent à exécuter l'organisation adoptée				
50:04			SIM INDIV TEST Course V0 V1 V2 Mesure Durée Course V0		ECRIT:TAB:EXEC:L2:V0:App3:151 Erreur de 10mm
50:09	Rempli les cases de la Ligne 1 avec les numéros des voitures de 0 à 9				
50:22			ECRIT:TAB:EXEC:L4:V0:App2:5,7 SIM PART Mesure Durée Course V0		SIM PART Mesure Durée Course V2 ECRIT:TAB:EXEC:L4:V2:App3:19,2
50:37					SIM PART Observe Mesure Durée Course V3 (Stéfania) V1 (So.)
50:43	ECRIT:TAB:EXEC:L3:V0:App1:5,5				
50:52	SIM PART Mesure Durée Course V1				
51:10			ECRIT:TAB:EXEC:L3:V1:App2:27,9		
51:27	ECRIT:TAB:EXEC:L3:V1:App1:27,9				
51:28	Observe SIM PART		ECRIT:TAB:EXEC:L3:V0:App2: ANCIEN:"5,7":NOUVEAU:"5,5"		
51:39			SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V2 (4x)		Regarde dans le tableau sa mesure à effectuer SIM PART Mesure Durée Course V3
51:42					
51:48					
51:57	SIM INDIV Mesure Durée Course V2				
52:04					ECRIT:TAB:EXEC:L4:V3:App3:18,3
52:11		3.1		3.1	SIM PART Mesure Durée Course V4
52:23					ECRIT:TAB:EXEC:L4:V4:App3:22,1
52:29					SIM PART Mesure Durée Course V5
52:37	ECRIT:TAB:EXEC:L4:V2:App1:19,2				SIM PART Mesure Durée Course V6
52:47			CALCULATRICE Durée Arrêt V2		SIM PART Mesure Durée Course V7
52:58	SIM INDIV Mesure Durée Course V3				ECRIT:TAB:EXEC:L4:V7:App3:29,1
53:03			ECRIT:TAB:EXEC:L6:V2:App2:2,6		SIM PART Mesure Durée Course V8
53:05			SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V3 (1x)		
53:16					ECRIT:TAB:EXEC:L4:V8:App3:23
53:20	SIM INDIV Mesure Durée Course V5				SIM PART Vérifie Mesure Durée Course V8 (2x)
53:36	ECRIT:TAB:EXEC:L4:V5:App1:11,2				SIM PART Mesure Durée Course V9
			ECRIT:TAB:EXEC:L6:V3:App2:9		
			SIM INDIV Vérifie Mesure Durée Arrêt V3 (1x)		
53:51	SIM PART Vérifie Mesure Durée Course V5 Identique		SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V4		ECRIT:TAB:EXEC:L4:V9:App3:46
					SIM PART Observe Mesure Durée Course V5 (So.) différente de la sienne de 0,2s
53:54			ECRIT:TAB:EXEC:L6:V4:App2:15		ECRIT:TAB:EXEC:L3:V5:App3: ANCIEN:"11":NOUVEAU:"11,2"
54:07					

54:10	SIM PART Mesure Durée Course V6				Observe tout le tableau	
54:20	ECRIT:TAB:EXEC:L4:V6:App1:14					
54:27	SIM PART Mesure Durée Course V8 V9 10					
54:59					ON PEUT CHANGER DE MODE CAR MOI J'AI DEJA FAIT MA PARTIE ?	
55:08	moi aussi					
55:09	Vote OK changement de mode					
TRANSITION						
55:13	votez		Commence à écrire Message : "ok mais ma" mais ne l'envoie pas"		Vote OK changement de mode	
55:18			Vote OK changement de mode			
55:20	(1h 50 :40) FIN Durée = 10min40s					
55:20	7 Mode Organisation : s'organisent en utilisant l'outil naturellement					
55:21			SIM INDIV Continue à Mesurer Durée Arrêt V5 V6 V7			
55:35	Sélectionne les lignes 5 et 6 en entier	2.2		3.1	JE FAIS LE 5 clique Ok pour toute la ligne 5 (3ième colonne =App3)	2.2
55:37						2.2
55:52	Sté. enlève tes ok	2.2			OUI C'EST VRAI ENLEVELES	2.2
55:57						
56:07			ok	2.2		
56:11			Désélectionne Les Lignes 7 8 9 et 10 en entier	2.2		
56:18			Sélectionne la Ligne 10 en entier	2.2	ki fait le 7 pas moi	2.1
56:20						2.1
56:21			execution			
56:27					ok	2.2
56:28			j'ai pas fini le 6	2.2		
56:29	Vote OK changement de mode				tu le fait mnt	2.2
56:33					Vote OK changement de mode	
56:33					vote	
56:37						
56:39			Vote forcé changement de mode = Erreur de Stef.			
TRANSITION						
56:40			Vote OK changement de mode			
56:41	FIN Durée = 2min42s					
56:41	NON COMPTABILISE Mode Exécution TRANSITION					
56:50					Revote OK pour changement de mode	
56:51			Revote OK pour changement de mode			
56:54	Revote OK pour changement de mode		Écrit L6 V7 App2 Durée Arrêt 7 = 6			
56:56	(1h 53 :52) NON COMPTABILISE Mode Organisation					
57:13	Vote forcé pour changement de mode					
57:14	8 Mode Exécution : Poursuite organisée de la résolution de problème et une panne					
57:33	CALCULATRICE Vitesse	3.1	SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V8 (3x)	3.1	Calculatrice : calcul vitesse	3.1
57:42			Écrit L6 V8 App2 Durée Arrêt V8 = 15	3.1		
57:56			SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V9	3.1	on le fait en cm.s-1? ou en m.s-1?	1.1
58:02			oui	1.1		

