



**HAL**  
open science

# Théorie des jeux, jeux de rôles, expérimentation pour la gestion de l'eau : étude expérimentale des effets de contexte sur les résultats d'un jeu de rôles

Mathieu Desole

## ► To cite this version:

Mathieu Desole. Théorie des jeux, jeux de rôles, expérimentation pour la gestion de l'eau : étude expérimentale des effets de contexte sur les résultats d'un jeu de rôles. Sciences de l'Homme et Société. Institut National d'Etudes Supérieures Agronomiques de Montpellier, 2011. Français. NNT : . tel-02809606

**HAL Id: tel-02809606**

**<https://hal.inrae.fr/tel-02809606>**

Submitted on 6 Jun 2020

**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.

# MONTPELLIER SUPAGRO

Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques

Ecole Doctorale d'Economie et de Gestion de Montpellier

---

## THEORIE DES JEUX, JEUX DE ROLES, EXPERIMENTATION POUR LA GESTION DE L'EAU

Étude expérimentale des effets de contexte sur les résultats  
d'un jeu de rôles

---

Thèse présentée pour obtenir le titre de

**DOCTEUR EN SCIENCES ECONOMIQUES**

Section C.N.U. n°5

Soutenue publiquement

le 30 mars 2011 par

**Mathieu Désolé**

**Jury :**

Rapporteur	Mme Anne Rozan, Professeur à l'ENGEES, Strasbourg
Rapporteur	Mme Juliette Rouchier, Chargée de Recherches, CNRS Marseille
Examineur	M. Marc Willinger, Professeur à l'Université Montpellier 1
Examineur	M. François Bousquet, Directeur de Recherches, CIRAD Montpellier
Codirecteur de thèse	Patrick Rio, Directeur de Recherches, INRA Montpellier
Codirecteur de thèse	Stefano Farolfi, Directeur de Recherches, CIRAD, IWEGA Maputo (Mozambique)

Le Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques (Montpellier SupAgro) n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse.

Celles-ci doivent être considérées comme propres à son auteur.

« Un montage expérimental est  
toujours en même temps  
expérimentation du montage »

Alain Badiou (1969)  
*Le concept de modèle,*  
Editions François Maspero, Paris



## Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Patrick Rio et Stefano Farolfi, qui ont accepté de diriger cette thèse. Merci à tous les deux pour leur rigueur et leur justesse d'appréciation, scientifique mais aussi humaine. Ils ont formé un duo très complémentaire. Merci à Patrick pour son soutien au quotidien ; il m'a fait partager son immense culture scientifique et sa bonne humeur. Merci à Stefano pour son implication totale, malgré les 10 000 km qui nous ont séparés ; toutes ses venues à Montpellier ont été autant d'impulsions données au projet et de prises de recul sur mon travail. Je ne peux dissocier Sophie Thoyer de ces remerciements, pour ses conseils avisés et son implication quand je m'interrogeais sur la suite à donner à ma formation d'ingénieur agronome, bien avant que je me lance dans l'aventure du doctorat ; elle m'a orienté successivement vers Patrick et Stefano, posant les premiers jalons de la réalisation de ce travail. Merci aussi à Fioravante Patrone et Ariel Dinar, dont les contributions à l'ébauche du sujet de thèse ont été majeures. Je remercie également Rashid Hassan et à travers lui le CEEPA pour son accueil à Pretoria pendant la réalisation de mon mémoire de Master, qui fut une étape indispensable à la réalisation de mon doctorat.

Je voudrais exprimer ma gratitude envers l'Université Montpellier 1, qui en m'octroyant la « bourse de la présidence » m'a autorisé à mener cette thèse dans de bonnes conditions. J'associe le projet franco-sud-africain SAFE WATER ARISE à ces remerciements, ainsi que le CIRAD, pour leur appui financier décisif dans la mise en place des actions ayant rythmé mon parcours de doctorant, que ce soit ma participation à des colloques, la tenue des sessions expérimentales ou la finalisation de mon manuscrit.

Je remercie également Juliette Rouchier et Anne Rozan, qui ont accepté de rapporter ce travail devant le jury, ainsi que François Bousquet et Marc Willinger d'avoir accepté d'être examinateurs.

Je remercie l'UMR LAMETA, laboratoire dans lequel j'ai été accueilli et où j'ai réalisé ce travail, ainsi que l'UMR G-EAU, qui m'ont offert un environnement de recherche et un appui administratif propices à l'accomplissement de mon projet. Merci aux chercheurs avec lesquels j'ai eu des interactions au cours des différentes étapes de la thèse : Lisette Ibanez, Raphaëlle Préget, Mabel Tidball, Pierre Courtois, Charles Figuières, Gilles Groleau, Robert Lifran, Jean-Michel Salles, Raphaël Soubeyran pour l'UMR LAMETA ; Géraldine Abrami, Lætitia Guérin-Schneider, Sylvie Morardet, Olivier Barreteau, Nils Ferrand pour l'UMR G-EAU. Merci également aux membres de l'UMR GREEN, notamment Martine Antona et Jean-Pierre Müller qui ont suivi avec intérêt l'évolution de mon travail.

Je remercie le Laboratoire d'Economie Expérimentale de Montpellier (LEEM) qui a mis à ma disposition ses infrastructures pour la tenue des sessions expérimentales. Je tiens à remercier plus particulièrement Dimitri Dubois, pour sa disponibilité, son implication, son efficacité et son aide indispensable à l'élaboration du protocole et sa concrétisation en un programme informatique ergonomique. Merci aussi aux 216 « sujets » qui ont participé aux sessions et qui m'ont permis d'obtenir les résultats présentés dans ce document.

Merci à toutes les personnes et les bonnes volontés avec qui j'ai pu interagir à un moment ou à un autre durant cette thèse et qui ont pu faire avancer ma réflexion. Je pense notamment aux chercheurs et doctorants avec qui j'ai pu échanger pendant les colloques extérieurs auxquels j'ai eu la chance de participer. Mais également à ceux avec qui j'ai pu approfondir mes réflexions, pendant les groupes de travail PERENE ou LEEM, les séminaires, les doctorales G-EAU ou l'« atelier économique de réflexion » des jeunes chercheurs du LAMETA. Merci enfin à l'équipe de la « Doc Bartoli », Caroline, Gabrielle, Isabelle, Jean-Walter et Laurent pour leur efficacité et leur sympathie communicative.

J'exprime ma sincère gratitude à tous mes proches, qui ont permis à cette thèse d'être une belle période de ma vie. Merci à ma collègue de bureau, Solenn, avec qui j'ai partagé la climatisation, le téléphone ou l'agrapheuse, mais avec qui j'ai surtout vécu de près les moments forts qui ne manquent pas de remplir l'aventure doctorale. Un merci spécial à mon acolyte Vincent Lenouvel, pour ses éclairages et sa contribution à ma réflexion sur le contexte, mais aussi pour tout le reste. Merci à tous les autres doctorants du LAMETA et de MOISA que j'ai côtoyés pendant ma thèse, à Montpellier SupAgro et à Richter : Agathe,

Antoine, Aurélie, Chloé, Dali, Estelle, Ibrahima, Jérémy, Julia, Karim, Laure, Léa, Marianne, Mourad, Myriam, Nicola, Sandra, Siaka, Vanja, Yoro, etc. Merci à Guillaume avec qui j'ai passé tant de midis pendant notre période commune de doctorat et avec qui je partage d'innombrables souvenirs de nos années à l'« Agro ». Avec lui, je remercie Clément et Marjolaine pour l'aventure « Oustal ». Merci aussi à Christophe, à Vincent Delcourt et à tous les autres de la promotion 2003. Merci à l'équipe de foot de l'Agro, à Mabel et toute la troupe pour les « pratiques » de tango, au « Comité des fêtes » pour les goûters et à mes camarades actifs de l'association des Diplômés de Montpellier SupAgro.

Pour finir, je remercie mes « *vieilles connaissances* » pour leur constance et leur amitié inoxydable.

Quelques lignes ne suffiront pas à exprimer ma gratitude envers ma famille pour son implication dans l'aboutissement de cette thèse et de tout ce qui a précédé. Mes pensées vont vers eux, sans qui rien de tout cela n'aurait pu voir le jour : mon parrain Bernard, ma sœur Lucille, mon frère Sylvain, mais surtout mes parents pour leur confiance inaltérable et leur patience infinie.





à mes grands-parents



# Sommaire

<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>5</b>
<b>SOMMAIRE</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>13</b>
<b>PARTIE 1. MATRIELS ET METHODE</b>	<b>25</b>
<b>CHAPITRE 1. L'ECONOMIE EXPERIMENTALE</b>	<b>27</b>
<b>CHAPITRE 2. DEGRADATION DE KATAWARE, OUTIL POUR RACONTER, EN KATLAB, OUTIL POUR TESTER</b>	<b>55</b>
<b>CHAPITRE 3. LE « CŒUR » DU PROTOCOLE KATLAB : UN OUTIL POUR TESTER</b>	<b>83</b>
<b>PARTIE 2. RESULTATS</b>	<b>97</b>
<b>CHAPITRE 4. EFFET SUR LE COMPORTEMENT DES JOUEURS DE L'ILLUSTRATION DES INSTRUCTIONS.</b>	<b>99</b>
<b>CHAPITRE 5. EFFET SUR LE COMPORTEMENT DES JOUEURS DE LA COMMUNICATION</b>	<b>121</b>
<b>CHAPITRE 6. EFFET DE L'ILLUSTRATION ET DE L'ARGUMENTATION SUR L'APPRENTISSAGE AU FIL DES REPETITIONS</b>	<b>155</b>
<b>CONCLUSION DISCUSSION</b>	<b>179</b>
<b>REFERENCES</b>	<b>185</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>193</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b>	<b>253</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b>	<b>253</b>
<b>TABLE DES GRAPHIQUES</b>	<b>254</b>
<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>256</b>



# Introduction

Au cours des dernières décennies, l'élaboration des législations relatives à la gestion des ressources naturelles s'est appuyée de plus en plus sur des approches participatives. Pour construire une représentation des problèmes et des enjeux partagée par l'ensemble de la population, le gestionnaire doit prendre en compte une grande diversité de points de vue, rendant ces approches difficiles à mettre en oeuvre. De nouveaux outils d'aide à la décision ont été développés dans le but d'accompagner ces processus participatifs. Parmi ces outils, le jeu de rôles a suscité un intérêt marqué de la communauté "recherche-action" en raison de sa capacité à faire émerger les points de vue des « parties concernées »<sup>1</sup> par la gestion d'une ressource. La modélisation d'accompagnement qui s'en est emparée était déjà coutumière d'un appui à la formulation de problème basé sur l'écriture avec les acteurs d'une maquette représentative de la dynamique de cette ressource. Le rapport des acteurs au modèle et par conséquent au chercheur crée cependant une asymétrie dans la maîtrise de la formulation recherchée qui appelait un langage non informatique contrôlable par les « stakeholders ». L'élaboration de cette langue « naturelle » se fit autour d'un noyau d'expériences, Olivier Barreteau, Michel Etienne, François Bousquet, Patrick D'Aquino, Christophe Le Page qui, à peu près simultanément, y virent une prolongation de la simulation multi-agent permettant aux agents d'assumer leur position, leur rôle, sans nécessiter un investissement dans la programmation (D'Aquino et al. 2001). En complément ou en substitut de celle-ci, la co-construction d'une représentation partagée de la situation problématique au moyen des objets et règles du jeu doit alors assumer les fonctions de compréhension des dynamiques de la ressource, des points de vue des différents intervenants et des scénarios susceptibles de « résoudre » le problème : l'émergence d'une solution innovante au cours d'une étape de « debriefing » en fin de partie appartient au paradigme du jeu de rôles.

Correspondant à ces diverses fonctions des jeux de rôles, une typologie classique permet de les répartir entre des jeux « éducatifs » et des jeux « exploratoires » où la connaissance des

---

<sup>1</sup> En anglais: « stakeholders ».

processus naturels ou sociaux n'est pas donnée au moment où la co-construction du jeu réunit les chercheurs et les acteurs.

Les protocoles de ces derniers jeux de rôles dits « exploratoires », avec lesquels les utilisateurs sont les plus concernés dans les processus participatifs, visent à les construire comme des modèles les plus représentatifs possibles des terrains dans lesquels ils sont mis en œuvre. Il en résulte une complexité qui rend impossible la répétition de ces protocoles à l'identique, dans d'autres situations. Cette difficulté induit la recherche de protocoles « génériques » (Ferrand 1996). Elle entraîne surtout le fait que les résultats des jeux de rôles sont difficiles à interpréter et donc à généraliser. Ce constat est le point de départ de notre travail, dont l'objectif à long terme est d'accompagner cette recherche de jeux de rôles exploratoires utilisables comme outil générique, i.e. applicables à différentes situations en n'étant plus exclusivement liés au contexte dans lequel ils sont développés. La communauté scientifique développant des jeux de rôles « éducatifs »<sup>2</sup> a avancé dans cette réflexion. Leurs travaux nous ont inspiré pour avancer vers notre objectif. L'approche expérimentale, qui permet la répétition d'un protocole et l'accumulation d'un nombre suffisant d'observations nécessaire au traitement statistique des résultats, nous a fourni une méthode de travail pour aborder notre question de recherche.

## **1. Les jeux de rôles**

Hayes (2005) définit un jeu de rôles comme « *une activité mettant en compétition des joueurs, construite de façon artificielle, avec un but particulier, définie selon un ensemble de règles et de contraintes, et rattachée à un contexte spécifique* ». Les jeux de rôles apparaissent le plus souvent comme des artefacts simulant une situation donnée. Ils font partie des outils d'aide à la décision et peuvent être appliqués dans de nombreuses situations : psychologie (Quinton 2008), interventions de travailleurs sociaux (Toussaint 2007), l'apprentissage d'argumentaires dans les débats (Partoune 2009), l'appui à la décision publique pour la gestion de ressources (D'Aquino et al. 2001), etc.

### **1.1. Jeux de rôles et simulations**

Les jeux de rôles utilisés en appui d'initiatives participatives sont construits sur la base des points de vue des acteurs locaux. Les scientifiques accompagnent l'expression de ces points de vue en

---

<sup>2</sup> Communément appelés « serious games ».

fournissant aux joueurs les outils stimulant les discussions. La méthodologie ComMod<sup>3</sup> est un exemple d'approche participative. L'expression des joueurs s'articule dans les démarches ComMod autour de l'élaboration conjointe, avec l'aide des scientifiques, d'une représentation commune du réel, par la construction de simulations du système physique, technique, social et institutionnel (ComMod 2003) :

1. dans un but **éducatif**, i.e. d'explication aux joueurs de la complexité de leur système.
2. pour accompagner un processus de **prise de décision** locale, impliquant les acteurs, les politiques (décisionnaires) et les scientifiques.

La démarche ComMod est pluridisciplinaire et s'appuie sur des cycles ou boucles<sup>4</sup> d'échanges entre les scientifiques et les participants. Quel que soit l'objectif du jeu de rôles participatif, le point central est le *partage* d'informations entre les joueurs mais également entre joueurs et observateurs. Quand l'objectif est éducatif, les scientifiques fournissent les informations aux joueurs, dans le but d'améliorer leurs connaissances. Avec un objectif décisionnel, à la fois joueurs et scientifiques ont des connaissances et les expriment à travers l'implémentation du jeu puis le déroulement des sessions, fournissant aux politiques les informations nécessaires à la prise d'une décision la meilleure possible (Klabbers 2006).

De nombreux outils sont utilisés en appui des dialogues instaurés pendant le jeu, pour faciliter l'échange des points de vue. Dans certaines expériences ComMod, les scientifiques proposent une première version « prototype » du modèle simulant le contexte réel, dans le but d'explicitier leurs pré-conceptions théoriques. La présentation de ce premier modèle aux acteurs locaux impliqués dans la démarche aboutit à sa révision, en prenant en compte remarques et questions exprimées par les participants. Ce processus dynamique d'échanges entre scientifiques et acteurs du terrain aboutit à l'élaboration d'une nouvelle version du modèle préliminaire, voire à la construction d'un modèle complètement différent. Les scientifiques, en présentant les simulations, et les joueurs, en proposant des modifications des paramètres, apprennent collectivement en puisant dans les connaissances des uns et des autres (ComMod 2003).

CORMAS<sup>5</sup>, logiciel de simulation multi-agents établi par Bousquet et al. (1998) est un outil appliqué le plus souvent dans la résolution de problématiques environnementales. De nombreux

---

<sup>3</sup> Abréviation de « **Companion Modelling** », en français : *modélisation d'accompagnement*.

<sup>4</sup> En anglais : « loops » (ComMod 2003).

<sup>5</sup> Abréviation de « **Common-Pool Resources and Multi-Agent Systems** », en français : *système multi-agents et ressources communes*.



exemples illustrent l'utilisation combinée de cet outil avec des jeux de rôles. « Sylvopast » (Etienne 2003) est un support à la négociation mettant aux prises bergers et forestiers. Il fournit les outils d'évaluation des impacts environnementaux, économiques et sociaux de la mise en place d'une nouvelle pratique sylvopastorale, dont l'objectif est la prévention des feux de forêt en Méditerranée. Le modèle CORMAS, qui décrit très précisément l'environnement en zone méditerranéenne (e.g. la croissance des arbres après un incendie ou l'effet du pâturage sur la végétation), a été simplifié en un jeu de rôles. L'objectif du jeu est de réaliser une typologie des stratégies de gestion de l'espace et des modes de négociation, mais a aussi un but pédagogique, pour faire comprendre aux joueurs les contraintes propres à chaque usager.

Parmi l'ensemble des couplages possibles entre instruments, Ruffez (2003) introduit dans le jeu « Sylvopast » une interactivité au niveau des stratégies de négociation qui complète les stratégies d'occupation spatiale (pâturage ou plantation de forêt). Cette interactivité introduite dans le jeu nécessite une ré-écriture du modèle et surtout l'ajout au jeu d'un protocole de négociation. De nombreuses sessions ont été conduites selon le même protocole de négociation, dans le but de multiplier les situations simulées et donc le nombre des données observées. Cette reproduction des observations permet aux scientifiques d'analyser les résultats. Cependant, quand les négociations s'effectuent sur le terrain, environnement très complexe, dont les influences sur les comportements sont multiples, le contrôle des paramètres du jeu n'est pas strictement assuré, rendant difficile toute comparaison des résultats.

Rouchier (2006) souligne que la principale limite de la démarche ComMod est « *le manque d'accumulation des connaissances qui peuvent être généralisées à plus d'une seule situation* ». La fonction « expérimentale », de mise en évidence de certains comportements des joueurs, nécessite un contrôle des paramètres qui est problématique quand les expériences se déroulent sur le terrain, avec des acteurs locaux eux-mêmes impliqués dans l'élaboration du jeu de rôles. Dans le but de tester des hypothèses spécifiques aux comportements des joueurs, le transfert d'un protocole du terrain vers le laboratoire, dans lequel le scientifique contrôle tous les paramètres, peut être vu comme une « boucle » supplémentaire de la démarche ComMod. Ce prolongement a des caractéristiques différentes des boucles précédentes : le rôle des joueurs se limite à la prise de décisions au cours du jeu ; ils n'interviennent pas dans la conception de ce test, enlevant au processus sa composante « participative » originale. Mais ce choix méthodologique permet la réplique à l'identique des sessions, aboutissant à l'accumulation

d'observations comparables et donc à l'amélioration des connaissances généralisables au-delà du seul contexte originel d'application du jeu de rôles.

## **1.2. Jeux de rôles et apprentissage**

Les jeux de rôles « éducatifs » sont fréquemment utilisés dans le monde de l'entreprise, comme outils de formation des « managers ». Leur particularité, vis-à-vis de la plupart des jeux dits exploratoires, est de fournir aux joueurs une batterie de règles strictes, encadrant le processus pédagogique mis en œuvre auprès des participants. Proust et Boutros (2008) proposent un jeu à destination des directeurs et chefs d'entreprises où l'enjeu est de faire évoluer les managers dans un contexte économique en mutations. Les questions abordées dans ce jeu tournent autour de l'évolution de leur métier (leur investissement dans l'entreprise, les indicateurs de performance, le lien avec les clients et les relations hiérarchiques) mais aussi, dans un registre plus personnel, autour de leur capacité à exercer leur métier, à assumer des responsabilités, en évaluant la pertinence de leur profil dans un contexte en mutation. Les résultats du jeu permettent d'évaluer l'intérêt qu'ils attachent à tous ces enjeux ainsi que leur potentiel d'adaptation.

Dans un environnement incertain, comme l'est le marché dans lequel l'entreprise est en compétition, l'utilisation des jeux de rôles comme outil d'animation facilite la communication entre les managers et leurs employés. Il permet l'expression libre des salariés et améliore les échanges entre eux et leur direction. Pour atteindre cet objectif, la participation de tous les membres de l'entreprise est indispensable pour développer le plus possible d'interactions, d'abord en les impliquant dans l'élaboration du jeu mais surtout en les faisant jouer ensemble pendant les sessions. Les employés se sentent alors plus à l'aise pour aborder avec leurs directeurs les points qui leur semblent critiques. Du point de vue des managers, les sessions de jeu leur fournissent l'ensemble des attentes et des craintes de leurs employés. Cette information est généralement tacite dans la vie réelle, les managers retirent donc un véritable bénéfice du jeu quand les employés participent sérieusement.

L'implication de l'ensemble des managers d'une entreprise permet de faire émerger une représentation partagée des rôles et des missions que chacun d'eux doit porter. Différentes situations qu'ils peuvent rencontrer quotidiennement dans leur métier sont simulées à travers le jeu. Les managers doivent se comporter en réponse aux différentes situations provoquées artificiellement par le jeu. Les comportements observés pendant les simulations et décortiqués

pendant le débriefing final mettent en lumière les changements à opérer pour améliorer le fonctionnement de l'entreprise. Les managers apprennent et intériorisent les leçons tirées des jeux, dans le but de les mobiliser quand des situations similaires se présenteront dans la vie réelle.

Wilson et al. (2009) ont étudié les résultats de jeux éducatifs, en essayant d'identifier les composantes qui impactent sur la réussite de ce type d'apprentissage. Ils définissent l'apprentissage en citant Kolb (1984) : « *processus de transformation de l'expérience en connaissance, décomposé en quatre phases : expérience concrète ; observation réflexive ; conceptualisation abstraite et mise en pratique active* ». Ils choisissent de suivre la théorie de l'apprentissage proposée par Kraiger et al. (1993) qui fournit un cadre basé sur des aspects cognitifs, et des facteurs sociaux et humains. L'apprentissage dans les jeux éducatifs est évalué par Wilson et al. (2009) sur la base de l'amélioration de la connaissance *déclarative* (i.e. connaissance à propos du « *quoi* »), de la connaissance *procédurale* (i.e. connaissance à propos du « *comment* ») et de la *compréhension* des joueurs (i.e. assimilation des règles du jeu). L'apprentissage peut être mesuré à travers différents tests (e.g. de rapidité de mobilisation des connaissances ou d'exactitude des connaissances mobilisées). Wilson et al. (2009) proposent de conduire leur évaluation de l'apprentissage à partir de l'étude de six attributs du jeu :

- **Fantaisie:** englobe tous les paramètres du jeu qui ne renvoient à aucun élément de la réalité et qui provoquent chez les joueurs une représentation mentale, i.e. sous forme d'images détachées du réel (Garris et al. 2002).
- **Représentation:** renvoie à la précision de la reproduction physique ou psychologique de la réalité que le jeu simule, et est opposé à l'attribut « fantaisie » (Crawford 1984).
- **Stimuli sensoriels:** effets audio, visuels ou parfois tactiles qui peuvent être utilisés par le concepteur pour rehausser la fantaisie du jeu.
- **Challenge:** représente le niveau de difficulté du jeu, qui stimule l'intérêt ou au contraire aboutit à la frustration du joueur. L'attribut « challenge » impacte surtout la motivation des participants.
- **Mystère:** correspond à l'écart qui existe entre l'information explicite et l'implicite (i.e. la complexité, l'effet de surprise, et l'information incomplète). Le joueur est motivé à l'idée de réduire cet écart et de comprendre les divergences qui apparaissent dans certaines situations paradoxales. Un biais apparaît quand l'information est perçue comme incohérente par le joueur (Garris et al. 2002).

- **Estimation:** renvoie à la capacité d'un joueur à mesurer, lorsqu'il reçoit par « feedback » les résultats de ses décisions, si les objectifs qu'il s'est assigné dans le jeu sont atteints.
- **Contrôle:** représente la capacité d'un joueur à contrôler l'information envoyée aux autres joueurs, conséquence des décisions qu'il prend, et qui peut donner des indices aux autres sur ses préférences.

Wilson et al. (2009) concluent que dans les jeux qui ont servi de références à leur évaluation, l'impact de chaque attribut n'est pas clair. Plusieurs attributs peuvent influencer ensemble les résultats de l'apprentissage. La prédominance de l'un par rapport à l'autre n'est pas vérifiable, de même que leur interdépendance. Wilson et al. (2009) proposent de focaliser les futures recherches en isolant chaque attribut les uns des autres pour mesurer séparément l'impact de chacun sur l'apprentissage, et de les définir selon plusieurs modalités<sup>6</sup> (faible, moyenne et haute). Le problème principal est alors d'anticiper quelles sont les modalités à choisir nécessaires à la mise en évidence de l'impact des attributs sur les processus d'apprentissage. Wilson et al. (2009) remarquent que rares sont les jeux pour lesquels les concepteurs reportent explicitement les modalités qu'ils ont choisies pour chaque attribut lors de la construction du jeu.

## 2. La question de recherche

Une expérience participative menée sur le bassin versant de la rivière Kat (Afrique du Sud) s'est appuyée sur un jeu de rôles (appelé **KatAware**) construit suivant une démarche ComMod, auquel ont pris part des acteurs locaux membres d'une association d'usagers de l'eau (Farolfi et Rowntree 2007). Le jeu de rôles a permis aux participants de comprendre à la fois la complexité de leur système, les relations entre agents autour de la gestion de l'eau, mais également les conséquences des stratégies d'allocation de l'eau entre ces agents. L'objectif de la démarche était d'élaborer une stratégie commune à l'ensemble de l'association des usagers, pour l'élaboration du futur plan de gestion de l'eau du barrage situé en amont de la rivière Kat.

Les deux sessions de KatAware ont permis d'observer des comportements coopératifs entre joueurs utilisant l'eau dont la problématique de gestion est simulée par le jeu. A la suite de ces deux sessions, les scientifiques ont construit un modèle issu de la théorie des jeux coopératifs

---

<sup>6</sup> En anglais: « level ».

dans le but de simuler les comportements observés, en partant de l'hypothèse d'un choix rationnel d'allocation de l'eau fait par les joueurs pendant KatAware (Dinar et al. 2008). La comparaison des prédictions du modèle avec les décisions observées ne permet pas de rejeter cette hypothèse, bien que l'allocation coopérative apparue pendant le jeu s'apparente plus à une recherche d'une solution « satisfaisante pour tous », plutôt qu'à la recherche par maximisation de la meilleure solution possible (Dinar et al. 2008). La simulation a permis de mesurer une distance entre les observations et les résultats théoriques. Cependant, elle ne permet pas l'identification des composantes contextuelles ou comportementales qui peuvent expliquer cette distance.

Par le contrôle qu'elle impose aux paramètres du jeu, l'approche expérimentale rend possible la reproduction des expériences et donc l'accumulation des observations utiles à la comparaison. L'économie expérimentale permet d'évaluer les causes qui ont déterminé l'allocation observée pendant KatAware. Cependant, la transformation d'un outil développé sur le terrain en un outil jouable en laboratoire soulève une interrogation importante, celle du niveau de complexité des informations véhiculées par le protocole. L'information relative au modèle physique, économique, institutionnel et social, héritée de la participation des acteurs locaux à la conception de KatAware doit-elle être maintenue (et à quel niveau ?) ou enlevée dans le protocole expérimental conduit en laboratoire ? En d'autres termes, comment simplifier le contexte d'un jeu, dont l'influence sur les comportements est très importante, sans introduire de biais dans le nouveau protocole ? Surtout, qu'est-ce que le contexte d'un jeu ? Comment influe-t-il sur les comportements des joueurs ?

Pour trancher cette question, nous avons considéré que le contexte d'un jeu influe sur les comportements à travers les informations :

1. Fournies aux joueurs via **l'illustration** des instructions ;
2. Echangées entre joueurs pendant les phases de **communication** ;
3. Accumulées par les joueurs à travers la **répétition** des périodes de jeu ;
4. Acquises par expérience par les joueurs, et se rapportant à leur **vécu**.

Chaque niveau d'influence du contexte est considéré comme autant d'attributs le composant. Une fois ces quatre attributs définis, notre démarche suit les recommandations faites par Wilson

et al. (2009), d'un test des attributs identifiés comme influençant les comportements, séparément, en choisissant différentes modalités pour chacun d'eux.

Le **chapitre 1** présente une revue de la littérature centrée sur l'économie expérimentale, discipline dans laquelle les scientifiques ont déjà abordé la question de l'influence du contexte sur les comportements. Nous reprenons leurs travaux et recommandations pour orienter la construction du protocole **KatLab**, outil de laboratoire et issu de la dégradation du contexte du jeu de rôles KatAware. Notre trajectoire de recherche, l'ensemble du processus de dégradation de KatAware ainsi que le plan d'expérience sont détaillés dans le **chapitre 2**. Le référentiel de l'expérimentation reste la théorie des jeux coopératifs, suivant les interprétations faites par Dinar et al. (2008) quand ils ont construit leur modèle théorique. Ainsi, KatLab offre à trois joueurs, regroupés en une coalition, la possibilité de répartir entre eux le gain obtenu quand ils sont associés. Plusieurs alternatives de répartition de ce gain leur sont proposées à travers des *cartes*. L'unanimité règle l'accord entre les joueurs sur la répartition du gain de la coalition : si les trois joueurs choisissent la même carte, l'allocation qu'elle porte est appliquée à la coalition ; sinon la coalition est rompue. Les fondements théoriques soutenant la conception des cartes et les caractéristiques spécifiques au protocole KatLab sont décrites dans le **chapitre 3**. Ces trois chapitres composent la première partie, présentant les matériels utilisés et la méthode suivie.

La deuxième partie regroupe l'ensemble des observations tirées des sessions conduites en laboratoire. Différents traitements de KatLab ont permis de tester des hypothèses spécifiques à l'impact des attributs du contexte sur les comportements. Des quatre attributs que nous avons identifiés comme étant les dimensions élémentaires du contexte, seuls les deux premiers ont été testés : l'« illustration » des instructions et la « communication » entre les joueurs.

L'impact de l'attribut « illustration » sur les comportements a été testé seul, les trois autres attributs « communication », « répétition » et « vécu » étant placés à leur modalité minimale. Nous avons choisi de définir l'attribut « illustration » en quatre modalités, pour autant de traitements<sup>7</sup> de KatLab. La modalité « faible » (traitement 0.0) correspond à la version du protocole KatLab où la question posée aux joueurs n'est pas accompagnée d'une mise en situation se référant au réel. Les trois autres modalités « supérieures » sont construites par l'ajout d'éléments contextuels dans les instructions. Le contenu de l'illustration se rapporte à une situation de *gestion de l'eau* dans deux modalités : le traitement 0.1 se limite à l'ajout d'une

---

<sup>7</sup> Un traitement correspond à une version particulière du protocole KatLab (la définition de ce qu'est un traitement d'un protocole en économie expérimentale est traitée au chapitre 1)

phrase alors que le traitement 0.2 contient une narration plus détaillée. Dans la troisième modalité « supérieure » (traitement 0.3), le niveau de narration est aussi détaillé que dans la modalité précédente (traitement 0.2), mais le contenu ne se rapporte pas à la gestion de l'eau. Nous formulons l'hypothèse qu'un contenu narratif plus sophistiqué augmente la dispersion des préférences des joueurs sur plusieurs cartes. Les résultats obtenus à travers ces quatre traitements sont compatibles avec cette hypothèse. La narration accroît le "bruit" qui affecte les choix des joueurs, qui s'éloignent d'autant plus des prédictions théoriques que le niveau d'illustration est élevé. Cependant, alors qu'il était attendu une dispersion équivalente dans les choix des joueurs aux traitements 0.2 et 0.3, on observe une plus grande déviation au traitement 0.3. Les hypothèses et les résultats relatifs au test de l'attribut « illustration » sont reportés dans le **chapitre 4**.

Le **chapitre 5** aborde le test de l'impact sur les comportements de l'attribut « communication », décomposé en deux modalités. Dans la modalité faible les joueurs ne peuvent pas échanger d'informations. Dans la modalité supérieure, nous leur donnons la possibilité d'argumenter, auprès de leurs partenaires de coalition, leurs préférences pour une carte (ou plusieurs cartes). Cette modalité d'« argumentation » s'appuie sur un module spécifique du protocole, élaboré pour satisfaire la contrainte d'un contrôle des informations échangées. Les joueurs composent des messages à partir d'un ensemble défini d'énoncés. Les résultats soutiennent l'hypothèse que l'argumentation améliore la coordination des joueurs placés en coalition et améliore leur apprentissage de ce que doit être le bon accord, conformément aux prédictions théoriques. La théorie des jeux coopératifs servant de référentiel à KatLab, un bon accord entre les joueurs signifie que l'allocation des gains au sein de leur groupe est conforme à la valeur de Shapley (1953).

Le troisième attribut du contexte, « répétition », n'est pas pris en compte dans le plan d'expérience KatLab. Sa modalité est fixée à 15 périodes, répétées à l'identique, pour tous les traitements. Le **chapitre 6** présente l'influence des différentes modalités des deux attributs « illustration » et « communication » sur l'apprentissage qui s'opère au sein de KatLab. Nous avons décomposé le mécanisme d'apprentissage en deux dimensions : l'assimilation du jeu et l'adaptation des joueurs aux décisions prises par leurs partenaires (Roth et Erev 1995). Les résultats montrent que sur la durée du jeu l'argumentation renforce le choix de l'allocation construite selon Shapley, quel que soit le niveau d'illustration, quand l'illustration seule (i.e. sans communication) rend ce choix instable d'une période à l'autre. L'illustration des instructions

perturbe l'assimilation du jeu, quand la communication favorise cette assimilation grâce à la mise en avant par les joueurs des arguments soutenant l'allocation Shapley ou rejetant les autres cartes. La communication permet également d'explorer de nouvelles alternatives de coordination au sein des groupes, que le manque de communication ne permet pas.





## **PARTIE 1. Matériels et Méthode**



## Chapitre 1. L'économie expérimentale

Pendant longtemps, l'économie a plus été perçue comme une science descriptive que comme une science expérimentale. Sugden (2005) rappelle une citation de Milton Friedman (1953) : « Malheureusement, on peut rarement tester les prédictions particulières aux sciences sociales en construisant des expérimentations explicitement conçues pour identifier les paramètres que nous jugeons comme étant ceux qui ont le plus d'influence sur ces prédictions ». Bien que la méthode expérimentale ait été appliquée en économie depuis longtemps, elle a été reconnue tardivement, comme le démontre l'attribution en 2002 du Prix Nobel d'économie à Daniel Kahneman et Vernon Smith « pour leurs travaux précurseurs en matière d'économie psychologique et expérimentale ».

Les modèles expérimentaux utilisés en science physique ont servi de base de raisonnement pour la construction de protocoles en économie expérimentale (Levitt and List 2009). Dans ces protocoles, des joueurs sont mis face à une situation particulière, liée au test d'hypothèses issues de la théorie économique. Toute problématique économique a potentiellement une application expérimentale<sup>8</sup>. L'économie expérimentale ne se limite cependant pas aux problématiques économiques, et prend également en compte les apports de la psychologie pour comprendre les comportements observés dans le jeu (Binmore 1999). L'économie expérimentale prend part à ce que Simon (1959) appelle plus généralement la *science du comportement*<sup>9</sup>, qui propose le modèle psychologique d'un individu qui s'adapte aux situations auxquelles il est soumis, en complément du modèle néo-classique de l'*homo oeconomicus*. Cependant, Rubinstein (2006) critique l'utilisation de la psychologie en économie. Il souligne les limites des expérimentations en psychologie, estimant que ces limites abaissent les standards de l'économie au lieu d'en ouvrir le champ des recherches.

---

<sup>8</sup> Cardenas et Carpenter (2005) ont listé les nombreuses thématiques abordées en économie expérimentale.

<sup>9</sup> En anglais: « behavioural economics ».

# 1. Pourquoi utiliser la méthode expérimentale en économie?<sup>10</sup>

## 1.1. L'expérimentation pour tester des hypothèses

Rubinstein (2001) décrit la théorie économique comme une investigation abstraite des concepts commandant les prises de décisions dans la vie réelle, plutôt que comme un outil de description, et encore moins de prédiction, des comportements. L'objectif des économistes est alors de clarifier les connexions entre différents types de concepts, i.e. de *comprendre* les comportements, plutôt que de les *prédire*. Par exemple, selon Rubinstein (2001), de nombreux économistes ont cru que la théorie de Nash (1950) était prédictive, et ont alors cherché à tester si les solutions obtenues en laboratoire correspondaient aux prédictions de la théorie. Le fait que les axiomes de Nash (1950) permettent de déduire analytiquement les solutions d'une négociation ne signifie pas que dans la vie réelle les décisions sont prises en suivant ces axiomes. Selon Rubinstein (2001), qui stipule que « *ce serait un miracle si la formule de Nash était un outil permettant la prédiction des résultats issus d'une activité aussi complexe que la négociation* », il vaut mieux tester en laboratoire l'interprétation des solutions, plutôt que vérifier la justesse des prédictions.

L'interprétation de la théorie se fait à travers des modèles. Pour les expérimentateurs, un bon modèle est réaliste s'il décrit une situation telle qu'elle est perçue par les décideurs, plus que s'il est une représentation la plus proche possible du monde réel (Hausman 2005, Rubinstein 2006). L'interprétation de la théorie économique à travers un modèle est essentielle, et une fois le modèle établi, les hypothèses qui en découlent peuvent être testées en laboratoire. Binmore (1999) affirme que les expérimentateurs ne conduisent pas des expérimentations pour vérifier si la théorie économique « fonctionne », mais plutôt pour différencier les environnements économiques dans lesquels la théorie fonctionne de ceux où elle ne fonctionne pas.

## 1.2. L'expérimentation pour mettre en évidence de nouveaux phénomènes

Quelques régularités, difficilement interprétables à travers la théorie existante, sont apparues empiriquement dans certaines expérimentations. Ces régularités ont servi de point de départ à

---

<sup>10</sup> Nous définirons plus précisément ce que nous entendons par *méthode expérimentale* au chapitre 2, en nous appuyant sur la définition proposée par Claude Bernard (1865) applicable à toute discipline scientifique, dont l'économie.

des recherches ayant pour but soit d'accommoder la théorie existante avec les observations empiriques, soit de faire émerger une nouvelle théorie (Sugden 2005).

Les travaux de Kahneman et Tversky (1979) offrent un bon exemple d'émergence d'une nouvelle théorie suite à l'observation de phénomènes empiriques. La description de différentes manières (positivement ou négativement) d'un même problème de prise de décision en environnement risqué a conduit à des comportements différents, alors que le modèle théorique alors en vigueur (issu de la théorie de l'utilité espérée<sup>11</sup>) ne prévoit pas de différences dans les réponses des joueurs. L'utilité espérée est calculée en pondérant l'utilité de chaque alternative de choix par sa probabilité de survenue. Le modèle théorique testé part de l'hypothèse qu'un agent rationnel averse au risque, mis face à un choix risqué, préfère celui qui lui offre l'utilité espérée la plus élevée, quelle que soit la manière de lui présenter le problème. Or, les résultats de Kahneman et Tversky (1979) sont incompatibles avec cette hypothèse : les joueurs n'ont pas les mêmes préférences selon la manière avec laquelle le problème leur est présenté. Par conséquent Kahneman and Tversky (1979) proposent un nouveau modèle appelé « théorie des perspectives »<sup>12</sup> qui modifie la théorie de l'utilité espérée pour coller aux observations expérimentales.