58:06	pourkkoï?	1.1	SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V9			
58:10					pour la vitesse	1.1
58:15	m.s	1.1				
58:25					c'est plus facile en cm.s	1.1
58:26	ok?	1.1				
58:35	CALCULATRICE Vitesse				ok?	1.1
58:37					ok	1.1
58:39			Écrit L6 V9 App2 Durée Arrêt V9 = 9		Calculatrice : calcul vitesse	
58:49			SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V2	3.1		3.1
59:05	ok					
59:10	CALCULATRICE Vitesse		j'ai fini la colonne 6		Écrit L5 V0 App3 = 27,5	
59:18		3.1	Attends la réponse dans le chat		Écrit L2 V1 App3 = 151	
59:20			Attends la réponse dans le chat		Observe Case suivante à remplir	
60:00	(2h 00 : 00)					
00:11			keske je fai la?			
00:16	Écrit L5 V0 App1 Vitesse V0 = 27,45		kelle ligneç'		Calculatrice : calcul vitesse	
00:33			Ne sait pas quoi faire		Écrit L5 V1 App3 = 5,41	
00:51	CALCULATRICE Vitesse				Écrit L2 V5 App3 = 151	
00:55					Calculatrice : calcul vitesse	
01:08			Met des 0 pour les voitures qui ne s'arrêtent pas Écrit L6 V0 App2 = L6 V1 App2=L6 V5 App2=L6 V6 App2=L6 V7 App2= 0			
01:09	Écrit L3 V4 App1 Vitesse V4 =11,2 se trompe et efface				Écrit L5 V5 App3 = 13,5	
01:33			SIM INDIV Vérifie Mesure Durée Arrêt V2		Observe le tableau, cherche ce qu'elle doit faire ensuite	
01:58	Écrit L5 V5 App1 Vitesse V5 = 13,48		Vérifie si elle a fait son travail dans le tableau et attend		SIM PART Mesure Durée Course V6	
02:09					Écrit L3 V6 App3 = 14	
02:10					Écrit L2 V6 App3 = 151	
02:17					Calculatrice : calcul vitesse	
02:33	SIM INDIV Mesure Durée Course V2					
02:43					Écrit L5 V6 App3 = 10,78	
Panne n°8 : Désynchronisation de l'apprenant 2. Ne sait plus quoi faire et le dit. (P 3.1.4)						
02:56			TRANSITION		Vote OK changement de mode	
02:59	Demande de vote ok pour changement de mode		Vote OK changement de mode			
03:00	Vote OK changement de mode					
03:02	9 Mode Organisation					
03:12			clique Ok pour toute la ligne 7 (2ième colonne =App2)			
03:27	Selectionne les lignes 7 et 10 en entier		clique Ok pour toute la ligne 8 (2ième colonne =App2)		clique Ok pour toute la ligne 8 (3ième colonne =App3)	
03:32		2.2		2.2	clique Ok pour toute la ligne 10 (3ième colonne =App3)	2.2
03:36					clique ? pour toute la ligne 10 (3ième colonne =App3)	
03:40					clique OK pour toute la ligne 9 (3ième colonne =App3)	
03:55	Force Exécution changement de mode		TRANSITION			
03:56	FIN Durée = 1min48s					
03:56	(2h 07 :52) 10 Mode Exécution					
03:57					Vote OK pour changement de mode (inutile)	
04:04			Vote OK pour changement de mode (inutile)			

04:11			Vote Pas OK pour changement de mode (inutile)		
04:42	pour calculer la vitesse de celles ki sarrent cmmnt on fait		SIM INDIV Mesure V3 V9		
05:50		P 1.1	c'est une question?		
05:54				P 1.1	c'est une kestion?ç
05:56	dish!				
06:00	oui!				
06:09					
06:28					je ne sais pas c'est toi le cerveau ici
06:37	SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 6s V0=0s. Elles sont les trois ensembles, elles essaient de faire arriver les voitures en même temps à l'arrivée		SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 6s V0=0s. Elles sont les trois ensembles, elles essaient de faire arriver les voitures en même temps à l'arrivée		Calculatrice : fait un calcul avec 11.5 et trouve 6. Calcul retard démarrage voiture 6
06:55	SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=6s		SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=6s		SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 6s V0=0s. Elles sont les trois ensembles, elles essaient de faire arriver les voitures en même temps à l'arrivée
07:14	SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=7s		SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=7s		SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=6s
	SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=6,5s		SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=6,5s		SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=7s
07:37	SIM PART test Course V0. Retard Démarrage V0= Pas de Null chez So. (à voir) Durée = 5,6s différente de celle déjà calculée		SIM PART test Course V0. Retard Démarrage V0= Pas de Null chez Stef. (à voir) Durée = 5,6s différente de celle déjà calculée		SIM PART test Course V5. Retard Démarrage V5= 0s V0=6,5s
07:43					SIM PART test Course V0. Retard Démarrage V0= Null Danger = Bug de la simulation , ne pas laisser cette case vide Durée = 5,6s différente de celle déjà calculée
07:47					Modifie L3 V0 App3 = 5,6 (à la place de 5,5)
07:51			ok		je change
08:01	c pas la distance kelles parcourent / temps kelles mettent juska la ligne -temps darret ?	1.1			Calculatrice : fait un calcul avec 11.5 Calcul retard démarrage voiture 0 = 5,6
08:03	(2h 16 :06)		ca marche preske		
Panne n°9 : Problème de compréhension partagée (P 1.1)					
08:07	SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 0s V0=5,6 s Les deux voitures arrivent ensemble (4x)		SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 0s V0=5,6 s Les deux voitures arrivent ensemble (4x)		SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 0s V0=5,6 s Les deux voitures arrivent ensemble (4x)
08:47	SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 0s V0=5,6 s Les deux voitures arrivent ensemble (4x)		SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 0s V0=5,6 s Les deux voitures arrivent ensemble (4x)		Réfléchi, observe le tableau en détail, la simulation partagée
08:56	SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 0s V0=5,6 s Les deux voitures arrivent ensemble (4x)	3.1	SIM PART test Course V5 V0. Retard Démarrage V5= 0s V0=5,6 s Les deux voitures arrivent ensemble (4x)	3.1	SIM PART Pose V2
08:59	SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 13,9s V2=0s		SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 13,9s V2=0s		Calculatrice : calcul = 13.9 (Retard démarrage V0)
09:10	SIM PART test Course V2. Retard Démarrage V2=0s		SIM PART test Course V2. Retard Démarrage V2=0s		SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 13,9s V2=0s
09:34	SIM PART test Course V0. Retard Démarrage V2=13,9s		SIM PART test Course V0. Retard Démarrage V2=13,9s		SIM PART test Course V2. Retard Démarrage V2=0s
09:42	SIM PART test Course V0. Retard Démarrage =0s		SIM PART test Course V0. Retard Démarrage =0s		SIM PART test Course V0. Retard Démarrage V2=13,9s

09:50				SIM PART test Course V0. Retard Démarrage =0s	
09:56			tu kroi k las distance entre l'arrete et le démarrage c'est important moi nn?	1.1	
10:06				Calculatrice : calcul = 13.6 (Retard démarrage V0)	
10:11	SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s		SIM INDIV Vérifie Mesure Distance d'un Arrêt au début de la piste V2		SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s
	on peut tt faire et ensuite voir ce ki sert	1.2			
10:25	SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 0s V2=13,6s		SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 0s V2=13,6s		SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 0s V2=13,6s
10:35	SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s REUSSI arrive ensemble (2x)	3.1			SIM PART test Course V0 V2. Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s REUSSI arrive ensemble (2x)
11:20	cris tu essay ns on complete le tableau	2.2			
11:25			olé tu a reussit?	3.3	
11:29					j'ai reussit a faire une voiture ki s'arrete et une k non , elles ont arrive en meme temps avec les calculs j'ai reussit
11:32			maintenan essaye lorek la voiture n'es pas dans la ligne	1.1	3.3
11:43					koi cela c'est plus komplike
11:44	SIM INDIV Mesure Durée Course V2		c'est un truc de distancess	1.1	
11:50					j'aissai avec tres coches
11:51					observe les résultats du tableau
12:04	(2h 24 :08)				Calculatrice : calcul Retard Démarrage V3 résultat=7,1s
12:14			comprend pas comment je doit faire la distance entre l'arret et demaraaage	1.1	
12:23	cmmnt ta fait la 6?	1.1			SIM PART test Course V0 V2 V3. Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s, V3=7,6s Échoué
12:36	modifie DONNEE ligne 9 "distance entre l'arrêt et le démarrage" devient "distance apres larret"	1.1			SIM PART test Course V0 V2 V3. Modifie Retard Démarrage V0= 13,6s V2=7,1s V3=Null (bug) Échoué
12:47					Calculatrice : calcul Retard Démarrage V3 résultat=7,1s
12:54	c pas xa	1.1			
12:56	c pa ca	1.1	je prend une des voitures avec arret puis je prend le temps dans lekel elle s'arrete et le temps ds lekel elle redemare et je les sustrait	1.1	P 1.2 P 2.2 P 2.3
13:05	du mmnt ou elle sarrete juskau mmnt ou elle arrive a la ligne	1.1			SIM PART test Course V0 V2 V3. Modifie Retard Démarrage V0= 13,6s V2=Null (bug) V3=7,1s Échoué
13:15	et la voiture 2?	1.1			SIM PART test Course V0 V2 V3. Modifie Retard Démarrage V0= 13,6s V2=Null (bug) V3=Null (bug) Échoué
13:22			nn	1.1	
13:26	(2h 26 :52) ca c la reponse a ta kestion	1.1			
13:36					SIM INDIV Test Course V3.