### **1.3. L'expérimentation comme outil d'aide à la décision.**

L'économie expérimentale fournit aux décideurs publics un outil permettant de tester avant leur mise en pratique l'efficacité des systèmes politiques ou d'évaluer l'impact de nouvelles régulations sur le bien-être (Tisdell and Harrison 1992, Cummings et al. 2004). Willett and Sharda (1997) ont par exemple utilisé l'expérimentation pour évaluer l'efficacité économique de deux politiques différentes relatives à la gestion de la qualité de l'eau. Des décideurs privés, par exemple des entrepreneurs, peuvent également simuler en laboratoire des stratégies pour évaluer leur impact sur le profit de leurs sociétés avant de les appliquer au marché (Eber and Willinger 2005).

### **1.4. L'expérimentation comme outil pédagogique.**

La mise en situation dans une salle de classe, dans des conditions artificielles (mimant celles du laboratoire, bien qu'elles soient moins strictement contrôlées), peut servir d'appui pour

---

<sup>11</sup> En anglais: « expected utility theory »

<sup>12</sup> En anglais: « prospect theory »

l'enseignement à des étudiants des concepts et mécanismes de l'économie (Boone and Van Witteloostuijn 1999, Brañas-Garza 2006).

## 2. Caractéristiques des expérimentations économiques

Une expérimentation en économie doit respecter deux principes (Eber et Willinger 2005):

- a) Elle doit s'établir dans un environnement contrôlé, dans le but de reproduire de façon artificielle les conditions et les paramètres de la théorie.
- b) Elle doit permettre la réplication des observations et la reproduction, différée dans le temps, du même protocole<sup>13</sup>.

### 2.1. Contrôle des paramètres

Les expérimentations sont construites pour tester des hypothèses issues de la théorie. Par conséquent, l'environnement expérimental est délibérément configuré pour ressembler aux conditions d'application de la théorie (Sugden 2005). Les théories, vues par Rubinstein (2001) comme des investigations *abstraites* de concepts, s'expriment donc dans des conditions abstraites, qui peuvent être reproduites en laboratoire. De la même manière qu'il est admis que les tubes à essai utilisés pour mener des expérimentations en chimie doivent être propres, les économistes savent qu'ils ne peuvent pas tester des hypothèses économiques dans des conditions qui entraîneront vraisemblablement leur rejet (Binmore 1999).

L'observation des comportements dans la vie réelle (i.e. sur le terrain), sans prise sur l'environnement d'observation, ne permet pas d'isoler précisément les facteurs qui influencent ces comportements. Le laboratoire rend possible la création artificielle de l'environnement d'observation par le contrôle de tous ses paramètres. En économie expérimentale, une attention particulière est donnée au contrôle des informations mises à la disposition des joueurs, et à celles échangées entre eux. Communément, les joueurs participant à des expérimentations économiques en laboratoire sont séparés les uns des autres dans des « boxes » individuels, sans contact visuel entre eux. Si le laboratoire est informatisé, les joueurs communiquent leurs décisions à l'expérimentateur et aux autres joueurs via l'ordinateur.

---

<sup>13</sup> Nous définissons plus bas ce qu'est un protocole expérimental

## **2.2. Reproduction des expérimentations**

En reproduisant en laboratoire des expérimentations menées par leurs collègues, les expérimentateurs s'affranchissent de la mise à disposition des données, qui peut représenter une limite à la discussion des résultats (Roth 1991). Cette reproduction est possible si et seulement si le protocole expérimental est précisément décrit, et s'il assure le contrôle de l'ensemble des paramètres. Il y a ainsi un lien très fort entre la possibilité de reproduire les observations et le contrôle des facteurs de l'environnement expérimental.

La possibilité de reproduction des expérimentations est essentielle, et la qualité d'un protocole expérimental peut être considérée à trois niveaux (Levitt and List 2009):

- L'analyse des données obtenues après de nouvelles sessions d'un même protocole doivent mener aux mêmes conclusions.
- Le même protocole conduit avec de nouveaux joueurs doit aboutir aux mêmes observations.
- Les hypothèses issues de la théorie qui sont rejetées par un protocole doivent l'être également par un protocole différent. Dans le cas contraire, le premier protocole n'assure pas le bon contrôle des paramètres.

La reproduction d'un protocole par d'autres membres de la communauté scientifique permet donc d'éviter les conclusions erronées. Cependant, certaines descriptions de protocoles ne sont pas assez bien détaillées. D'autres scientifiques cherchant à les reproduire peuvent éprouver des difficultés à recréer des conditions expérimentales exactement identiques à celles de leurs collègues. Il est alors difficile de comparer les résultats de différentes sessions conduites par différentes équipes (Rouchier 2003). De plus, la reproduction des expérimentations n'est pas aussi bien reconnue par la communauté scientifique que la création de nouveaux protocoles. Rubinstein (2001) estime que le système ne récompense pas les auteurs ayant cherché à reproduire des protocoles pour réfuter les résultats expérimentaux obtenus par d'autres.

## **2.3. Le protocole expérimental et les instructions**

Avant la mise en œuvre d'une expérimentation, le scientifique doit définir son cadre d'application à travers un protocole, qui décrit l'ensemble des caractéristiques et des procédures propres à l'expérimentation à mener : ses objectifs, les hypothèses à tester, les facteurs à contrôler, les variables, ou encore l'échantillon à utiliser. Il référence le nombre de joueurs qui



participent à l'expérimentation, les instructions qui leur seront soumises, les règles du jeu et toutes les informations indispensables à la tenue des sessions.

Différents développements peuvent s'appuyer sur un même protocole expérimental « de base ». Chacune des nouvelles versions du protocole, communément appelée *traitement*, voit la variation d'un des paramètres du protocole initial, dans le but de tester une nouvelle hypothèse. Par exemple, un protocole expérimental peut définir dans ses règles que la communication est interdite entre les joueurs. Un traitement de ce protocole peut être construit à travers la modification de cette règle, en laissant aux joueurs la possibilité de communiquer entre eux, dans le but de tester des hypothèses relatives à la communication entre les joueurs (Eber and Willinger 2005).

Les instructions fournissent aux joueurs toute l'information nécessaire à la compréhension des règles du jeu. L'expérimentateur doit être sûr que les joueurs comprennent exactement les règles du jeu et les décisions qu'ils doivent prendre. Un joueur qui ne comprend pas le jeu peut avoir un comportement aléatoire et introduire des biais dans les observations, avec des conséquences importantes sur les interprétations faites par l'expérimentateur. Un moyen de s'assurer de la bonne compréhension du jeu est de soumettre les joueurs à un questionnaire. Si les réponses sont mauvaises, l'expérimentateur intervient et lève les incompréhensions avant de lancer le processus de décision. Il évite ainsi que des biais s'introduisent dans les résultats.

## **2.4. Incitations financières**

Parmi les règles spécifiques à l'économie expérimentale, celle qui est suivie avec le plus d'intransigeance concerne le paiement monétaire versé aux joueurs à la fin des sessions, en fonction des décisions qu'ils prennent pendant le jeu. Cette règle est considérée comme la garantie d'obtenir un strict contrôle sur les motivations des joueurs, qui sont donc rémunérés en contre-partie d'une implication sans faille et la plus honnête possible dans les décisions (Eber et Willinger 2005). Cependant, cette règle est controversée. Par exemple, Read (2005) estime qu'il n'y a aucun fondement justifiant le recours systématique aux rétributions monétaires<sup>14</sup> envers les participants au moment de conduire des expérimentations économiques.

---

<sup>14</sup> Les incitations peuvent être monétaires dans la plupart des expérimentations, mais quand il s'agit de mettre en situation des étudiants, la récompense peut être une augmentation de leur note au prochain examen (Brañas-Garza 2006) ou une diminution du temps consacré à exécuter une tâche particulière (Kuhberger 2002).

Les expérimentateurs en économie estiment que le versement aux joueurs d'une récompense leur assure un contrôle des motivations en se basant sur l'hypothèse, issue de la théorie économique, que les sujets sont motivés par la maximisation de leur profit. Ainsi, il est attendu que les joueurs se comporteront en laboratoire comme le prévoit l'hypothèse théorique (Loewenstein 1999, Eber et Willinger 2005, Read 2005). La motivation est entendue comme la volonté qu'ont les joueurs de faire tout leur possible pour comprendre le jeu et de se comporter avec sérieux, en répondant honnêtement aux questions posées. Les joueurs doivent faire un effort cognitif pour éviter de faire des erreurs de jugement, ce qui motive une rétribution financière en contre-partie (Hertwig et Ortmann 2001). Même si cette règle est commune à tous les expérimentateurs en économie, elle concentre de nombreuses critiques.

Read (2005) ne cherche pas à savoir si les incitations financières permettent le contrôle de la motivation des joueurs. Il considère plutôt la question fondamentale de savoir comment les incitations permettent ce contrôle. Avant de décider de l'utilisation d'incitations financières, il préconise une réflexion sur les effets induits par ces incitations et défend la prospection de méthodes alternatives pour obtenir le même contrôle sur la motivation des joueurs. Selon lui, les incitations ne poussent pas seulement les joueurs à faire tout leur possible, elles modifient également leurs actes. Read (2005) estime qu'en réalité, les joueurs ont des motivations intrinsèques à faire tout leur possible dans n'importe quelle situation. En payant les joueurs sur la base de leurs décisions prises au cours du jeu, l'expérimentateur leur fournit une motivation extrinsèque qui entre en concurrence avec les motivations intrinsèques. Ce changement, que l'on peut percevoir négativement, est souhaité par l'expérimentateur, qui ne peut contrôler la motivation intrinsèque des joueurs (Read 2005). Les actions maximisant les motivations intrinsèques ne sont pas forcément celles qui permettent la maximisation des gains. De fait, Read (2005) estime que l'utilisation d'incitations monétaires sert moins à augmenter le niveau de motivation qu'à changer les centres d'intérêts, rendant les comportements observés plus faciles à interpréter.

L'incitation financière est une des diverses sources d'utilité, au même titre que le niveau de divertissement, l'altruisme, l'auto estime, etc. L'objectif de maximisation de son utilité par l'agent décideur, dans toute situation, peut s'écrire formellement comme suit (Read 2005) :

**Objectif = Max  $u(\epsilon, R)$**

L'utilité dépend à la fois de l'incitation financière notée  $\epsilon=f(\text{choix})$  et du reste  $R=f(\text{choix})$ , avec  $R$  qui correspond au divertissement, l'altruisme, l'auto estime, etc.

En introduisant les incitations financières dans le protocole, le poids pris par le terme monétaire dans l'expression de l'utilité s'accroît. « Idéalement » pour l'expérimentateur, le résultat de l'introduction des incitations monétaires est l'obtention de l'expression d'une fonction d'utilité sous la forme  $u(\epsilon)$ , de telle sorte que si les participants à l'expérimentation cherchent à maximiser les gains obtenus dans le jeu, alors ils cherchent à maximiser leur utilité. Par conséquent l'objectif de l'introduction des incitations financières est bien l'« élimination »<sup>15</sup> des autres incitations, aboutissant à un meilleur contrôle des expérimentateurs sur la motivation des joueurs (Read 2005).

Si l'objectif de l'expérimentation est de tester des hypothèses relatives à la rationalité des joueurs, définie dans la théorie économique selon leur capacité à maximiser leur gain, alors l'utilisation d'incitations financières pour motiver les joueurs est cohérente avec cet objectif. En d'autres termes, toujours selon Read (2005), si les joueurs sont payés pour faire une action, il est alors d'autant plus probable qu'ils la feront. Read (2005) estime qu'il n'est pas intéressant de chercher à montrer expérimentalement que l'argent motive les joueurs, mais que l'étude des motivations non monétaires (i.e. le « R » dans la fonction d'utilité) peut plutôt intéresser les preneurs de décisions.

Les coûts budgétaires induits par le paiement des joueurs limitent les potentialités de réplication des expérimentations. L'inconvénient est donc qu'il est difficile, ou alors très coûteux, de répliquer le protocole pour accumuler un grand nombre d'observations. Hertwig et Ortmann (2001) considèrent cependant que les restrictions budgétaires ne justifient pas le non-paiement des joueurs, arguant que les bénéfices dégagés en économisant ces paiements sont moindres que ceux engrangés par le fait d'appuyer l'interprétation des comportements sur des résultats envers lesquels l'expérimentateur a toute sa confiance.

---

<sup>15</sup> En anglais: « crowd-out »

Le dénominateur commun aux questionnements en économie expérimentale est le contrôle des paramètres influençant les comportements. Nous avons vu que l'expérimentation est essentiellement utilisée pour tester des hypothèses issues de la théorie. Par convention, en se rapprochant de l'environnement de la théorie « investigation abstraite de concepts » (Rubinstein 2001), l'environnement expérimental est à son tour le plus abstrait possible. Les expérimentations se déroulent donc dans des conditions les plus neutres en terme de contexte, en laboratoire, avec des étudiants, sans communication possible entre eux, et sans indice relatif à la vie réelle dans les instructions qui leur sont soumises. Nous allons étudier ce qui motive cette recherche d'abstraction, et les critiques mettant en avant ses limites.

### **3. Le contexte en économie expérimentale**

Les expérimentateurs en économie s'accordent sur l'utilisation de protocoles les plus neutres et abstraits possible en terme de contexte, en suivant l'hypothèse que les joueurs peuvent interpréter différemment un contexte donné. S'en suivrait alors une perte de contrôle des facteurs influençant les comportements et donc une perte de confiance envers les résultats, obtenus par l'observation de comportements potentiellement biaisés. Cependant, un contexte trop neutre peut de la même manière conduire à une mauvaise interprétation du jeu, par l'absence, en environnement abstrait, des représentations cognitives dont disposent normalement les joueurs dans la vie réelle pour prendre leurs décisions (Loewenstein 1999, Pillutla et Chen 1999, Harrison et List 2004).

Les modèles issus de la théorie économique décrivant les choix des joueurs se basent sur l'hypothèse de rationalité, qui se définit à partir de la théorie de l'utilité, qui formalise la prise de décisions par un agent suivant le principe de maximisation de son utilité. L'hypothèse de rationalité assure que les décisions sont cohérentes et uniformes quel que soit le domaine des prises de décisions (Eber et Willinger 2005). La décision n'est donc pas affectée par le contenu de l'environnement de choix : elle n'est pas sensible au contexte. Ce point de vue est cependant remis en cause par de nombreux travaux théoriques et empiriques. De nombreux articles convergent vers une conception d'un mécanisme de prises de décisions qui est spécifique aux domaines de choix (Wang 1996).

Sugden (2005) critique le laboratoire expérimental, selon lui trop artificiel par rapport au terrain. L'environnement du laboratoire exclut les caractéristiques du monde réel cruciales pour le fonctionnement des institutions économiques. Un autre point critique soulevé par Sugden (2005) concerne l'échantillon utilisé en économie expérimentale, composé le plus souvent d'étudiants, qui ne représentent pas de façon adéquate les agents dont le comportement économique est testé par le protocole.

### **3.1. Les joueurs**

#### **a) Expérimentations avec des étudiants**

Dans la majorité des expérimentations, les participants sont des étudiants, considéré comme le pool standard dans lequel l'expérimentateur sélectionne son échantillon de participants. L'avantage des étudiants est qu'ils sont encore dans l'environnement académique, qu'ils sont facilement mobilisables car davantage disponibles que des professionnels, plus enclins à vivre une expérience nouvelle en participant à l'élaboration d'une recherche, et dans le cas où ils sont payés en fonction des scores obtenus pendant le jeu, le niveau de récompense monétaire est moindre que pour n'importe quelle autre catégorie socioprofessionnelle (Carpenter et Cardenas 2004, Harrison et List 2004, Eber et Willinger 2005).

La principale remise en cause de la présence exclusive d'étudiants dans les échantillons est le biais introduit par leur « non-représentativité » de la société dans son ensemble (Benjamin et Robbins 2007). Certaines études comparent les résultats obtenus en conduisant la même expérimentation avec des échantillons composés soit d'étudiants exclusivement, soit de non-étudiants. Gächter et al. (2004) ont étudié l'impact de la catégorie socioéconomique sur la confiance et sur la coopération volontaire, à travers le jeu de contribution volontaire à un bien public (conduit en Russie). Les résultats montrent que les non-étudiants ont davantage confiance et contribuent davantage au bien public que les étudiants. Ils mettent notamment en évidence l'influence de l'âge sur les comportements. Ce résultat interroge sur la généralisation à l'ensemble de la société, diverse en terme de catégories socioprofessionnelles et de pyramide des âges, de résultats obtenus avec des échantillons trop homogènes, constitués d'une seule catégorie socioprofessionnelle, les étudiants, qui présentent une pyramide des âges moins échelonnée que celle du reste de la société.

## **b) Expérimentations avec des non-étudiants**

Afin de contourner les limites soulignées précédemment, notamment celle du manque de représentativité de l'échantillon standard, des expérimentations ont été menées avec des participants « non-étudiants ». Certaines investigations ne cherchent pas à composer un échantillon représentatif de la société, mais à construire des échantillons ayant des caractéristiques propres à une catégorie socioprofessionnelle donnée (e.g. des traders, des chefs d'entreprises, ou des parties prenantes dans des décisions particulières<sup>16</sup>) pour tester l'impact de ces caractéristiques spécifiques sur les comportements, quand d'autres recherches se déroulent sur le terrain, sans chercher à se focaliser sur une catégorie socioprofessionnelle donnée (Cardenas 2003, Gachter et al. 2004). Un avantage notoire des expérimentations conduites sur le terrain est la plus grande variété des aptitudes et des niveaux de compréhension du problème dans l'échantillon formé, notamment les disparités dans les niveaux d'éducation, et plus précisément l'absence d'éducation (dans certains cas), davantage représentatif des situations de la vie réelle. Ce manque d'éducation n'est pas un inconvénient pour la compréhension du jeu, car il peut être compensé par un niveau d'expérience élevé (Cardenas 2003).

Cardenas (2003), après avoir conduit des expérimentations sur le terrain, a souligné les apports méthodologiques de sa démarche hors-laboratoire. En particulier, la plus grande variance des caractéristiques dans l'échantillon des joueurs permet l'observation d'une plus grande variété de comportements, difficilement observables en se limitant à des échantillons composés uniquement d'étudiants. De plus, les résultats obtenus sur le terrain ont une meilleure validité externe.

Le manque de validité externe est une critique récurrente des expérimentations, que ce soit en économie ou dans d'autres disciplines scientifiques. La question est de savoir si les observations faites pendant les sessions expérimentales renvoient à des phénomènes généraux, ayant lieu naturellement dans la réalité, ou si ces observations ne sont que des artefacts liés au protocole, donc non-extrapolables à la vie réelle. La validité externe d'une expérimentation renvoie donc à la possibilité de généraliser ses résultats aux situations de la vie réelle que le protocole tâche de simuler (Loewenstein 1999).

---

<sup>16</sup> En anglais: « stakeholders », que l'on peut aussi traduire selon la formule « acteurs locaux ».

Même s'il apparaît que l'utilisation d'échantillons « non-étudiants » garantissent une meilleure validité externe des résultats, de nombreuses contraintes surgissent pour la mise en pratique de telles expérimentations ne respectant pas tous les « standards » (i.e. hors laboratoire, avec des participants qui ne sont pas des étudiants). Si les étudiants sont nombreux dans l'environnement académique dans lequel les scientifiques évoluent et s'ils sont facilement mobilisables, les « non-étudiants » sont une ressource rare, avec peu de disponibilités, et difficilement mobilisables vers le laboratoire. Au contraire, le laboratoire doit « aller à leur rencontre », d'où le déroulement des sessions impliquant des « non-étudiants » sur leur terrain, avec les difficultés en terme de contrôle des paramètres qui en découlent (Carpenter et al. 2004).

### **3.2. Relations entre les joueurs**

#### **a) Anonymat**

Loewenstein (1999) liste les motivations qui peuvent influencer le comportement des joueurs pendant les sessions, comme par exemple la volonté de se conformer aux attentes de l'expérimentateur, ou d'apparaître comme une « bonne » personne (i.e. généreuse, ou intelligente, etc.) vis-à-vis des autres joueurs, ou encore comme un gagnant. Le contrôle de ces motivations peut être assuré en imposant l'anonymat aux joueurs : les joueurs se comportent différemment s'ils ont l'impression d'être observés que ce soit par l'expérimentateur ou par les autres joueurs (Frank et al. 1993, Brosig 2002). L'anonymat est créé en laboratoire en séparant visuellement les joueurs, en ne communiquant aucune des informations les concernant aux autres joueurs (à part les informations utiles au jeu) et en les identifiant de façon neutre les uns vis-à-vis des autres, par des numéros ou des lettres (Rege et Telle 2004).

#### **b) Communication entre les joueurs**

De nombreux protocoles expérimentaux, construits à l'origine sans communication entre les joueurs, ont été utilisés pour évaluer l'impact de cette dernière sur les prises de décision, en comparant les résultats de traitements sans communication (témoin) et ceux de traitements avec communication. Différentes modalités de communication ont été imaginées et testées pour évaluer son effet sur le comportement des joueurs. Elles sont détaillées dans cette partie.

L'intérêt de l'introduction de la communication apparaît à deux niveaux :

- au niveau théorique, l'introduction d'une communication dans le modèle de résolution du jeu est un moyen d'affiner la théorie. Par exemple, le concept d'équilibre de Nash

d'abord établi quand il n'y a pas de communication entre les joueurs, a été élargi aux situations où les joueurs peuvent échanger des informations (Aumann 1974, Farrell 1988).

- au niveau expérimental, l'introduction d'une communication dans le protocole est un moyen de comprendre les résultats obtenus sans communication et non prédits par la théorie. Par exemple, alors que la théorie prédit que sans communication, les joueurs, rationnels, se coordonnent par résolution du jeu et choisissent l'équilibre de Nash, on observe dans de nombreuses sessions expérimentales des problèmes de coordination. L'absence de communication peut expliquer ces problèmes de coordination. L'introduction de la communication dans le protocole permet alors d'évaluer expérimentalement son influence sur la coordination (Cooper et al. 1989).

Les jeux de coordination reproduisent une situation dans laquelle des joueurs, pour obtenir un gain mutuel, doivent faire un choix coordonné entre plusieurs alternatives. La forme la plus connue de ces jeux de coordination est le « dilemme du prisonnier », utilisé pour évaluer les comportements (soit coopératifs, soit compétitifs) de deux participants qui doivent faire un choix, indépendamment (i.e. chacun de leur côté), entre deux options : coopérer ou se défausser<sup>17</sup>. Le gain de chaque joueur dépend de la décision prise par son partenaire, selon la structure rappelée dans l'encadré ci-dessous :

---

<sup>17</sup> En anglais « defect ».



**Présentation du jeu du « dilemme du prisonnier » selon Boone et Van Witteloostuijn (1999)**

		Joueur B	
		coopérer (C)	se défausser (D)
Joueur A	coopérer (C)	R, R	S, T
	se défausser (D)	T, S	P, P

Les gains d'un jeu de coordination à deux joueurs

Le gain à gauche de la virgule dans le tableau 2 est attribué au joueur A, alors que celui situé à droite est attribué au joueur B, valeurs ici désignées par des lettres dont la signification est : R pour « récompense » ; T pour « tentation » ; S pour « stupide<sup>18</sup> » ; P pour « punition ». Dans un jeu du dilemme du prisonnier<sup>19</sup>, les valeurs des gains satisfont les conditions suivantes :

$$T > R > P > S \text{ et } 2 \cdot R > T + S > 2 \cdot P.$$

D'un point de vue théorique, chaque joueur anticipe une défection de son partenaire, quelle que soit la décision que lui-même prendra. L'équilibre de Nash du jeu dans la version sans communication est unique. Le modèle prédit une défection simultanée des deux joueurs conduisant aux gains (P,P). La communication est une phase de jeu supplémentaire, introduite en préalable du jeu<sup>20</sup>, i.e. un moment d'échange d'information entre les joueurs avant le moment du choix. Les joueurs continuent donc à prendre leurs décisions chacun de leur côté. La communication ouvre alors une possibilité de coordination sur deux équilibres : (R,R) et (P,P). Le premier « Pareto-domine » le second. Les deux joueurs, ayant des intérêts coincidents, doivent choisir de coopérer simultanément (Farrell 1988).

Farrell (1988) raisonne quel que soit le mode de communication entre les joueurs, évacuant la question des règles d'implémentation expérimentale : en premier lieu qui parle, ensuite quand la discussion a lieu et pendant combien de temps, enfin qu'est-il permis de se dire ? En phase expérimentale, ces questions sont fondamentales. Elles conditionnent le contrôle des paramètres du jeu.

<sup>18</sup> En anglais « sucker ».

<sup>19</sup> Des variantes de ce jeu existent, en fonction des valeurs données à T, R, S et P, comme par exemple le jeu de la « chasse au cerf » ou celui de la « bataille des sexes » (Cooper et al. 1989 et 1992, Crawford 1998).

<sup>20</sup> En anglais : « pre-play communication ».

**(i) Qui parle ?**

En poursuivant avec l'exemple du dilemme du prisonnier et de ses variantes, différentes modalités de communication peuvent être conduites expérimentalement: soit aucun des deux joueurs ne communique, comme dans la version classique, et le contrôle est maximum ; soit un seul des deux joueurs communique ses intentions à son partenaire, sur le modèle « expéditeur-destinataire »<sup>21</sup> (Rabin 1990) dans une modalité appelée one-way ; soit les deux joueurs peuvent envoyer et recevoir des informations, dans une modalité appelée two-way.

Les différentes modalités choisies n'ont pas la même efficacité. La modalité one-way améliore le taux de coopération essentiellement dans le jeu de la bataille des sexes, alors que la modalité two-way donne de meilleurs résultats dans tous les jeux de coordination où l'incertitude sur les stratégies est importante (Cooper et al. 1992).

**(ii) Quand et comment la communication a lieu?**

La méthode de communication communément utilisée en expérimentation est le « cheap talk », i.e. qu'elle est gratuite pour les joueurs, elle n'affecte pas directement leurs gains, et ne les engage en rien dans leur prise de décision (Bicchieri et Lev-on 2007). En général, les sujets interagissent avant la prise de décision soit en personne, i.e. au sein d'une même pièce, soit suivant un mode de communication géré par une interface : l'ordinateur<sup>22</sup>.

En dehors des jeux de coordination, la communication a été introduite dans des jeux de contribution volontaire à un bien public<sup>23</sup> (Bochet et Putterman 2009) ou dans des jeux de gestion d'une ressource commune<sup>24</sup> (Cardenas 2000, Ostrom 2006). Dans les jeux coopératifs, la communication n'est pas introduite dans le protocole. Elle en est partie intégrante. Le processus de formation de coalitions et de partage entre ses membres du gain obtenu (par la coalition dans son ensemble) nécessite une phase d'échanges entre les joueurs, sans laquelle le jeu ne peut être joué. La phase de communication est donc centrale mais implicite pour la théorie des jeux coopératifs. Tous les joueurs y participent et les informations échangées sont connaissance commune, même si dans certaines versions, des discussions « en aparté » peuvent se nouer (Murnighan et Roth 1977).

---

<sup>21</sup> En anglais « sender-receiver ».

<sup>22</sup> En anglais « Computer-Mediated-Communication » ou CMC.

<sup>23</sup> En anglais « Voluntary Contribution Mechanism (VCM) game ».

<sup>24</sup> En anglais « Common-Pool Resources (CPR) game ».

Rapoport et Kahan (1976) proposent un protocole de jeu coopératif dans lequel le processus de négociation du jeu se divise en trois étapes : 1) négociation, ou construction des différentes propositions d'allocation entre les joueurs ; 2) acceptation, ou choix d'une proposition construite pendant la négociation, entraînant rupture (et retour à l'étape 1 de négociation) en cas de rejet de la proposition, ou passage à l'étape suivante ; 3) ratification, ou application de l'accord conclu. Les 32 joueurs participant au jeu suivent une session de 3 heures d'initiation, avant de prendre part chacun à 3 \* 3 heures de sessions du jeu réparties sur une durée de 3 à 4 semaines. Les joueurs ne doivent pas communiquer entre eux en dehors des sessions, paramètre basé sur la bonne foi des participants, que l'expérimentateur ne peut pas contrôler. Le processus de négociation s'appuie sur une communication, régie par des règles pré-établies et apprises par les joueurs pendant la session d'initiation. Pour surveiller la communication au sein de chaque groupe de 3 joueurs, un quatrième joueur est désigné pour jouer le rôle d'observateur et vérifier que la communication respecte les règles pré-établies. Chaque joueur joue autant de fois le rôle d'observateur que chacun des différents rôles dans ce jeu à 3 personnes. Cette modalité de communication, non contrôlée, ne peut donc pas être testée, et donc ne peut pas servir de base d'évaluation expérimentale de l'impact de la communication.

Brosig et al. 2003 étudient l'impact de différents médias de communication sur le comportement coopératif de joueurs participant à un jeu de contribution volontaire à un bien public. Ce jeu regroupe n joueurs ( $n \geq 3$ ), chaque joueur i ayant une dotation initiale  $D_i$  qu'il doit répartir entre deux comptes, l'un privé et l'autre public. La part allouée au compte public est notée  $C_i$ . L'argent placé par les joueurs dans le compte public est multiplié par un facteur  $\lambda$  (avec  $n > \lambda > 1$ ) et est ensuite divisé en parts égales entre les n joueurs membres du groupe. Les gains  $x_i$  du joueur i (pour tout  $i \in [1, n]$ ) se calculent selon :

$$x_i = \underbrace{(D_i - C_i)}_{[ \text{compte privé} ]} + \underbrace{\lambda * \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{n}}_{[ \text{compte public} ]}$$

Dans l'expérimentation de Brosig et al (2003), une gradation est faite entre les traitements, pour comparer différentes modalités de communication issues de la décomposition du « face à face », considéré comme le niveau de modalité le plus contextualisé:

- niveau de « référence » : absence de communication,

- « identification » : pendant 10 secondes, une webcam montre aux joueurs d'un groupe les visages des autres membres qui contribuent au même bien public,
- « lecture » : diffusion d'une vidéo montrant une personne, non engagée dans le jeu, expliquant en détail les règles du jeu,
- « talk-show » : diffusion de l'enregistrement d'une phase de communication ayant eu lieu précédemment au sein d'un autre groupe participant au traitement « video-conférence » (cf. ci-dessous),
- « audio-conférence » : les joueurs peuvent échanger des informations en audio, mais sans se voir
- « vidéo-conférence » : la même que la précédente, avec l'image via une webcam en plus de l'échange audio,
- « table de conférence » : les joueurs se font face dans une même pièce.

Parmi ces modalités, Brosig et al. (2003) distinguent les communications actives des communications passives subies par les joueurs, sans leur intervention (« identification », « lecture », « talk-show »). L'impact de ces modalités est mesuré expérimentalement en évaluant le taux de coopération, assimilé à la moyenne des contributions au compte public, et la stabilité de la coopération (comparaison de la moyenne des contributions au compte public au cours des 5 dernières périodes avec la moyenne des contributions aux 5 premières<sup>25</sup>). Brosig et al. (2003) définissent alors trois classes de communication rassemblant des modalités qui aboutissent à des résultats similaires (i.e. non significativement différents) :

---

<sup>25</sup> Le jeu est composé de 10 périodes répétées.

	Modalités	Niveau de coopération /	Stabilité de la coopération
Classe 1	Communication non verbale (« référence » et « identification »)	Faible $I < 50\%$	Haute
Classe 2	Communication passive (« lecture », « talk-show ») et « audio-conférence »	Intermédiaire $50\% \leq I \leq 60\%$	Faible
Classe 3	Communication dite en face à face (« vidéo » et « table » de conférence)	Haut $I \geq 90\%$	Haute

**Tableau 1. Classes de modalités de communication identifiées par Brosig et al. 2003**

Les modalités de la classe 1 aboutissent à des faibles niveaux de coopération (cf. tableau 1). Dans les deux modalités dites en face à face de la classe 3 (« vidéo » et « table » de conférence) les joueurs atteignent une stabilité de coopération similaire mais à des niveaux élevés. Ce dernier résultat révèle que la coopération en face à face n'est pas sensible au média de communication, i.e. l'effet est identique que les joueurs interagissent en vidéo-conférence ou en direct dans une même pièce. Au sein de la classe 2, l'« audio-conférence » ne permet pas d'obtenir en moyenne une coopération significativement meilleure que celle obtenue dans les traitements où la communication est passive. Dans cette classe, les comportements sont hétérogènes : certains groupes coopèrent quand d'autres ne coopèrent pas, aboutissant en moyenne à un niveau intermédiaire et non significativement différent pour les 3 modalités de cette classe.

La différence d'impact sur la coopération observée entre les traitements « audio-conférence » et « vidéo-conférence » ne peut être expliquée par la diminution de la distance sociale (Hoffman et al 1996) ou l'augmentation de l'identité de groupe (Dawes et al 1988) entre les deux traitements, via l'ajout de l'identification visuelle, puisque le traitement « identification » contrôle ces effets et montre qu'ils n'ont pas d'impact. Brosig et al. (2003) interprètent la différence entre « audio » et « vidéo-conférence » par l'impact du média de communication en lui-même : la communication audio et l'identification visuelle seules n'ont pas d'effet, quand leur combinaison au sein d'un même média (la vidéo-conférence) aboutit à une coopération élevée.

Parmi les médias de communication gérés par une interface, la communication via un « chat messenger » est une modalité verbale et une communication active qui n'a pas été abordée par

Brosig et al. (2003). Le « chat-messenger » permet de garder une trace des informations échangées sous la forme d'un verbatim, quand les informations audio et vidéo sont enregistrées sur une bande par Brosig et al. (2003). L'inconvénient du mode de communication « chat-messenger », quand aucun ordre n'est imposé aux joueurs (i.e. qui parle en premier, qui en second, etc.), réside en le fait qu'un décalage apparaît dans le temps entre le moment où l'information est saisie par un expéditeur et le moment où elle est lue par un destinataire, laissant la possibilité d'une mise en place de conversations croisées entre les joueurs (Bicchieri et Lev-on, 2007).

Bochet et al. (2005) ont étudié dans un jeu de contribution à un bien public trois formes d'échange d'information dans une communication : (i) par ordinateur via des messages numériques<sup>26</sup>, que les joueurs s'envoient avant chaque période, contenant le montant qu'ils pensent allouer à la période suivante ; (ii) par ordinateur via des messages verbaux échangés par « chat », sans restriction de contenu, cette fois non pas avant chaque période mais entre des séries de périodes jouées sans communication ; (iii) en face à face, autour d'une table. Ces trois traitements ont été comparés à un traitement de référence, sans communication. La communication est testée par Bochet et al. (2005) en complément de l'ajout au protocole d'une option de punition que les joueurs peuvent appliquer à leurs partenaires s'ils estiment que leur contribution au compte public n'est pas satisfaisante. Les résultats obtenus montrent que la communication en face à face est efficace, que ce soit avec ou sans la menace d'une punition par les autres joueurs. La communication par « chat-messenger » améliore le niveau de coopération de façon significative par rapport au traitement de référence. En revanche, l'envoi de messages numériques dont le contenu est strictement limité à l'information pertinente concernant la décision prise par le joueur, i.e. son possible niveau de contribution au compte public à la période suivante, n'a pas d'effet significatif sur le taux de coopération.

### ***(iii) Qu'est-il permis de dire ?***

Les expériences exposées précédemment montrent que la communication n'a pas le même effet sur les comportements selon son mode d'introduction dans les protocoles expérimentaux. Si certaines modalités de communication permettent d'améliorer la validité externe des résultats obtenus, elles impactent négativement leur validité interne par la perte de contrôle induite.

---

<sup>26</sup> En anglais : « Numerical Cheap Talk (NCT) communication ».

En reprenant l'exemple des expériences réalisées par Brosig et al. (2003), une manipulation a été effectuée par l'expérimentateur entre les deux traitements « audio » et « vidéo » : les joueurs ont la possibilité de s'identifier visuellement au traitement « vidéo », tout autre paramètre ayant été maintenu égal à celui du traitement « audio » par l'expérimentateur. Comme les traitements de contrôle montrent qu'il n'y a pas d'effet induit par l'identification visuelle (cf. tableau 3), il ne devrait donc pas y avoir d'effet observé entre les traitements « audio » et « vidéo ». Toutefois, on observe un effet dans les résultats que Brosig et al. (2003) n'expliquent pas, à part en identifiant son origine dans l'utilisation du média en lui-même, démontrant ainsi une absence de contrôle de la part de l'expérimentateur sur ce média. Ceci interroge sur la validité interne des résultats expérimentaux obtenus quand on introduit dans un protocole cette forme de communication non contrôlée.

Une communication en « face à face » (en vidéo-conférence ou à une table de conférence) qui permet aux joueurs d'échanger sans restriction en terme de contenu, leur apporte des informations visuelles (expressions faciales ou stature) et auditives (ton de la voix) sur leurs partenaires qui peuvent influencer leur comportement. Certains joueurs peuvent prendre le dessus au sein d'un groupe, assurer un leadership dont l'impact sur le comportement est difficilement identifiable (Bicchieri et Lev-on, 2007). Cette influence sur les autres membres donne au leader le statut de « point focal » de Schelling (1960), au sens où il « focalise » l'attention des autres sur sa propre décision.

Toutefois, les paramètres de personnalité des joueurs peuvent être contrôlés en laboratoire pour garantir l'anonymat. Dans un « chat-messenger » (Bochet et al. 2005), le contenu est libre dans la limite de restrictions d'anonymat imposées par le protocole. Les règles sont les suivantes :

#### **Traduction des instructions de Bochet et al. (2005)**

« Pendant la phase de communication, vous pouvez parler de ce que vous voudrez, incluant ce que vous pensez être la meilleure approche de l'expérience, ce que vous planifiez de faire ou ce que vous attendez des autres. Cependant, il y a deux restrictions que vous devrez respecter.

Premièrement, vous ne pouvez pas envoyer de messages permettant de vous faire identifier par les autres membres du groupe, autre que votre identifiant A, B, etc. Ainsi, vous ne pouvez pas utiliser vos noms, prénoms, surnoms, ni une description de n'importe quel type (ni « Pierre

Dupont ici », ni « Je suis le gars avec une chemise rouge assis à côté de la fenêtre »).

Deuxièmement, il ne peut y avoir de menaces ni d'arrangements entre les membres de votre groupe concernant quoi qu'il puisse se passer après que l'expérimentation soit terminée.

Pour être sûr que la règle d'anonymat est respectée, chaque message sera modéré (par un membre de l'équipe conduisant l'expérimentation) avant d'être affiché sur l'écran des membres de votre groupe. Si un de vos messages ne respecte pas ces deux restrictions, les autres membres du groupe ne le recevront pas et le modérateur vous informera de son intervention. ».

Le contrôle est ainsi assuré. Néanmoins, l'expérimentateur n'est pas neutre dans le protocole, et peut induire un effet d'observation sur le comportement des joueurs (Brosig 2002).

Un contrôle plus poussé est apporté dans la modalité de communication numérique, où les joueurs n'ont à saisir à l'écran qu'un montant, sans avoir à ajouter aucune autre information (Bochet et al. 2005). Le rôle de modérateur, assuré par l'expérimentateur, disparaît. La validité interne est alors strictement assurée. Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas d'effet de la communication numérique sur le comportement.

On peut se demander si cette absence d'effet n'est pas due à une contrainte trop forte qui neutralise l'effet de la communication. L'introduction de la dimension communication s'avèrerait factice et cette version ne se distinguerait pas de la version de référence. Pour notre compte, nous interprétons plutôt ce résultat comme local à cette expérimentation. Nous choisirons une approche numérique de la communication parce qu'une telle approche est rigoureusement contrôlable.

#### ***(iv) Comprendre l'effet de la communication***

Pour mieux comprendre en quoi la communication, notamment en face à face, influence les comportements, Dawes (1977) propose une spécification des possibles attributs responsables de l'effet de la communication<sup>27</sup>, selon les 3 dimensions suivantes testables en laboratoire:

- l'identification (ou humanisation)

---

<sup>27</sup> En anglais « communication effect » désigne l'effet positif de la communication sur la coopération. Cet effet est plus ou moins mis en évidence dans toutes les expérimentations présentées dans ce papier, selon la modalité de communication utilisée.



La première hypothèse de Dawes (1977) stipule que dans une communication en face à face le sujet cherche des indices sur la personnalité de ses interlocuteurs par observation physique. Ainsi, s'il remarque chez eux des similarités avec sa propre personnalité, il sera plus enclin à coopérer avec eux. Cette hypothèse est testée par Brosig et al. (2003) qui mettent en évidence que l'identification seule n'explique pas l'effet de coopération observé dans les expériences. L'identification induit beaucoup moins de coopération que toute autre modalité de communication two-way introduite dans le protocole (voir plus haut).

- la discussion

La deuxième hypothèse de Dawes (1977) prédit que le sujet cherchera des indices sur le caractère et les motivations de ses partenaires dans les informations échangées au fil de la discussion. Autrement dit, le sujet ne fait pas seulement une analyse physique de ses interlocuteurs (comme prédit dans la première hypothèse), mais également une analyse « psychologique » lui permettant d'évaluer ce qu'il pourra attendre d'eux dans la phase de prise de décision. Bouas et Komorita (1996) ont introduit une modalité de communication dans laquelle les joueurs peuvent discuter de n'importe quel sujet pendant la phase d'échange, sauf un : il leur est formellement interdit d'évoquer le jeu auquel ils participent. Alors que dans le traitement où la communication en face à face classique est permise, ils observent un taux de coopération de 81%, il n'est plus que de 17% dans le traitement où la discussion doit être « hors-sujet ». L'hypothèse d'une analyse psychologique opérée par le sujet au fil de la discussion, à travers des indices révélés dans des échanges non-pertinents (i.e. n'ayant aucun rapport avec la décision à prendre, cf. Fiedler 2009) est donc également rejetée.

- l'engagement<sup>28</sup>

La troisième hypothèse de Dawes (1977) résulte de l'observation du comportement des joueurs pendant la phase de communication en face à face. Les joueurs ont tendance à nouer des promesses de coopération et cherchent à s'assurer que personne ne prendra avantage de la situation, i.e. aucun joueur ne deviendra un « passager clandestin »<sup>29</sup>. De plus, les joueurs demandent souvent un engagement de la part de leurs partenaires, déclaré publiquement (i.e. au su de tous les membres du groupe). L'hypothèse de Dawes (1977) est donc que dans les modalités sans communication, l'impossibilité de s'engager à coopérer auprès des autres

---

<sup>28</sup> En anglais « commitment ».

<sup>29</sup> En anglais « free-rider ».

compromet les possibilités de coopération, et aboutit aux faibles taux observés expérimentalement.

Deux des trois hypothèses de Dawes (1977) ayant été rejetées, on se concentre donc sur la troisième, l'engagement des joueurs dans la coopération. Ainsi, Bicchieri (2006) explique l'effet de la communication (i.e. l'augmentation de la coopération) par la théorie des normes sociales, se concentrant sur la norme « respect d'une promesse ». Cette norme peut être personnelle, i.e. suivie quelles que soient les circonstances et quoi que fassent les autres. Elle peut être conditionnelle, suivie par une personne sous la condition que les autres la suivent également, considérant que les autres attendent également en retour le respect de cette norme. Pour Bicchieri (2006), la coopération n'apparaît pas seulement parce que les joueurs se focalisent sur une norme sociale pertinente, mais également parce qu'ils émettent des attentes<sup>30</sup> sur le comportement des autres. Les conditions aboutissant à la coopération sont formalisées ainsi :

Soit R une règle de comportement dans des situations de type S, où S peut être représenté par un jeu de dilemme social.

R est une norme sociale pour une population P s'il existe un sous-ensemble suffisamment large  $P_{cf} \subseteq P$  tel que pour tout individu  $i \in P_{cf}$  :

(contingence)	i sait que la règle R existe et l'applique aux situations de type S
(préférence conditionnelle)	i préfère se conformer à R dans les situations de type S sous condition que :
1- (attentes empiriques)	i croit qu'un sous-ensemble suffisamment large de P se conforme à R dans les situations de type S et que soit :
2- (attentes normatives)	i croit qu'un sous-ensemble suffisamment large de P attend que i se conforme à R dans les situations de type S
2'- (attentes normatives avec sanctions)	i croit qu'un sous-ensemble suffisamment large de P attend que i se conforme à R dans les situations de type S, préfère que i se conforme et peut sanctionner son comportement

Une norme sociale R est suivie par la population P s'il existe un sous-ensemble suffisamment large,  $P_{cf} \subseteq P$ , tel que, pour tout individu  $i \in P_{cf}$ , les conditions 1 et soit 2 soit 2' sont remplies pour i et, en tant qu'hypothèse de base, i préfère se conformer à R dans les situations de type S.

*D'après Bicchieri (2006)*

Bicchieri (2006) stipule donc que les joueurs ont des croyances sur les comportements des autres membres de leur groupe. Ils ont des attentes basées sur ces croyances. La communication permettrait pour un joueur de vérifier si ses croyances sont exactes et d'exprimer aux autres

<sup>30</sup> En anglais « expectations ».

membres du groupe ses attentes, faisant surgir ainsi les conditions d'une meilleure coopération. Certaines modalités de communication permettent plus que d'autres de gérer les attentes des joueurs et produisent alors de meilleurs niveaux de coopération. En face à face, les joueurs peuvent exprimer leurs attentes, quand en communication numérique, très contrôlée, cette expression est plus difficile. Si l'hypothèse d'engagement de Dawes (1977) peut expliquer la faible coopération dans le traitement de référence et dans les traitements où la communication est très contrôlée, elle ne permet pas toutefois de comprendre ce qui motive les joueurs à coopérer dans les jeux non-répétés où le non-respect de l'engagement (et donc le non-respect des attentes) n'est pas sanctionné, ou dans les jeux répétés quand aucune promesse n'a été établie (Bicchieri et Lev-on, 2007). En d'autres termes, quel élément renforce les croyances des joueurs dans ces situations ?

### **3.3. Le contexte dans les instructions**

Nous avons déjà vu précédemment que les expérimentateurs, dans leur recherche d'un meilleur contrôle des paramètres de l'expérimentation, s'accordent sur l'élimination des éléments pouvant perturber les comportements. Une attention particulière est donnée aux instructions fournies aux joueurs, qui doivent être les plus neutres possibles pour éviter des interprétations qui pourraient introduire un biais dans les comportements et donc dans les résultats (Harrison et List 2004, Eber et Willinger 2005).

L'idée sous-jacente est que les participants ont une même interprétation d'une information neutre et générale. Par exemple, chaque joueur peut interpréter différemment un problème économique quand des termes économiques sont introduits pour décrire les joueurs, par exemple si l'un d'eux est appelé « vendeur » et l'autre « acheteur » dans un jeu des enchères<sup>31</sup>, ou monopoliste et entrant dans un « market-game ». En généralisant les instructions, le jeu des enchères met alors en situation un joueur A et un joueur B. On élimine ainsi l'influence sur les joueurs des termes économiques proches de la réalité que le jeu cherche à simuler (Boone et Van Witteloostuijn 1999, Cooper et Kagel 2003)

Cependant, cette idée d'une perception homogène d'un contexte neutre par les joueurs est remise en question. Loewenstein (1999) considère que « *la conduite des expérimentations dans un environnement régulé, consistant à enfermer les joueurs dans une bulle, fournit le même niveau de contexte, mais sous une forme encore plus aliénée, que n'importe quel autre*

---

<sup>31</sup> En anglais « auctions game ».

*environnement* ». La psychologie cognitive considère que toutes les formes de raisonnement et de résolution de problèmes, y compris la compréhension du langage, dépendent du contexte dans lesquelles elles sont placées. De ce fait, l'introduction de références à la réalité limite la confusion des joueurs vis-à-vis des décisions à prendre et des actions qu'ils doivent mener (Loewenstein 1999, Loomes 1999). En d'autres termes, les joueurs peuvent perdre toute faculté de raisonnement quand ils sont placés dans un environnement trop abstrait, qui par définition ne leur est pas familier, puisqu'ils ne rencontrent pas de tels contextes abstraits dans la réalité. Si les sujets ne comprennent ni la question qui leur est posée à travers les instructions ni les conséquences des décisions qu'ils doivent prendre, alors le contrôle des motivations des joueurs n'est pas assuré (Pillutla and Chen 1999).

Néanmoins, l'introduction dans les instructions de références contextuelles inappropriées peut induire des motivations incontrôlées et aboutir à des résultats expérimentaux biaisés. Le choix entre des instructions abstraites et des instructions portant des éléments contextuels doit être guidé par la question de recherche et les hypothèses que l'expérimentateur doit tester (Harrison and List 2004).

#### **a) L'effet « Framing »**

Le terme framing a été introduit par Tversky and Kahneman (1981) et est utilisé pour indiquer le fait qu'un changement minime dans la description d'un même problème de prise de décisions peut aboutir à un renversement des préférences des joueurs. Kuhberger (1998) en tirant le bilan de 15 années de recherches sur l'effet « framing » en détache deux définitions :

- La définition *stricte* renvoie seulement à une modification sémantique, i.e. l'utilisation de termes différents pour décrire un problème strictement identique (Tversky et Kagel 1981, Brañas-Garza 2006).
- La définition *élargie* se rapporte à une modification non seulement sémantique, mais aussi à un changement intervenant dans d'autres caractéristiques du contexte, renvoyant par exemple aux facteurs individuels des joueurs (Wang 1996b, Willinger and Ziegelmeyer 1999).

L'expérimentation menée par Tversky et Kahneman (1981) a mis en évidence l'effet « framing » sur les décisions des joueurs. Ils se sont basés sur le jeu de « l'épidémie asiatique »<sup>32</sup> dans lequel le décideur est mis face à une situation où une part donnée de la population qu'il représente et dont il est responsable est malade et condamnée. Deux politiques de soin peuvent être mises en place. L'une est déterministe et entraîne la survie assurée du 1/3 de la population (et par symétrie la mort assurée des 2/3 restant). L'autre est *probabiliste*, avec une probabilité de survie de l'ensemble de la population égale à 1/3, et par conséquent une probabilité que tous meurent égale à 2/3. Les participants devaient choisir entre ces deux options selon leurs conséquences en terme de survie dans la population. Quand le problème est présenté de façon positive, i.e. en terme de survie des personnes, 72% des réponses s'orientent vers la politique déterministe (i.e. la survie assurée du 1/3 de la population). A l'inverse, quand le même problème est décrit en termes négatifs, i.e. en terme de mort des personnes, 78% des réponses se portent sur l'option probabiliste (risquée) de 2/3 chances que tout le monde meure, rejetant l'option déterministe d'une mort assurée des 2/3 de la population. Ce résultat montre qu'un changement dans la formulation du problème entraîne des renversements des préférences en situation risquée.

Kuhberger (1998) met en évidence que l'effet « framing » apparaît dans les résultats, de manière identique, quelle que soit la composition des échantillons de joueurs. Bien que les étudiants (considérés comme « naïfs » en terme de vécu) et les autres catégories socioprofessionnelles (considérées comme « expertes » pour les décisions qui doivent être prises) diffèrent sur un grand nombre de points, l'influence du « framing » est non-nulle dans les deux cas. Kuhberger (1998) en a conclu que les étudiants font les mêmes erreurs que les experts quand ils sont impliqués dans des expérimentations dont l'objectif est de tester l'effet « framing » sur les comportements.

## **b) L'importance du contexte en économie expérimentale**

Le contexte introduit dans les expérimentations, en considérant la perte de contrôle sur les comportements provoquée par les différentes représentations qui en sont faites par les joueurs, peut être interprété comme un « **bruit** » (Babcock et al. 1995). Nous avons déjà mentionné que Binmore (1999) met en parallèle l'utilisation d'instructions abstraites en économie expérimentale avec l'utilisation en chimie de tubes à essais propres et stérilisés. Les protocoles d'économie expérimentale ont donc besoin d'instructions « propres », i.e. des instructions

---

<sup>32</sup> En anglais « Asian disease ».

abstraites, « nettoyées » de toute référence au contexte, dans le but d'assurer le contrôle des paramètres. Toute incertitude sur les réponses des joueurs empêche la comparaison des résultats entre les sessions, mais également au sein d'une même session, interrogeant de fait sur la validité interne<sup>33</sup> de l'expérimentation. D'où la recherche d'un contrôle maximal pour assurer la validité et la robustesse des résultats.

Faravelli (2007) compare les résultats obtenus en menant une expérimentation impliquant différents échantillons d'étudiants, inscrits soit en économie ou en sociologie, soit en 1<sup>ère</sup> année ou plus avancés dans leur cursus. Il observe que les différences dans les réponses, observées quand les instructions sont abstraites, disparaissent après avoir introduit du contexte. Le contexte a fourni des indices aux joueurs qui leur a permis de se comporter selon une représentation partagée de ce contexte. Les joueurs ont donné la même réponse quelle que soit leur caractéristique individuelle (niveau d'étude et spécialisation), contredisant ainsi, par l'homogénéisation de leurs comportements, l'interprétation du contexte comme étant un bruit déviant l'interprétation de la question économique qui leur est posée (Faravelli 2007).

### **3.4. Bilan sur l'introduction du contexte dans les protocoles**

La façon de présenter un problème économique peut avoir un impact considérable sur les décisions, du fait que chaque individu peut avoir sa propre représentation d'un contexte donné (Eber and Willinger 2005). Toutes les expériences présentées précédemment mettent en question le contrôle des paramètres de l'expérimentation après avoir « relâché » certaines contraintes méthodologiques. Le dépassement des « standards » méthodologiques a pour but de se rapprocher du réel, de différentes formes : soit en laissant aux joueurs la faculté de communiquer, soit en choisissant des échantillons de joueurs davantage représentatifs de la société, soit en introduisant un niveau et un contenu d'information moins abstrait dans les instructions fournies aux joueurs. Les expérimentateurs en économie s'intéressent ainsi à l'importance de l'effet du contexte, non pas en essayant d'en éliminer toute référence dans leurs protocoles, mais en cherchant à comprendre son influence sur les comportements.

Cooper et Kagel (2003) ont identifié deux niveaux d'influence du contexte sur les comportements. Ils posent l'hypothèse d'un premier niveau « faible »<sup>34</sup>, où le contexte peut être vu comme un catalyseur, accélérant les processus d'apprentissage (qui se mettent en place au fil

---

<sup>33</sup> Par opposition à la validité « externe », la validité « interne » concerne le respect des standards expérimentaux dans la mise en œuvre des sessions.

<sup>34</sup> En anglais: « weak context effects ».

des répétitions de périodes) sans modifier les processus cognitifs du raisonnement. Ce niveau « faible » est différencié du deuxième, appelé niveau « fort »<sup>35</sup>, où le contexte influence à la fois les processus d'apprentissage, mais également les processus cognitifs de la prise de décision, en déviant les comportements et en stimulant des raisonnements beaucoup plus sophistiqués que ceux observés en situations abstraites. Cooper et Kagel (2003) concluent alors qu'il est probable que l'introduction d'éléments contextuels dans les protocoles, par un effet « faible » du contexte, permette la convergence plus rapide des comportements vers l'équilibre observé dans les protocoles où il n'y a pas ces éléments contextuels.

---

<sup>35</sup> En anglais: « strong context effects ».

## **Chapitre 2. Dégradation de KatAware, outil pour raconter, en KatLab, outil pour tester**

Au cours des dernières décennies, les approches participatives ont émergé dans l'élaboration des législations régissant la gestion des ressources naturelles. La diversité des points de vue que le gestionnaire doit prendre en compte pour construire une représentation des problèmes et des enjeux, partagée par la population, rend ces approches difficiles à mettre en oeuvre. De nouveaux outils d'aide à la décision ont été développés dans le but d'accompagner ces processus participatifs. Parmi ces outils, le jeu de rôles est un support permettant de faire émerger les préférences des « parties concernées »<sup>36</sup> par la gestion de la ressource.

Les protocoles des jeux de rôles exploratoires utilisés dans les processus participatifs demandent à ces instruments d'être les plus représentatifs possibles des terrains dans lesquels ils sont mis en oeuvre. Il en résulte une complexité induite qui rend impossible la répétition à l'identique de ces protocoles. Seule la répétition permet d'adopter une approche expérimentale, basée sur l'accumulation d'un nombre suffisant d'observations pour traiter statistiquement les résultats. Les résultats des jeux de rôles sont par conséquent difficiles à généraliser. Ce constat est le point de départ de notre travail, dont l'objectif à terme est d'évaluer si les jeux de rôles exploratoires peuvent être utilisables comme un outil générique, i.e. applicables à différentes situations en n'étant plus exclusivement liés au contexte dans lequel ils sont développés.

La trajectoire de recherche présentée dans ce chapitre, dans laquelle s'inscrit la thèse, fait le lien entre deux cultures scientifiques : la recherche-action dont est issu l'outil jeux de rôles et l'économie expérimentale. La description de cette trajectoire n'est possible qu'en clarifiant les termes définissant les différents outils. Des incohérences peuvent apparaître, certains termes n'ayant pas la même définition selon que l'on se place dans une culture ou dans une autre. Une problématique de gestion d'une ressource, qui rassemble les contributions de plusieurs disciplines, ne peut être comprise par tous que si la terminologie utilisée est clairement définie.

---

<sup>36</sup> En anglais: « stakeholders ».



L'avancée dans la trajectoire de recherche a fait émerger une ambiguïté quant à la définition de ce qu'est une « **expérience** », mot regroupant deux concepts. L'*expérience* de laboratoire (traduite « *experiment* » en anglais, que nous appellerons « **expérimentation** » dans la suite de ce chapitre) est différente de l'*expérience* entendue comme le vécu d'une personne (en anglais « *experience* »). La réflexion s'est portée sur l'identification des similitudes entre ces deux concepts et surtout sur la mise en perspective de leurs différences.

La trajectoire de recherche débute après la construction d'un jeu de rôles (KatAware), développé sur le bassin versant de la rivière Kat (Afrique du Sud), dans le but d'accompagner une prise de décision concertée autour de la gestion de l'eau de la rivière. Un premier protocole à visée expérimentale (KatGame) a été construit pour tester des hypothèses économiques suggérées par l'observation de comportements particuliers pendant les sessions du jeu de rôles. KatAware, outil complexe, a été « **dégradé** » pour aboutir au protocole expérimental. La dégradation a consisté en la décomposition de l'outil de terrain en un outil de laboratoire dont tous les paramètres sont maîtrisés. Cette dégradation s'est faite par la mise en valeur et la simplification des dimensions élémentaires structurant le jeu<sup>37</sup>.

La simplification a porté sur la dimension contextuelle véhiculée par le protocole. Une définition de la notion de « **contexte** d'un jeu » a donc été indispensable et nous a guidé dans le processus de dégradation. Le contexte est défini comme le **niveau d'information** dans un jeu, exprimé selon quatre dimensions : l'illustration des instructions, les échanges entre joueurs, la répétition des périodes du jeu et le vécu des joueurs.

Le présent chapitre expose d'abord le schéma conceptuel dans lequel la trajectoire de recherche s'inscrit. Cette dernière a évolué au fil des questions soulevées par la dégradation de KatAware. La volonté initiale de tester en laboratoire les hypothèses théoriques issues des comportements observés dans KatAware s'est transformée en un questionnement méthodologique sur la dégradation en elle-même. Le « plan d'expérience », qui détaille l'ensemble des traitements du protocole expérimental, vise finalement à tester l'influence des quatre dimensions du contexte sur le comportement des joueurs.

---

<sup>37</sup> On parlera souvent de dégradation au sens où la simplification recherchée doit accepter une moindre précision sur certains aspects du modèle. Parmi toutes les pertes provoquées, seules les moins coûteuses sont retenues. Ce processus est classiquement appelé dégradation en modélisation.

## 1. Le schéma conceptuel

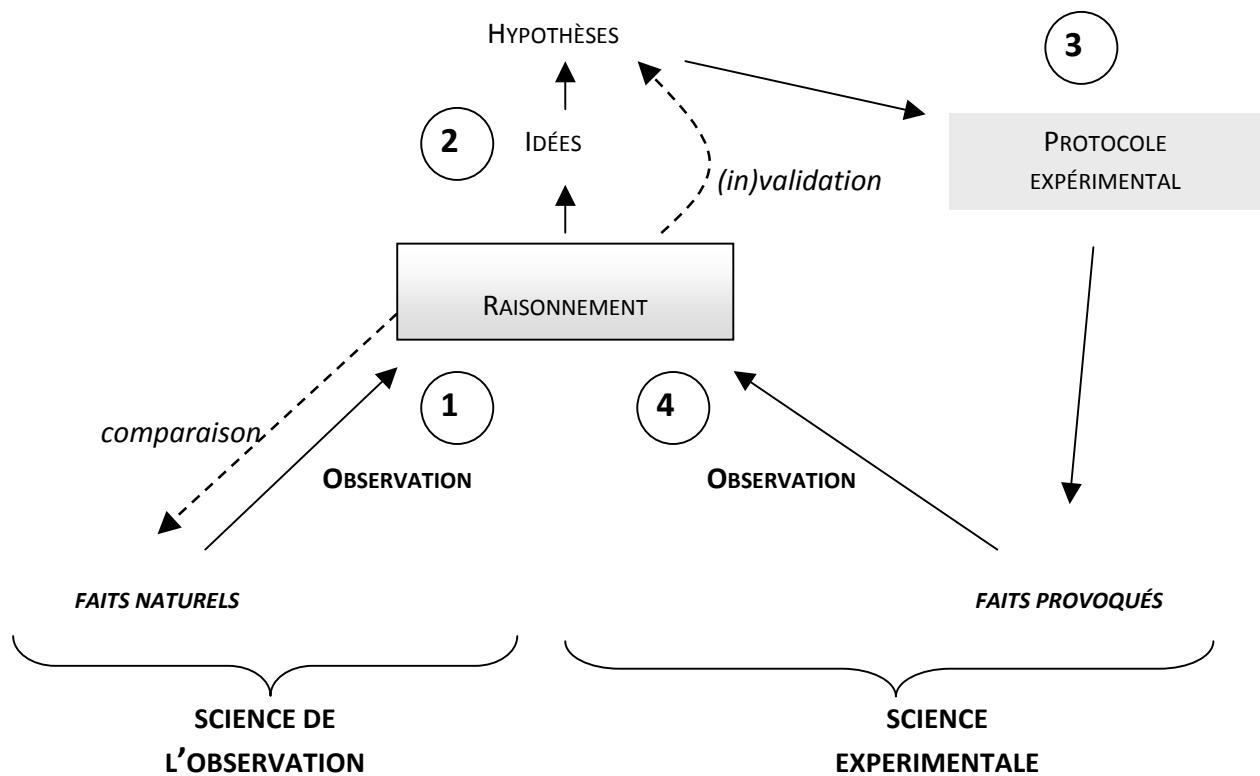
Claude Bernard (1865) différencie deux types de sciences : la science de l'observation et la science expérimentale. Il considère que l'observation et l'expérimentation sont toutes deux des méthodes permettant aux scientifiques d'améliorer les connaissances. Selon Claude Bernard, la principale différence entre les deux est que l'observation se base sur la comparaison de phénomènes naturels quand l'expérimentation est la comparaison de phénomènes provoqués. En effet, les faits expérimentaux sont produits par le scientifique qui a imaginé un protocole, à partir d'idées préconçues sur les résultats attendus. Un expérimentateur construit un protocole pour tester des hypothèses théoriques. Le protocole est répété à l'identique pour obtenir un nombre suffisant de données. A la fin du processus expérimental, les résultats sont alors comparés. Le protocole, précisément décrit, peut alors être répliqué par d'autres scientifiques.

Cependant, Claude Bernard nuance la séparation qu'il fait entre l'observation et l'expérimentation. A la fin du processus expérimental, les résultats sont observés par l'expérimentateur. De ce fait, les expérimentations ne sont pas strictement différentes des observations et peuvent être considérées comme des « observations provoquées ». Par conséquent, l'observation peut être vue comme le point central de toute démarche scientifique, quelle que soit l'origine des faits observés : faits naturels ou faits provoqués expérimentalement.

Claude Bernard décompose le raisonnement expérimental en quatre étapes :

- 1) Le scientifique observe un fait
- 2) Selon l'observation de ce fait, une idée émerge
- 3) A partir de cette idée, le scientifique raisonne, construit une expérimentation, imagine et réalise le protocole
- 4) De cette expérimentation, de nouveaux phénomènes apparaissent que le scientifique observe, et ainsi de suite

La figure 1 ci-dessous représente schématiquement les quatre étapes du raisonnement expérimental selon Claude Bernard :



**Figure 1 - Distinction entre science expérimentale et science d'observation selon Bernard**

Claude Bernard propose une définition des termes « observation », « expérience » et « expérimentation »<sup>38</sup> en les comparant l'un à l'autre. Selon lui, l'expérience renvoie au sens général d'éducation acquise au cours de la vie. Il définit l'expérimentation comme étant l'acte de provoquer des faits permettant cette éducation et le développement des connaissances. Il distingue également l'expérience de l'observation : l'observation est l'outil de « l'esprit qui raisonne » quand l'expérience est celui de « l'esprit qui conclut » à la fin du processus expérimental initié par l'observation.

Par conséquent, l'expérience peut être obtenue sans forcément recourir aux expérimentations, en particulier quand l'expérience est acquise par observation de faits naturels. De même, l'expérimentation peut être conduite sans améliorer l'expérience si le scientifique se limite à l'observation des faits provoqués, sans comparer les résultats et sans aller au bout du processus d'invalidation des hypothèses.

<sup>38</sup> Claude Bernard n'utilise pas le terme « expérimentation », mais utilise le terme « expériences », au pluriel. Nous parlerons plutôt d'expérimentation pour éviter les confusions avec le terme « expérience » au singulier.

Cette distinction proposée par Claude Bernard conduit à celle que nous faisons dans la suite du chapitre entre les termes « expérimentation », « expérience » et « vie réelle », en essayant de mettre en avant la frontière séparant ces trois situations. La clarification de ces termes et concepts est importante pour expliciter notre trajectoire de recherche, en détailler les étapes, rappeler pourquoi nous cherchons à construire un protocole expérimental, et définir les contraintes que ce dernier doit respecter.

Dans la « vie réelle », nous faisons tous des « expériences », desquelles nous apprenons à nous comporter, suivant un processus d'« apprentissage par l'action ». Nous apprenons, donc nous augmentons notre niveau de connaissance (i.e. notre « expérience » au sens de Claude Bernard). Les « expériences » sont la reproduction artificielle d'un phénomène, les conditions ad hoc de cette reproduction n'ayant pour contrainte que de permettre l'observation du-dit phénomène au moins une fois. Le phénomène alors observé peut être mesuré et analysé que ce soit quantitativement ou qualitativement.

La frontière entre tout type d'action de la « vie réelle » et les « expériences » se situe dans **l'artificialité** de ces dernières : les actes sont provoqués sciemment, quand les autres actions de la vie réelle s'imposent à nous. Pour illustrer cette distinction, prenons l'exemple du jeu de rôles, qui met en situation des joueurs dont les comportements sont observés. L'observation ainsi faite permet une analyse aboutissant à l'amélioration de la connaissance. La situation du jeu est la reproduction d'une situation de la « vie réelle », sauf que dans la vie réelle elle s'impose aux personnes y faisant face sans qu'ils soient observés, quand dans le jeu la situation est provoquée pour permettre l'observation.

Un jeu de rôles est donc une expérience. Cependant, ce n'en est pas une au sens de Claude Bernard, comme nous allons le voir ci-après. Nous distinguerons alors ce que nous appelons « expériences » des « expérimentations ».

Une étape supplémentaire vers la formalisation de la connaissance acquise à travers une expérience est la possibilité de reproduire cette même expérience dans un environnement contrôlé. En se basant sur la définition de Claude Bernard, nous proposons de formaliser les trois principes qu'une expérimentation doit vérifier dans tout type de science :

- 1) *Spécification* : description formelle et exhaustive du protocole et de l'environnement expérimental qui est créé.

- 2) *Contrôle* : l'environnement expérimental assure que l'étude peut être reproduite par la suite, n'importe quand.
- 3) *Réplication* : l'environnement expérimental assure que l'étude peut être répliquée par d'autres, n'importe où ailleurs.

Ces trois principes sont les trois critères discriminants qui transforment une expérience en une expérimentation. Même si toutes les expériences participent à l'amélioration des connaissances, parmi elles, certaines (les expérimentations) sont conçues pour tester des hypothèses quand d'autres (les expériences provoquées dans un environnement non contrôlé) ne peuvent pas atteindre cet objectif. Alors que dans l'expérience, le scientifique observe l'« objet », i.e. le phénomène, dans l'expérimentation le scientifique observe l'« objet observé », i.e. le phénomène et l'appareillage expérimental élaboré dans le but d'invalider des hypothèses.

Le contrôle des variables est essentiel pour pouvoir reproduire et répliquer le phénomène *ad libitum* et ainsi obtenir un nombre suffisant de résultats permettant de conclure quant à l'invalidité des hypothèses testées. De ce fait, nous suggérons que le critère essentiel de discrimination entre les expériences et les expérimentations est le **contrôle**, dont découle la possibilité de reproduire et de répliquer le protocole.

Les expériences conduites « in vivo » (i.e. sur le terrain, par opposition à « in vitro », en laboratoire) sans spécification des paramètres du protocole (cf. le principe n°1 ci-dessus), et donc sans contrôle sur ces paramètres non-spécifiés (cf. le principe n°2 ci-dessus), ne peuvent pas être reproduites *dans les mêmes conditions*, ces dernières étant inconnues. En d'autres termes, ces expériences peuvent être reproduites, mais sans l'assurance de l'être à l'identique. Les résultats obtenus ne peuvent alors pas être comparés les uns aux autres.

En résumé, nous nous intéressons aux faits provoqués, en différenciant deux types d'outils qui se distinguent par leurs objectifs et leurs méthodologies. Les *expériences* sont des outils construits pour raconter une situation, mettant en œuvre un processus d'apprentissage par l'action pour améliorer les connaissances. La différence avec les « faits naturels » de la vie réelle tient à l'**artificialité** des phénomènes observés dans les expériences. Quand le **contrôle** des paramètres de l'expérience est possible, on parle alors d'*expérimentation* : le phénomène provoqué est appareillé pour permettre de tester des hypothèses par comparaison statistique

des résultats obtenus par reproduction de l'expérimentation.

La nature des données et des informations véhiculées dans une expérience est substantiellement différente de celle requise pour une expérimentation. Les expériences en sciences humaines et sociales, outils construits pour raconter, ont tendance à placer les participants dans des situations très réalistes en reproduisant le plus fidèlement possible l'environnement naturel par la mise à disposition d'un grand nombre d'informations. A travers ces expériences, les participants doivent avoir l'impression d'être confrontés au phénomène réel pour permettre une bonne appropriation du jeu de leur part, ce qui nécessite une complexification importante des informations véhiculées dans l'expérience<sup>39</sup>. L'outil construit pour mimer le réel, simulé dans l'expérience, conduit à un « débriefing » qui consiste en la mise en commun d'une interprétation des événements perçus au cours du jeu. Le débriefing produit un consensus sur l'interprétation, sans dégager aucune valeur de vérité sur les observations faites pendant le jeu, et donc sans dégager des lois guidant les phénomènes réels.

A l'inverse, l'expérimentation rassemble le niveau d'information requis pour tester des hypothèses dans des conditions contrôlées, proches de la théorie. L'information doit donc être très précise, au niveau minimum permettant de conduire l'expérimentation sans introduire de biais. La mise en œuvre de cette expérimentation débouche sur une évaluation statistique d'une valeur de vérité pour l'hypothèse avancée. La figure 2, ci-dessous, présente le schéma conceptuel issu de ces définitions et ayant guidé notre trajectoire de recherche.

---

<sup>39</sup> Ce qui renvoie à l'attribut « représentation » proposé par Wilson et al. (2009)

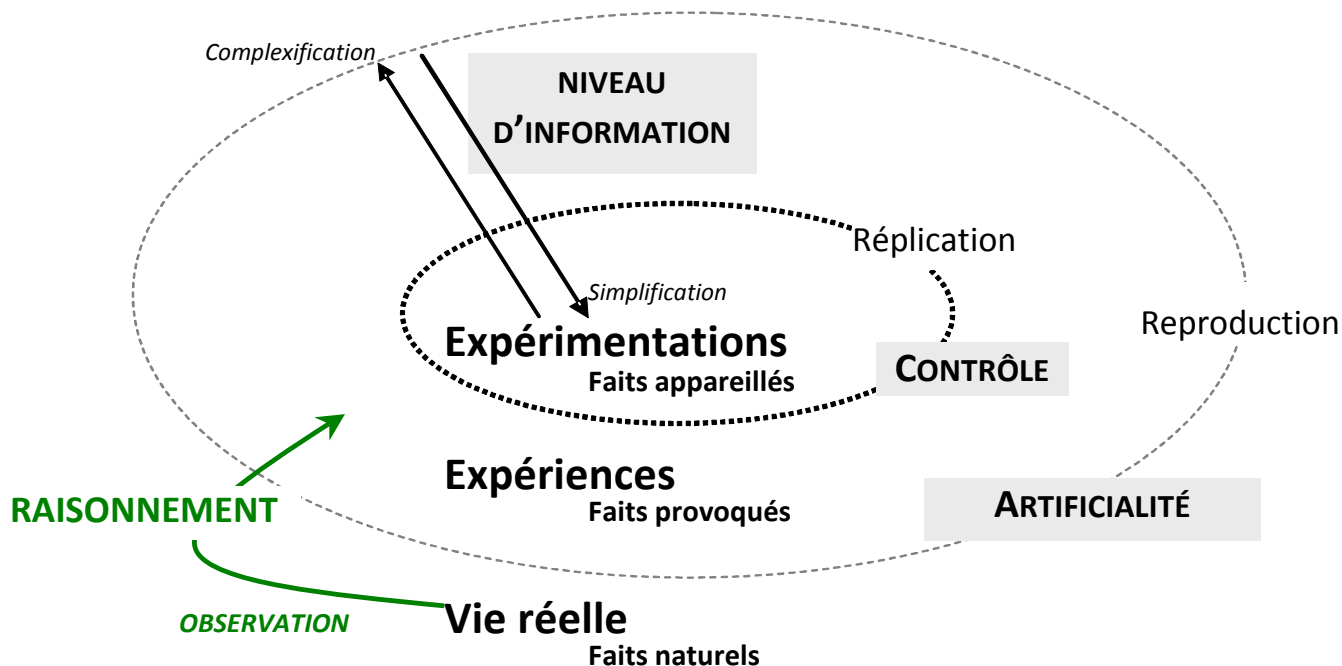


Figure 2 - Vie réelle, Expériences et Expérimentations selon les critères discriminants les séparant

Une fois que le schéma conceptuel est défini, les différents outils mobilisés par les scientifiques peuvent être situés de part et d'autre des frontières proposées. Dans les approches participatives, les scientifiques peuvent utiliser différents outils tels que les jeux, les simulations ou les expérimentations. Chacune a des caractéristiques propres, avec des avantages ou des limites selon l'objectif à atteindre.

Les différentes étapes de la dégradation du jeu de rôles KatAware sont présentées dans les parties 2 et 4 de ce chapitre, en situant dans le schéma conceptuel de la figure 2 ci-dessus la trajectoire de dégradation suivie, dans le sens centripète (flèche « simplification ») de l'axe « niveau d'information ».

Malgré la ségrégation opérée entre les différents outils, les expérimentations sont possibles dans le contexte des jeux, quand ces derniers sont construits dans un objectif d'éducation. Ils suivent alors des règles très strictes et ont une finalité précise (cf. les « serious games » : Michel 2009, Szilas and Sutter-Widmer 2009). Dans les jeux participatifs, qui ont un objectif exploratoire, l'éventail des actions permises aux joueurs, libres dans leurs décisions et comportements, est large. Par conséquent, il est plus difficile de généraliser les résultats obtenus à la fin de ces jeux. La question est alors de savoir s'il est possible, dans les jeux exploratoires, de définir des éléments de contrôle pour parvenir à cette généralisation.

## 2. Première étape : de KatAware à KatGame

### 2.1. KatAware

KatAware, jeu de rôles participatif construit suivant la méthode ComMod, a été développé sur le bassin versant de la rivière Kat en Afrique du Sud (Farolfi et Rowntree 2007). Il reproduit sous la forme d'un modèle hydraulique et socio-économique le fonctionnement réel du bassin versant, et permet aux participants, membres de l'Association des Usagers de l'Eau<sup>40</sup>, de jouer une situation de gestion de l'eau proche de la leur, dans le but de :

- Comprendre la complexité de leur système
- Comprendre les relations entre les agents
- Comprendre l'impact des différentes stratégies d'allocation de l'eau sur le débit de la rivière, sur les revenus des agents et sur le niveau de satisfaction des usagers domestiques
- Construire une stratégie de bassin au sein de l'Association des Usagers de l'Eau

Dans cette expérience ComMod, les scientifiques ont d'abord construit un premier modèle SMA (Système Multi-Agents<sup>41</sup>) pour présenter leurs préconceptions théoriques (Farolfi and Rowntree 2007). La confrontation de ce modèle préliminaire, ou prototype, avec les « parties prenantes » (acteurs locaux du bassin versant) permet de modifier le modèle et de le reconstruire, en prenant en compte les remarques et questions des participants, dont la connaissance de la situation réelle est meilleure que celle du scientifique<sup>42</sup>. Ce processus de co-construction dynamique impliquant à la fois les scientifiques et les participants aboutit soit à un modèle SMA totalement nouveau, soit à un dérivé du précédent. Les parties prenantes apprennent ensemble et expriment collectivement une représentation de leur système en créant, en modifiant et en observant les simulations. Les jeux de rôles sont utilisés dans les processus ComMod de façon exploratoire, pour expliciter les caractéristiques spécifiques du contexte dans lequel le modèle SMA est appliqué. Le jeu est une interface ludique facilitant la participation des parties

---

<sup>40</sup> En anglais : « Water Users Association », WUA.

<sup>41</sup> En anglais : « Multi-Agent System », MAS.

<sup>42</sup> Nous nous calons ici sur l'expression standard de la modélisation d'accompagnement (cf. ComMod 2003). Les termes plus exacts seraient « la représentation des termes qu'ils perçoivent capte plus de dimensions pertinentes que les équations déterministes proposées par les scientifiques ».



prenantes dans la construction du modèle et leur permettant de le comprendre (ComMod 2003)<sup>43</sup>.

Du fait que les acteurs locaux prennent part au processus de construction, les jeux de rôles ont des caractéristiques propres à l'environnement dans lequel il a été développé. Le jeu de rôles atteint des niveaux de complexité élevés pour coller au mieux à la réalité des joueurs. Cette complexité rend impossible la réplique à l'identique, dans un autre lieu et avec d'autres joueurs d'une expérience si spécifique à un contexte donné. La méthodologie expérimentale consistant en une accumulation de données à comparer entre elles nécessite l'utilisation d'un même protocole pour chaque observation. Un jeu de rôles très complexe, comme l'est KatAware, ne peut donc pas servir à une telle mise en oeuvre. Rouchier (2006) souligne que la principale limite des jeux de rôles ComMod est « le manque d'accumulation des connaissances qui peuvent être généralisées à plus d'une seule situation donnée ».