13:44					
13:55	SIM INDIV Mesure Distance Arrêt V2	3.1			Retard Démarrage 0s SIM PART Test Course V3 V0 et V2. Retard Démarrage Null (bug) (x2) Échoué
14:03					SIM PART Test Course V3 V0 et V2. Échoué Elle a découvert le bug de la simulation qui était signalé dans l'introduction
14:11					SIM PART test Course V0 V2 V3. Modifie Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s V3=7,1s Échoué
14:17			on kalkule la vitesse des voitures ki s'arrentent	2.2	SIM PART test Course V0 V2 V3. Modifie Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s V3=0s Échoué SIM PART test Course V0 V2 V3. Modifie Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s V3=7,1 s Echoué Met une virgule à la place d'un point
14:30					SIM PART test Course V0 V2 V3. Modifie Retard Démarrage V0= 13,6s V2=0s V3=0s Echoué
14:38					SIM PART Test Course V0 V2 V3 (x3) Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=7.1 s Echoué REPARÉ : Met un point à la place d'une virgule
14:52	SIM INDIV Vérifie Mesure Distance d'un Arrêt au début de la piste V2				
15:06					Calculatrice : Recalcule Retard Démarrage V3 même résultat=7,1s
15:22			CALCULATRICE		Calculatrice : Recalcule Retard Démarrage V2 même résultat=0,89s
15:38					SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0,89s V3=0 s Echoué
15:41	BROUILLON Écrit : 6,1 8	3.1			
15:42	CALCULATRICE				
15:55	Écrit L6 V2 App1 TEMPS ARRET V2 = 5,2	3.1	Corrige L6 V2 App2 Durée Arrêt V2 = 2,6 en 5.2		Calculatrice : Recalcule Retard Démarrage V3 même résultat= 0,89s (?)
16:08				3.1	SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=0,89 s REUSSI (x3)
16:18	test	3.1			
16:30	SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=0,89 s REUSSI (x3)	3.1	SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=0,89 s REUSSI (x3)		SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=0,89 s REUSSI (x3)
17:49					SIM PART Test Course V0 V2 V3 Place Voiture Sur la Piste à 40mm du départ
17:58			CALCULATRICE Vérifie ses calculs		Mesure 100mm à l'arrivée. Regarde Tableau Retard Démarrage V0=, V2= V3=
18:27	(2h 36 :54) Écrit L10 V2 App1 TEMPS ARRET V2 = 10,7				
18:43	on change de mode				
18:44					
18:46	Demande de Vote annulé				
18:52	Vote forcé changement de mode				

18:53	11 Mode Organisation : Pour sélectionner une ligne par une apprenante			
18:54			clique Ok pour toute la ligne 10 (2ième colonne =App2)	Vote OK changement de mode
18:56			Vote OK changement de mode	
19:00			So. vote	
19:02	Vote OK changement de mode		TRANSITION	
19:04	FIN Durée = 22s			
19:04	12 Mode Exécution			
19:08				mais koi?
19:09				Regarde le tableau
19:14	ta besoin du temps apres demarrage?	3.3		
19:23			SIM INDIV V3	
19:33			CALCULATRICE	Calculatrice : résultat 8.1s Retard V3 pour 40mm SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=8,1 s
19:50	CRIS!	3.3		
20:01			Écrit L10 V3 App2 Vitesse V3 = 16	nn
20:10	SIM INDIV Mesure Durée Avant Démarrage V3		SIM INDIV V4	je crois k nn seulement le temps k'il met pour arriver a l'arrivée
20:13				3.3 SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=8,1 s Échoué Met une virgule à la place d'un point
20:26				Calculatrice : résultat 8,2s Retard V3 pour 40mm SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=8,2 s Échoué, Met une virgule à la place d'un point
20:46			CALCULATRICE	
20:54	SIM INDIV Mesure Durée Avant Démarrage V4			
21:00			Écrit L10 V4 App2 Vitesse V4 = 21	
21:04			SIM INDIV V3 V4	tu est sure k la vitesse a la voiture 3 est jsute?
21:11	ok	3.3		3.3
21:17			ok	
21:24				Calculatrice : résultat 12,95s Retard V3 pour 40mm SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=12,9 s Échoué, Met une virgule à la place d'un point (x3)
21:35	SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V4			
21:42			SIM INDIV V3 (2x)	SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=12,9 s Échoué
22:06			CALCULATRICE Vérifie la vitesse V3 mise en cause par Cris.	REPAIRE : Met un point à la place d'une virgule
22:22			oui	3.3
22:24				Calculatrice : résultat 12,95s Retard V3 pour 40mm SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=0 s Échoué
22:32			so so je sais pas si la vitesse des voitures ki s'arretent est juste	3.3
22:50			CALCULATRICE	Calculatrice : résultat 7,15s Retard V3 pour 40mm
22:58	la voiture 4 le temps darret c peut etre pas ca	3.3		