Il est toutefois possible d'observer à plusieurs reprises un même phénomène pendant une session. Ce phénomène régulier peut être perçu par le scientifique sans toutefois lui permettre de conclure, après seulement une session, quant à son caractère générique. La théorie ne permet pas toujours d'expliquer les causes aboutissant aux observations ainsi faites. Ce manque théorique peut être vu comme une piste d'investigation (Sugden 2005). La méthode expérimentale est un moyen d'éprouver la régularité de l'observation et de déterminer ses causes possibles, permettant ainsi d'améliorer la théorie.

Les deux sessions du jeu de rôles KatAware ont permis d'observer régulièrement un phénomène de coopération entre différents joueurs autour de l'utilisation de l'eau. Cette observation a suggéré aux scientifiques une comparaison des résultats des deux sessions de KatAware avec ceux obtenus grâce à un modèle de théorie des jeux coopératifs, calibré sur les mêmes données que le jeu (Dinar et al., 2008). Cependant, l'absence de contrôle des paramètres de KatAware empêche tout type de comparaison entre les résultats du jeu et ceux du modèle théorique. Ce constat a motivé la construction d'un nouveau protocole, appelé KatGame, issu de la dégradation de KatAware, et dont les paramètres sont contrôlés afin de pouvoir comparer les résultats observés avec ceux de la référence théorique proposée par Dinar et al. (2008).

---

<sup>43</sup> Le jeu porte implicitement le niveau de « représentation » (ou par opposition de « fantaisie », cf. Wilson et al. 2009) admissible par les joueurs, ce qui s'oppose à l'expérimentation comme on l'a présenté plus haut, où la représentation du système est contrainte par l'énoncé des hypothèses et le protocole qui en résulte.

Le nouveau protocole est construit pour tester des hypothèses de la théorie des jeux coopératifs, notamment :

1. La rationalité individuelle des joueurs et leur capacité à maximiser leur profit
2. La capacité des joueurs à tirer parti des « paiements latéraux »<sup>44</sup>
3. Le comportement des joueurs en terme d'allocation des ressources (eau, foncier) au sein des coalitions
4. Le choix des joueurs de rester dans les coalitions partielles ou de rejoindre la grande coalition
5. Le mode de répartition du gain de la grande coalition en comparaison avec une référence théorique

La structure de base de KatGame est donc celle d'un jeu coopératif, tel qu'entendu par la théorie<sup>45</sup>. De nombreuses caractéristiques dérivées de KatAware restent présentes dans KatGame. Notamment, la principale donnée concerne le maintien dans KatGame de la ressource dont la problématique de gestion était l'objet de KatAware : **l'eau**.

## **2.2. KatGame**

Dans KatGame, l'eau, stockée dans un réservoir, est utilisée pour l'irrigation, pour les usages domestiques et a une valeur écologique explicite. Les joueurs tiennent le rôle d'agriculteurs, cultivateurs de chou irrigué, et doivent choisir ensemble, au sein des différents types de coalitions, les surfaces à cultiver et la répartition d'une quantité d'eau allouée. Les gains sont exprimés en Rands (monnaie sud-africaine). La différence notable avec KatAware est que le modèle hydraulique et socio-économique sous-jacent, co-construit par les scientifiques et les parties prenantes, disparaît. Il est remplacé par un modèle simplifié. Cette simplification est la base du processus de dégradation de KatAware.

---

<sup>44</sup> En anglais: « side-payments ». La théorie des jeux coopératifs est basée sur l'hypothèse que la fonction d'utilité de la coalition s'exprime en unités d'une commodité divisible qui peuvent être transférées entre joueurs sans entraîner de pertes d'utilité. Le gain de la coalition, identifié comme la commodité divisible, peut être réparti entre ses membres de différentes façons possibles (Parrachino et al., 2006).

<sup>45</sup> Les jeux coopératifs sont présentés en détail dans la partie 4 de ce chapitre.

La dégradation s'opère par l'abandon de certains aspects de la problématique initiale, sous la contrainte de ne pas trop affecter sa représentation générale. La situation artificielle décrite dans KatGame est donc plus éloignée de la réalité que celle de KatAware.

KatGame est un protocole tentant de répondre à une double nécessité. Il doit d'une part satisfaire une certaine proximité avec la théorie dont on teste la conformité des prédictions. Les hypothèses testées sont déduites du système cohérent que la théorie propose. D'autre part, KatGame doit respecter les caractéristiques principales de KatAware, base de la trajectoire de recherche. KatGame doit donc être un jeu coopératif rendu « crédible »<sup>46</sup> aux yeux des joueurs par une mise en contexte issue de KatAware.

La principale différence entre le modèle théorique de Dinar et al. (2008) et les sessions de KatAware, empêchant toute comparaison, se situait au niveau de leur structure temporelle : le jeu était dynamique, i.e. avec incidence des choix des joueurs sur les variables du modèle hydraulique et socio-économique d'une période à l'autre, quand le modèle théorique se résolvait en « un seul coup »<sup>47</sup>, i.e. en une seule période. De ce fait, une première simplification consiste à construire KatGame comme un modèle statique pour se rapprocher du modèle théorique.

Une autre simplification concerne le nombre de joueurs impliqués dans les décisions. KatAware met en situation huit rôles : cinq agriculteurs (deux « petits » producteurs de choux, un « gros » producteur d'agrumes et deux agriculteurs de taille « intermédiaire » pouvant produire à la fois des choux ou des agrumes) et trois élus locaux (représentant les besoins de consommation de trois villages différents). KatGame sera focalisé sur trois rôles, ceux de trois agriculteurs producteurs de choux, ayant chacun la même superficie cultivable, mais hétérogènes en terme de fonctions de production (Désolé 2007). La réduction à trois du nombre de joueurs, à défaut de mimer la situation de terrain, rapproche le protocole du modèle proposé par Dinar et al. (2008), centré sur l'étude des choix de trois joueurs, agriculteurs, chacun situé dans un « sous-bassin versant » considéré comme l'amont, le milieu ou l'aval de la rivière Kat. De plus, ce dispositif à 3 joueurs, hétérogènes, facilite l'approche coalitionnelle impliquée par le choix de la

---

<sup>46</sup> La notion de « crédibilité » renvoie à l'acceptabilité du jeu par les joueurs : on justifie les caractéristiques du protocole par une mise en situation « fantaisiste » (i.e. artificielle) suffisamment « réaliste » pour permettre l'appropriation du jeu par les joueurs. Se reporter au chapitre 1 et aux apports de Klabbers (2006) et Wilson et al. (2009).

<sup>47</sup> En anglais: « one-shot ».

théorie des jeux coopératifs pour rendre compte, par simulation, des comportements observés dans KatAware.

Les trois agriculteurs jouent donc une seule période qui représente une campagne de production (i.e. une année). Ils participent à tous les niveaux de coopération prévus par la théorie des jeux coopératifs, présentés dans le tableau 2 ci-dessous.

Phase	Nom <sup>48</sup>	Tour	Description
1	SINGLETONS		Les agriculteurs 1, 2 et 3 sont seuls
2	COALITIONS PARTIELLES	1	Les agriculteurs 1 et 2 jouent ensemble; L'agriculteur 3 joue seul
		2	Les agriculteurs 1 et 3 jouent ensemble; L'agriculteur 2 joue seul
		3	Les agriculteurs 2 et 3 jouent ensemble; L'agriculteur 1 joue seul
3	GRANDE COALITION		Les agriculteurs 1, 2 et 3 jouent ensemble

**Tableau 2. Les phases et tours de jeu de KatGame**

A chaque phase, la décision prise par les agriculteurs (qu'ils soient seuls ou en groupes) se fait en deux étapes. Ils choisissent d'abord la surface à cultiver et sollicitent le gestionnaire du barrage pour obtenir la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation de cette surface, sans toutefois être sûrs de l'obtenir. Le rôle du gestionnaire est tenu par l'expérimentateur. Après avoir joué les trois phases, les joueurs reçoivent les résultats obtenus par chaque coalition en terme de profits. Sur la base de ces résultats, ils décident s'ils préfèrent être dans une coalition ou rester seuls. Si les trois joueurs choisissent de participer à la grande coalition, alors ils doivent partager entre eux le gain correspondant (Désolé 2007).

Les joueurs ont une incitation à participer à la grande coalition quand le jeu est super-additif, i.e. quand le gain d'une coalition ne peut être inférieur au gain obtenu au niveau de coopération précédent. Plus formellement (Parrachino et al. 2006): soit  $N$  un ensemble fini de  $n$  joueurs dans un jeu à utilité transférable. Soient  $S$  et  $T$  des sous-ensembles de  $N$  ( $S$  et  $T$  sont des coalitions). Soit  $v$  une fonction réelle définie sur tous les sous-ensembles de  $N$ .  $v(S)$  représente le gain obtenu par la coalition  $S$ . Un jeu est super-additif si pour toutes coalitions  $S$  et  $T$  incluses dans  $N$ , avec  $S \cap T = \emptyset$  :

$$v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$$

<sup>48</sup> Le nom des phases présenté dans le tableau reprend la terminologie de la théorie des jeux coopératifs. Les noms proposés dans les instructions aux joueurs étaient neutres vis-à-vis de la théorie.

La théorie des jeux coopératifs prévoit que dans les jeux à utilité transférable, les joueurs peuvent se partager le profit de la coalition à laquelle ils participent. Ce transfert de monnaie représente une compensation que les joueurs de la coalition sont prêts à payer à l'un d'entre eux quand celui-ci accepte de céder aux autres membres sa propre ressource pour une meilleure valorisation. Dans KatGame, l'allocation à un joueur d'une partie du gain de la coalition est une compensation financière qui lui est reversée après qu'il ait cédé à ses partenaires de coalition la part d'eau qui lui était normalement dévolue en singleton (Désolé 2007).

### **2.3. Bilan de la dégradation de KatAware en KatGame**

A la fin des sessions de KatGame, les gains obtenus par certaines coalitions conduisaient pour quelques groupes à un jeu coopératif qui n'était pas super-additif. La complexité de la prise de décision en deux étapes (choix de la surface à cultiver et sollicitation d'une quantité d'eau) et d'autres aspects endogènes au protocole ont pu induire les joueurs en erreur et aboutir à des comportements non rationnels (Désolé 2007). Ce point est crucial dans le processus de dégradation du jeu : le protocole doit être assez clair et la question posée suffisamment simple pour ne pas perturber les comportements.

Trois limites de KatGame rendent impossible le test des hypothèses issues de la théorie des jeux coopératifs :

1. La décomposition de la période du jeu en trois phases, calquée sur la structure classique d'un jeu coopératif, la deuxième phase étant elle-même décomposée en trois tours, induit des temps de jeu beaucoup trop longs pour permettre des répétitions nombreuses et une accumulation suffisante des données observées.
2. L'expérimentateur n'est pas neutre et intervient dans l'allocation de l'eau, dont les règles ne sont pas constantes d'une session à l'autre. La connaissance de ces règles par les joueurs est essentielle dans leur prise de décision. Cette intervention de l'expérimentateur d'une session à l'autre dans l'allocation de l'eau empêche de fait toute comparaison des résultats.
3. Les décisions prises dans les coalitions aux différentes phases ont un impact sur la structure du jeu coopératif. Chaque session peut aboutir à des structures différentes (avec certaines qui ne sont pas super-additives, comme vu plus haut), empêchant toute comparaison des choix d'allocation au sein des grandes coalitions ainsi formées.

KatGame est trop complexe pour être considéré comme un protocole expérimental. Du fait des difficultés rencontrées dans la réplication et dans le contrôle de ses paramètres, il regroupe les caractéristiques d'un jeu de rôles contextualisé et se classe dans la catégorie des « expériences » plutôt que dans celle des « expérimentations » (cf. figure 3). Ce constat suggère de poursuivre le processus de dégradation, permettant d'aboutir à un véritable protocole expérimental.

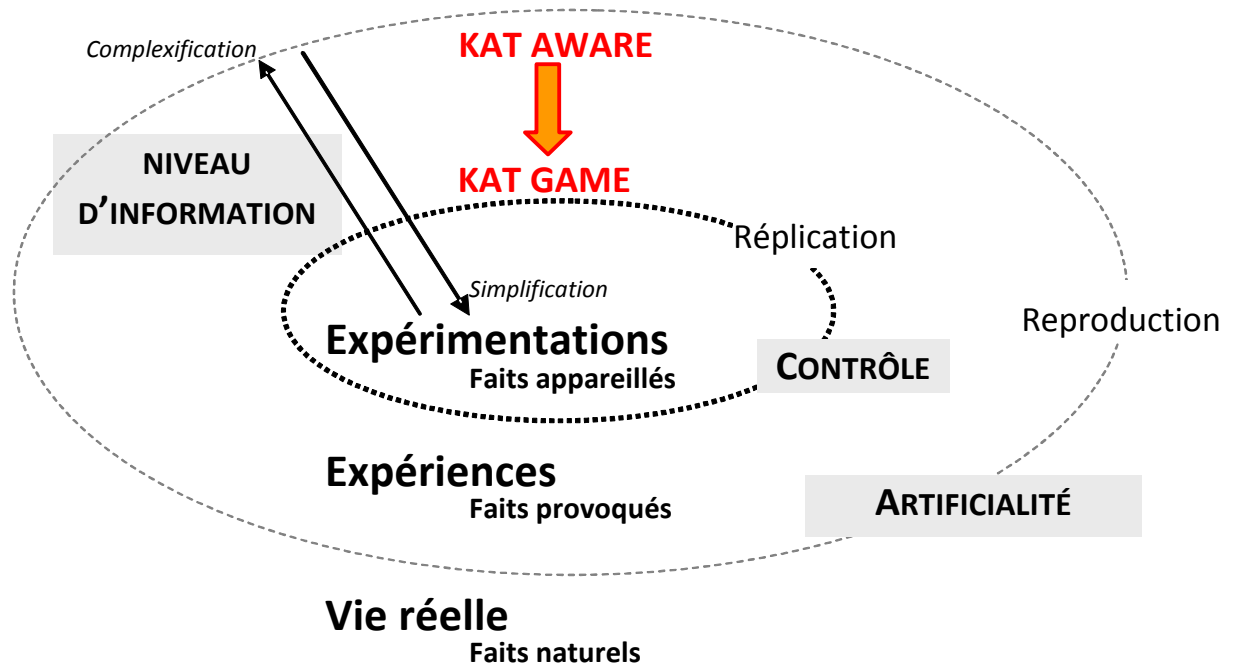


Figure 3 - La première étape de dégradation (de KatAware à KatGame) dans le schéma conceptuel.

La trajectoire suivie consiste en un processus de dégradation d'une expérience menée sur le terrain<sup>49</sup> (« in vivo ») en une expérimentation de laboratoire (« in vitro »). L'action en elle-même de dégradation interroge sur les modalités du maintien dans le nouveau protocole d'*éléments* du *contexte* initial. A ce stade de la dégradation, deux questions importantes se posent. Qu'est-ce qu'un *contexte* dans un jeu ? Quels sont les *éléments* de ce contexte ?

Après dégradation, le contexte du nouveau protocole ainsi obtenu est maintenu sous une forme simplifiée. Parler d'une forme simplifiée implique que les dimensions élémentaires du contexte ont été identifiées, et que l'importance de chacune d'entre elles est connue. Se pose alors la question suivante : jusqu'à quel niveau le scientifique peut-il simplifier un protocole sans

<sup>49</sup> En anglais: « in the field », mot pour mot « dans le champ » en français. Nous dirons plutôt « sur le terrain ».

toucher à l'essence propre du jeu ? Autrement dit, existe-t-il un « cœur » du jeu, structure minimale qui ne peut être modifiée sans provoquer un changement radical dans la nature même du jeu ?

### **3. Le contexte d'un jeu**

#### **3.1. Le contexte en économie expérimentale**

La méthodologie utilisée en économie expérimentale stipule qu'un protocole doit être le plus simple possible, avec des instructions abstraites, dans le but de contrôler au maximum les paramètres du jeu. Moins il y a de paramètres introduits dans le jeu, plus le contrôle est efficace (Binmore 2001, Eber and Willinger 2005). De plus, les expérimentations sont construites dans le but de tester des hypothèses dérivées de la théorie. Du fait que la théorie est décrite dans des termes abstraits, la reproduction dans les protocoles expérimentaux des conditions abstraites de la théorie facilite le test des hypothèses.

Cependant, Sugden (2005) souligne que dès les premières utilisations de protocoles expérimentaux en économie, les critiques ont ciblé la trop grande « artificialité » des expérimentations de laboratoire, en comparaison des expériences de terrain, plus concrètes. Les protocoles expérimentaux excluent les caractéristiques de la vie réelle qui sont cruciales dans les prises de décision des agents. Un contexte abstrait ne porte pas les indices qui, sur le terrain, permettent aux agents de s'orienter. Les normes sociales qui guident les relations dans la vie réelle ne sont pas reproduites de façon adéquates en laboratoire (Faravelli 2007).

Malgré ces contraintes méthodologiques, certains expérimentateurs introduisent du contexte dans leurs protocoles de laboratoire. Ils sont motivés en cela par différents objectifs, soit l'évaluation de l'impact du contexte sur le comportement des agents (Tversky et Kahneman 1981, Wang 1996), soit la volonté d'ajouter du « contrôle » sur la compréhension du jeu par les joueurs, ou sur leur motivation et leur appropriation du jeu, en fournissant des références absentes dans les protocoles trop abstraits (Faravelli 2007).

Harrison et List (2004) décrivent un protocole expérimental mettant les joueurs en situation d'enchères. Ils observent que les joueurs achètent les biens à un niveau plus élevé que celui prévu par la théorie. Ils mettent alors en évidence le phénomène de « malédiction du

vainqueur »<sup>50</sup>. Cette déviation entre les observations et les prédictions théoriques disparaît si l'expérimentation est menée non plus avec des étudiants mais avec des traders, qui ont grâce à leur vécu une meilleure connaissance du mécanisme d'enchère testé dans le protocole. Harrison et List (2004) définissent alors la notion d'« expérience spécifique au contexte ». Ils concluent que la mise en évidence de la « malédiction du vainqueur » dans les échantillons composés d'étudiants, n'ayant pas d'« expérience spécifique aux enchères » ne doit pas être généralisée en dehors de la situation spécifique du jeu, étant donné que le contexte en lui-même influence les comportements. Ce résultat met en évidence qu'il ne faut pas chercher à éliminer totalement le contexte dans les protocoles expérimentaux pour étudier les comportements. Au contraire, il s'agit de comprendre son influence sur les décisions.

Harrison et List (2004) établissent une classification des expérimentations selon le niveau de contexte introduit dans le protocole. Ils en distinguent quatre types :

- 1) « **Conventional lab experiment** » ; expérimentation classique utilisée en économie expérimentale. C'est le niveau basique de la classification. Les protocoles et les instructions sont *abstraites*, les expérimentations ont lieu en *laboratoire*, avec des *étudiants*.
- 2) « **Artefactual field experiment** » ; premier niveau contextualisé, ayant quelques caractéristiques du niveau précédent: les protocoles et les instructions restent *abstraites*, mais les expérimentations n'ont pas lieu en laboratoire avec des étudiants. Elles sont conduites sur le *terrain* avec des *acteurs locaux*.
- 3) « **Framed field experiments** » ; également joués sur le *terrain*, avec des *acteurs locaux*, comme le niveau précédent. Le protocole et les instructions de ces expérimentations sont *contextualisés*.
- 4) « **Natural field experiment** » ; les agents sont observés dans leur environnement naturel sans qu'ils se rendent compte de leur participation à une expérimentation. C'est le niveau le plus proche de la réalité.

---

<sup>50</sup> En anglais: « winner's curse »,



### 3.2. Définition du contexte d'un jeu

A ce stade, la question est donc de définir ce qu'est le contexte d'un jeu. Compte tenu de la littérature que nous venons de rappeler il nous semble pertinent de définir le contexte d'un jeu comme le niveau d'information, véhiculé dans le protocole et caractérisé par :

- ***L'information détenue par les joueurs*** ou information accumulée (renvoyant au vécu ou à l'« expérience » des joueurs).
- ***L'information fournie aux agents*** à travers les instructions du jeu, ou flux d'information du *scientifique* vers les *joueurs*.
- ***L'information échangée entre les joueurs*** à travers la communication, ou partage d'information.

Les expérimentateurs exercent un contrôle important sur les informations fournies aux joueurs, mais ils n'ont aucune prise sur les informations détenues par les joueurs ni sur celles échangées entre eux (quand la communication est permise). Le vécu des joueurs peut être interprété comme un prisme déviant le flux d'information initial émis par les expérimentateurs à travers les instructions. Chacun des joueurs a son propre prisme, provoquant différentes interprétations de la même information fournie par les instructions. En réduisant le niveau d'information dans les instructions, l'expérimentateur limite l'interférence du vécu sur les résultats. L'hétérogénéité des comportements issue de différentes interprétations des instructions est ainsi circonscrite.

Gilboa et Schmeidler (1997) proposent une représentation de l'information détenue par les joueurs. Selon leur modèle, la connaissance est une « base de données » dans laquelle est stockée l'ensemble des situations vécues par le joueur dans son passé. Chaque joueur possède aussi un opérateur de comparaison qui lui permet d'évaluer la similarité calculée entre ces situations. Face à la situation qui lui est présentée dans le jeu, chaque joueur sélectionne les situations (i.e. des vecteurs) qui lui sont les plus semblables à l'intérieur de sa base de données, représentée par une matrice de paramètres. Face à toute situation, le joueur agit, et chaque action produit un résultat. Le joueur choisit donc dans sa base de données l'action qui dans le passé a permis le meilleur résultat dans les situations similaires, le « meilleur » résultat étant entendu comme celui lui procurant l'utilité maximale.

L'introduction de contexte dans un protocole d'économie expérimentale peut entraîner une hétérogénéité dans les comportements des joueurs, quand on les compare avec ceux observés dans un « conventional lab experiment », conduit avec des instructions abstraites (Velez et al. 2009). Cependant, le concept d' « expérience spécifique au contexte » de Harrison et List (2004) soutient au contraire l'apparition d'une certaine homogénéité des comportements quand les joueurs ont à leur disposition des références de contexte qu'ils connaissent. En conduisant le protocole avec des acteurs locaux issus d'un même terrain, faisant face aux mêmes situations de la vie réelle et qui ont donc une même perception de la situation simulée par le jeu (quand celle-ci reproduit leur environnement commun), l'hétérogénéité des comportements est limitée. L'information fournie dans les instructions est déviée par des prismes similaires.

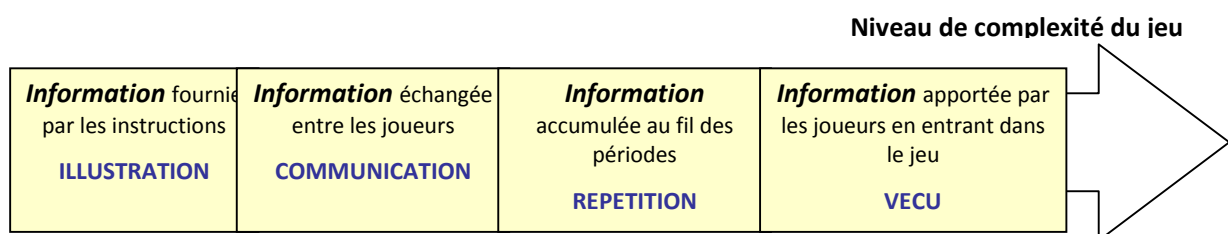
La décomposition du contexte d'un jeu, interprété comme un niveau d'information nous conduit à identifier quatre dimensions élémentaires :

1. Le premier attribut « **ILLUSTRATION** » est le niveau d'information fourni par les instructions. L'influence de cette information, quand elle est présente dans les instructions et n'a pas été réduite à son niveau minimal préconisé par la méthodologie de l'économie expérimentale, est abordée dans la littérature sous l'angle du « framing effect » (Tversky et Kahnemann 1981, Wang 1996, Kuhberger et Tanner 2010).
2. Le deuxième attribut « **COMMUNICATION** » considère le fait que les joueurs, quand ils sont assemblés dans des groupes dans lesquels les décisions individuelles affectent les résultats collectifs, peuvent échanger de l'information. Cet échange peut se faire soit directement en face-à-face, soit en utilisant un média informatique (audio, vidéo, ou messenger). Cet échange entraîne une modification de la compréhension du jeu par les joueurs, qu'elle soit améliorée ou perturbée (Cardenas 2003, Carpenter et al. 2004, Ostrom 2006). Cet attribut essentiel dans les jeux de rôles peut être contrôlé : le niveau minimal est obtenu en laboratoire en isolant les joueurs dans des compartiments (aucun contact visuel) et en leur interdisant de parler entre eux. Sous ces conditions, le seul échange est un signal envoyé et perçu (en fin de période) par chaque joueur récapitulant les décisions prises par lui et ses partenaires.
3. Le troisième attribut « **REPETITION** » prend en compte la succession des périodes, qui participe au processus d'apprentissage, i.e. l'accumulation de l'information qui aboutit à

l'amélioration des connaissances. En accumulant de l'information, un joueur peut modifier son comportement pour s'adapter aux caractéristiques du jeu et aux décisions prises par ses partenaires (Roth et Erev 1995). Les jeux en un seul coup (« one-shot games ») ne permettent pas l'apprentissage. En répétant la même période à l'identique, ou en jouant un jeu dynamique (i.e. la situation du jeu à la période  $n$  dépend des décisions prises aux  $n-1$  périodes précédentes), les joueurs peuvent accumuler de l'information et ainsi améliorer leur expérience.

4. Enfin le quatrième attribut « **VECU** » considère le niveau d'information acquis par le joueur avant son entrée dans le jeu. L'expérience conditionne l'interprétation faite par le joueur des informations fournies par les instructions, de celles échangées avec ses partenaires ou apprises au fil des répétitions (Selten 1988, Gilboa et Schmeidler 1997, Harrison et List 2004).

Chaque attribut participe à la complexité du jeu (cf. figure 4). La méthodologie expérimentale permet d'isoler chacun de ces attributs et d'évaluer leur influence sur le comportement des joueurs. Partant de l'hypothèse qu'un protocole expérimental peut avoir différents niveaux de contextualisation (Wang 1996), on peut tester séparément l'impact de chacun de ces attributs à partir d'un même protocole. Chaque attribut ainsi isolé sera testé sous différentes modalités, soit en restant à son niveau de contextualisation minimal, soit en étant porté à un niveau supérieur pour obtenir un protocole complexifié. La comparaison des résultats ainsi obtenus permettra d'évaluer l'impact des quatre dimensions du contexte sur les comportements, et donc de répondre à la question de recherche ayant surgi à la première étape de dégradation de KatAware en KatGame : Qu'est-ce qu'un *contexte* dans un jeu ? Quels sont les éléments de ce contexte ?



**Figure 4 - Décomposition du contexte selon ses attributs**

## 4. Deuxième étape : de KatGame à KatLab

KatLab est la poursuite de notre trajectoire de recherche, dans le sens centripète ou « simplification » le long de l'axe « niveau d'information » du schéma conceptuel de la figure 2. KatGame est un outil complexe, que nous avons situé au-delà de la frontière entre « expériences » et « expérimentations ». KatLab est construit dans le but de la traverser, en se concentrant sur le principal critère discriminant : le contrôle des paramètres.

KatLab a vocation à être conduit en laboratoire, pour tester des hypothèses prédéfinies. Le référentiel de l'expérimentation reste la théorie des jeux coopératifs, plus précisément la possibilité d'observer une allocation des gains conforme à la valeur de Shapley<sup>51</sup> lorsque les dimensions élémentaires du contexte sont systématiquement variées. KatLab est conçu pour tester l'impact du contexte sur les comportements. Outil dessiné pour le laboratoire, il consiste en un ensemble de modalités de test d'hypothèses relatives à cet impact du contexte, i.e. un « plan d'expérience » décrivant précisément l'ensemble des traitements d'un protocole. Dagnelie (2003) rappelle que chaque traitement est construit dans le but de tester un facteur, quantitatif ou qualitatif, chaque facteur pouvant être défini selon plusieurs modalités. Dans KatLab, les facteurs à tester sont les quatre attributs définis ci-dessus : illustration, communication, répétition et vécu.

Seul le facteur « répétition » est quantitatif : chaque modalité de cet attribut correspond au nombre de périodes du jeu<sup>52</sup>. Les trois autres attributs « illustration », « communication » et « vécu » sont des facteurs qualitatifs pour lesquels on définit deux modalités :

- Modalité minimale : absence d'information, notée « sans ».
- Modalité supérieure : introduction de l'information, notée « avec ».

### 4.1. Illustration

En se basant sur l'environnement propre à KatAware et KatGame, l'**illustration** des instructions met en scène trois agriculteurs hétérogènes, i.e. ayant des revenus individuels différents, qui utilisent l'eau stockée dans une retenue collinaire et doivent se partager le gain de la grande

---

<sup>51</sup> La valeur de Shapley est décrite au chapitre 3.

<sup>52</sup> Un niveau de complexité supplémentaire peut être introduit dans un jeu à  $n$  périodes, lors du passage d'un jeu répété classique (toutes les  $n$  périodes du jeu s'enchaînent à l'identique) à un jeu dynamique (la  $n^{\text{ième}}$  période dépend des décisions prises aux  $n-1$  périodes précédentes).

coalition qu'ils forment. Cette modalité « avec » de l'illustration, que nous appellerons par la suite « eau » se décompose en deux : un premier niveau (noté niveau « 1 » dans le tableau 4) est l'introduction dans les instructions d'une seule phrase, tandis que le deuxième niveau (ou niveau « 2 » dans le tableau 4) correspond au développement d'une narration étoffée. Cependant, pour évaluer plus précisément l'effet de la modalité « eau » sur le comportement, il convient de ne pas la comparer seulement avec la modalité témoin (i.e. « sans » illustration) mais également avec une autre modalité dont le contenu diffère de celui de la modalité « eau ». On décrit alors une situation mettant en scène trois salariés devant coopérer au sein d'une entreprise (notée niveau « 3 » dans le tableau 4). Le plan d'expérience prévoit donc quatre modalités pour l'attribut illustration (rappelées dans le tableau 3) : une « sans », et trois « avec » : « eau : phrase seule », « eau : agriculteurs » et « non-eau : salariés ». Le chapitre 4 détaille la construction des quatre traitements correspondant à ces quatre modalités.

## 4.2. Vécu

La modalité « avec » de l'attribut **vécu** est influencée par le contenu de la modalité « avec » de l'attribut illustration. Des joueurs ayant une « expérience en terme de gestion de l'eau » devront donc être impliqués dans le traitement au moment de tester l'influence du vécu sur les comportements. Le plan d'expérience ne prévoit pas de tester sur le terrain, avec des joueurs ayant une « expérience spécifique à l'entreprise » l'influence de la modalité « non-eau : salariés ». Mais il prévoit de tester, en modalité « sans », i.e. avec des joueurs sans expérience spécifique, l'impact des autres attributs. L'échantillon communément choisi dans ce cas selon la méthodologie de l'économie expérimentale (Harrison et List 2004) est composé d'étudiants présentant, par hypothèse, une homogénéité en terme de vécu.

## 4.3. Communication

L'attribut **communication** ne renvoie pas au contenu de l'illustration. Les modalités se définissent indépendamment des autres attributs. La modalité « sans » met en situation des joueurs n'échangeant aucune information, exceptée la connaissance à la fin de chaque période des décisions prises par les autres. La modalité « avec » permet l'échange d'information, sous une forme contrôlée, obligeant les joueurs à argumenter leurs décisions auprès de leurs partenaires. Le chapitre 6 présente les résultats des traitements correspondant au test de cet attribut.

#### 4.4. Répétition

Parmi les quatre attributs du contexte, **répétition** est le seul qui soit quantifiable. Le plan d'expérience l'aborde comme un facteur constant, fixé à 15 périodes. Ce choix permet de laisser aux joueurs le temps de comprendre le jeu et de s'adapter aux décisions prises par les autres membres de leurs groupes. Il n'y a donc qu'une seule modalité pour cet attribut, qui n'a donc pas de traitement spécifique prévu dans le plan d'expérience.

On évalue l'influence de l'apprentissage sur la dépendance des choix aux modalités des autres attributs testés à chaque traitement en observant l'évolution des décisions prises au fil des 15 périodes répétées. Le chapitre 5 présente plus en détail les résultats de l'évaluation de l'apprentissage dans KatLab. L'analyse expérimentale de cet attribut est très importante en terme de méthodologie, l'apprentissage étant un objectif récurrent des jeux de rôles.

#### 4.5. Le plan d'expérience

Le tableau 3 ci-dessous présente les quatre facteurs et les modalités choisies pour construire le plan d'expérience.

Facteurs		Qualitatif						Quantitatif	
		Illustration		Communication		Vécu		Répétition	
Modalité		Sans	Avec		Sans	Avec	Sans	Avec	= 15
			« phrase »	« narration »					
Contenu	« eau »	X	X	X Agriculteurs	X	X Argumentation	X Etudiants	X Agriculteurs	
	« non-eau »			X Salariés					

**Tableau 3. Les modalités des facteurs de KatLab**

Parmi les trois facteurs à tester spécifiquement dans les traitements, un seul (**illustration**) se décompose en 4 modalités, tandis que les deux autres (**communication**, **vécu**) se décomposent en 2 modalités, « avec » et « sans ». Il y a donc en théorie  $4^1 * 2^2 = 16$  traitements à mener pour balayer l'ensemble du plan d'expérience (Dagnelie 2003). Cependant, pour des raisons évidentes d'optimisation budgétaire, le nombre de traitements est réduit. Le choix de 4 modalités pour l'attribut **illustration** est spécifique au test du contenu de l'illustration. Le maintien des modalités créées ad hoc pour ce test, i.e. « eau : phrase seule » et « non-eau : salariés », n'est pas nécessaire pour la suite des tests. Enfin, pour des raisons de limitation du temps imparti à la réalisation de la thèse, les traitements pris en compte dans KatLab se concentrent sur la

modalité « sans » de l'attribut **vécu**. La modalité « avec » pourra être testée dans une autre étape de la trajectoire de recherche<sup>53</sup>.

Par conséquent, le plan d'expérience de KatLab se résume à 6 traitements détaillés dans le tableau 4 ci-dessous. Chaque facteur est testé l'un après l'autre, dans le but de tester son impact sur le comportement des joueurs.

- 1) L'**illustration** des instructions est testée dans la série de quatre traitements appelée « **KatLab 0** » (cf. chapitre 4). Dans ces quatre traitements l'attribut communication est maintenu constant à sa modalité minimale (« sans »), les périodes étant répétées 15 fois à l'identique. Les joueurs sont des étudiants.
- 2) La **communication** est testée dans les deux traitements, conjointement appelés « **KatLab 1** » (cf. chapitre 5), pour lesquels l'illustration est minimale dans un cas (« sans ») et maximale dans l'autre (« eau : agriculteurs »), les autres paramètres restant constants (15 périodes répétées à l'identique). Les joueurs sont des étudiants.

---

<sup>53</sup> Les quatre traitements représentés en grisé dans le tableau 3 correspondent à la série appelée « KatField », suite et fin du plan d'expérience « KatLab », testant sur le terrain l'impact du vécu sur les comportements. Cette série n'est pas abordée dans la thèse.

		Facteurs (attributs)				
		VECU	COMMUNICATION	ILLUSTRATION		
KatLab	« 0 »	0	0	0	Traitement « témoin » : niveau abstrait	
				« 1 »	Illustration	<i>une phrase seulement</i>
				« 2 »		<i>contenu développé autour de la gestion de l'eau</i>
	« 3 »		<i>contenu développé hors gestion de l'eau</i>			
	« 1 »		1	0	Communication	
				« 2 »	Communication & Illustration	
« KatField »	1	0	0	<i>Vécu</i>		
			« 2 »	<i>Vécu &amp; Illustration</i>		
		1	0	<i>Vécu &amp; Communication</i>		
			« 2 »	<i>Vécu &amp; Communication &amp; Illustration</i>		

**Tableau 4. Le plan d'expérience KatLab**

Les traitements sont différenciés les uns des autres en rappelant d'abord la modalité **y** de **communication** utilisée (« sans » ou « avec ») et ensuite la modalité **z** d'**illustration** des instructions (« sans », « eau : phrase seule », « eau : agriculteurs », « non-eau : salariés »), par le codage suivant : « **Traitement y.z** » avec  $y=\{0,1\}$  et  $z=\{0,1,2,3\}$  Le tableau 5 ci-dessous résume le codage des six traitements étudiés dans la thèse :

		ILLUSTRATION				
		Sans	Eau : phrase seule	Eau : agriculteurs	« Non-eau » : salariés	
COMMUNICATION	Sans	Traitement 0.0	Traitement 0.1	Traitement 0.2	Traitement 0.3	« KatLab 0 »
	Avec	Traitement 1.0	-	Traitement 1.2	-	« KatLab 1 »

**Tableau 5. Le codage des six traitements étudiés dans la thèse**



## 5. Bilan du processus de dégradation

Notre trajectoire de recherche peut être incluse dans le schéma conceptuel proposé dans la partie 1 de ce chapitre (cf. figure 2). KatAware, point de départ de la trajectoire, est un jeu co-construit avec les joueurs, acteurs locaux, dans le but d'améliorer leurs connaissances et de faciliter les discussions entre eux, afin d'améliorer leur capacité de gestion de la ressource en eau dans leur bassin versant. L'objectif de KatAware était de créer un environnement artificiel le plus proche de la réalité et de permettre aux joueurs de construire une expérience collective au sujet de la gestion de leur ressource commune : l'eau. La volonté de tester des hypothèses dérivées de la théorie des jeux coopératifs est apparue après l'observation de comportements coopératifs pendant les sessions de KatAware. La méthodologie expérimentale offre la possibilité de tester des hypothèses. Le protocole KatAware n'a pas les caractéristiques d'un protocole expérimental classique, motivant ainsi sa dégradation en un nouveau protocole appelé KatGame (cf. partie 2 de ce chapitre). KatGame demeure cependant un protocole trop complexe pour être joué en laboratoire, rendant nécessaire une deuxième étape de dégradation débouchant sur le protocole KatLab. Ce dernier protocole est construit pour tester l'impact du contexte d'un jeu sur le comportement des joueurs. Les objectifs des trois outils (KatAware, KatGame et KatLab) sont différents et reflètent l'évolution des questions ayant émergé tout au long de la trajectoire de recherche. La figure 5 ci-dessous présente ces trois outils, placés dans le schéma conceptuel.