23:03	fani	3.3				
23:07	SIM INDIV Mesure Durée Arrêt V4	3.1				
23:10			ok je reessaye	3.3		
23:12			SIM INDIV V4	3.1		
23:25					Calculatrice : résultat 7,15s Retard V3 pour 40mm	
23:38			c'est bien	3.3		
23:44			SIM INDIV Mesure Piste	3.1		
23:57	CALCULATRICE : V4					
24:10	Écrit L9 V2 App1 VITESSE V2 = 21,3	3.1				
24:18			ca va cris tu y arrive?	3.3		
24:20	mais des virgules	3.3				
24:24			de koi t'as besoin kon kalkule	2.2		
24:38	met des virgules	3.3				
24:42			des points !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ç	3.3		
24:53			keske je kalkule de plus	2.2		
24:54					pas enkore mais preske	3.3
24:56	je refait les vitesses	2.2				
25:01			de kel kategoriesç	2.2		
25:20					les vitesses des voitures ki s'arretent	2.2
25:31			ca marche si on enleve le temps d'arret essaye cris	1.1		
25:48					Calculatrice : Plusieurs calculs résultat 3,18s Retard V3 pour 40mm	
26:06			fait un essay pour voir si nos vitesse sur les voitures d'arret est juste stp	2.2		
26:17	(2h 52 :34) SIM INDIV Mesure V3	3.1				
26:29			SIM INDIV Tentative de Defi sur V3 V4 retard V3 : 0s et V4 : 6s Echoué de peu			
26:45	SIM INDIV Mesure V6	3.1				
26:56	SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=3,18 s REUSSI (x2)	3.1	SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=3,18 s REUSSI (x2)			
27:48	Observe le tableau	3.1				
28:04					Calculatrice : Plusieurs calculs Vérifie ses résultats 3,18s Retard V3 pour 40 mm Brouillon Personnel : "distance du début moins la distance imposé (arrive -voiture) on calcule le temps et on le met"	
28:17			Modifie L10 V4 App2 Vitesse V4 = 21,3			
28:29	SIM INDIV Mesure V4	3.1	SIM INDIV V9			

28:47				Avance la V3 à 90mm de l'arrivée Calculatrice : Plusieurs calculs Vérifie ses résultats 3,18s Retard V3 pour 90 mm de l'arrivée
28:50				Avance la V3 à 50mm de l'arrivée
28:55				Calculatrice : résultat 6,31s Retard V3 pour 50mm de l'arrivée
28:57				SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=6,31 s, 50mm de l'arrivée Échoué de peu
29:09				SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=6,2 s, 50mm de l'arrivée Échoué de peu
29:24				
29:34	BROUILLON Ecrit 5	3.1		
29:40	SIM INDIV Mesure V4 Mesure avec la Règle	3.1		SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=6,32 s, 50mm de l'arrivée Échoué de peu
29:52	CALCULATRICE	3.1	Observe Tableau	SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=6,4 s, 50mm de l'arrivée Échoué de peu (x3)
30:00	(3h 00 :00)			
30:16				Calculatrice : résultat 12,95s Retard V3 pour 50mm de l'arrivée SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=6,25 s, 50mm de l'arrivée Échoué de peu
30:28				
30:36	Écrit L10 V4 App1 Vitesse V4 = 20 à la place de 21,3	3.1		Calculatrice : résultat 12,9s Retard V3 pour 50mm de l'arrivée
30:39				
30:45			Modifie L10 V4 App2 Vitesse V4 = 20	3.1
30:58	SIM INDIV Mesure V2	3.1		SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=12,9 s, 50mm de l'arrivée Échoué
31:07			SIM INDIV V9 Milieu de Piste	3.1 Calculatrice : résultat 3,1s Retard V3 pour 50mm de l'arrivée
31:14	CALCULATRICE	3.1		SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=3,1 s, 50mm de l'arrivée Échoué
31:20	SIM INDIV Mesure V2	3.1		Calculatrice : résultat 6,1s Retard V3 pour 50mm de l'arrivée SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=6,1 s, 50mm de l'arrivée Échoué de peu
31:36			CALCULATRICE	3.1
31:44	CALCULATRICE	3.1	SIM INDIV V9 Milieu de Piste	3.1 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=6,5 s, 50mm de l'arrivée Échoué de peu
32:03	Observe Tableau			je suis desole je reussi pas
32:11				Remet la V3 sur Ligne départ
32:16				Calculatrice : résultat 0,9s Retard V3 début piste

32:27					SIM PART Test Course V0 V2 V3 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V3=0,9 s, REUSSI
32:35	Écrit L10 V2 App1 Vitesse V2 = 9,8 à la place de 10,7	3.1			
32:44					SIM PART Test Course V0 V2 V4 (Change de voiture) Calculatrice : résultat 2,9s Retard V4 début piste
32:49					SIM PART Test Course V0 V2 V4 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V4=2,9 s ECHOUE
32:59					SIM INDIV V4 Test
33:13					Calculatrice : Vérification résultat 2,9s Retard V4 début piste
33:23	CALCULATRICE	3.1			SIM PART Test Course V0 V2 V4 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V4=2,9 s ECHOUE
33:31	SIM INDIV Mesure V2				Calculatrice : Vérification résultat 2,9s Retard V4 début piste
33:39	CALCULATRICE				SIM PART Test Course V0 V2 V4 Modifie Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V4=2,9 s ECHOUE
33:51	SIM INDIV Mesure V2	3.1	Observe Tableau		3.1 13.6s V2=0s V4=2,9 s ECHOUE
33:52					Vérification dans le tableau
33:58	Modifie L10 V2 App1 Vitesse V2 = 10 à la place de 9.8	3.1			
34:13	SIM INDIV Mesure V2	3.1			Calculatrice : Vérification résultat 2,9s Retard V4 début piste
34:21			SIM INDIV V9 Milieu de Piste		3.1 13.6s V2=0s V5=8 s REUSSI
34:28			SIM PART Test Course V0 V2 V5 Modifie Distance à l'arrivée 90mm Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V5=8 s REUSSI		3.1 13.6s V2=0s V5=8 s REUSSI
34:45			SIM PART Test Course V0 V2 V5 Modifie Distance à l'arrivée 90mm Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V5=8 s REUSSI		3.1 13.6s V2=0s V5=8 s REUSSI
34:53	CALCULATRICE		SIM PART Test Course V0 V2 V5 Modifie Distance à l'arrivée 90mm Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V5=8 s REUSSI		3.1 Calculatrice : résultat 4,5s Retard V5 Distance à l'arrivée 90mm
35:07	Écrit L8 V2 App1 Temps Après Démarrage V8 = 6	3.1			
35:26			on se trompe ds le calcul des vitesseç		1.1
35:33	les vitesses des voitures ki sarretent n st pas forcemnt justes	1.1			SIM PART Test Course V0 V2 V5 Modifie Distance à l'arrivée 90mm Retard Démarrage V0= 13.6s V2=0s V5=4,5 s, Met une virgule à la place d'un point ECHOUE Met un point à la place d'une virgule ECHOUE Encore (x2) LA V0 a été avancée sans modifier le Retard.
35:37	Écrit L9 V2 App1 Distance après l'arrêt V2 = 60	3.1			
35:40			je sias		1.1
35:50	SIM INDIV Mesure V4	3.1	SIM PART Test Course V0 V2 Retard Démarrage V0= 13.6s (Pb avec la V0) V2=0s		3.1 SIM PART Test Course V0 V2 Retard Démarrage V0= 13.6s (Pb avec la V0) V2=0s
35:52					Regarde le tableau
36:15	Écrit L8 V2 App1 Temps après le	3.1			

	Démarrage V4 = 5				
36:19	Écrit L9 V2 App1 Distance après l'arrêt V4 = 100	3.1			
36:30	SIM INDIV Mesure V3	3.1			
36:40			SIM PART Regarde l'aide de la simulation	3.1	j'ai essayé mais il y a des calculs ki sont faux je pense car dans certaines voitures je reussit et dans d'autres nn
36:50			Passage en Phase 2B		
36:57	Passage en Phase 2B		TRANSITION		Passage en Phase 2B
37:00	(3h 14 :00) FIN Durée = 36min				
Panne n°10 : Modification de l'organisation et de la stratégie de résolution sans négociation par l'apprenant 3. (P1.2, P2.2 et P2.3)					
FIN PHASE 1B (Durée : 2h 11 min)					
DEBUT PHASE 2A (Durée 17 min Episode 13)					
37:00	(3h 14 :00) DEBUT				
37:01	Prise en Main et Login		Prise en Main et Login		Prise en Main et Login
37:50	SIM PART Pose V4		regarde SIM PART		
38:03	MESURE Règle Distance V4				
38:05	Arrivée		Ligne partagée : Nom Collectif		
38:11			Donnée "Distance voiture tuteur"		
38:13			Vote Ok (1) Ajout Ligne		Vote Ok (2) Ajout Ligne
38:15	Vote Ok (3) Ajout Ligne				
38:16	Clique Bouton Ajout Ligne				
38:17	LIGNE N°1 ajoutée VOTE NORMAL				
38:18	Ligne partagée : Nom Collectif				
38:26	Donnée "temps de la voiture du tuteur" Description : " a arrivée à la ligne d'arriver"				
38:35	action : "LIRE"		Vote Ok (1) Ajout Ligne		
38:36	Vote Ok (2) Ajout Ligne				
38:37					Vote Ok (3) Ajout Ligne
38:42	LIGNE N°2 ajoutée VOTE NORMAL				
38:46	temps de retard de la voiture du tuteur				
39:05					Demande de modification Ligne 2
39:08					Message envoyé
39:25					votez
39:29					vous pourez pas mesurer le temps d'arrivee de la voiture du tuteur on dois le calculer
39:32					par des calculs
39:34					alors effacer la ligne
39:37	ok	1.1			Demande de modification Ligne 2
39:38			ok	1.1	Message envoyé
39:40			Vote Ok(2) Modification	1.2	Vote Ok(1) Modification
39:42	Erreur click sur ligne 2 pour modification, annulé				
39:44					Vote Forcé Modification Ligne
40:01			Force Vote Pour Modification Ligne 2	1.2	
40:02			LIGNE N°2 chargée pour Modification VOTE FORCEE (Pb Outil Vote ?)		
40:06					Modification : Nom Collectif
40:07			Vote Ok(1) Ajout		Donnée : "calculer le temp plus le temps de retard"
					Modification : Action : "CALCULER"