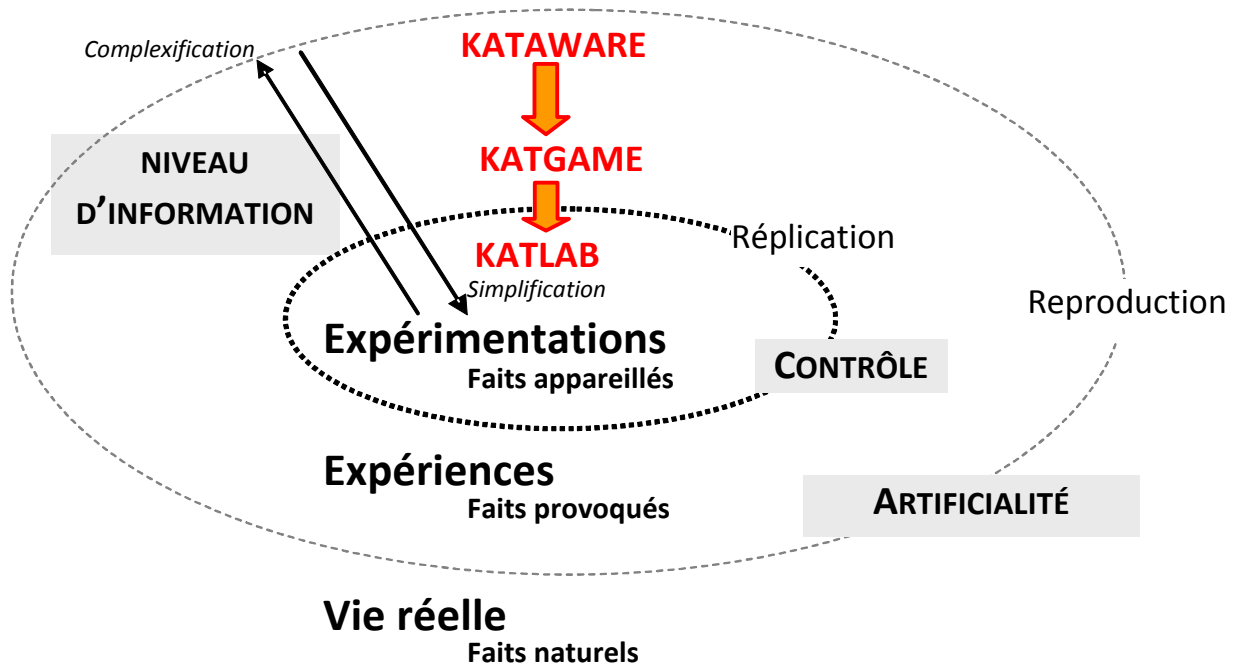


Figure 5 - La trajectoire de recherche dans le schéma conceptuel

Jusqu'à ce stade la trajectoire de recherche est restée centripète jusqu'à atteindre le cœur du jeu (détaillé au chapitre 3), niveau minimal de la simplification du protocole initial. Le plan d'expérience KatLab propose une recombinaison du contexte, à partir de ce niveau de base, appelé **traitement 0.0** (traitement témoin), dans lequel tous les facteurs sont affectés de leur modalité minimale. Ce traitement témoin est le point de départ d'une inversion de trajectoire, allant vers la complexification du protocole par recombinaison du contexte « brique par brique ». Une brique représente une des modalités de chaque dimension élémentaire du contexte : illustration des instructions, communication entre joueurs, répétition des périodes et vécu des joueurs.



# Chapitre 3. Le « cœur » du protocole KatLab : un outil pour tester

## 1. Terminologie des jeux coopératifs à utilité transférable

Le problème traité concerne l'allocation entre des usagers d'une ressource qu'on identifiera dans une étape plus contextualisée à l'eau disponible dans un réservoir. Pour traiter ce problème, on prend pour référence les résultats de la théorie des jeux coopératifs avec utilité transférable qui fournit une approche normative de l'allocation du gain (payoff) d'une coalition entre chacun de ses membres.

La théorie des jeux coopératifs n'aborde pas les étapes stratégiques de construction des coalitions (comme le fait la théorie des jeux non-coopératifs) mais traite les différents concepts aboutissant à l'accord sur le partage du gain d'une coalition entre les joueurs qui en sont membres. Les questions abordées sont donc : (i) quelle coalition peut être formée et (ii) comment les gains de la coalition peuvent-ils être partagés entre ses membres pour maintenir un accord durable (i.e. stabiliser la coalition) ? En particulier, la théorie des jeux coopératifs s'intéresse aux solutions qui incluent tous les joueurs, dans ce qui est appelé la grande coalition. Les concepts de la théorie des jeux coopératifs se réfèrent essentiellement au partage du payoff de la grande coalition (Parrachino et al, 2006).

Soit  $N$  l'ensemble des  $n$  joueurs participant au jeu, i.e.  $N=\{1,2,\dots,n\}$ . Le sous-ensemble  $S$  de l'ensemble de joueurs  $N$  est appelé coalition, avec  $S\subseteq N$ , et la collection de toutes les coalitions de  $N$  (i.e.  $P(N)$ ) est égale à  $2^n$ , incluant  $N$  lui-même, l'ensemble vide et tous les sous-ensembles à un seul élément (que l'on appelle singletons).

$v : P(N) \rightarrow \mathbf{R}$  est une fonction réelle, définie sur tous les sous-ensembles de  $N$  telle que  $v(\emptyset)=0$ , où  $\emptyset$  est l'ensemble vide.

$v(S)$  est interprétée comme le niveau d'utilité transférable que les membres de la coalition  $S$  ont à partager entre eux s'ils coopèrent, sans transfert d'utilité vers les joueurs à l'extérieur de  $S$ . On assimile par la suite l'utilité d'une coalition à un gain (ou payoff).

La distribution entre les joueurs d'un montant  $v(N)$ , c'est-à-dire le partage de ce qui est considéré comme le payoff de la grande coalition, est une fonction réelle  $x$  sur l'ensemble  $N$  qui satisfait le **principe d'efficacité** :

$$\text{Pour tout } i \in N, \quad \sum_{i \in N} x_i = v(N)$$

avec  $x_i$  le gain du joueur  $i$ , la fonction  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{R}^N$  est appelée *allocation*.

Les concepts de solution en théorie des jeux coopératifs satisfont le **principe de rationalité individuelle** (en plus du principe d'efficacité défini ci-dessus), stipulant que le gain  $x_i$  alloué au joueur  $i$  membre de la coalition est au moins égal au gain que le joueur  $i$  peut obtenir seul, c'est-à-dire :

$$\text{Pour tout } i \in N, \quad x_i \geq v(i)$$

Une condition similaire peut être également prise en compte dans les concepts de solution en étendant le concept de rationalité individuelle à chaque coalition du jeu. Ce concept est appelé **rationalité « coalitionnelle »**, tel que :

$$\text{Pour tout } i \in N, \text{ et pour tout } S \subseteq N, \quad \sum_{i \in S} x_i \geq v(S)$$

Les solutions peuvent se présenter sous la forme d'un ensemble d'allocations respectant des conditions présentées ci-dessus. Parmi ces ensembles de solution, le « **Core** » est un concept introduit par Gillies (1953). Le Core est composé de plusieurs éléments satisfaisant à la fois les conditions de rationalité coalitionnelle et d'efficacité. Soit  $v \in P(N)$ , le Core de  $v$ , noté  $C(v)$ , est l'ensemble des vecteurs :

$$C(v) = \left\{ x \in \mathbf{R}^N \mid \sum_{i \in N} x_i = v(N), \quad \text{et} \quad \sum_{i \in S} x_i \geq v(S), \quad \text{pour tout } S \subseteq N \right\}$$

Les allocations  $x$  contenues dans le Core fournissent aux joueurs une incitation forte à coopérer au sein de la grande coalition. Si le Core existe, il peut exister un nombre infini d'allocations qui respectent à la fois les conditions d'efficacité et de rationalité coalitionnelle. Ainsi deux problèmes surgissent dans la définition d'un ensemble de solution tel que le Core : d'abord, l'ensemble défini par le Core peut être grand, i.e. composé de plusieurs allocations, mais aussi, le Core peut être vide, i.e. qu'il n'y a aucune allocation satisfaisant les conditions d'efficacité et de rationalité coalitionnelle (Parrachino et al. 2006).

Dans le cas où le Core est vide, on peut considérer que le jeu coopératif n'a pas de solution. Dans le cas où plusieurs allocations le composent, la question posée aux joueurs est de choisir parmi elles, celle qui leur semble la plus équitable. Plusieurs concepts de solution unique sont proposés par la théorie des jeux coopératifs pour faire émerger une solution dans l'ensemble proposé : le Nucleolus, le Kernel, la « T-value » et la valeur de Shapley. C'est cette dernière solution, la valeur de Shapley (1953), que nous choisissons comme référence dans le protocole KatLab, qui se base sur une structure de jeu coopérative.

Une application expérimentale des jeux coopératifs a été proposée par Rapoport et Kahan (1976), qui se sont concentrés sur des jeux à 3 joueurs ( $n=3$ ). Mais leur objet porte essentiellement sur le processus de négociation amenant à la formation des coalitions partielles, et aux conditions de leur stabilité. Une autre structure de jeu doit être imaginée pour KatLab, dont l'objet n'est pas l'évaluation des processus de négociation, mais le test d'hypothèses relatives à l'impact sur les décisions de l'introduction d'éléments de contexte dans le protocole. Parmi les quatre attributs du contexte étudiés via KatLab, la dimension « répétition » des périodes est fixée à 15 (cf. chapitre 2). Une période de KatLab doit donc pouvoir être répétée facilement en laboratoire avec les mêmes joueurs, de façon contrôlée, ce que la structure du jeu coopératif de Rapoport et Kahan (1976) ne permet pas.

## **2. Le protocole**

Une première étape de dégradation de KatAware à KatGame avait réduit le nombre de joueurs de  $n=7$  à  $n=3$ , l'expérimentateur gardant toutefois dans KatGame un rôle non neutre dans le déroulé des sessions. Dans KatLab, l'expérimentateur devient neutre et le nombre de joueurs participant à la prise de décision est maintenu à  $n=3$ .

Par souci de simplification du jeu, on suppose la grande coalition acquise<sup>54</sup>. Les jeux permettant la constitution de coalitions partielles, tels que KatGame ou le jeu de Rapoport et Kahan (1975), nécessitent des temps très longs. Dans KatLab, les 3 joueurs jouent donc automatiquement ensemble à chaque début de période. Les coalitions<sup>55</sup> partielles ne sont pas proposées et les renseignements les concernant ne sont donnés que pour information mutuelle.

Le jeu de Rapoport et Kahan (1975) satisfait la condition (de normalisation) que tout singleton (i.e. une coalition composée d'une seule personne) a un payoff nul :

$$\text{Pour tout } i \in N, \quad v(i) = 0$$

Cette condition est souvent utilisée dans les jeux coopératifs (von Neumann et Morgenstern 1947, Myerson 1977). La construction du protocole KatLab est soumise à une contrainte essentielle : la structure du protocole doit permettre l'ajout dans les instructions d'éléments illustratifs crédibles. Il est difficile de justifier que le joueur seul (en singleton ou exclu d'une coalition partielle) ne reçoive rien s'il est appelé dans la suite du protocole « agriculteur » ou « salarié », quand ceux-ci obtiennent dans la réalité un salaire non-nul dès lors qu'il exercent leur activité.

Au sein du groupe de 3 joueurs, différentes situations sont possibles, comme indiqué dans le tableau 6 ci-dessous:

Chacun des membres du groupe reste indépendant	Le joueur <b>A</b> gagne <b>75 000</b> écus Le joueur <b>B</b> gagne <b>100 000</b> écus Le joueur <b>C</b> gagne <b>200 000</b> écus
Les joueurs A et B s'associent	L'association <b>A-B</b> gagne <b>175 000</b> écus Le joueur C gagne 200 000 écus
Les joueurs A et C s'associent	L'association <b>A-C</b> gagne <b>275 000</b> écus Le joueur B gagne 100 000 écus
Les joueurs B et C s'associent	L'association <b>B-C</b> gagne <b>350 000</b> écus Le joueur A gagne 75 000 écus
Les 3 membres du groupe s'associent	L'association <b>A-B-C</b> gagne <b>500 000</b> écus

**Tableau 6. Structure du jeu coopératif**

<sup>54</sup> Le jeu étant super-additif, c'est une conséquence nécessaire de l'hypothèse de rationalité des joueurs.

<sup>55</sup> Les instructions ignorent le terme « coalition » auquel on réfère comme "association" ou "groupe".

On vérifie que la structure du jeu à utilité transférable proposée dans le tableau 6 est super-additive. Pour toutes les coalitions  $S$  et  $T \subseteq N$ , avec  $S \cap T = \emptyset$ ,  $v$  est super-additif si et seulement si  $v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$ .

En reportant les valeurs du tableau 6, avec :

- $\forall i, i \in N = \{A, B, C\}$ ,  $v(i)$  est le payoff obtenu par le joueur  $i$  quand il joue seul
- $\forall i, j, i, j \in \{A, B, C\} \times \{A, B, C\}$ ,  $v(ij)$  est le payoff de la coalition formée par  $i$  et  $j$
- $v(ABC)$  est le payoff de la grande coalition formée par les trois joueurs  $A, B$  et  $C$ ,

on obtient :

$$\begin{array}{ll}
 \mathbf{v(AB) = 175\ 000} & = & \mathbf{v(A) + v(B) = 100\ 000 + 75\ 000} \\
 \mathbf{v(AC) = 275\ 000} & = & \mathbf{v(A) + v(C) = 200\ 000 + 75\ 000} \\
 \mathbf{v(BC) = 350\ 000} & \geq & \mathbf{v(B) + v(C) = 200\ 000 + 100\ 000 = 300\ 000} \\
 \\ 
 \mathbf{v(ABC) = 500\ 000} & \geq & \mathbf{v(C) + v(AB) = 200\ 000 + 175\ 000 = 375\ 000} \\
 \mathbf{v(ABC) = 500\ 000} & \geq & \mathbf{v(B) + v(AC) = 100\ 000 + 275\ 000 = 375\ 000} \\
 \mathbf{v(ABC) = 500\ 000} & \geq & \mathbf{v(A) + v(BC) = 75\ 000 + 350\ 000 = 425\ 000} \\
 \\ 
 \mathbf{v(ABC) = 500\ 000} & \geq & \mathbf{v(A) + v(B) + v(C) = 75\ 000 + 100\ 000 + 200\ 000 = 375\ 000}
 \end{array}$$

Cette structure de jeu à utilité transférable, à 3 joueurs, est super-additive : les gains de toute coalition sont au moins égaux aux gains cumulés des joueurs ou des sous-coalitions qui en sont membres. Si le jeu est super-additif, alors les joueurs ont une réelle incitation à la coopération au sein de la grande coalition.

La terminologie de la théorie des jeux coopératifs définit l'allocation comme une fonction  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^N$ . Les choix d'allocation appartiennent donc à l'espace continu  $R^N$ . Afin de permettre une meilleure jouabilité du protocole abstrait de KatLab (notamment pour surmonter l'absence de communication entre les joueurs), différents choix de répartition du payoff de la grande coalition sont proposés à travers des cartes entre lesquelles, à chaque période, les joueurs doivent choisir. L'utilisation de cartes est une discrétisation des choix, rompant la condition de continuité, et faisant de KatLab un jeu de coordination plus qu'un jeu coopératif.

Les sept propositions sont les suivantes :



	Carte 1	Carte 2	Carte 3	Carte 4	Carte 5	Carte 6	Carte 7
Joueur A	498 000	117 000	1 000	100 000	166 666	1 000	75 000
Joueur B	1 000	142 000	1 000	150 000	166 666	498 000	100 000
Joueur C	1 000	241 000	498 000	250 000	166 666	1 000	200 000

**Tableau 7. Les cartes proposées aux joueurs**

La numérotation des cartes, choisie de façon aléatoire, est identique pour chaque traitement. La carte 7 ne propose pas une répartition du payoff de la grande coalition mais le statu quo, laissant le choix aux joueurs de ne pas participer à la grande coalition et de rester indépendants. Le choix de la carte 7 est le choix de la non-coopération, explicite ou réalisé de manière non-intentionnelle par suite de l'échec de la coordination des membres du groupe. Les cartes 1 à 6 se basent sur différentes règles remarquables de répartition des 500 000 écus de la grande coalition :

### **2.1. Critère « égoïste » pour les cartes 1, 3 et 6**

Un joueur propose de ne laisser que le minimum (1 000 écus) à ses partenaires, et de garder le reste, soit

$$v(ABC) - 2 * 1\,000 = 500\,000 - 2\,000 = 498\,000 \text{ écus.}$$

Ce choix égoïste est indépendant du rôle et des valeurs reçues en singletons. Chaque joueur peut donc faire le choix d'être égoïste, d'où la proposition de trois cartes, symétriques, chacune étant favorable à l'un des trois joueurs.

### **2.2. Critère « égalitaire strict » pour la carte 5**

Le critère égalitaire apparaît souvent dans les résultats d'expériences économiques, bien qu'il ne soit pas prévu par la théorie dont les hypothèses sont testées. Dans le jeu de l'ultimatum, un joueur (l'« offreur ») a en sa possession une somme et propose un partage de cette somme à un autre joueur (le « répondeur »). Le répondeur peut soit accepter l'offre, chaque joueur reçoit alors le montant de l'accord, soit la rejeter, auquel cas les deux joueurs ne reçoivent rien. La théorie des jeux prévoit que le répondeur accepte tout montant supérieur à zéro, impliquant que l'offreur, qui cherche à maximiser sa fonction d'utilité, a intérêt à proposer le montant minimum au répondeur. Les résultats expérimentaux montrent cependant que le répondeur

rejète les offres inférieures à 20% de la somme à partager, l'offre modale étant le partage égalitaire (Colin et al. 1995, Roth 1995, Heinrich 2000).

Pour expliquer ce type de résultats expérimentaux, Gamson (1964) propose une théorie égalitaire (ou anti-compétitive) qui pose l'hypothèse que plutôt que de chercher à maximiser leur fonction d'utilité, les joueurs au sein d'une coalition cherchent à minimiser les conflits pour maintenir le lien social au sein du groupe. Dans le cas des jeux super-additifs tel que KatLab, le partage égalitaire du gain de la grande coalition est la forme ultime de partage anti-compétitif. La carte 5 se construit comme suit :

Chaque joueur reçoit exactement le même montant, à savoir :

$$1/3 * v(ABC) = 500\ 000 / 3 = 166\ 666,67 \text{ écus}$$

En arrondissant à l'écu inférieur, chaque joueur recevra  $x_i = 166\ 666$  écus. La somme des parts de la grande coalition distribuées aux joueurs est alors égale à  $3 * 166\ 666$ , soit  $499\ 998$  écus. On considère que la différence de 2 écus entre la somme des parts réellement allouées par la carte 5 et le payoff de la grande coalition est négligeable<sup>56</sup>. La condition d'efficacité, non respectée dans l'absolu, est considérée comme maintenue. Cependant, la condition de rationalité individuelle n'est pas respectée. En effet, le joueur C reçoit une allocation  $x_C = 166\ 666$  écus, inférieure à  $v(C) = 250\ 000$  écus.

### **2.3. Critère « égalitaire intermédiaire » pour la carte 2**

Gamson (1964) considère que le partage égalitaire strict est exclu des jeux super-additifs dans lesquels les dotations initiales sont inégales, car l'apparition potentielle de conflits d'intérêt est élevée. Les coalitions se forment « le long des lignes de moindre résistance ». On peut considérer que la ligne de résistance pour chaque joueur, ou seuil d'apparition d'un conflit d'intérêt, correspond au payoff reçu quand il est en singleton. Une forme intermédiaire de la théorie anti-compétitive peut avoir pour critère un partage égalitaire au-delà de ces lignes de résistance, c'est-à-dire une division égale du surplus de la grande coalition (par rapport à la situation en singletons). La carte 2 se construit comme suit :

La somme des payoffs reçus quand les joueurs jouent en singleton est

$$v(A) + v(B) + v(C) = 375\ 000 \text{ écus.}$$

---

<sup>56</sup> La différence de 2 écus représente 0,004% des 500 000 écus de la grande coalition.

Le surplus de la grande coalition par rapport à la situation en singletons est la différence entre les deux situations,

$$\Delta = v(ABC) - 375\,000 = 125\,000 \text{ écus.}$$

Le surplus est partagé de façon égalitaire entre les 3 joueurs, soit  $\Delta / 3 = 125\,000 / 3 = 41\,666$  écus chacun, en plus du payoff obtenu en situation de singletons.

Le joueur A recevra  $v(A) + 41\,666 = 116\,666$  écus arrondis à  $x_A = 117\,000$  écus.

Le joueur B recevra  $v(B) + 41\,666 = 141\,666$  écus arrondis à  $x_B = 142\,000$  écus.

Le joueur C recevra  $v(C) + 41\,666 = 241\,666$  écus arrondis à  $x_C = 241\,000$  écus.

L'allocation de la carte 2 respecte les conditions d'efficacité, de rationalité individuelle, et de rationalité coalitionnelle.

#### 2.4. Critère « équitable », selon la valeur de Shapley, pour la carte 4.

L'équité, terme subjectif lié à la vie quotidienne, véhicule des notions d'éthique, de bien-être, de droit, de justice, dont la perception dépend de chaque cas auquel l'équité se réfère (Young, 1994). Le critère *équitable* et *efficace* habituellement choisi en théorie des jeux coopératifs est celui proposé par Shapley (Tisdell et Harrison 1992). Le calcul de la valeur de Shapley (1953) se base, pour chaque joueur, sur sa participation à la coopération, évaluée via la moyenne de ses contributions marginales à chacune des coalitions dont il est membre. L'unité à prendre en considération pour ce calcul correspond donc à ce qu'un joueur apporte à une coalition en la rejoignant, soit  $v(S \cup i) - v(S)$ , pour tout  $i \in N$ , et pour tout  $S \subseteq N$ .

$$\text{Pour tout } i \in N, \text{ la valeur de Shapley } \varphi_i = \sum_{S \subseteq N} \frac{s! (n-s-1)!}{n!} [v(S \cup i) - v(S)]$$

avec  $s$  le nombre de joueurs dans la coalition  $S$

On a donc, pour  $n=3$  :

$$\varphi_A = \frac{0! \cdot 2!}{3!} [v(A) - v(\emptyset)] + \frac{1! \cdot 1!}{3!} [v(AB) - v(B)] + \frac{1! \cdot 1!}{3!} [v(AC) - v(C)] + \frac{2! \cdot 0!}{3!} [v(ABC) - v(BC)]$$

$$\varphi_A = \frac{1}{3} [75000 - 0] + \frac{1}{6} [175000 - 100000] + \frac{1}{6} [275000 - 200000] + \frac{1}{3} [500000 - 350000]$$

$$\varphi_A = 25000 + 12500 + 12500 + 50000$$

$$\varphi_A = 100000$$

$$\varphi_B = \frac{0! \cdot 2!}{3!} [v(B) - v(\emptyset)] + \frac{1! \cdot 1!}{3!} [v(AB) - v(A)] + \frac{1! \cdot 1!}{3!} [v(BC) - v(C)] + \frac{2! \cdot 0!}{3!} [v(ABC) - v(AC)]$$

$$\varphi_B = 150000$$

$$\varphi_C = \frac{0! \cdot 2!}{3!} [v(C) - v(\emptyset)] + \frac{1! \cdot 1!}{3!} [v(AC) - v(A)] + \frac{1! \cdot 1!}{3!} [v(BC) - v(B)] + \frac{2! \cdot 0!}{3!} [v(ABC) - v(AB)]$$

$$\varphi_C = 250000$$

L'allocation  $x = (x_A, x_B, x_C)$  de la carte 4, calculée selon le critère de Shapley  $\varphi = (\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C)$ , qui prend en compte tous les niveaux de coopération (singletons, coalitions partielles et grande coalition), respecte les conditions d'efficacité, de rationalité individuelle, et de rationalité coalitionnelle.

## 2.5. Stabilité des coalitions

Les joueurs doivent faire un choix coordonné, en fonction de différentes alternatives qui leur sont proposées. Toutes les allocations contenues dans le « Core », telles que les cartes 2 et 4 dans KatLab, qui assurent la super-additivité du jeu et qui satisfont les conditions de rationalité (individuelle et coalitionnelle), n'ont pas la même stabilité. La stabilité d'une grande coalition dépend de l'allocation reçue par les joueurs. Selon l'allocation reçue, ces derniers peuvent avoir une incitation plus ou moins forte à rester dans la grande coalition ou à la rompre. Certaines allocations sont plus ou moins acceptables par les joueurs, et si une allocation donnée du gain de la grande coalition, bien que contenue dans le Core, ne satisfait pas l'un des joueurs, la grande coalition peut être rompue.

Gately (1974) introduit le concept de « propension à rompre la grande coalition ». Il définit ce concept comme étant le rapport entre : (a) ce que les autres joueurs perdent si le joueur  $i$  choisit de ne pas coopérer et (b) ce que ce dernier perd dans ce cas (i.e. s'il refuse de coopérer). Ce concept a été repris et modifié pour  $N > 3$  par Straffin et Heaney (1981), qui l'ont appliqué au cas de la Tennessee Valley (Dinar et Howitt, 1997).

Pour tout  $i \in N$ , la propension  $G_i$  de rompre l'allocation  $(x_1, \dots, x_N)$  s'exprime selon la formule suivante :

$$G_i = \frac{\sum_{j \neq i} x_j - v(N - \{i\})}{x_i - v(\{i\})}$$

où  $x_i$  est l'allocation reçue par le joueur  $i$  après le partage du payoff de la grande coalition,  $v(\{i\})$  le payoff reçu par  $i$  quand il joue en singleton et  $v(N - \{i\})$  le payoff de la coalition composée de tous les joueurs sauf  $i$ .

Si on considère les différentes modalités de partage du payoff de la grande coalition que les cartes de jeu proposent aux joueurs<sup>57</sup> (cf. tableau 7), on obtient les indices de Gately pour chaque joueur rassemblés dans le tableau 8 ci-dessous :

	Carte 1	Carte 2	Carte 3	Carte 4	Carte 5	Carte 6
Joueur A	-0.82	<b>0.79</b>	-2.01	<b>2</b>	-0.18	-2.01
Joueur B	-2.26	<b>1.98</b>	-2.26	<b>1.5</b>	0.87	-0.69
Joueur C	-1.63	<b>2.05</b>	-0.58	<b>1.5</b>	-4.75	-1.63

**Tableau 8. Les valeurs des indices de Gately pour les 6 allocations du payoff de la grande coalition**

Une valeur négative de  $G_i$  traduit une « perte négative » (i.e. un gain) suite à la rupture de la coalition par un joueur. En cas de rupture de la coalition par le joueur  $i$ , on observe un gain pour l'une des parties concernées mis en rapport avec une perte pour l'autre partie, exprimant donc une forte instabilité de la coalition (« enthousiasme » envers la rupture pour une partie et « rejet » de la rupture par l'autre). On peut considérer qu'il y a au sein de la coalition au moins une partie qui n'a aucun intérêt à y participer, entraînant sa rupture automatique. On observe des valeurs négatives pour les cartes 1, 3, 5 et 6 (non incluses dans le Core) qui entrent donc dans ce cas de figure. De ce fait, ces cartes ne devraient pas être choisies par les joueurs, et si l'une d'elles est choisie par un joueur, elle ne devrait pas créer l'unanimité nécessaire à sa sélection au sein de la grande coalition.

<sup>57</sup> La carte 7 n'apparaît pas dans le tableau 8, n'étant pas une proposition d'allocation des 500 000 écus de la grande coalition.

Une valeur de  $G_i$  positive et grande pour  $i$ , quand  $i$  sort de la coalition, traduit des pertes élevées pour les autres joueurs par rapport aux pertes impactées par  $i$ . Dans ce cas,  $i$  a une forte propension à rompre la coalition. Dans le tableau 8, on observe que la propension du joueur A ( $G_A = 2$ ) à rompre la coalition de la carte 4 (allocation selon Shapley) est plus grande que pour les joueurs B et C ( $G_B = G_C = 1,5$ ). Les joueurs B et C, quant à eux, ont une propension élevée ( $G_B$  et  $G_C \approx 2$ ) à rompre la coalition de la carte 2 (allocation « égalitaire intermédiaire ») quand celle du joueur A est très faible ( $G_A = 0.79$ ). Les joueurs B et C ont des préférences similaires, portées vers la carte 4 plutôt que vers la carte 2.

L'analyse des indices de Gately met en évidence les caractéristiques propres au jeu coopératif. La symétrie des préférences de B et C traduit le fait que le payoff  $v(BC)$  est plus avantageux pour ces deux joueurs que le payoff des coalitions partielles que chacun forme séparément avec le joueur A, respectivement  $v(AB)$  et  $v(AC)$ , qui ne sont que la somme des valeurs obtenues en singletons.

Le joueur A, bien qu'ayant un « pouvoir de nuisance » important dans la stabilité du choix de la carte 4 (en raison de sa propension élevée à rompre la coalition,  $G_A = 2$ ) a, du fait de sa faiblesse dans les coalitions partielles, un pouvoir moindre dans la négociation tacite qui se met en place avec les joueurs B et C au sein de la grande coalition. Son « pouvoir de nuisance » est d'autant plus limité qu'un échec de la coordination, sanctionné par l'application de la carte 7, lui confère le payoff le plus faible de toutes les alternatives possibles. Bien qu'il préfère la carte 2, la carte 4 n'est pas la pire solution pour lui, cette dernière devrait par conséquent être le point focal de la coordination, recoupant la prédiction de la théorie des jeux coopératifs qui considère la répartition suivant Shapley représentée par la carte 4 comme la répartition préférée des joueurs.

Le pouvoir d'un joueur dans la négociation, évoqué dans le paragraphe précédent, peut être mesuré selon une méthode proposée par Loehman et al. (1979), à travers une approche ex-post (après connaissance de l'allocation des gains entre les joueurs de la grande coalition). Ils définissent « l'indice de pouvoir du joueur  $i$  » comme le ratio entre le gain obtenu par le joueur  $i$  dans la coalition et la somme totale des gains obtenus par tous les joueurs de la coalition (par rapport à la situation de statu quo). Pour tout  $i \in N$ , « l'indice de pouvoir » noté  $\alpha_i$  s'exprime selon la formule ci-dessous (Dinar et Howitt, 1997) :

$$\alpha_i = \frac{v(\{i\})}{v(N)}$$

$$\alpha_i = \frac{x_i - v(\{i\})}{\sum_{j \in N} (x_j - v(\{j\}))}$$

où  $x_i$  est l'allocation reçue par le joueur  $i$  après le partage du payoff de la grande coalition  $v(\{i\})$  est le payoff reçu par le joueur  $i$ .

Le pouvoir du joueur  $i$  dans la négociation,  $\alpha_i$ , se mesure ici selon la proportion<sup>58</sup> du surplus de la grande coalition capté par chaque joueur, par rapport à la situation de référence où les joueurs jouent en singleton. Les valeurs obtenues en coalitions partielles ne sont pas prises en compte dans ce calcul.

A partir de l'indice de pouvoir de Loehman (1979), on peut mesurer la stabilité d'une allocation par le rapport  $S_\alpha$  entre l'écart-type des  $\alpha_i$  et la moyenne des  $\alpha_i$ . On pose alors qu'il est probable qu'une coalition soit stable s'il y a peu d'écart entre les  $\alpha_i$ . Plus  $S_\alpha$  sera faible, plus la coalition sera stable.

Cette considération part donc de l'hypothèse que la stabilité est d'autant plus forte que l'écart type des pouvoirs entre les membres de la coalition est faible, ou plus exactement que la stabilité est d'autant plus forte que la répartition du surplus de la grande coalition est « plus égale ». L'indice de Loehman (1979) place donc le concept égalitariste au-dessus des autres concepts. Cette considération s'applique de même à la construction des courbes de Lorenz (1905) et des indices de Gini (1921), qui décrivent les *inégalités* des revenus au sein d'une population. La conception éthique choisie se limite à l'aspect égalitaire de la répartition des revenus au sein d'une population, sans référence à l'hétérogénéité des individus la composant. Or, nous nous référons à la valeur de Shapley (1953), qui prend en compte les contributions marginales, différentes, que chacun des joueurs apporte à la construction du payoff de la grande coalition.

### 3. Déroulement des sessions

Au début de la session, les instructions sont données sous format papier. Après avoir lu les instructions chacun de leur côté, une lecture à voix haute est faite par l'expérimentateur. Un test de compréhension est soumis aux joueurs, via l'ordinateur, pour s'assurer que tous les participants ont compris les instructions. Le reste de la session est géré via l'ordinateur.

<sup>58</sup> On remarque la propriété suivante : pour tout  $i \in N$ ,  $\sum \alpha_i = 1$ .

Tous les joueurs jouent simultanément à chaque période et ne prennent qu'une décision : chaque joueur du groupe ne choisit qu'une carte. Si les trois joueurs du groupe ont choisi la même carte, ils reçoivent le montant indiqué sur la carte les concernant. S'il n'y a pas de réponse coordonnée des trois joueurs sur une même carte, ils reçoivent les valeurs obtenues en tant que singleton (rappelées dans la carte 7).

La session se déroule sur 15 périodes identiques. A chaque période, les choix individuels et la carte « solution » qui fixe les paiements aux joueurs sont affichés à l'écran pour les joueurs du groupe (mais non les résultats des autres groupes) avant de commencer la période suivante. L'apprentissage au cours des sessions successives porte donc sur les préférences des autres joueurs du groupe et peut favoriser la recherche d'une coordination sur une allocation (une carte, un comportement conforme aux attentes des autres membres que ces petites « sociétés » de 3 joueurs constituent).

Les joueurs sont rémunérés à la fin des 15 périodes, sur la base de 0.6 € pour 100 000 écus. On considère ainsi que 3 € sont distribués à chaque groupe de joueurs chaque fois que le groupe réussit à s'entendre sur le même partage des 500 000 écus de la grande coalition.





## **PARTIE 2. Résultats**



## Chapitre 4. Effet sur le comportement des joueurs de l'illustration des instructions.

Le travail présenté dans ce chapitre concerne l'étude de l'effet résultant de l'information contenue dans les instructions<sup>59</sup>, dans une série de quatre traitements regroupés sous le nom de « KatLab 0 »<sup>60</sup> (cf. tableau 9) construits pour tester l'influence des quatre modalités de l'attribut *illustration* présenté au chapitre 2:

- un traitement « abstrait » (traitement 0.0) présente le noyau du jeu, basé sur une structure coopérative, sans aucune mention explicative.
- trois traitements « contextualisés » (traitements 0.1, 0.2 et 0.3) visant à mesurer l'impact de différentes modalités d'*illustration* des instructions sur le comportement des joueurs.

Pour chacun des quatre traitements, une session constituée de 15 répétitions a été jouée. Chaque session rassemble 12 groupes de 3 joueurs, dont le rôle au sein du groupe reste le même tout au long de la session (procédure « partner »). Ces joueurs ne participent qu'à un traitement pour assurer l'indépendance des résultats (procédure « between subject »). Ils sont rémunérés à la fin de la session en fonction de leur performance, qui dépend des choix qu'ils auront faits tout au long du jeu.

Les participants aux traitements correspondants ont été choisis dans une base de « sujets » fournie par le Laboratoire d'Economie Expérimentale Montpellierain (L.E.E.M.), base où sont enregistrés des étudiants de niveau Licence inscrits dans les universités de Montpellier. On considère que les échantillons sont homogènes (Eber et Willinger 2005) et composés de sujets ayant le même vécu vis-à-vis du contexte étudié.

---

<sup>59</sup> Les instructions pour les différents traitements sont en annexes.

<sup>60</sup> Le protocole KatLab est décliné en plusieurs traitements définis dans le plan d'expérience présenté au chapitre 2. Pour rappel, la série de traitements conduite en laboratoire, avec des étudiants, est appelée « KatLab », afin de la différencier de la série de traitements qui sera conduite sur le terrain avec des agriculteurs qui sera dénommée « KatField ». Enfin, une série de traitements sans communication est suivie du chiffre « 0 », par exemple « KatLab 0 », tandis qu'une série de traitements avec communication est suivie du chiffre « 1 ».

		ILLUSTRATION				
		Sans	Eau : phrase seule	Eau : agriculteurs	« Non-eau »: salariés	
COMMUNICATION	Sans	Traitement 0.0	Traitement 0.1	Traitement 0.2	Traitement 0.3	« <i>KatLab 0</i> »

**Tableau 9. Numérotation des traitements pour KatLab 0**

Le traitement abstrait (traitement 0.0) est le niveau de référence du protocole. Les joueurs doivent prendre une décision sur la base du minimum d'information requise pour permettre la jouabilité de l'expérience. Pour les autres traitements *illustrés* (traitements 0.1, 0.2 et 0.3), le protocole est exactement identique. La différence se situe au niveau des instructions, auxquelles sont ajoutées des informations supplémentaires.

Pour le traitement 0.1, les instructions contiennent seulement une phrase de plus que les instructions du traitement 0.0 : « *L'expérience s'articule autour d'une problématique de gestion d'une ressource en eau* ». C'est un traitement intermédiaire entre le traitement de référence (traitement 0.0) et le traitement illustré mobilisé dans le plan d'expérience (traitement 0.2). Les instructions du traitement 0.2 ont contenu illustratif plus important. A la phrase introduite au traitement 0.1 s'ajoute une explicitation de la problématique de gestion de la ressource en eau dont il est question. Les joueurs y sont désignés comme étant des agriculteurs irrigants. Leur environnement rappelle sous forme dégradée le jeu de rôles initial (KatAware), avec présence d'une retenue d'eau et possibilité de former des coalitions pour optimiser l'utilisation de l'eau stockée. Le rôle asymétrique des joueurs A, B et C est expliqué par des différences de rendement des productions de trois types d'agriculteurs.

Les instructions du traitement 0.3 ont un contenu illustratif équivalent à celui du traitement 0.2, mais les joueurs y sont désignés comme étant des salariés amenés à coopérer au sein d'une entreprise. Le rôle asymétrique des joueurs A, B et C est expliqué par des différences d'ancienneté et d'expérience de trois types de salariés.

## 1. Les hypothèses.

La série de traitements « KatLab 0 » (qui se joue sans communication entre les joueurs) est construite pour produire des éléments de réponses aidant à comprendre l'influence sur le comportement des joueurs de l'*illustration*, obtenue par introduction d'éléments de « réalité »

dans les instructions. Les éléments introduits décrivent une situation de gestion de l'eau, servant à illustrer le jeu de coordination au sein d'une grande coalition, construit par dégradations successives de KatAware mais conservant la structure coopérative de celui-ci. La référence à l'« eau » est comparée à une autre référence « non-eau », afin de mettre en évidence la spécificité de ces deux illustrations dans les prises de décision. Trois hypothèses sont testées pour répondre à ces questions.

### **1.1. L'hypothèse H1**

Le point focal de Schelling (1950) est un concept stipulant que deux agents peuvent s'accorder sans communiquer, par négociation tacite ou culture commune. Ils parviennent à un accord en déterminant chacun de leur côté, la même solution, choisie pour ses caractères de visibilité et d'évidence pour l'autre. « KatLab 0 » met en situation trois joueurs qui doivent répondre à une même problématique de coordination sans communication, la négociation tacite se mettant en place au fil des 15 périodes du jeu. On part donc de l'hypothèse qu'il existe un point focal partagé par les trois joueurs sur lequel ils vont se coordonner entre la 1<sup>ère</sup> et la 15<sup>ème</sup> période.

Dans la mesure où illustrer la question posée, de la répartition des gains de la grande coalition, s'interprète comme une perturbation de l'environnement de choix des agents, on supposera que l'ajout d'information induira plus d'incertitude sur la sélection de la carte « focale » et conduira les sujets à s'écarter des prédictions théoriques.

Si l'hypothèse H1 se vérifie, on s'attend donc à obtenir une majorité de choix portés sur la carte « focale » au traitement 0.0. Une augmentation de la variabilité des choix et la sélection d'autres cartes devrait apparaître avec l'ajout de l'information « eau » du traitement 0.1 (construit par l'ajout d'une phrase). On considère qu'il y a d'autant plus de « bruit » que les choix réels, observés, s'éloignent du choix théorique.

L'ajout d'une phrase dans le traitement 0.1 devrait provoquer un « bruit », débouchant sur une situation où aucune carte n'est majoritaire dans les choix exprimés par les joueurs. Le niveau supérieur d'illustration introduite aux traitements 0.2 et 0.3 devrait aboutir à une déviation encore plus importante des choix, s'éloignant d'autant plus des prédictions théoriques.