40:19	Vote Ok(2) Ajout			
40:21				Vote Ok (3) Ajout Ligne
40:22	Problème Outil Ligne non ajoutée	Problème Outil Ligne non ajoutée		LIGNE N°2 ajout VOTE NORMAL Problème Outil non ajouté
40:24	Vote Ok Ajout	Vote Ok Ajout		Vote Ok Ajout
40:39	LIGNE N°2 ajoutée VOTE NORMAL et ligne 3 Vide ajoutée			
40:43	Demande de modification Ligne 3			
40:44	Vote Ok Modification	Vote Ok Modification		Vote Ok Modification
40:45	CLIQUE Bouton Modification			
40:46	LIGNE N°3 VIDE chargée en Zone de travail			
41:18	Nom Collectif Donnée : "Temps de retard de la voiture du tuteur"			
41:27	Action "LIRE"			
41:28		Vote Ok(1) Ajout		
41:29	Vote Ok(2) Ajout			
41:30				Vote Ok (3) Ajout Ligne
41:32	CLIQUE Ajout			
41:33	LIGNE N°3 Ajoutée VOTE NORMAL			
41:39				koi d'autre? 1.2
41:55		ooooo	3.3	
41:59				eeeeee 3.3
42:01				iiiiiii 3.3
42:30				la diff de tmps 1.2
42:36				So. tu pleure? 3.3
42:38				sniff 3.3
42:40	cris cris	3.3		
42:45	oui	3.3		
42:48				Nom Collectif Donnée : "différence de tmps"
42:55				Action : "Calculer"
43:00				Nom Collectif Donnée : "différence de tmps"+"entre les deux voitures"
43:03	Vote Ok(2) Ajout			Vote Ok(1) Ajout
43:04		Vote Ok (3) Ajout Ligne		
43:06	LIGNE N°4 Ajouté VOTE NORMAL			
43:27	(3h 26 :54)			
43:35				j'ai les doigt fatigués
43:54				tres
44:05				eeeeeeeee
44:14				je ne sais plus rien il ne me reste plus k un kart de mes neurones
44:20				aides moi
44:25				Nom Collectif Donnée "Mettre Le retard"
44:26				Actions "CALCULER"
44:27		Vote Ok(2) Ajout		Vote Ok(1) Ajout
44:30				VOTE FORCE Mais non Validé
44:43	Vote Ok (3) Ajout Ligne			
45:12		Test voiture Simulation Partagée V0 V2		Test voiture Simulation Partagée V0 V2
45:23				on le laisse comme ca ok
45:30	Panne n°11 : L'apprenant 3 "décroche" une nouvelle fois (P3.1)			
45:30	(3h 31 :00)			
FIN	FIN PHASE 2A (Durée 17min)		TRANSITION	
	PHASE 2B ORGANISATION ET LE CHALLENGE (Durée 40 min)			
	1 DEBUT			
45:30	(3h 31 :00) 14 Mode Organisation : Challenge mis en place Début d'organisation			
46:18	Début Challenge : Voiture 4 Posée à 120 mm de l'Arrivée et Temps de retard paramétré : 3s			
46:30				
	Regarde Tableau solution	Pose Voiture n°5		Essaie de poser V5 et V9 sur la