**(H1).** *Illustrer les instructions accroît le « bruit » dans les résultats: au traitement 0.0, les choix se concentrent davantage autour d'une même alternative, prédite par la*

***théorie, par rapport au traitement 0.1 et surtout aux traitements 0.2 et 0.3 où les choix sont dispersés entre plusieurs alternatives.***

## **1.2. L'hypothèse H2**

Au traitement 0.3, les joueurs sont mis en situation dans un environnement choisi hors du champ de la gestion d'une ressource naturelle, pour avoir un contraste important entre deux environnements différents en terme de contenu (émotionnel et socio-culturel). Dans cet environnement appelé « non-eau », le rôle des joueurs est celui de « salariés » devant coopérer au sein d'une entreprise, correspondant aux « agriculteurs » concernés par la situation de gestion coopérative de l'eau décrite au traitement 0.2.

Les deux situations décrites ont pour objectif de décrire des situations permettant l'existence de la grande coalition et justifiant de l'asymétrie des dotations en singletons entre les trois joueurs. Elles ne se différencient pas en terme de « framing » tel qu'entendu en économie expérimentale<sup>61</sup>. Il n'y en a pas une qui serait davantage « positive » et l'autre plutôt « négative » : les deux illustrations sont le plus neutre possible quant à la mise en perspective de la coopération entre les trois joueurs.

De par l'introduction d'un niveau équivalent d'éléments de contexte dans les deux traitements, les joueurs, tous étudiants, composant un échantillon homogène en terme de vécu, devraient se coordonner de la même façon au traitement 0.3 qu'au traitement 0.2. L'hypothèse H1 de dispersion des choix entre différentes alternatives après illustration des instructions devrait se vérifier de la même manière aux deux traitements.

***(H2). L'hypothèse H1 est insensible au contenu de l'illustration***

## **1.3. L'hypothèse H3**

Partant de l'hypothèse H1, qui prédit l'existence d'un point focal, partagé par les trois joueurs et sur lequel ils vont se coordonner entre la 1<sup>ère</sup> et la 15<sup>ème</sup> période, l'hypothèse H3 cherche à identifier ce point focal parmi les 7 cartes proposées aux joueurs.

La théorie des jeux coopératifs propose différents concepts de solution, dont la valeur de Shapley (1953) qui se construit en partant de l'hypothèse de rationalité des joueurs

---

<sup>61</sup> voir les nombreux travaux sur ce thème, notamment ceux de Tversky et Kahnemann (1981), Andreoni (1995), ou Wang (1996).

(individuellement et en coalition). Elle prend en compte tous les résultats obtenus par chaque joueur, à chaque niveau de coopération auquel il participe, i.e. quand il joue en singleton, quand il est inclus dans une coalition partielle ou dans la grande coalition. Considérant que le jeu, cœur du protocole KatLab, a une structure coopérative, si les joueurs sont rationnels et s'ils cherchent à maximiser leur fonction d'utilité, alors ils doivent choisir l'alternative basée sur la valeur de Shapley, i.e. la carte 4, quel que soit le contenu des autres cartes qui leur sont présentées. La lecture des indices de Gately concorde avec les prédictions de la théorie des jeux coopératifs (cf. chapitre 3).

On pose donc l'hypothèse suivante :

**(H3). *Le partage selon la valeur de Shapley est le choix majoritaire***

## **2. Les résultats.**

Chaque traitement rassemble 12 groupes de 3 joueurs. A la fin de chaque période, lorsque les trois joueurs ont enregistré leur choix, une carte est appliquée au groupe. Pour chaque traitement, à chaque période, il y a donc au total 36 choix qui sont opérés par les joueurs.

Les résultats étudiés ici porteront à la fois sur le choix effectué par les joueurs en dernière période (période 15) et sur les choix des cinq dernières périodes. L'observation de ces cinq dernières périodes donne une indication sur la stabilité du choix en période 15. Nous ne considérerons pas l'effet d'apprentissage capté par l'attribut « répétition » tel que défini au chapitre 2 qui, non testé par le plan d'expérience KatLab, n'entre pas en compte dans l'invalidation des trois hypothèses H1, H2 et H3 exposées précédemment. Cet effet d'apprentissage fera l'objet du chapitre 6.

### **2.1. Les choix des joueurs**

Les graphiques présentés dans cette partie représentent les choix opérés par les joueurs ayant pris part aux quatre traitements de la série «KatLab 0 »<sup>62</sup>, présentés indépendamment des cartes appliquées aux groupes à l'issue des prises de décision.

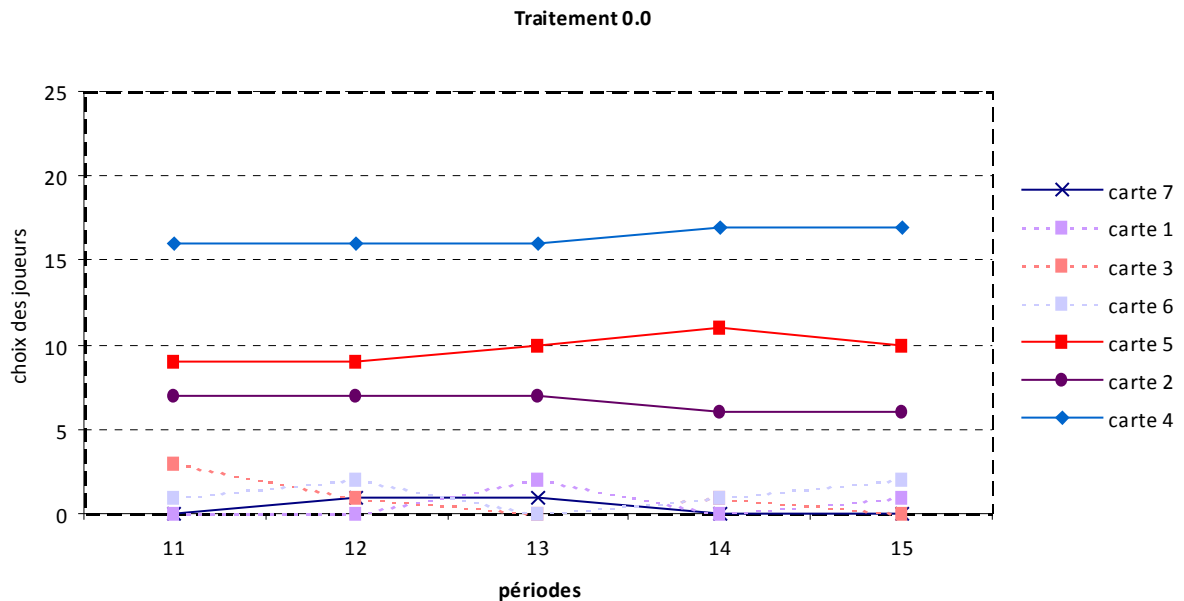
---

<sup>62</sup> Les valeurs utilisées pour construire les graphiques présentés dans cette partie sont reportées en annexe 5.



### a) Traitement 0.0

Le traitement 0.0 correspond au niveau de contextualisation minimal tel que défini dans le plan d'expérience : les joueurs, étudiants, participent à des sessions menées en laboratoire. Ils ne peuvent communiquer entre eux, et les instructions dont ils disposent ne sont pas illustrées. Les choix opérés par les 36 joueurs au cours de ce traitement sont présentées dans le graphique 1 ci-dessous.



	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4	
<b>Traitement 0.0</b>	0	1	0	2	10	6	17	<b>Période 15</b>
	0.4	0.6	1	1.2	9.8	6.6	16.4	Moyenne (périodes 11 à 15)
	0.55	0.89	1.22	0.84	0.84	0.55	0.55	<i>Ecart-type</i> (périodes 11 à 15))

**Graphique 1. Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.0**

A la période 15, la carte 4 (Shapley) domine les autres en rassemblant 17/36 choix, quand la carte 5 (égalitaire « stricte ») et la carte 2 (égalitaire « intermédiaire ») regroupent respectivement 10/36 et 6/36 choix. La carte 7 et la carte 3 ne sont pas choisies, tandis que les cartes 1 et 6 ressortent à des niveaux très faibles (respectivement 1/36 et 2/36 choix).

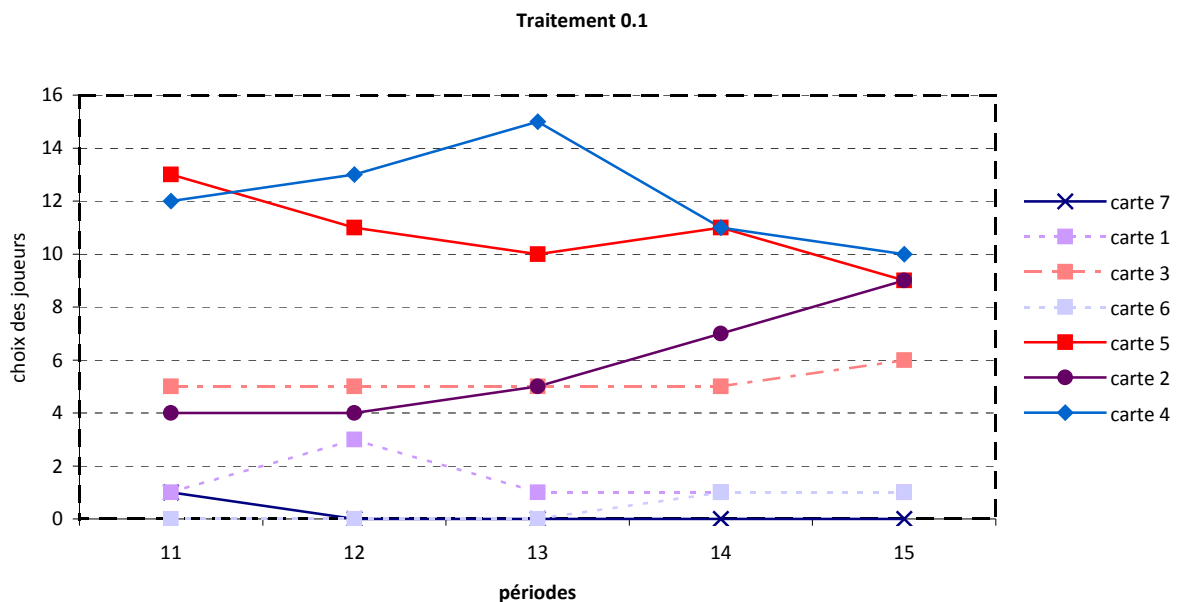
En considérant les choix opérés sur les cinq dernières périodes, la carte 4 rassemble 16.4/36 choix, quand les cartes 2 et 5 (égalitaire « strict ») rassemblent respectivement 6.6/36 et 9.8/36

choix, toutes trois ayant un faible écart-type (inférieur à 1/36). Les choix sont stabilisés à la fin du traitement 0.0, et sont très proches de ceux observés à la dernière période.

La carte 4 y apparaît comme la carte préférée par les joueurs. **L'hypothèse H3 n'est donc pas rejetée.**

### b) Traitement 0.1

Le traitement 0.1 diffère du traitement 0.0 par l'ajout dans les instructions de la seule phrase « *L'expérience s'articule autour d'une problématique de gestion d'une ressource en eau* ». Le graphique 2 ci-dessous montre les choix des 36 joueurs ayant pris part au traitement 0.1.



	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4	
Traitement 0.1	0	1	6	1	9	9	10	Période 15
	0.2	1.4	5.2	0.4	10.8	5.8	12.2	Moyenne (périodes 11 à 15)
	0.45	0.89	0.45	0.55	1.48	2.17	1.92	Écart-type (périodes 11 à 15)

**Graphique 2. Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.1**

Le traitement statistique effectué pour comparer les distributions des choix entre les traitements, à une période donnée, s'est appuyé sur la méthode de test  $\chi^2$ . Cette méthode permet d'évaluer si la distribution testée s'apparente ou non à la distribution de référence, dans notre étude le traitement témoin, noté traitement 0.0. Le détail du programme de calcul est reporté en annexe 7, avec un récapitulatif sous forme de tableau de tous les tests effectués.

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 0.1 avec le témoin, est de 12.82, pour un degré de liberté égal à 3, et un  $p=0.99$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. Les distributions sont significativement différentes.

A la période 15, la carte 4 (10/36 choix) n'atteint pas la fréquence de choix observée au traitement 0.0 (17/36), et l'on voit émerger la carte 3 (6/36). Les cartes 2 et 5 regroupent également 9 des 36 choix. Les cartes 2, 4 et 5 ont des fréquences de choix proches. Les cartes 1, 6 et 7 restent à un niveau faible, autour de 1/36 choix, équivalent à celui du traitement 0.0.

En considérant les cinq dernières périodes, on observe que les moyennes du traitement 0.1 rappellent celles du traitement 0.0 pour la carte 5 (avec 10.8/36 contre 9.8/36 au traitement 0.0) et pour la carte 2 (avec 5.8/36 contre 6.6/36) tandis que la carte 4 connaît une plus forte baisse (à 12.2/36 contre 16.4/36). L'ordre des préférences entre les trois cartes dominantes reste le même, avec la carte 4 supérieure à la carte 5 puis à la carte 2, mais les écarts-types, beaucoup plus élevés, traduisent le rapprochement des fréquences de choix, finalement observé à la période 15. Ces écarts-types élevés montrent que les choix sont instables : il n'y a pas de domination d'une carte sur les autres, comme le montre les choix de la période 15, où aucun point focal n'émerge à la fin du processus d'apprentissage. Par rapport au traitement 0.0, les joueurs sont davantage partagés au traitement 0.1 quant au choix d'allocation du payoff de la grande coalition.

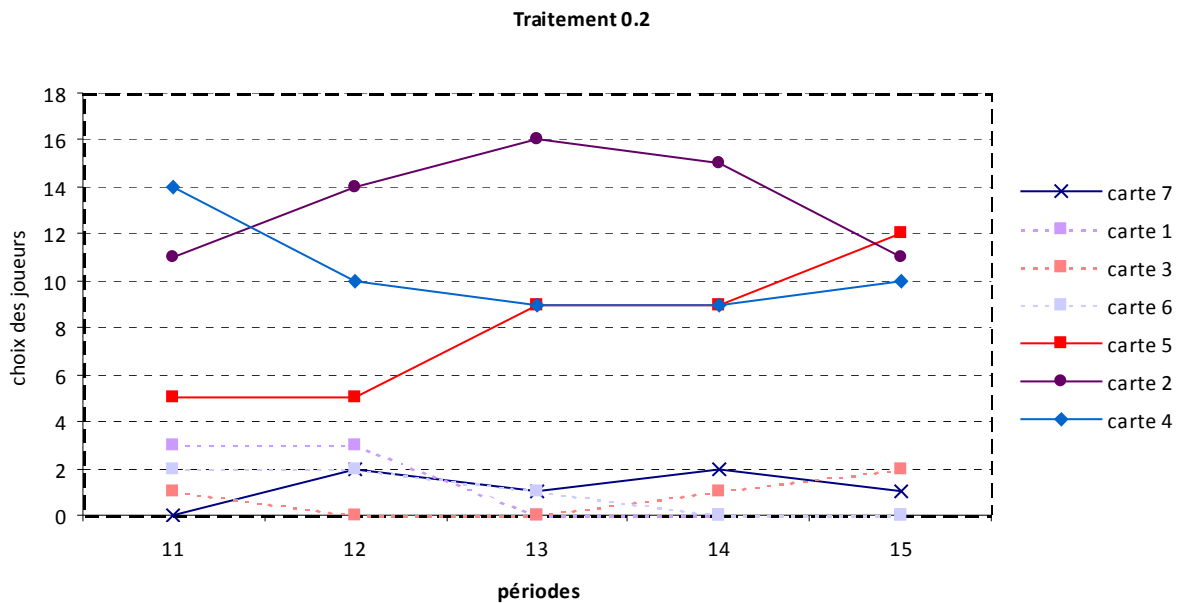
Dans les cinq dernières périodes, le nombre moyen de sélection de la carte 3 s'élève à 5.2, proche de celui de la carte 2 (5.8), mais avec un écart-type beaucoup plus faible (0.45 contre 2.17). Sa proposition est assez paradoxale et nous consacrerons une étude au choix des cartes 1, 3 et 6 au chapitre 5. L'adoption de ces cartes, notamment de la carte 3 non négligeable à ce traitement, n'en place aucune parmi les choix dominants, concentrés sur 2, 4 et 5.

Par conséquent, après introduction d'éléments illustrant l'environnement des choix dans les instructions, **l'hypothèse H1 d'un « bruit »**, i.e. un écart entre la prédiction théorique (choix concentrés sur la valeur de Shapley, portée par la carte 4) et les choix des joueurs observés dans le traitement 0.1, **n'est pas rejetée**.

### **c) Traitement 0.2**

Le traitement 0.2 diffère du traitement 0.1 par le déroulement d'une illustration crédible de la situation coopérative proposée de façon abstraite au traitement 0.0 et évoquée au traitement

0.1 seulement par l'ajout d'une phrase. Le graphique 3 ci-dessous montre les choix des 36 joueurs ayant pris part au traitement 0.2.



	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4	
<b>Traitement 0.2</b>	1	0	2	0	12	11	10	<b>Période 15</b>
	1.2	1.2	0.8	1	8	13.4	10.4	Moyenne (périodes 11 à 15)
	0.84	1.64	0.84	1	3	2.3	2.07	Ecart-type (périodes 11 à 15)

**Graphique 3. Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.2**

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 0.2 avec le témoin, donne un  $p=0.9411$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. La distribution du traitement 0.2 est significativement différente de celle du traitement 0.0. En revanche, la valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 0.2 avec le traitement 0.1, donne un  $p=0.79$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi, ou 0.21 chances que ces deux distributions suivent la même loi.

A la période 15, la carte 4 reste au même niveau qu'au traitement 0.1 (10/36), quand les cartes 2 et 5 ont un niveau légèrement plus élevé (respectivement 11/36 et 12/36 contre 9/36 au traitement 0.1). Comme au traitement 0.1, mais de manière plus marquée, les choix se répartissent de manière très voisine entre les cartes 2, 4 et 5.

La différence notable entre les deux traitements est qu'aucune autre carte (1, 3, 6 ou 7) n'émerge, comme c'était le cas de la carte 3 au traitement 0.1, ce qui contribue à l'augmentation du choix des cartes « dominantes » au traitement 0.2.

Les moyennes sur les cinq dernières périodes montrent une diminution de la fréquence d'apparition de la carte 4 (10.4/36 contre 12.2/36) alors que la carte 2 atteint une moyenne très supérieure (13.4/36) à celle du traitement 0.1 (5.8/36). Les écarts-types encore plus élevés que ceux du traitement 0.1 traduisent une très forte instabilité de ces tendances.

L'étude des résultats obtenus aux traitements 0.1 et 0.2 montre une dispersion des choix entre trois cartes dominantes (cartes 2, 4 et 5) contrastant avec les résultats du traitement 0.0 où ressort un point focal (carte 4). Les choix sont donc sensibles à l'illustration, quel que soit le niveau de l'illustration dans les deux derniers traitements, **l'hypothèse H1 n'est donc pas rejetée.**

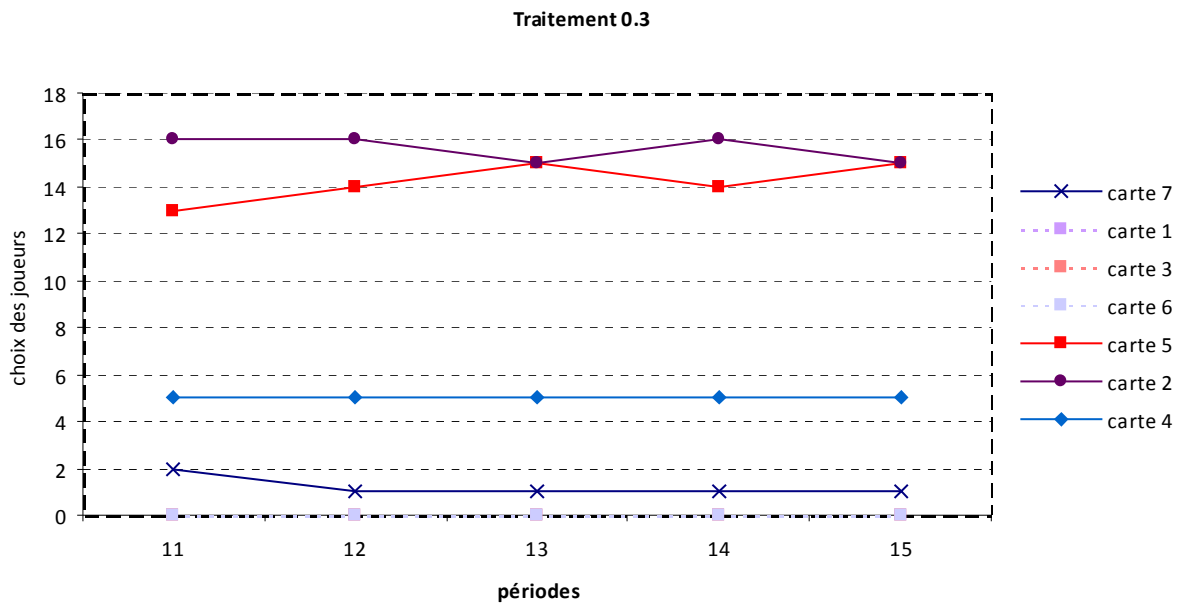
En se rapportant aux arguments de Harrison et List (2004) de Faravelli (2007) en faveur de l'introduction d'éléments de contexte dans les protocoles, on aurait pu penser qu'une explicitation plus fine des composantes de l'environnement de choix pouvait aider les joueurs à mieux prendre en considération les hétérogénéités individuelles exprimées dans les payoffs des singletons et des coalitions partielles, favorisant le choix de l'allocation de Shapley. Comme on le voit, cette « inversion » des hypothèses H1 et H2 est clairement rejetée.

La différence, bien que faible, entre traitement 0.2 et traitement 0.1 se situe dans la variabilité des choix, plus importante pendant les cinq dernières périodes, et dans l'importance donnée à la carte 2. Sa forte présence dans les cinq dernières périodes marque un plus grand éloignement entre le choix des joueurs et la prédiction théorique (carte 4). On ne peut donc rejeter l'hypothèse que **le « bruit » croît avec le niveau de détail de l'illustration.**

#### **d) Traitement 0.3**

Les traitements 0.2 et 0.3 ont des niveaux d'illustration équivalents, qui diffèrent cependant par le contenu. Le contexte « non-eau » du traitement 0.3 fait écho au contexte « eau » du traitement 0.2, chacun exposant une situation de coopération entre trois agents. Les trois « agriculteurs » du traitement 0.2, ayant des rendements différents et devant coopérer pour se partager l'eau d'une retenue deviennent trois « salariés » au traitement 0.3, ayant des

anciennetés différentes et devant coopérer au sein de leur entreprise. Le graphique 4 ci-dessous montre les choix des 36 joueurs ayant pris part au traitement 0.3.



	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4	
<b>Traitement 0.3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>Période 15</b>
	1.2	0	0	0	14.2	15.6	5	Moyenne (périodes 11 à 15)
	0.45	0	0	0	0.84	0.55	0	Ecart-type (périodes 11 à 15)

**Graphique 4. Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.3**

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 0.3 avec le témoin, donne un  $p=1$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. La distribution du traitement 0.3 est complètement différente de celle du traitement 0.0. De même, la valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 0.3 avec le traitement 0.2, donne un  $p=0.89$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi.

A la période 15, les choix sont dominés par les cartes 2 et 5 (15/36), bien au-dessus de la carte 4 (5/36) et de la carte 7 (1/36). Aucune des cartes 1, 3 et 6 n'est choisie. La dispersion ne se fait plus sur trois cartes dominantes comme aux traitements 0.1 et 0.2, mais sur les deux cartes 2 et 5. L'émergence de la carte 2 observée au traitement 0.2 est donc confirmée au traitement 0.3. La carte 5 a également une fréquence élevée (15/36).

En moyenne sur les cinq dernières périodes, la carte 5 est très proche de la carte 2. La carte 4 se maintient à un niveau faible sur les cinq dernières périodes (à une moyenne de 5/36, avec un écart-type nul) et n'est clairement pas un point focal pour les joueurs. Le bruit introduit par l'illustration du traitement 0.3 est très élevé. Il l'est d'autant plus que les choix, éloignés des prédictions théoriques, sont stables : les faibles écarts-types observés pour toutes les cartes montrent une constance dans les choix sur les cinq dernières périodes.

Nous avons observé que les choix sont sensibles au niveau d'illustration par les différences dans les résultats entre les traitements 0.1 et 0.2. Quand on se place à deux niveaux d'illustration considérés comme équivalents, comme c'est le cas des traitements 0.2 et 0.3, on constate que les choix sont également différents. Comme on ne peut plus l'expliquer par le niveau de précision de l'illustration, c'est à son contenu même que nous sommes obligés de recourir. L'intuition ici est que le modèle « salariés » est plus parlant aux joueurs que la référence agricole, conduisant à réduire l'espace des choix et à promouvoir dans cet espace les solutions les plus égalitaires. Ce résultat conduit à **rejeter l'hypothèse H2**.

Les choix tels qu'observés dans cette partie permettent d'identifier les préférences globales au sein d'un échantillon de 36 joueurs, mais ne tiennent pas compte de la coordination au sein des groupes. Dans le cas d'une domination des choix par une carte, telle qu'au traitement 0.0 avec la carte 4, on peut considérer que le choix des autres cartes (cartes 2 et 5) sont marginaux et ont systématiquement entraîné un échec de la coordination dans les groupes concernés.

Dans les trois autres traitements (traitements 0.0, 0.1 et 0.2), illustrés, donc soumis à un bruit, la dispersion observée entre les cartes 2, 4 et 5 ne permet pas de dire qu'un choix est marginal par rapport à un autre. On peut alors imaginer deux types de scénario au sein des 12 groupes :

- » *Coordination réussie* : les groupes se sont coordonnés avec succès sur une carte, variable d'un groupe à l'autre.
- » *Echec de la coordination* : au sein de tous les groupes, chaque joueur a une carte favorite, par exemple l'un la carte 2, l'autre la carte 4 et le troisième la carte 5, entraînant l'échec de la coordination.

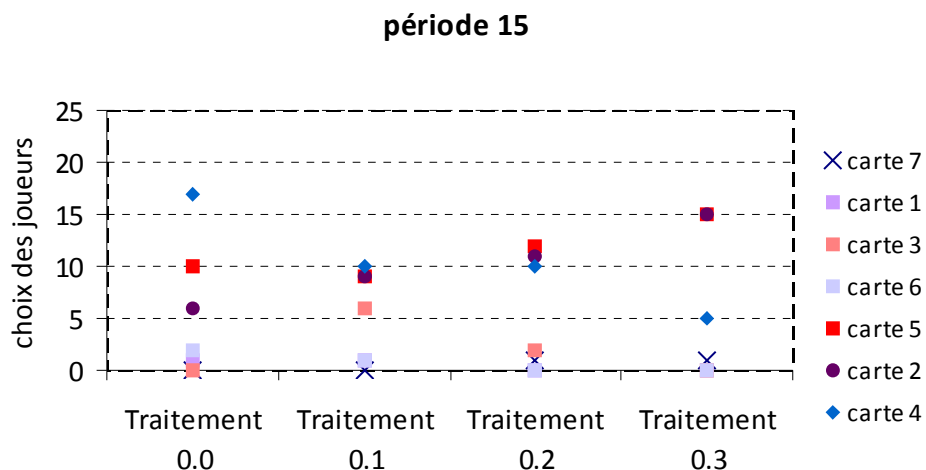
Cette différence de scénario, non captée par l'analyse faite jusqu'ici, n'implique pas les mêmes interprétations quant à l'origine du bruit observé dans les résultats des traitements 0.1, 0.2 et

0.3. Dans le cas d'une coordination *réussie* sur des cartes différentes, on interprétera le bruit comme une dispersion des préférences de façon aléatoire d'un groupe à l'autre, quel que soit le rôle des joueurs. Dans le cas *d'échec de la coordination*, il faudra considérer les préférences des joueurs en fonction de leur rôle A, B ou C dans chaque groupe, et donc faire appel à leur propension à rompre (ou à préférer) une allocation par rapport à celles proposées par les autres joueurs.

La combinaison de ces deux scénarios est également possible, avec une partie des groupes coordonnée sur des cartes différentes, et une autre partie avec des joueurs campant sur des positions différentes au sein de leur groupe.

## 2.2. Les résultats de la coordination

Les choix observés à la période 15 pour les quatre traitements de la série « KatLab 0 », abordés dans la partie précédente, sont rappelés dans le graphique 5 ci-dessous.

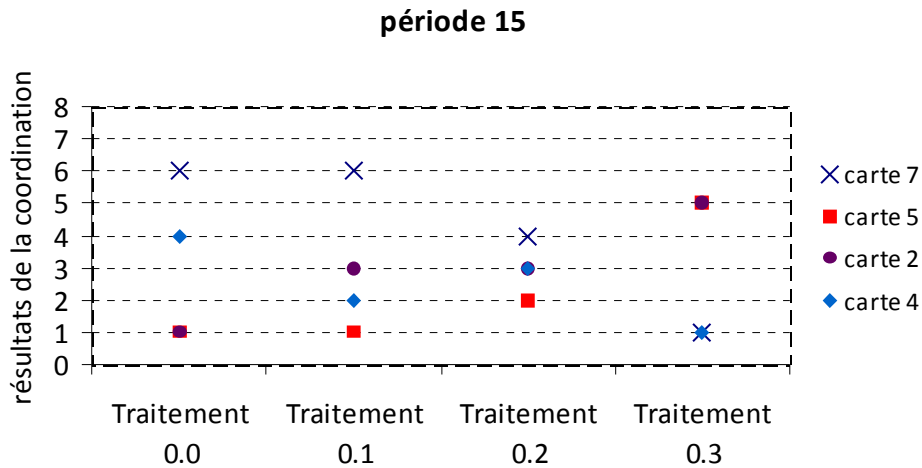


Période 15	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.0	0	1	0	2	10	6	17
Traitement 0.1	0	1	6	1	9	9	10
Traitement 0.2	1	0	2	0	12	11	10
Traitement 0.3	1	0	0	0	15	15	5

**Graphique 5. Choix des joueurs à la période 15 pour les quatre traitements de « KatLab 0 »**



Le graphique 6 présente , à la période 15, les résultats de la coordination dans les 12 groupes pour les quatre traitements de la série « KatLab 0 », après que les 36 joueurs aient fait leur choix<sup>63</sup>.



Période 15	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.0	6	0	0	0	1	1	4
Traitement 0.1	6	0	0	0	1	3	2
Traitement 0.2	4	0	0	0	2	3	3
Traitement 0.3	1	0	0	0	5	5	1

**Graphique 6. Résultats de la coordination au fil des périodes pour la série de traitements « KatLab 0 »**

Pour les quatre traitements, on observe une coordination seulement sur les cartes 2, 4 et 5, et aucune sur les cartes 1, 3 et 6 ce qui est assez naturel. Les cartes 2, 4 et 5 apparaissent dans des proportions différentes pour chaque traitement. Ces proportions rappellent les observations faites à la période 15 au niveau des choix des joueurs (cf. graphique 5) :

- » la carte 4 est appliquée dans 4/12 groupes et domine les coordinations au traitement 0.0
- » les cartes 2, 4 et 5 apparaissent dans des proportions proches aux traitements 0.1 et 0.2
- » au traitement 0.3 la carte 4 disparaît (1/12) pendant que les cartes 2 et 5 sont appliquées à un niveau très élevé (5/12).

Cette correspondance entre les résultats de la coordination et les choix des joueurs, notamment dans les traitements où plusieurs cartes dominant les préférences, implique qu'un scénario unique *d'échec de la coordination*, i.e. avec des joueurs campant sur leurs positions au sein des

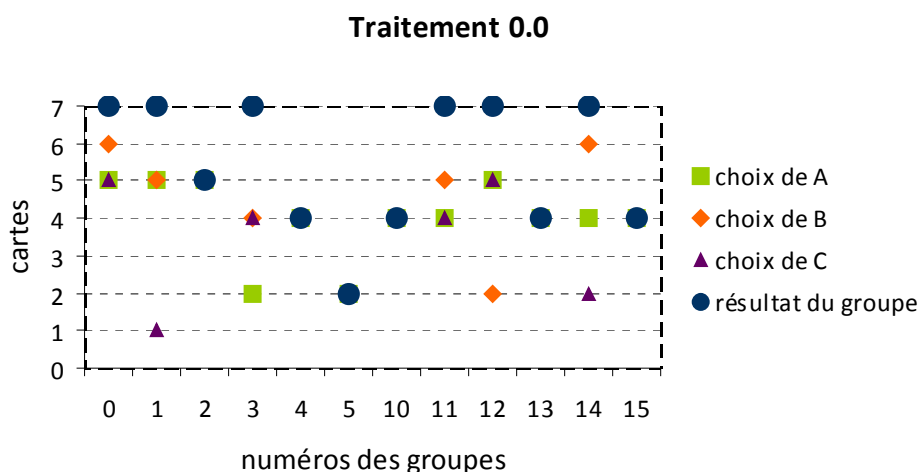
<sup>63</sup> Les valeurs utilisées pour construire les graphiques présentés dans cette partie sont reportées en annexe 5

groupes, n'est pas envisagé. On a bien des coordinations sur des cartes différentes d'un groupe à l'autre.

On remarque qu'au traitement 0.0 le choix des cartes 2 et 5 n'entraîne pas forcément un échec de la coordination : un groupe se coordonne sur la carte 2 et un autre sur la carte 5. La coordination sur la carte 5, coalition théoriquement très instable (l'allocation « égalitaire stricte » n'est pas dans le Core), est inattendue à la période 15. L'important taux d'échec observé dans presque tous les traitements (la carte 7 arrivant en tête des résultats sauf au traitement 0.3), nous pousse à observer les comportements des joueurs dans chaque groupe.

Les graphiques ci-dessous montrent les choix des joueurs et le résultat de la coordination à la période 15 pour les quatre traitements de « KatLab 0 ». L'analyse de ces courbes ne donne pas d'explication sur les comportements, mais permet toutefois de dégager qualitativement quelques tendances remarquables.

Le graphique 7 ci-dessous rassemble pour tous les groupes<sup>64</sup> du traitement 0.0, les choix opérés à la période 15 par chaque joueur et le résultat de la coordination.



**Graphique 7. Choix des joueurs et résultats des groupes pour le traitement 0.0 à la période 15**

Parmi les six groupes n'arrivant pas à se coordonner au traitement 0.0, un seul échec est dû à un éclatement complet des choix : les trois joueurs du groupe 14 choisissent chacun une carte

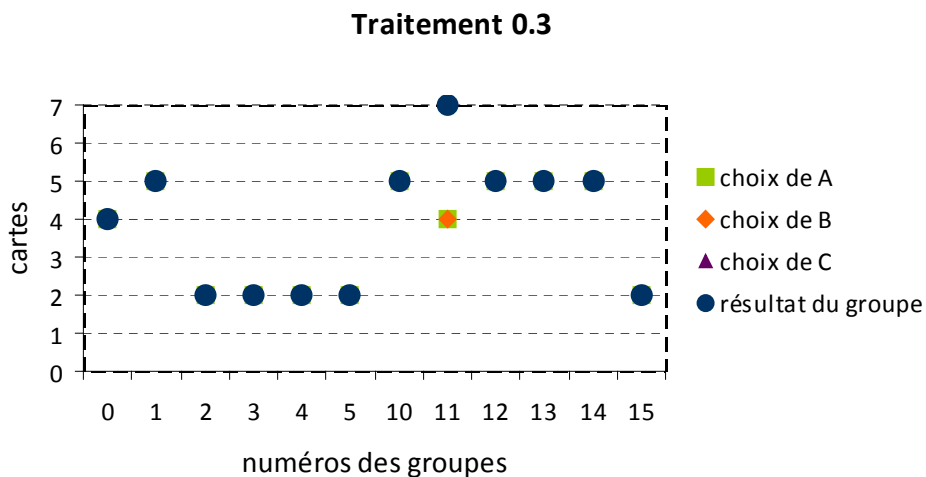
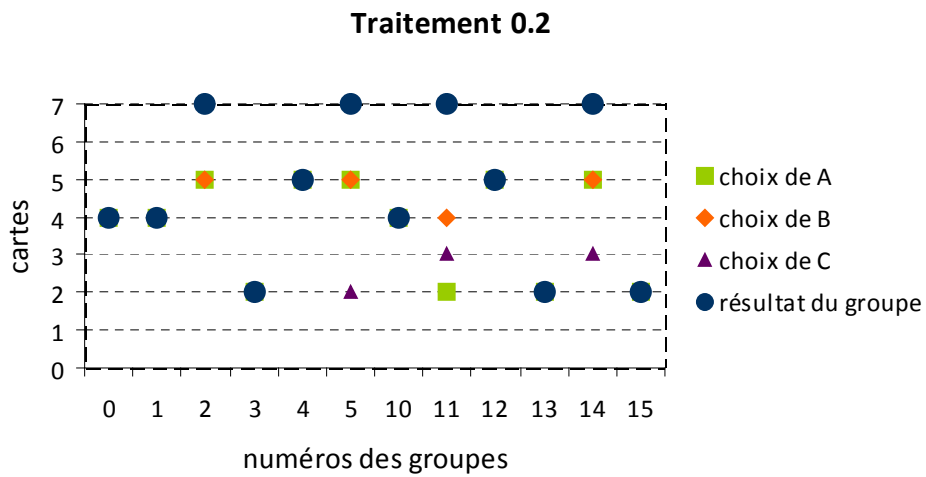
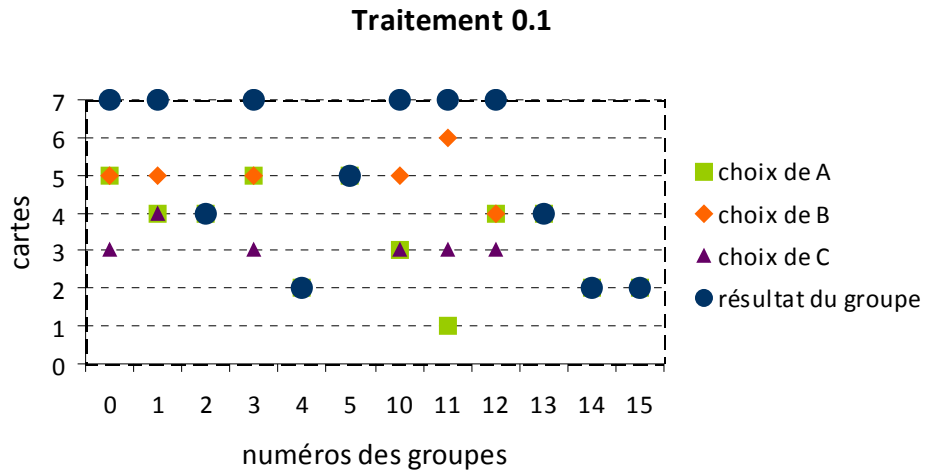
<sup>64</sup> Les numéros des 12 groupes reportés dans les graphiques 7 à 10 ne se suivent pas. Le laboratoire du LEEM ne pouvant accueillir en une séance que 6 groupes de 3 joueurs. Deux sessions ont dû être menées (à l'identique pour chaque traitement) pour obtenir les résultats des  $2 \times 6 = 12$  groupes, numérotés de 0 à 5 pour la première session et de 10 à 15 pour la deuxième.

différente. Ce scénario est donc rare au traitement 0.0. Dans les cinq autres groupes en échec, deux joueurs se coordonnent sur une même carte, soit la carte 4 (groupes 3 et 11) soit la carte 5 (groupes 0, 1 et 12), quand le troisième joueur empêche l'unanimité requise en préférant une autre proposition. L'identité du troisième joueur n'est pas la même dans chaque cas :

- » pour la carte 4, ce sont soit le joueur A (groupe 3), soit le joueur B (groupe 11) qui rompent la coalition.
- » pour la carte 5 ce sont soit le joueur B (groupes 0 et 12) soit le joueur C (groupe 1) qui rompent la coalition.

La rupture opérée par le joueur A dans le groupe 3 est cohérente avec sa propension à rompre la coalition de la carte 4, son indice de Gately (cf. chapitre 3) est plus élevé que celui des joueurs B et C. Il rompt la coalition en exprimant une préférence envers la carte 2, pour laquelle son indice de Gately est le plus faible.

Si l'on explique aisément la forte attraction opérée par la carte 5 sur le joueur A (groupes 0, 1, 2 et 12) et le joueur B (groupes 1, 2 et 11) par le fait qu'elle leur procure la plus haute allocation parmi toutes les alternatives possibles, on ne saisit cependant pas comment le joueur C (groupes 0, 2 et 12) pour qui l'allocation reçue est inférieure à celle du statu quo, peut préférer la carte 5. Les analyses des mécanismes d'apprentissage au chapitre 6 et de la dynamique d'apprentissage au sein des groupes en annexe 6 permettent d'approfondir l'analyse de ces comportements.



**Graphique 8. Choix des joueurs et résultats des groupes pour les traitement 0.0, 0.1 et 0.2 à la période 15**

Le graphique 8 ci-dessus rassemble, pour les traitements illustrés (traitements 0.1, 0.2 et 0.3), les choix opérés à la période 15 par chaque joueur et le résultat de la coordination dans tous les groupes.

Au traitement 0.1, parmi les six échecs de la coordination, la carte 3 est choisie 5/6 fois par le joueur C du groupe concerné (groupes 0, 3, 10, 11, 12). Le groupe 11 a la particularité d'avoir chaque joueur qui exprime une préférence pour la carte égoïste (1, 3 ou 6) qui lui est favorable.

- » Au traitement 0.2, parmi les quatre échecs de la coordination, le joueur C refuse 3/4 fois de se coordonner avec les joueurs A et B sur la carte 5 (groupes 2, 5 et 14). Seul le groupe 11 voit une dispersion des choix sur trois cartes différentes.
- » Au traitement 0.3, le seul échec (groupe 11) est un refus du joueur C de se coordonner avec les joueurs A et B sur la carte 4.

Dans ces trois traitements, le scénario d'un échec de la coordination au sein d'un groupe, induit par un choix différent exprimé par chacun des trois joueurs, n'est pas plus vérifié qu'au traitement 0.0.

A ce stade de l'analyse, bien qu'on ne puisse pas expliquer les comportements des joueurs, on ne peut cependant affirmer que le bruit observé dans les choix au cours des traitements illustrés, prévu dans l'hypothèse H1, implique un échec dans la coordination. Le traitement 0.3 est l'exemple flagrant d'une coordination réussie sur deux cartes différentes malgré le bruit important observé dans les choix. Le bruit apporté par l'illustration dévie collectivement les préférences des joueurs au sein des groupes, sans que se détache une typologie de choix opérée par les joueurs selon leur rôle<sup>65</sup>.

On ne peut cependant pas expliquer les comportements en se concentrant uniquement sur les résultats de la période 15. Les choix observés à cette période découlent d'un processus d'apprentissage développé pendant les 14 périodes précédentes qu'il est indispensable d'évaluer pour mieux comprendre les comportements observés (cf. chapitre 6<sup>66</sup>).

---

<sup>65</sup> A l'exception notable des joueurs C du traitement 0.1 très portés sur la carte 3 (voir annexe 5).

<sup>66</sup> Au chapitre 6, on comparera les différents profils d'apprentissage observés à tous les traitements, depuis la première jusqu'à la dernière période, dans le but de dégager des pistes de réflexion quant à l'effet sur cet apprentissage des autres attributs du contexte testés par le plan d'expérience KatLab. On obtiendra alors une analyse plus poussée des comportements observés.

### 3. Le bilan de « KatLab 0 ».

Les résultats expérimentaux obtenus aux traitements 0.0, 0.1, 0.2 et 0.3 sont compatibles avec l'idée qu'un contenu narratif plus sophistiqué augmente la dispersion des préférences. La narration accroît le "bruit" qui affecte les choix des joueurs, qui s'éloignent d'autant plus des prédictions théoriques que le niveau d'illustration est élevé. Cependant, alors qu'il était attendu une dispersion équivalente dans les choix des joueurs aux traitements 0.2 et 0.3, on observe une plus grande déviation au traitement 0.3, dans lequel la carte 4 ressort peu dans les préférences des joueurs.

Ce résultat invite à explorer plus largement les justifications éthiques qui sous-tendent les choix. L'ajout d'éléments narratifs semble modifier la représentation de justice ou d'équité des joueurs, suggérant une « dépendance » du choix d'allocation au contenu narratif associé au protocole. Il en résulte une certaine incertitude quant à la sélection d'une allocation particulière au sein des groupes, l'accord se faisant aléatoirement sur l'une ou l'autre des alternatives proposées. Les résultats obtenus de ces expériences en laboratoire soutiennent cette hypothèse, rendant même acceptable la possibilité d'identifier un « effet Schelling » dans le traitement 0.3 qui renvoie à l'homogénéité culturelle des parties.

La question de l'homogénéité culturelle des parties impliquées dans « KatLab 0 » peut être posée à deux niveaux :

1. Perceptions différentes de contenus équivalents : le prisme de déviation vient des joueurs.

La forte coordination observée au traitement 0.3 implique que le contexte « non-eau : salariés » fournit une référence culturelle forte et partagée par l'ensemble des joueurs au sein des groupes. Les joueurs concernés sont des étudiants, pour qui la situation décrite au traitement 0.3 peut être plus proche de leur expérience que celle illustrant le traitement 0.2. Le contexte « eau : agriculteurs » est peut-être trop spécifique pour des étudiants et ne leur fournit pas autant de clés de coordination que le contexte « non-eau : salariés » qu'ils connaissent davantage.

2. Bonne perception de deux contenus bien distincts : le prisme de déviation est contenu dans les illustrations.

La faible apparition de la carte 4 dans les choix indique que les éléments illustratifs du traitement 0.3 empêchent les joueurs d'apprendre à se coordonner sur l'allocation équitable. Symétriquement, le contexte « non-eau : salariés » exerce une forte attraction vers les allocations égalitaires, qu'elles soient portées par la carte 2 (« égalitaire intermédiaire ») ou la carte 5 (« égalitaire stricte »). Il est possible que pour les joueurs, le travail au sein d'une équipe dans l'entreprise ne justifie pas la prise en compte des contributions marginales de ses membres, considérant que tous sont égaux et que chacun doit s'effacer au profit du groupe. Aux yeux des joueurs, une contribution marginale se justifie peut-être mieux dans les environnements de choix référant à la gestion de l'« eau », et donc ressort davantage que dans le cadre « non-eau : salariés » où le choix de cette allocation est marginal.

Le déroulement du plan d'expérience « KatLab » prévoit le transfert du protocole sur le terrain, avec des agriculteurs, pour qui le référentiel de l'« eau » renvoie à leur propre expérience. On vérifiera alors si l'illustration des instructions par l'introduction d'éléments propres à ce contexte entraîne les mêmes effets que ceux observés sur des étudiants, en laboratoire.

Le tableau 10 ci-dessous est une synthèse des résultats présentés dans ce chapitre.

	<b>ILLUSTRATION</b>
<p><b>H1</b></p> <p><i>Illustrer les instructions accroît le « bruit » dans les résultats</i></p>	<p><b>Non rejetée</b></p> <p>Contrairement au traitement 0.0 où la prédiction théorique (carte 4 : « Shapley ») domine les préférences, la hiérarchie des choix aux traitements 0.1, 0.2 et 0.3 est bouleversée:</p> <p>au traitement 0.1, les choix sont dispersés entre les cartes 2, 4 et 5 et instables, et niveau très élevé de la carte 3 ;</p> <p>au traitement 0.2, les choix sont dispersés entre les cartes 2, 4 et 5 et encore plus instables avec une diminution encore plus importante de la carte 4 et une émergence de la carte 2 (par rapport aux traitements 0.0 et 0.1) ;</p> <p>au traitement 0.3, les choix sont stables : la carte 4 disparaît des préférences exprimées par les joueurs, au profit des cartes égalitaires, i.e. la carte 2 (égalitaire « intermédiaire ») et la carte 5 (égalitaire « stricte »).</p>
<p><b>H2</b></p> <p><i>L'hypothèse H1 est insensible au contenu de l'illustration</i></p>	<p><b>Rejetée</b></p> <p>Au traitement 0.3, seules deux cartes (2 et 5) dominent les choix, alors qu'au traitement 0.2, trois cartes (2, 4 et 5) se partageaient les préférences. La carte 4 n'existe pas au traitement 0.3, le bruit y est encore plus important qu'au traitement 0.2.</p>
<p><b>H3</b></p> <p><i>Le partage selon la valeur de Shapley est le choix majoritaire</i></p>	<p><b>Non rejetée</b></p> <p>Au traitement 0.0, le choix de la carte 4 est de 17/36. La carte 5 (10/36) et la carte 2 (6/36) sont significativement en retrait. La carte 4 est préférée.</p>

**Tableau 10. Récapitulatif du test des hypothèses H1, H2 et H3**





## **Chapitre 5. Effet sur le comportement des joueurs de la communication**

La prise d'une décision concertée dans certaines situations de la vie réelle peut être confrontée à la difficulté qu'ont les agents d'échanger entre eux des informations. Des outils d'aide à la décision participative, comme les jeux de rôles, peuvent pallier l'absence ou l'inefficacité des arènes de discussion institutionnelles, et permettre aux parties prenantes de se rencontrer et d'échanger. La communication, base de la concertation, est un attribut essentiel sur lequel s'appuie la construction de tout outil participatif (ComMod 2003). La connaissance de l'impact de la communication sur la prise de décision est alors cruciale pour améliorer ces outils. L'évaluation de l'effet de la communication est possible à travers la méthodologie expérimentale.

Dans le but de contrôler au maximum les paramètres influençant les prises de décisions, la plupart des expérimentations en laboratoire se déroulent sans communication entre les joueurs. Cependant, comme énoncé précédemment, les décisions dans le monde réel sont le plus souvent prises après une concertation entre des parties concernées. Cette caractéristique remet en cause la validité externe des résultats d'expérimentations conduites sans communication entre les participants. Pour y remédier, la communication est progressivement introduite dans les protocoles expérimentaux où elle n'était pas permise à l'origine. L'impact de la communication dans les prises de décisions peut être évalué en comparant, toutes choses égales par ailleurs, l'effet sur les résultats des modalités d'échange d'informations entre joueurs (cf. chapitre 1).

Dans l'étape de notre travail dont il sera rendu compte ici, l'accent est porté sur l'introduction de la communication dans le protocole KatLab. Comme dans le protocole, présenté au chapitre 3, l'évaluation repose sur une approche conduite en laboratoire; il s'en différencie en laissant aux joueurs la possibilité d'échanger entre eux des informations. L'introduction contrôlée d'une illustration dans les instructions du protocole sans communication que nous avons appelé « KatLab 0 », graduée en quatre traitements - partant d'une demande abstraite et allant vers

une demande plongée dans une narration plus ou moins sophistiquée - est réduite à deux traitements dans sa version avec communication que nous appellerons « KatLab 1 » (cf. tableau 11) : un traitement abstrait et un traitement illustré, celui introduisant la référence à la gestion de l'eau. Ces tests et leurs résultats sont l'objet de ce chapitre.

		INSTRUCTIONS				
		Abstrait	Eau : phrase seule	Eau : agriculteurs	« Non-eau »: salariés	
COMMUNICATION	Sans	Traitement 0.0	Traitement 0.1	Traitement 0.2	Traitement 0.3	« KatLab 0 »
	Avec	Traitement 1.0		Traitement 1.2		« KatLab 1 »

**Tableau 11. Numérotation des traitements pour « KatLab 1 »**

## 1. Choisir une modalité de communication

Si on s'intéresse aux modalités de communication utilisées en jeux de rôles, on observe que celle qui a été la plus communément utilisée est le mode dit face à face. L'évaluation expérimentale montre son fort impact sur la coopération (cf. chapitre 1), mais son implémentation ne permet pas un contrôle strict sur les informations échangées entre les joueurs. Or, nous avons interprété le contexte d'un jeu comme un niveau d'information véhiculé à travers quatre attributs : « instructions », « communication », « répétition » et « motivation ». La dégradation de KatAware a été guidée par la volonté de contrôler en laboratoire ces niveaux d'information pour en mesurer les effets sur le comportement des joueurs. Le choix de la modalité de communication à tester dans KatLab devra donc répondre à cet objectif. Pour cette raison, la communication sera numérique et contrôlable et ne pourra pas être le « face à face ».

Le « chat-messenger » permet un meilleur contrôle (Bochet et al. 2005). Les sessions en laboratoire étant gérées par l'interface informatique, il n'y a pas de contrainte technique pour sa mise en œuvre. Toutefois, deux effets non voulus nous ont conduits à rejeter cette modalité. Premièrement, l'absence de restriction dans les contenus échangés oblige l'expérimentateur à jouer un rôle de modérateur. Ce contrôle peut engendrer un effet spécifique d'autorité sur le comportement des joueurs. Ces derniers peuvent ne pas exprimer librement leur opinion, et plutôt chercher à exprimer ce qu'ils pensent que l'expérimentateur attend d'eux. En effet, l'expérimentateur peut malgré lui avoir envers les joueurs une image d'« autorité » perturbant la sincérité des échanges (Brosig 2002). Deuxièmement, il est difficile d'analyser les scripts, où est

chronologiquement consignée la communication, du fait des conversations croisées qui peuvent se mettre en place pendant la phase d'échange. Pour assurer un contrôle sur les informations échangées, un intermédiaire doit être trouvé entre le « chat-messenger » et la version la plus contrôlée, i.e. la communication numérique qui n'offre pas un degré de liberté suffisant aux joueurs dans l'expression de leurs opinions (Bochet et al. 2005).

Au chapitre 1, nous avons vu que la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> hypothèse de Dawes (1977) sont rejetées: il n'y a pas impact de l'identification (ou humanisation) sur le comportement des joueurs, de même que la discussion « ouverte » n'améliore en rien le taux de coopération. Pour évaluer l'impact de la communication, on se concentre alors seulement sur la 3<sup>ème</sup> hypothèse de Dawes (1977) : l'engagement. Bicchieri (2006) insiste sur l'importance des attentes des joueurs, basées sur leurs croyances. Le but d'un joueur participant à la phase de communication est de convaincre les autres joueurs, de leur faire réviser leurs croyances et donc de les inciter à se conformer à l'alternative particulière que celui qui avance l'argument a choisie (Karacapilidis et Papadias 2001). L'argumentation d'un choix par un joueur éclaire donc ses interlocuteurs sur ses motivations, permettant une meilleure compréhension de ses décisions. Les attentes des joueurs ne sont plus basées sur des croyances portant sur la fiabilité des autres joueurs (e.g. « vont-ils tenir leur promesse ? ») et il n'est alors pas besoin d'exprimer une promesse pendant la phase de communication. Les croyances vont plutôt se centrer sur les arguments avancés, le poids donné à chaque argument dépendant de la force de la preuve ou de la force des contre-arguments l'inhibant (Karacapilidis et Papadias 2001).

On cherchera alors à favoriser l'argumentation dans la modalité de communication qui sera mise en œuvre dans KatLab, en contraignant les échanges, afin que ne circulent entre les joueurs que des arguments soutenant l'une ou l'autre des cartes proposées. Une communication « contrainte », i.e. ne reposant que sur l'argumentation des choix opérés, sans laisser la possibilité aux joueurs de sortir du cadre logique motivant leur prise de décision, peut aboutir à un meilleur contrôle et faciliter l'interprétation par l'expérimentateur des informations échangées. Il est possible d'imposer cette contrainte en amenant les joueurs à choisir les informations à communiquer entre eux au sein d'un pool de propositions prédéterminées, plutôt que de les laisser écrire librement, avec leurs propres mots, les fondements de leur choix. Les propositions mises à disposition étant alors uniquement des arguments mobilisables par les joueurs pour soutenir tous les choix possibles dans le jeu. Cela permet d'éliminer les informations non pertinentes échangées entre les joueurs quand la communication est libre,

mais aussi d'empêcher l'introduction d'éléments « parasites » que l'expérimentateur doit modérer dans le « chat-messenger » (i.e. les ruptures de l'anonymat et les ententes ou les menaces « hors-jeu »). En recentrant la communication sur les éléments pertinents du jeu, on élimine les éléments « hors-sujet » qui n'ont de toute façon pas d'effet sur les résultats (Bouas et Komorita 1996). L'intérêt d'une telle restriction est qu'elle permet de réduire l'éventail des contenus potentiellement échangés, et donc l'éventail des informations à contrôler dans la phase de communication.

La communication contrainte implique donc que toutes les informations pertinentes concernant les choix ont été anticipées et mises à disposition des joueurs au sein d'un pool fini d'arguments. Les communications contraintes menées jusqu'alors concernent des situations simples : 2 joueurs et 2 choix, au sein d'un jeu du type « dilemme du prisonnier » ou d'une de ses variantes. L'implémentation est simple, il y a pour les joueurs deux possibilités. On donne aux joueurs soit la possibilité de ne pas envoyer de message à leur partenaire, soit celle d'envoyer une phrase à compléter: « je choisis de [...] à la période suivante », en plaçant dans l'espace vide soit [« coopérer »], soit [« me défausser »] (Cooper et al. 1989 et 1992, Crawford 1998). Il n'y a alors pas d'argument avancé, mais simplement l'expression par chaque joueur d'une décision qu'il *pourrait* prendre, puisque en « cheap-talk », il n'y a aucune garantie que les choix exprimés correspondent aux décisions effectivement prises par les deux joueurs. Cette modalité, même si elle peut être une source d'inspiration, n'est pas adaptée au protocole KatLab.

## 2. La communication argumentée

### 2.1. Le pool des arguments

La question de la mise en oeuvre d'une communication argumentée dans un protocole, en environnement expérimental, se pose: comment construire l'ensemble d'arguments mis à la disposition des joueurs, et s'assurer qu'il contient **tous** les arguments mobilisables par les joueurs pour soutenir **toutes** les alternatives possibles?

Une première possibilité, garantissant la complétude de l'ensemble, est d'explicitement tous les critères de construction des 7 alternatives proposées. De cette façon, le pool proposé est strictement centré sur le cœur des informations pertinentes. Néanmoins, l'effet (s'il est visible) mis en évidence expérimentalement ne serait peut-être pas l'effet de la communication, mais l'effet sur le comportement des joueurs de l'élicitation des clés de raisonnement, i.e. l'apport d'une information supplémentaire (tacite dans les instructions) fournie par

l'expérimentateur via un autre canal que les instructions. Or, nous cherchons à connaître l'effet de la communication, considérée comme une information échangée, et non pas comme une information supplémentaire donnée par l'expérimentateur.

Une deuxième possibilité est d'élaborer une synthèse d'arguments avancés en face à face par des joueurs participant à des sessions-pilotes du protocole, à qui on a seulement imposé de n'exprimer que les arguments soutenant leurs choix (i.e. pourquoi le choix d'une alternative ?) ou leurs non-choix (i.e. pourquoi ne choisissent-ils pas les autres alternatives ?). Le nombre de sessions-pilotes n'est pas fixé *a priori* puisqu'on s'impose de jouer jusqu'à l'observation de la saturation des arguments fournis : quand on ne voit plus surgir dans une session de nouveaux arguments, les sessions exploratoires s'arrêtent et on passe à la synthèse des informations récoltées sur l'ensemble des pilotes. Cela fut la démarche adoptée.

Quatre sessions pilotes ont été menées pour établir le pool finalement proposé aux joueurs participant aux sessions expérimentales. Le fait de synthétiser les arguments après seulement quatre sessions pilotes peut interroger sur la complétude du pool d'arguments proposés. Il est à noter cependant que les arguments exprimés par les joueurs au bout de deux pilotes étaient les mêmes que ceux proposés par les participants pendant les deux pilotes suivants. Cela recoupe l'observation de Brosig et al. 2003, qui ont qualitativement observé dans les enregistrements peu de différences entre les groupes qu'ils avaient mis en communication dans leur protocole.

La synthèse procède d'une manipulation faite par l'expérimentateur sur le nombre de sessions-pilotes jouées et sur le tri des arguments fournis aux joueurs. Mais dans ce cas précis, les arguments « synthétisés » proviennent des joueurs qui se sont exprimés librement dans des sessions préalables, sans connaître les critères de construction des cartes (cf. tableau 4). L'information recueillie peut toutefois contenir des clés de construction du jeu que les joueurs ont deviné et également des éléments subjectifs (propres aux joueurs) et pertinents dans la prise de leurs décisions. On obtient ainsi un ensemble d'arguments plus complet que s'il avait été construit par l'expérimentateur seul. Cependant, on ne peut être sûr à 100% que la synthèse des arguments recouvre toutes les informations pertinentes que les joueurs pourraient échanger, et donc que le pool des arguments est exhaustif, qu'il est un ensemble fini. On posera tout de même l'hypothèse qu'il l'est<sup>67</sup>.

---

<sup>67</sup> Nous n'avons pas réussi à trouver du côté de l'IA une proposition explicite qui associerait à un ensemble d'alternatives fini une base d'arguments finie (en dehors, éventuellement, d'un ensemble de mesure nulle qu'illustre un argument présenté plus bas: « je préfère la carte 5 car c'est mon chiffre préféré »)

La communication telle qu'elle est entendue ici est le partage de points de vue, impliquant à la fois l'affirmation par un joueur de son propre point de vue (justification d'une préférence) et également sa réponse en réaction aux points de vue défendus par les autres. Le but d'une phase de communication est de convaincre les autres joueurs, de leur faire réviser leurs croyances (Karacapilidis et Papadias 2001). Il ne s'agit donc pas d'exprimer seulement une intention, comme dans l'expérience « simple »<sup>68</sup> de Cooper et al. (1989), mais de défendre une prise de position. Ainsi, pour permettre aux joueurs de se défendre, l'ensemble des arguments doit également inclure les « arguments contre », i.e. les arguments qui rejettent le choix d'une alternative proposée par les autres joueurs. Un même énoncé, selon l'utilisation qui en est faite, peut servir d'argument en faveur d'une alternative ou être un argument contre une autre alternative.

Le choix des arguments retenus pour composer le pool répond à deux règles que nous nous sommes imposées. Les énoncés proposés dans KatLab:

- n'offrent pas aux joueurs d'indices explicites sur la construction du jeu. Par exemple, l'argument « je choisis la carte 4 car c'est *la plus équitable si on considère les gains obtenus par les joueurs quand ils sont seuls et quand ils sont en coalitions partielles* », bien que vérifiable et basé sur le critère de Shapley, est rejeté pour ne pas influencer le comportement des joueurs, la référence à la théorie des jeux coopératifs étant ici trop évidente<sup>69</sup>.
- ne contiennent pas d'éléments subjectifs non pertinents, comme par exemple un argument du type « je préfère la carte 5 car c'est mon chiffre préféré ». Le nombre de ces arguments peut être infini, il est impossible de tous les consigner dans le pool d'arguments mis à la disposition des joueurs. D'ailleurs, on a déjà vu au chapitre 1 qu'ils ne participaient pas à l'effet positif de la communication sur la coopération (Bouas et Komorita 1996).

On propose de ne retenir que les énoncés *vérifiables* et le seul énoncé *subjectif*: « je veux coopérer » (cf. le tableau 12 ; les énoncés retenus correspondent aux cellules surlignées en jaune). L'idée directrice est de pouvoir formaliser la compilation « alternative – argumentation »

---

<sup>68</sup> Dilemme du Prisonnier ou Bataille des sexes, avec 2 joueurs et 2 choix

<sup>69</sup> De même que le terme « coalition » est exclu des instructions pour des raisons de neutralité du vocabulaire employé envers les joueurs (en utilisant des termes issus du langage commun et non de la théorie), nous avons suivi une règle équivalente de neutralité pour l'écriture des arguments soutenant les cartes, en bannissant toute référence directe à la théorie et en se concentrant sur le vocabulaire utilisé par les joueurs pendant les sessions pilotes.

faite par les joueurs en énoncés logiques, mobilisables par l'informatique (en gardant à l'esprit une possible ouverture vers les outils de simulation). Les arguments vérifiables ont pour valeur de vérité 0 ou 1, et sont la conséquence d'une théorie qui n'est pas sujette à discussion. Par exemple l'argument « tout le monde reçoit le même montant » a pour valeur 1 quand il défend la carte 5 et 0 quand il défend les autres cartes.



	PREFERENCES	ARGUMENTS « POUR » <i>Je choisis la carte x car</i>	ARGUMENTS « CONTRE » <i>Je ne choisis pas la carte y car</i>
<b>MOTIFS SUBJECTIFS</b> (= au sens des préférences) <b>&amp; NON VERIFIABLES</b>	Pour la coordination	<b>je préfère le consensus à la reconnaissance de mes droits</b> <b>je veux coopérer</b>	
		Mimétisme la carte x a été choisie par le joueur i la carte x a été choisie par les deux autres joueurs	la carte y n'a pas été choisie par le joueur i la carte y n'a pas été choisie par les deux autres joueurs
		Anticipation d'un blocage	le joueur i n'acceptera pas la carte y les deux autres joueurs n'accepteront pas la carte y
		Préférence contre le risque (mécanisme de coordination) <b>changer de carte présente un risque d'échec</b>	
	Pour l'égalité	j'ai cumulé suffisamment de gains aux périodes précédentes le joueur i a cumulé suffisamment de gains aux périodes précédentes (stratégie mixte dans le temps)	
		le joueur i est trop gourmand les joueurs i et j sont trop gourmands	
<b>MOTIFS VERIFIABLES</b>	Pour x = 1, 3, et 6	<b>je veux tout prendre et ne laisser aux autres que le minimum</b>	
	Pour x = 7	<b>les choix opérés ne me conviennent pas</b>	
	Pour x = 2 et 4	tout le monde y gagne par rapport à la carte 7	
	Pour x = 5	tout le monde reçoit le même montant	
	Pour tout x	la carte x m'est favorable ... la carte x est favorable au joueur i ... la carte x est favorable aux joueurs i et j ... ... la carte x est favorable à tout le monde ... ... ...par rapport à la carte y	la carte y m'est défavorable ... la carte y est défavorable pour le joueur i ... la carte y est défavorable pour les joueurs i et j ... la carte y est défavorable pour tout le monde ... ...par rapport à la carte x

- Sur fond jaune, les énoncés retenus pour les traitements de la série « KatLab 1 » -

**Tableau 12. Synthèse et classification des énoncés observés au cours des pilotes.**

Si notre approche ne garantit pas la complétude de l'espace des arguments, la synthèse permise par nos sessions pilotes semble bien saturer l'information mobilisable en appui au choix des différentes alternatives. La probabilité d'occurrence d'autres arguments est sans doute négligeable, s'agissant du moins des arguments vérifiables, les seuls que nous nous proposons

de garder dans le pool proposé aux joueurs. Nous admettrons donc l'hypothèse suivante: « l'ensemble des arguments vérifiables, soutenant ou attaquant un ensemble fini d'alternatives, est lui-même un ensemble fini ».

## **2.2. La mise en œuvre expérimentale**

L'argumentation introduite dans le protocole KatLab correspond à la modalité supérieure de l'attribut communication. La version avec communication, jouée en laboratoire avec des étudiants, est une série de deux traitements (numérotés 1.0 et 1.2) que nous appellerons « KatLab 1 ».

La possibilité de communiquer est offerte aux joueurs à trois moments dans « KatLab 1 ». Une première phase de communication est conduite avant la période 1, quand les joueurs n'ont pas encore interagi les uns avec les autres. Les messages argumentés qu'ils composent à partir du pool d'énoncés mis à leur disposition traduit ce qu'ils ont compris des instructions, sans autre « expérience » que la lecture des instructions. Ils ne sont pas encore influencés par les arguments avancés par les autres membres de leur groupe, ni par les décisions qui ont pu être prises au sein du groupe. Ensuite, les deux autres phases de communication se déroulent après que les joueurs aient pris leurs décisions (individuellement et indépendamment) pendant 5 périodes. Les deux autres phases ont donc lieu avant les périodes 6 et 11.

Pendant une phase de communication, les joueurs doivent composer, dans un écran spécifique à cette phase du jeu (cf. figure 7), des messages leur permettant de soutenir une alternative ou d'en rejeter une autre. Pour ce faire, chaque phrase à composer est divisée en sept blocs, dont quatre sont des blocs déroulant avec lesquels les joueurs ont à se prononcer (cf. figure 6) :

- Sur le soutien ou le rejet d'une carte en cliquant respectivement sur « je choisis » ou « je ne choisis pas » au début de la phrase
- Sur le numéro de la carte qu'ils soutiennent ou rejettent, les 7 numéros de carte étant proposés dans le deuxième bloc déroulant
- Sur l'argument en cliquant sur l'un des 18 énoncés proposés dans le troisième bloc déroulant.

Je suis *i* et  la carte

car

par rapport à la carte

Je choisis  
Je ne choisis pas

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

Elle est favorable à A  
Elle est favorable à B  
Elle est favorable à C  
Elle est favorable à A et B  
Elle est favorable à B et C  
Elle est favorable à A et C  
Elle est favorable à A, B et C  
Elle est défavorable à A  
Elle est défavorable à B  
Elle est défavorable à C  
Elle est défavorable à A et B  
Elle est défavorable à B et C  
Elle est défavorable à A et C  
Elle est défavorable à A, B et C  
Je veux tout prendre et ne rien laisser  
Tout le monde reçoit le même montant  
Je veux coopérer  
Les choix ne me conviennent pas

-  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

**Figure 6 - Contenu des quatre blocs déroulant permettant la composition de phrases**

Le quatrième bloc déroulant permet au joueur de choisir une carte si l'argument utilisé nécessite de mettre la carte soutenue ou rejetée en perspective avec une autre<sup>70</sup>. Une fois la phrase composée, le joueur clique sur le bouton « créer le message ». La phrase s'inscrit alors dans la partie basse de l'écran, regroupant tous les messages composés par le joueur pendant la phase de communication. L'ensemble des messages peut être ordonné par le joueur par ordre d'importance, en partant du plus important en tête de liste, et en allant vers le moins important en bas de la liste. Pour cela, le joueur peut déplacer les phrases dans la liste par l'intermédiaire des boutons « monter » et « descendre » situés à droite de la-dite liste.

Une fois que les joueurs ont terminé de composer leurs messages, ils cliquent sur le bouton « envoyer » situé en bas de l'écran<sup>71</sup>, permettant aux joueurs de passer à l'écran suivant qui récapitule l'ensemble des messages envoyés par tous les membres du groupe pendant la phase de communication. La durée des phases de communication est longue pour permettre aux joueurs de composer suffisamment de messages et de les ordonner avant envoi. La première

<sup>70</sup> Le renseignement de ce bloc n'est pas obligatoire. La valeur par défaut est un tiret, un numéro de carte n'apparaîtra que si le joueur décide de renseigner ce bloc.

<sup>71</sup> Tant que les joueurs n'ont pas composé de message, le bouton « quitter » apparaît à la place du bouton « envoyer » (cf. figure 7). Tout joueur peut donc décider de ne pas envoyer de message à ses partenaires. Dans ce cas, à la fin de la phase de communication, il peut lire les messages envoyés par ses partenaires, et eux sauront qu'il n'a pas souhaité leur envoyer de message.

phase de communication dure 8 minutes au maximum<sup>72</sup>, quand les deux autres phases (avant les périodes 6 et 10) ne durent plus que 5 minutes au maximum, les joueurs connaissant alors mieux le jeu et le mécanisme de composition des messages. Un historique des périodes et un historique des messages est disponible à tout moment si les joueurs souhaitent les consulter en cliquant sur les boutons correspondants (cf. figure 7).

---

<sup>72</sup> La phase de communication s'arrête avant l'écoulement du temps dès que tous les joueurs ont cliqué pour basculer sur l'écran récapitulatif.

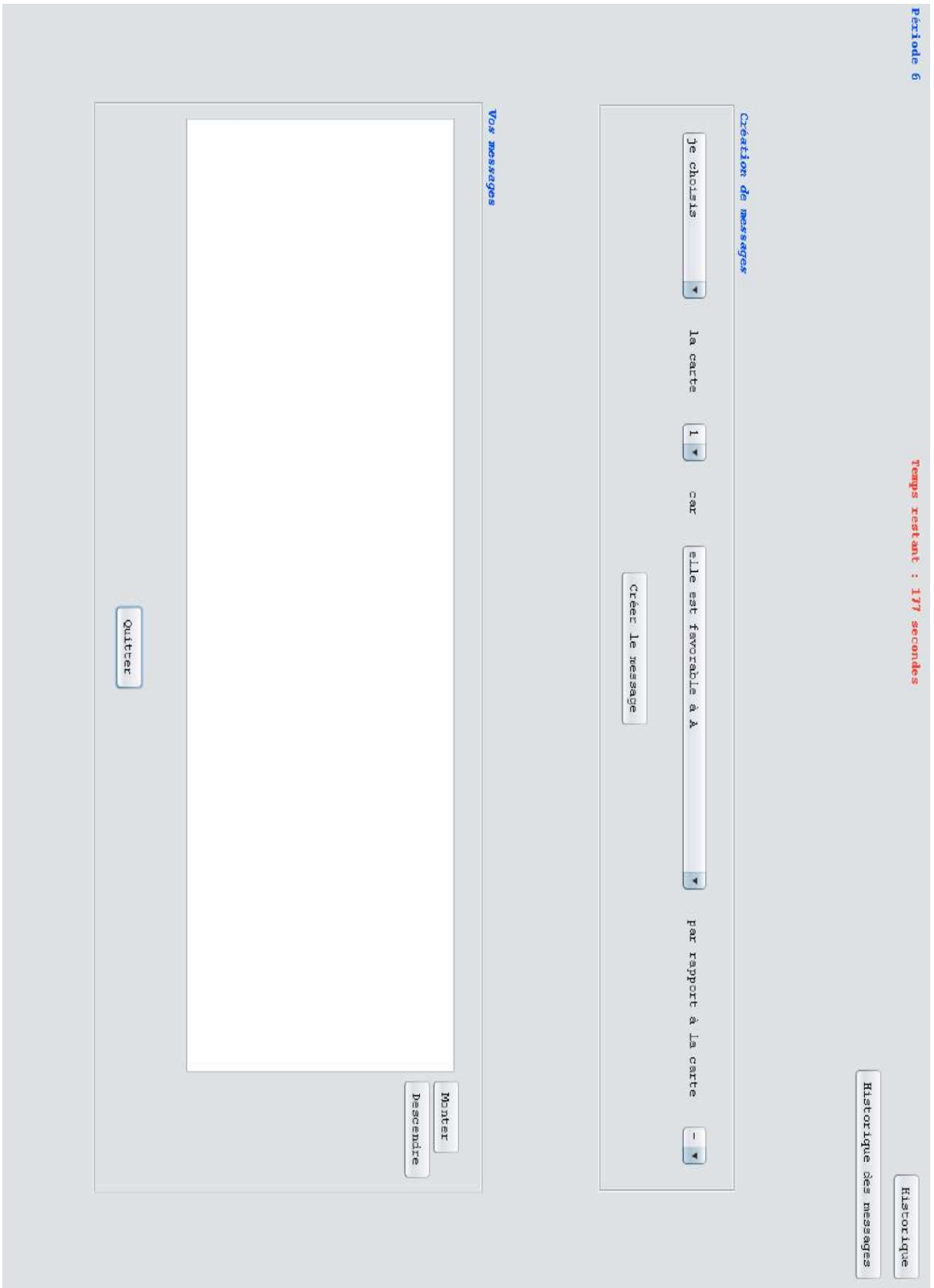


Figure 7 - Ecran de composition des messages

Pour chacun des deux traitements de « KatLab 1 », les conditions de jeu sont identiques à celles de « KatLab 0 ». Une session constituée de 15 répétitions a été jouée. Chaque session rassemble 12 groupes de 3 joueurs, dont le rôle au sein du groupe reste le même tout au long de la session (procédure « partner »). Ces joueurs ne participent qu'à un traitement pour assurer l'indépendance des résultats<sup>73</sup> (procédure « between subject »). Ils sont rémunérés à la fin de la session en fonction de leur performance, qui dépend des choix qu'ils auront faits tout au long du jeu. Les participants aux traitements correspondants ont eux aussi été choisis dans une base de « sujets » fournie par le Laboratoire d'Economie Expérimentale Montpellierain (L.E.E.M.), base où sont enregistrés des étudiants de niveau Licence inscrits dans les universités de Montpellier. On considère que les échantillons sont homogènes (Eber et Willinger 2005) et composés de sujets ayant le même vécu vis-à-vis du contexte étudié. Les sessions expérimentales de « KatLab 1 » se sont déroulées en juin 2010.

Le premier traitement avec communication, sans illustration des instructions (traitement 1.0), est le niveau de référence dans lequel les joueurs doivent prendre une décision sur la base du minimum d'information contenue dans les instructions. Pour le deuxième traitement, illustré (traitement 1.2), la communication est maintenue. La différence se situe au niveau des instructions, auxquelles sont ajoutées les mêmes informations que celles ajoutées au traitement 0.2.

Ce gradient d'illustration des instructions entre les deux traitements doit nous permettre de mesurer d'abord l'impact de la communication seule, sans autre information dans les instructions (via le traitement 1.0) et ensuite de mesurer l'influence de l'illustration des instructions alors qu'on maintient pour les joueurs la possibilité de communiquer (via le traitement 1.2). On pourra alors comparer :

- l'effet de l'illustration des instructions, avec communication, en comparant les résultats du traitement 1.0 avec ceux du traitement 1.2.
- l'effet de l'ajout de la communication quand on maintient le niveau d'information dans les instructions :
  - en comparant les résultats du traitement 0.0 avec ceux du traitement 1.0 (quand l'illustration des instructions est minimale)

---

<sup>73</sup> Donc 12 groupes \* 3 joueurs \* 2 traitements ont mobilisé 72 participants

- en comparant les résultats du traitement 0.2 avec ceux du traitement 1.2 (quand l'illustration des instructions est maintenue à la modalité « eau : agriculteurs »)

### 3. Hypothèses

On testera dans « KatLab 1 » deux hypothèses spécifiques à l'ajout de la modalité « argumentation » de l'attribut communication<sup>74</sup>, que l'on notera H4 et H5.

L'hypothèse H1<sup>75</sup> testée avec « KatLab 0 » se rapporte exclusivement aux décisions prises sans communication et ne sera donc pas testée dans « KatLab 1 ». L'illustration des instructions a été réduite à deux modalités dans « KatLab 1 » : la modalité de référence et la modalité « eau : agriculteurs ». De même, l'hypothèse H2, concernant spécifiquement le test de l'effet du contenu narratif « eau » ou « non-eau » ne sera pas testée dans « KatLab 1 ».

Si les joueurs sont rationnels et s'ils cherchent à maximiser leur fonction d'utilité, alors ils doivent choisir la carte 4 construite selon le critère de Shapley (1953), quel que soit le contenu des autres cartes qui leur sont présentées. On repose alors l'hypothèse suivante, testée dans « KatLab 0 ».

#### **(H3). *Le partage selon la valeur de Shapley est le choix majoritaire***

Si l'hypothèse H3 se vérifie, on s'attend donc à obtenir une majorité de choix portés sur la carte 4 dans « KatLab 1 ».