			temps pour la voiture 9 et savoir ou la mettre			
55:09	le temps ed retard?	3.3	voiture 9 desole	3.3	CALCULATRICE : 20,9	3.1
55:20	CALCULATRICE : $25,1 - 11,2 = 13,9$	3.1				
55:26					BROUILLON : écrit 20,9 pour voiture 9	3.1
55:48					ECRIT 20,9 TEMPS RETARD V9	3.1
56:47	la voiture 9 elle met 46 s	3.3				
56:51					20.9 de temps de retard pour la voiture 9	3.3
57:41	CALCULATRICE : Calcul 4,1 V9	3.1	CALCULATRICE : 4,08	3.1		
58:04	BROUILLON : 4,1 V9	3.1	BROUILLON : $v = 4,08$	3.1		
58:17	BROUILLON : $46 - 25,1$	3.1	CALCULATRICE : $4,08 * 25,1 = 102,408$	3.1		
58:21		3.1			je suis perdu	P 3.2
58:34	CALCULATRICE : $46 - 25,1 = 20,9$	3.1				
58:39	BROUILLON : $46 - 25,1 = 20,9$	3.1	BROUILLON : 102,4	3.1		
59:04	BROUILLON : $4,1 * 20,9$	3.1				
59:11	CALCULATRICE : $4,1 * 20,9 = 85,69$	3.1				
59:16					CALCULATRICE : $13,9 + 11,2 = 25,1$	
59:44	BROUILLON : $4,1 * 20,9 = 85,69$	3.1				
59:48					ECRIT Modifie 0 à la place de 20,9 TEMPS RETARD V5	3.1
60:00	(4h 00 :00)					
00:39	Place la voiture n°9	3.1				
01:09	BROUILLON : $4,1 * 25,1$	3.1				
01:24	CALCULATRICE : $4,1 * 25,1$	3.1	SIM PART : Déplace REGLE	3.1	on fait confiance au hazard allez c'est tout on essait??	2.2
01:51						2.2
02:40	MODIFIE BROUILLON $37 - 25,1 = 11,9$ à la place de $46 - 25,1 = 20,9$	3.1				
02:51			CALCULATRICE : $37 - 25,1 = 11,9$	3.1		
03:01	MODIFIE BROUILLON $4,1 * 11,9 = 48,8$ à la place de $4,1 * 20,9 = 85,69$	3.1				
03:35			CALCULATRICE : $4,1 * 5 = 20,5$	3.1		
04:11	Place La voiture n°9	3.1			on essait? on essait? on essait?	2.2
04:47	MODIFIE BROUILLON $4,1 * 20,9 = 85,69$ à la place de $4,1 * 11,9 = 48,8$	3.1				
04:57	Place La voiture n°9 à 9,9 cm Ligne Départ Temps Retard = 0s	3.1	CALCULATRICE $4,1 * 20,9 = 85,69$	3.1		
05:06	Panne n°12 : Mauvais choix de modification de l'organisation par le groupe (P3.1) (Panne fatale au défi) (4h 10 :12) TEST CHALLENGE ECHOUE					

RÉSUMÉ

Notre recherche concerne les domaines des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) et du CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) et en particulier les situations de résolution collaborative de problème supportées informatiquement en synchrone et à distance.

Nous avons considéré ces situations comme des situations de « travail collectif » telles que définie dans le CSCW (Computer Supported Cooperative Work), les apprenants étant mutuellement dépendants dans leur travail. Ces situations exigent de la part des apprenants, une activité de niveau supérieur visant à articuler leurs activités respectives. Il s'agit d'une structure abstraite qui émerge au cours de l'activité. Elle est évolutive et n'est pas prévisible. Ce concept d'auto-organisation peut être généralisé aux situations où un groupe d'apprenants doit réaliser une activité collective dont le processus n'est pas complètement prédéterminé. En particulier, dans le cas des situations qui mettent en jeu un challenge (ou défi) collectif. La prise en compte de ces dimensions organisationnelles est une question essentielle car elles ont un impact sur le processus global et elles conduisent les apprenants à s'engager dans des interactions productives de connaissances (par exemple, l'établissement d'un terrain d'entente, la planification, la résolution de conflit ou la régulation mutuelle, etc.).

L'objectif de cette thèse est (1) de comprendre les éléments liés à l'organisation qu'il est important de supporter et (2) de concevoir un environnement informatique proposant (i) de supporter l'activité d' (auto)-organisation d'apprenants engagés dans un challenge pédagogique collectif et (ii) des moyens pour détecter et interpréter cette activité d'organisation afin de permettre à un tuteur de la supporter. A cette fin, nous avons supposé (1) qu'il était possible d'amener des apprenants engagés dans une activité collective à travailler explicitement sur l'organisation en leur proposant un problème, un scénario et des outils appropriés et (2) qu'il était possible de détecter, d'interpréter et d'agir dynamiquement sur l'activité d'organisation des apprenants...

MOTS CLES : EIAH, CSCL, activité d'organisation, challenge collectif.

ABSTRACT

Our research concerns the fields of EIAH (Computer Environment for Human Learning) and CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) and particularly the situations of collaborative problem solving supported by computer synchronous and distance.

We have considered these situations of "collective work" as defined in the CSCW (Computer Supported Cooperative Work): learners are reciprocally dependent in their work. These situations require the learners a higher level of activity designed at articulating their respective activities. This is an abstract structure that emerges during the activity. It is progressive and is not predictable. This concept of self-organization can be generalized to situations where a group of learners must achieve a collective activity in which the process is not completely predetermined: in particular is the case of situations that involves a collective challenge. Taking account of these organizational dimensions is a key issue because they have an impact on the overall process and they lead the learners to engage in productive interaction skills (e.g., establishment of common ground, planning, conflict resolution or mutual regulation, etc.).

The goal of this thesis is (1) to understand the issues associated with the organization that it is important to support and (2) develop an environment offering (i) to hold the activity of (auto) - organization of learners engaged in a pedagogic collective challenge and (ii) means to detect and interpret how this activity is organized in order for a tutor to support the organization. To this end, we assumed (1) it was possible to get learners engaged in a collective activity to work explicitly on the organization by providing a problem, a scenario and the appropriate tools and (2) that it was possible to detect, interpret and act dynamically on the organizing activity of the learners...

KEYWORDS: CSCL, organization activity, collective challenge.