Le point focal de Schelling (1960) est un concept stipulant que deux joueurs peuvent s'accorder *sans communiquer*, par négociation tacite ou culture commune. Ils parviennent à un accord en déterminant, chacun de leur côté, la même solution choisie pour ses caractères de visibilité, d'évidence pour l'autre. Dans « KatLab 0 », on part de l'hypothèse qu'il existe un point focal partagé par les trois joueurs sur lequel ils vont se coordonner entre la 1<sup>ère</sup> et la 15<sup>ème</sup> période. L'ajout de l'argumentation dans « KatLab 1 » permet aux joueurs de partager des informations avec les autres membres du groupe, facilitant l'accord sur une alternative particulière, par rapport aux moyens d'aboutir à un accord offerts par « KatLab 0 ». Bicchieri et Lev-on (2007)

---

<sup>74</sup> Du fait qu'il n'y a que la seule modalité supérieure « argumentation » pour l'attribut communication, le terme « argumentation » sera utilisé dans la suite du chapitre pour désigner l'introduction de communication dans le protocole.

<sup>75</sup> Illustrer les instructions accroît le « bruit » dans les résultats.

rappellent que la communication aboutit à une meilleure coopération dans les jeux de contribution à un bien public. On considérera que l'argumentation entraîne le même effet dans KatLab.

On devrait donc observer moins d'échec de la coordination dans « KatLab 1 » que dans « KatLab 0 », conduisant à exprimer l'hypothèse H4 :

**(H4). *La possibilité d'argumenter améliore la coordination***

Les résultats de « KatLab 0 » ne contredisent pas l'hypothèse H1 que l'illustration des instructions, sans communication entre les joueurs, induit plus d'incertitude sur la sélection de la carte « focale », et conduit les sujets à s'écarter des prédictions théoriques (i.e. le choix majoritaire de la carte 4). L'ajout du contenu « eau : agriculteurs » au traitement 0.2 aboutit à une dispersion encore plus importante des choix, débouchant sur une situation où aucune carte n'était majoritaire dans ce traitement.

L'effet de dispersion des choix sur différentes alternatives provoqué par l'illustration des instructions devrait être corrigé par l'argumentation, entraînant alors une concentration des choix sur une même alternative (la carte 4, selon l'hypothèse H3). On pose donc l'hypothèse suivante :

**(H5). *L'argumentation en situation illustrée empêche l'apparition du « bruit » constaté en absence de l'argumentation***

Pour tester les hypothèses H3, H4 et H5, on comparera les résultats de « KatLab 1 » avec ceux obtenus dans les traitements « équivalents » sans argumentation, i.e. le traitement 1.0 sera comparé au traitement 0.0 quand le traitement 1.2 sera comparé au traitement 0.2. De même, on comparera entre eux les résultats obtenus aux traitements 1.0 et 1.2, pour vérifier l'effet de l'illustration en situation où l'argumentation est permise.

A la suite de toutes ces comparaisons, on devrait observer selon l'hypothèse H5 émise ci-dessus que :

- La carte 4 ressort davantage au traitement 1.2 par opposition au traitement 0.2 où le bruit est important.
- Il y a peu de différences dans les choix quelle que soit la modalité d'illustration des instructions des traitements 1.0 et 1.2.



## 4. Résultats

Chaque traitement 1.0 et 1.2 rassemble 12 groupes de 3 joueurs qui participent à 15 périodes répétées à l'identique, dans les conditions identiques à celles définies au chapitre 3 et mises en œuvre dans « KatLab 0 ».

Pour chaque effet étudié, on traitera d'abord les résultats à la période 1, pour évaluer l'influence sur les choix de la première phase d'argumentation (phase 1). Ensuite l'étude des résultats de la période 15 permettra d'évaluer les choix à la fin du processus d'apprentissage qui se met en place au fil des périodes.

### 4.1. Effet de l'argumentation seule

En fixant les attributs « illustration » et « vécu » à leur modalité minimale, on mesure l'effet de l'argumentation par comparaison des résultats du traitement 1.0 avec ceux du traitement témoin (traitement 0.0).

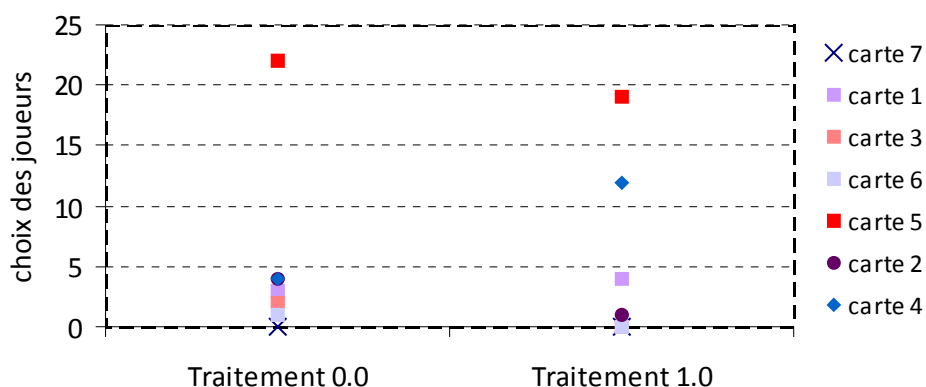
#### a) Période 1

L'étude des choix et des résultats de la coordination à la période 1 du traitement 1.0 permet d'évaluer l'impact sur les comportements de l'argumentation quand les trois autres attributs « illustration », « vécu » mais aussi « répétition » sont fixés à leur modalité minimale.

##### (i) *Choix des joueurs*

Le graphique 9 ci-dessous présente les choix opérés par les 36 joueurs à la période 1 aux deux traitements 0.0 et 1.0.

### période 1



Période 1	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.0	0	3	2	1	22	4	4
Traitement 1.0	0	4	0	0	19	1	12

**Graphique 9. Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 0.0 et 1.0**

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 1.0 avec le témoin, à la période 1, donne un  $p=0.9998$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. La distribution du traitement 1.0 est significativement différente de celle du traitement 0.0 à la période 1.

La carte 5 reste majoritaire, et bien qu'elle soit moins souvent choisie qu'au traitement 0.0 (22/36, contre 19/36 au traitement 1.0), la différence n'est pas significative. Les autres cartes 1, 2, 3, 6 et 7 restent à des niveaux faibles.

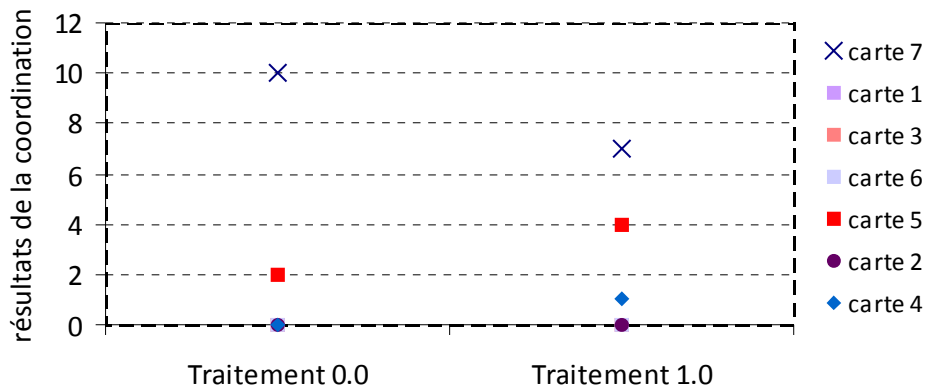
La carte 4, très faible à la période 1 (4/36) dans le traitement témoin apparaît au traitement 1.0 à un niveau nettement supérieur (12/36).

L'argumentation préalable à la première décision (donc sans l'apprentissage qui s'opère au fil des périodes répétées) semble favoriser l'émergence du choix théorique. Cette observation **ne permet pas de rejeter l'hypothèse H4**. Le maintien de la carte 5 à un niveau élevé montre cependant que la première phase d'argumentation du traitement 1.0 ne bouleverse pas la nature du choix spontané observé dans « KatLab 0 ».

#### (ii) Résultats de la coordination

Le graphique 10 ci-dessous présente les résultats de la coordination observés à la période 1 dans les 12 groupes pour chacun des deux traitements 0.0 et 1.0.

### période 1



Période 1	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.0	10	0	0	0	2	0	0
Traitement 1.0	7	0	0	0	4	0	1

**Graphique 10. Résultats de la coordination à la période 1 aux traitements 0.0 et 1.0**

Précédemment, nous avons observé peu de différence dans les choix portés sur la carte 5 entre les deux traitements 0.0 et 1.0. On note cependant que la coordination est légèrement plus efficace au traitement 1.0, 4/12 groupes se coordonnant sur la carte 5 contre seulement 2/12 au traitement 0.0.

Le choix élevé de la carte 4 au traitement 1.0 n'est pas aussi clairement observé en terme de coordination au sein des groupes, 1/12 seulement ayant réussi à se coordonner sur la carte 4.

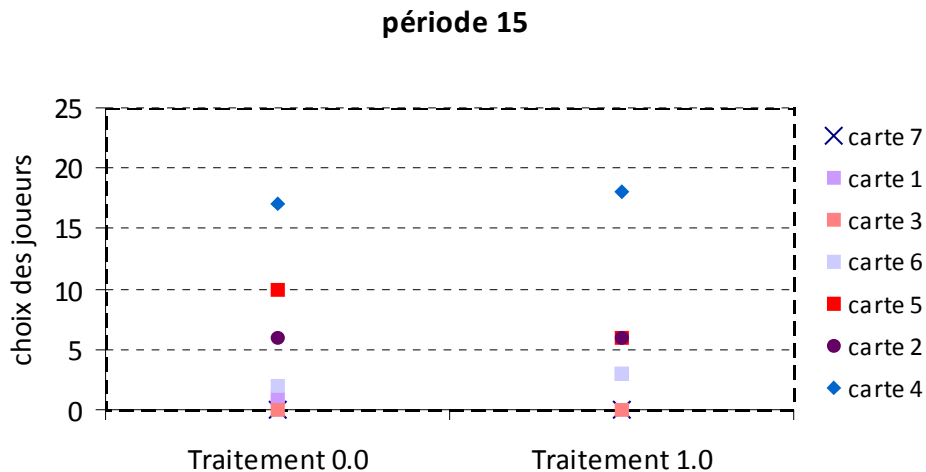
Cependant, bien qu'encore faible, la carte 7 étant appliquée à 7/12 groupes, la coordination est meilleure au traitement 1.0 par rapport au traitement 0.0 où les échecs étaient nombreux (10/12 groupes). Cette observation **ne permet pas de rejeter l'hypothèse H4**.

#### b) Période 15

L'analyse des résultats à la période 1 permet l'interprétation des effets de l'argumentation sans que l'apprentissage n'intervienne dans les décisions. L'étude des choix et des résultats de la coordination à la période 15 du traitement 1.0 permet d'évaluer l'impact sur les comportements de l'argumentation à la fin du processus d'apprentissage.

(i) *Choix des joueurs*

Le graphique 11 ci-dessous présente les choix opérés par les 36 joueurs à la période 15 aux deux traitements 0.0 et 1.0.



Période 15	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.0	0	1	0	2	10	6	17
Traitement 1.0	0	3	0	3	6	6	18

**Graphique 11. Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 0.0 et 1.0**

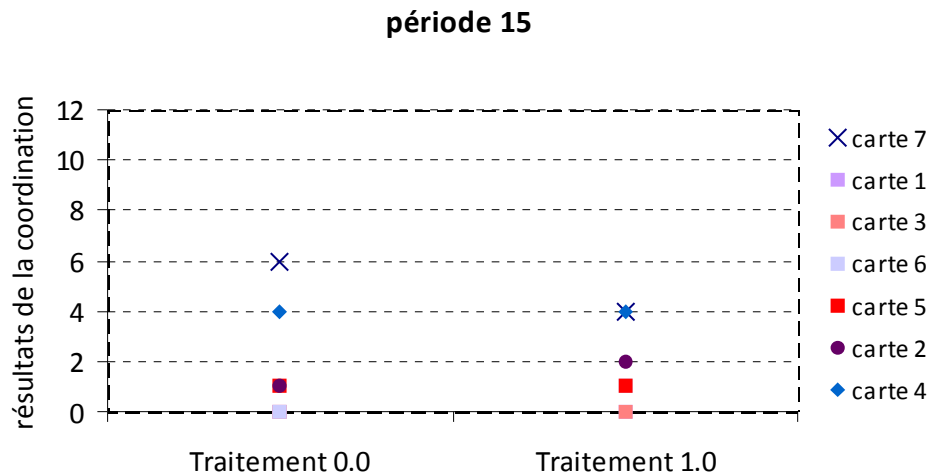
La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 1.0 avec le témoin, à la période 15, donne un  $p=0.8014$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi ou  $1 - p = 0.2086$  chances que ces deux distributions suivent la même loi. La différence entre les traitements 0.0 et 1.0 n'est pas significative.

A la période 15, la carte 2 se maintient exactement au même niveau entre les traitements 0.0 et 1.0. L'écart dans le choix de la carte 5 (-4/36 entre les traitements 0.0 et 1.0), même s'il est relativement faible, est semblable à celui constaté à la période 1 (-3/36). L'apprentissage produit le même effet de diminution des choix de la carte 5 aux deux traitements.

La carte 4 est préférée par les joueurs à la fin du processus d'apprentissage, alors que toutes les autres cartes sont à des niveaux faibles. L'hypothèse **H3 n'est pas rejetée**. Il n'y a cependant pas de différence significative entre les traitements 0.0 et 1.0 dans le niveau atteint par la carte 4. L'« avance » du choix de la carte 4 constatée à la période 1 du traitement 1.0, par rapport au traitement témoin, ne se retrouve pas à la période 15. Cette observation soulève une interrogation quant à l'effet de l'argumentation sur l'apprentissage (cf. chapitre 6).

(ii) Résultats de la coordination

Le graphique 12 ci-dessous présente les résultats de la coordination observés à la période 15 dans les 12 groupes pour chacun des deux traitements 0.0 et 1.0.



Période 15	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.0	6	0	0	0	1	1	4
Traitement 1.0	4	0	0	1	1	2	4

**Graphique 12. Résultats de la coordination à la période 15 aux traitements 0.0 et 1.0**

A la période 15, au traitement 1.0, on observe une meilleure coordination au sein des groupes, avec seulement 4/12 échecs. Cette observation **n'invalide pas l'hypothèse H4**. La coordination sur les cartes 4 et 5 est du même niveau qu'au traitement 0.0. On constate une très légère amélioration de la coordination de la carte 2, dans 2/12 groupes (contre 1/12 au traitement 0.0).

Mais l'observation la plus surprenante concerne la coordination sur la carte 6 observée au traitement 1.0, permettant au joueur B de recevoir 498 000 écus quand les joueurs A et C n'obtiennent que 1 000 écus.

Pour comprendre les résultats à la période 15, il convient d'étudier la dynamique des choix au fil des périodes et évaluer ainsi l'effet de l'apprentissage aboutissant à ces décisions (cf. chapitre 6).

## 4.2. Effet de la communication en présence d'illustration

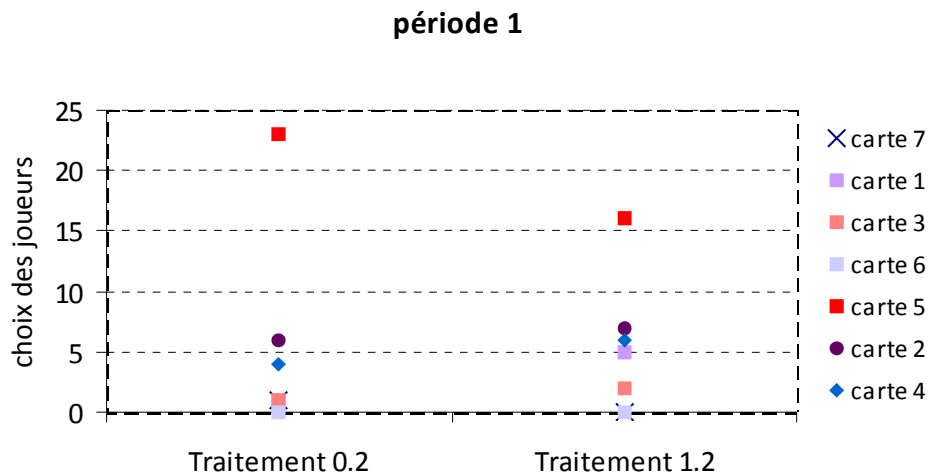
Pour évaluer l'effet de la communication en situation illustrée, on choisit la modalité « eau : agriculteurs » pour l'attribut illustration, et l'on compare les résultats du traitement 1.2 avec ceux du traitement 0.2.

### a) Période 1

L'étude des choix et des résultats de la coordination à la période 1 du traitement 1.2 permet d'évaluer l'impact sur les comportements de l'argumentation quand les autres attributs, i.e. « vécu » mais aussi « répétition », sont fixés à leur modalité minimale.

#### (i) Choix des joueurs

Le graphique 13 ci-dessous présente les choix opérés par les 36 joueurs à la période 1 aux deux traitements 0.2 et 1.2.



Période 1	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.2	1	1	1	0	23	6	4
Traitement 1.2	0	5	2	0	16	7	6

**Graphique 13. Choix des joueurs à la période 1 aux traitements 0.2 et 1.2**

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 1.2 avec le traitement 0.2, à la période 1, donne un  $p=0.9654$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. La différence entre les traitements 0.2 et 1.2 est significative.

On observe entre les traitements 0.2 et 1.2 une diminution importante de la carte 5 (-7/36 choix), qui reste néanmoins majoritaire dans les choix. Le choix spontané observé dans « KatLab

0 », même s'il est réduit au traitement 1.2 par rapport au traitement 0.2, reste porté sur la carte 5 malgré l'argumentation.

En comparant les choix portés sur la carte 4 entre les traitements 0.2 et 1.2, on observe une très légère amélioration de la carte 4, beaucoup moins nette que celle observée entre les traitements 0.0 et 1.0. L'argumentation préalable à la première décision (donc sans l'apprentissage qui s'opère au fil des périodes répétées), qui sans illustration semble favoriser l'émergence du choix théorique, ne compense pas la déviation provoquée par l'illustration lorsque cette dernière est fixée à une modalité supérieure. Cette observation **semble contredire l'affirmation H5-a**<sup>76</sup>. Toutefois, on se fiera plutôt aux résultats obtenus à la période 15 pour rejeter ou non l'hypothèse H5, n'étant pas certains qu'à la période 1 les joueurs aient clairement compris tous les enjeux de la coordination.

Au traitement 1.2, la carte 2 reste à un niveau équivalent à celui du traitement 0.2, alors qu'on note une forte présence de la carte 1 (allocation de la quasi-totalité du gain au joueur A).

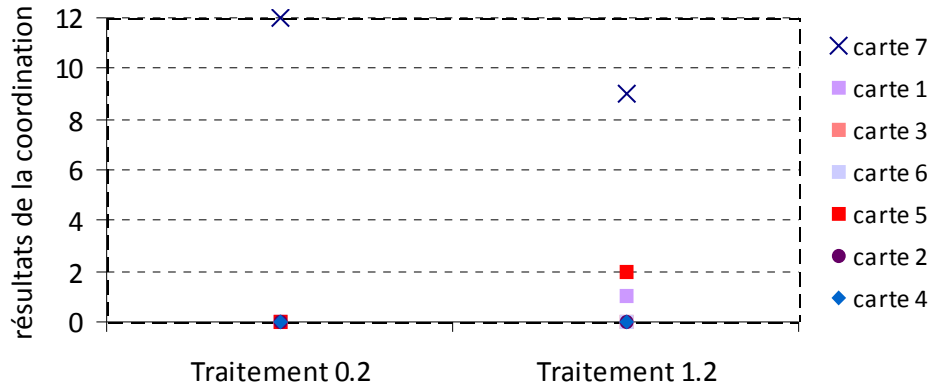
*(ii) Résultats de la coordination*

Le graphique 14 ci-dessous présente les résultats de la coordination observés à la période 1 dans les 12 groupes pour chacun des deux traitements 0.2 et 1.2.

---

<sup>76</sup> H5-a : « La carte 4 ressort davantage au traitement 1.2 par opposition au traitement 0.2 où le bruit est important ».

## période 1



Période 1	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.2	12	0	0	0	0	0	0
Traitement 1.2	9	1	0	0	2	0	0

**Graphique 14. Résultats de la coordination à la période 1 aux traitements 0.2 et 1.2**

Sans argumentation, en situation illustrée (traitement 0.2), aucune coordination n'avait été observée, alors que 3/12 groupes se coordonnent une fois l'argumentation introduite. Même si le niveau de coordination est faible, la différence est significative. Cette observation **ne permet pas de rejeter l'hypothèse H4**.

Au traitement 1.2, nous ne sommes pas étonnés de constater que 2/12 groupes sont coordonnés sur la carte 5, étant donnés les nombreux choix observés (cf. graphique 13). De la même manière, la coordination sur la carte 1, très fortement choisie ne doit pas nous surprendre, bien que le choix en lui-même de cette carte soulève de nombreuses interrogations<sup>77</sup>. L'analyse des échanges au sein du groupe concerné permettra à la fois de mieux comprendre le choix de cette carte et les signaux rendant possible une coordination sur cette carte (cf. ci-après partie 5, dans ce même chapitre).

### b) Période 15

L'analyse des résultats à la période 1 permet l'interprétation des effets de l'argumentation sans que l'apprentissage n'intervienne dans les décisions. L'étude des choix et des résultats de la

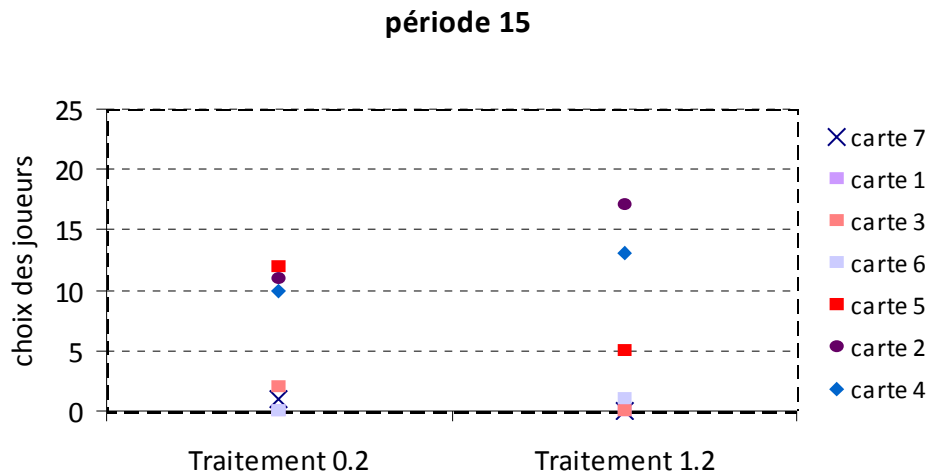
<sup>77</sup> Le choix des cartes 1, 3 et 6 est abordé au chapitre 6



coordination à la période 15 du traitement 1.2 permet d'évaluer, en situation illustrée, l'impact sur les comportements de l'argumentation à la fin du processus d'apprentissage.

(i) *Choix des joueurs*

Le graphique 15 ci-dessous présente les choix opérés par les 36 joueurs à la période 15 aux deux traitements 0.2 et 1.2.



Période 15	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.2	1	0	2	0	12	11	10
Traitement 1.2	0	0	0	1	5	17	13

**Graphique 15. Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 0.2 et 1.2**

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 1.2 avec le traitement 0.2, à la période 15, donne un  $p=0.9776$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. La différence entre les traitements 0.2 et 1.2 est significative.

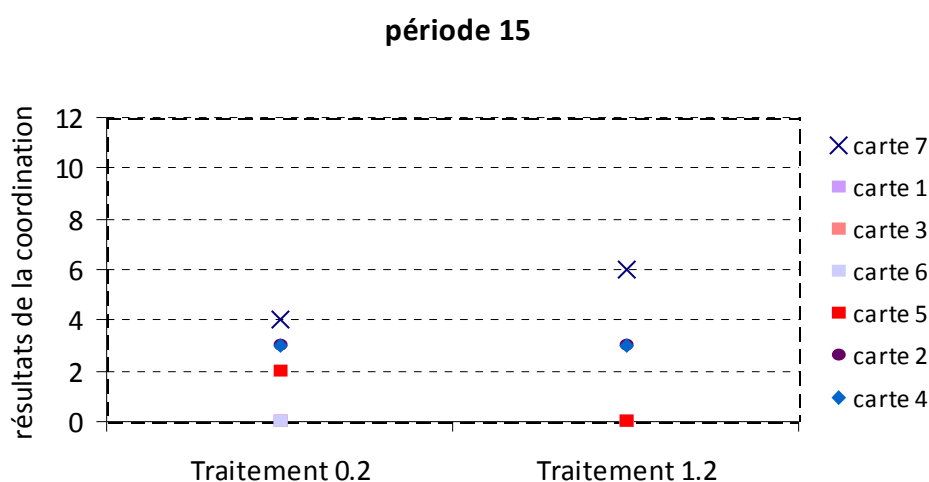
A la période 15, l'écart dans le choix de la carte 5 (une diminution de  $-7$  choix par rapport aux 12 du traitement 0.2) est égal à celui constaté à la période 1. Le phénomène de diminution des choix de la carte 5, déjà observé sans illustration, apparaît également en situation illustrée. L'argumentation en situation illustrée ne modifie pas l'effet de l'apprentissage.

Alors qu'au traitement 0.2, aucune hiérarchie ne départage les cartes 2, 4 et 5 dans les préférences des joueurs, les cartes 2 et 4 focalisent les choix au traitement 1.2. La carte 4 atteint un niveau assez élevé (13/36), mais ne se détache pas aussi nettement par rapport aux autres cartes qu'au traitement 1.0, la carte 2 (17/36) étant la plus choisie.

L'argumentation combinée à l'apprentissage effectué par les joueurs au fil des 15 périodes n'améliore que *très légèrement* la focalisation des joueurs sur la carte 4 (prédiction théorique), **contredisant l'affirmation H5-a**<sup>78</sup>. L'introduction de l'argumentation élimine le choix de la carte 5 (davantage présente au traitement 0.2), mais n'empêche pas la focalisation sur une autre carte (la carte 2). Cette dernière concurrence fortement le choix de la carte 4. Selon ces observations, **l'argumentation corrige l'effet de bruit même si elle ne l'annule pas.**

(ii) *Résultats de la coordination*

Le graphique 16 ci-dessous présente les résultats de la coordination observés à la période 15 dans les 12 groupes pour chacun des deux traitements 0.2 et 1.2.



Période 15	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.2	4	0	0	0	2	3	3
Traitement 1.2	6	0	0	0	0	3	3

**Graphique 16. Résultats de la coordination à la période 15 aux traitements 0.2 et 1.2**

Les cartes 2 et 4, majoritaires dans les choix au traitement 1.2 (cf. graphique 15) le sont également dans les résultats de la coordination<sup>79</sup>. Néanmoins, leur niveau est exactement identique si on le compare à celui du traitement 0.2. La carte 5 ne recueille plus aucun accord au traitement 1.2, son choix par les joueurs n'a recueilli aucune unanimité au sein des groupes. Au final le taux d'échec de la coordination (6/12 groupes) est légèrement plus important au

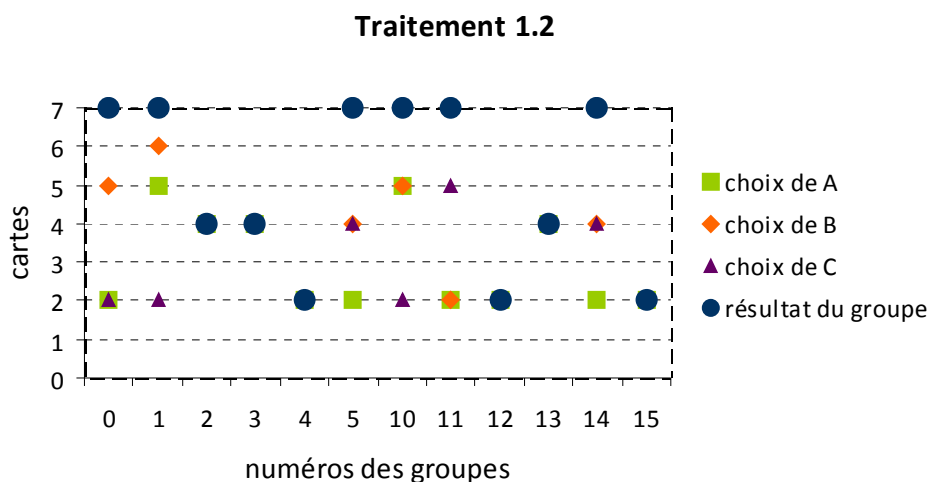
<sup>78</sup> H5-a : « La carte 4 ressort davantage au traitement 1.2 par opposition au traitement 0.2 où le bruit est important ».

<sup>79</sup> les cartes 2 et 4, de mêmes fréquences aux deux traitements, sont superposées sur le graphique.

traitement 1.2 qu'au traitement 0.2 (4/12 groupes). Par conséquent, l'argumentation ne permet pas une meilleure coordination en situation illustrée. Ce résultat **contredit l'hypothèse H4**.

Enfin, on observe qu'il n'y a plus de coordination sur une des cartes 1, 3 ou 6, alors qu'à la période 1, la carte 1 avait recueilli les suffrages des trois membres d'un groupe.

Le graphique 17 ci-dessous présente les choix et les résultats de la coordination dans les 12 groupes ayant participé au traitement 1.2.



**Graphique 17. Choix des joueurs et résultats de la coordination au traitement 1.2**

Le graphique 17 confirme que tous les choix portés sur la carte 5 ont entraîné un échec de la coordination. Cependant, on remarque également que la carte 2, qui apparaît dans les choix des joueurs dans 9/12 groupes, n'est synonyme de coordination que dans trois groupes (groupes 4, 12 et 15), soit seulement 1/3 de réussite. Le choix de la carte 2 est donc très controversé au traitement 1.2. Sur les six groupes en échec d'accord sur la carte 2, le joueur B préfère une autre carte dans cinq cas (groupes 0, 1, 5, 10 et 14), le joueur C dans trois cas (groupes 5, 11 et 14), et le joueur A dans deux cas (groupes 5 et 10) au bénéfice de la carte 5 qui lui est très favorable, mais qui ne recueille aucune unanimité dans les groupes.

La carte 4, moins fréquemment choisie que la carte 2 (cf. graphique 15), est également moins répartie dans les groupes, apparaissant dans seulement cinq groupes. La carte 4 a un meilleur taux de réussite (3/5 groupes sont coordonnés), les deux cas d'échec (groupes 5 et 14) sont dus à une rupture de la coalition par le joueur A au bénéfice de la carte 2 (comme le laissait prévoir ses indices de Gately).

Ces observations interrogent sur l'apprentissage opéré au sein des groupes, de même que sur les informations échangées entre joueurs, ayant entraîné une moins bonne coordination.

L'hypothèse H4, en situation illustrée, est rejetée. Bien qu'il y ait une diminution du bruit avec l'émergence des deux cartes 2 et 4 dans les choix au traitement 1.2, la coordination ne s'en trouve pas améliorée. Les choix au sein des groupes sont partagés, notamment autour des cartes 2 et 5, ne permettant pas une coordination efficace. La compréhension des causes de ces choix renvoie vraisemblablement à l'apprentissage effectué par les joueurs au fil des périodes répétées, ce que nous étudierons au chapitre 6.

L'hypothèse H5 est rejetée si on compare les choix à la période 1, mais ne l'est pas si on considère la période 15. Cependant, on estime que les joueurs ont une meilleure connaissance du jeu en période 15, donnant plus de force au résultat de non-rejet de l'hypothèse H5 qui en découle.

L'hypothèse H5 mesure l'effet combiné de deux attributs (« illustration » et « argumentation »), on ne conclura sur sa validité qu'après avoir comparé les résultats de tous les traitements aboutissant à la combinaison de ces deux attributs au traitement 1.2 : soit par l'ajout de l'argumentation en partant du traitement 0.2, soit par l'ajout de l'illustration « eau : agriculteurs » à partir du traitement 1.0. Nous attendrons la deuxième combinaison et la comparaison entre les traitements 1.0 et 1.2 pour nous prononcer quant au rejet de l'hypothèse H5

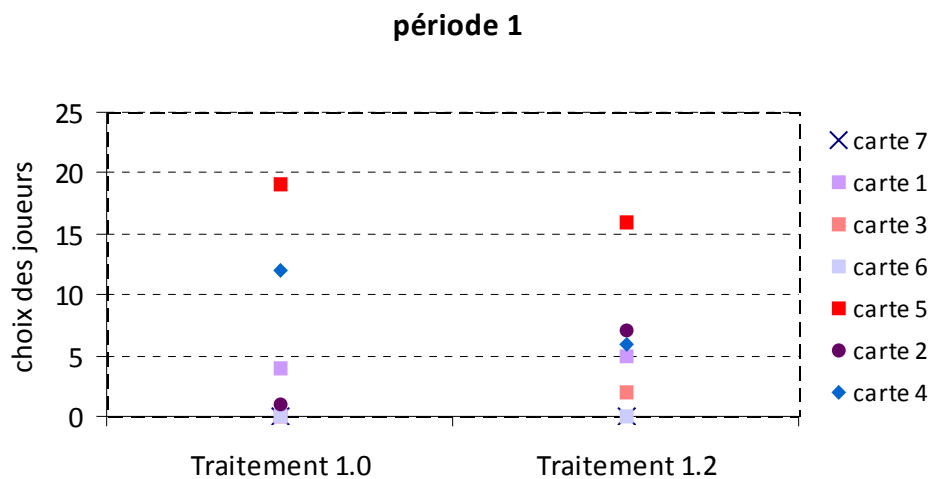
### **4.3. Effet de l'illustration en présence de communication**

Dans la partie précédente, l'effet de la communication en situation illustrée a été évalué en comparant les résultats du traitement 1.2 avec ceux du traitement 0.2. Dans cette partie, on se propose d'évaluer l'effet de l'illustration en présence de communication. Pour ce faire, on fixe l'attribut « communication » à son niveau supérieur, i.e. « argumentation », et l'on compare les résultats obtenus avec deux modalités différentes de l'attribut « illustration » à travers les traitements 1.0 et 1.2. Cette comparaison permettra de vérifier la validité de l'hypothèse H5, qui traite de l'effet correctif de la modalité « argumentation » sur le bruit introduit par l'illustration, mis en évidence au chapitre 4. Par conséquent nous nous limitons dans cette partie à l'étude des choix, sans aborder la question de la coordination, non traitée dans l'hypothèse H5.

### a) Choix des joueurs à la période 1

L'étude des choix des joueurs à la période 1 permet d'évaluer l'impact sur les comportements de l'illustration quand les autres attributs, i.e. « vécu » mais aussi « répétition », sont fixés à leur modalité minimale.

Le graphique 18 ci-dessous présente les choix opérés par les 36 joueurs à la période 1 aux deux traitements 1.0 et 1.2.



Période 1	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 1.0	0	4	0	0	19	1	12
Traitement 1.2	0	5	2	0	16	7	6

**Graphique 18. Choix des joueurs à la période 1 aux traitements 1.0 et 1.2**

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 1.0 avec le traitement 1.2, à la période 1, donne un  $p=1$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. Les distributions des traitements 1.0 et 1.2 sont différentes.

Le choix de la carte 4 est nettement inférieur au traitement 1.2 par rapport à celui observé au traitement 1.0. L'apparition d'un bruit avec l'ajout de l'illustration, i.e. une diminution des choix conformes à la prédiction théorique (carte 4), déjà mis en évidence au chapitre 4, est visible malgré l'argumentation. Cette observation **contredit l'affirmation H5-b**<sup>80</sup>. Cependant, les joueurs n'ont pas à la période 1 un niveau de connaissance aussi important qu'à la fin du jeu.

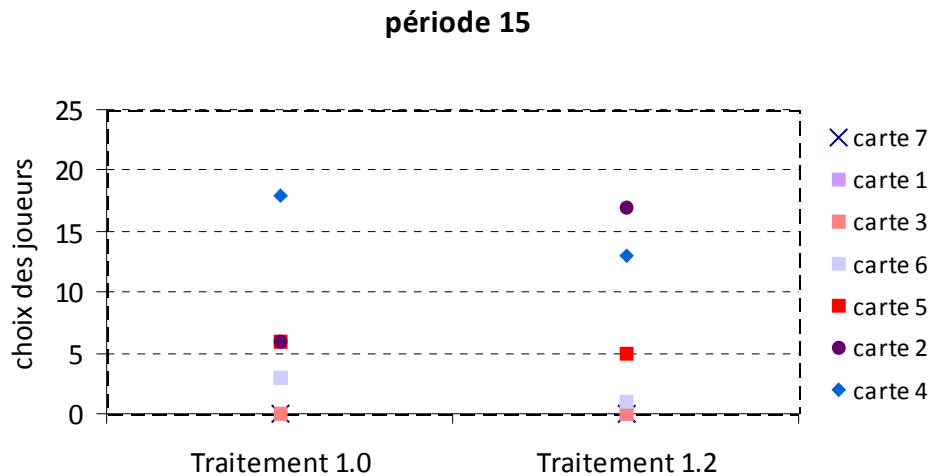
<sup>80</sup> H5-b : « Il y a peu de différences dans les choix quelle que soit la modalité d'illustration des instructions des traitements 1.0 et 1.2 »

Nous attendrons donc le résultat de la comparaison des choix à la fin du processus d'apprentissage pour nous prononcer définitivement sur le rejet de l'hypothèse H5.

### b) Choix des joueurs à la période 15

L'étude des choix des joueurs à la période 15 du traitement 1.2 permet d'évaluer à la fin du processus d'apprentissage, en présence d'argumentation, l'impact sur les comportements de l'ajout de l'illustration.

Le graphique 19 ci-dessous présente les choix opérés par les 36 joueurs à la période 15 aux deux traitements 1.0 et 1.2.



Période 15	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 1.0	0	3	0	3	6	6	18
Traitement 1.2	0	0	0	1	5	17	13

**Graphique 19. Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 1.0 et 1.2**

La valeur du  $\chi^2$ , si on compare le traitement 1.0 avec le traitement 1.2, à la période 15, donne un  $p=1$  de chances que ces distributions ne suivent pas la même loi. Les distributions des traitements 1.0 et 1.2 sont également différentes en fin de jeu.

Selon l'hypothèse H5, on devrait observer peu de différences dans les choix, quelle que soit la modalité d'illustration des instructions des traitements 1.0 et 1.2.

Le graphique 19 montre une légère diminution du choix de la carte 4 au traitement 1.2, mais surtout une augmentation très nette du choix de la carte 2, arrivant à un niveau plus élevé que le

choix de la carte 4. L'ajout de l'illustration « eau : agriculteurs » induit donc un bruit dans les résultats, malgré l'argumentation.

L'illustration, combinée à l'apprentissage effectué par les joueurs au fil des 15 périodes, n'empêche pas l'émergence des choix sur la carte 4 (prédiction théorique), mais n'empêche pas non plus la focalisation sur une autre carte (la carte 2). L'effet de bruit, même s'il n'est pas aussi fort que dans la situation sans argumentation, i.e. quand on compare les choix effectués aux traitements 0.0 et 0.2 (cf. chapitre 4), reste visible en présence de l'argumentation, quand on compare les traitements 1.0 et 1.2. Cette observation **contredit l'énoncé H5-b**<sup>81</sup>.

L'évaluation de l'effet combiné de l'argumentation et de l'illustration sur les comportements s'étudie en comparant séparément le traitement 1.2 avec le traitement 0.2 (pour mesurer l'effet de l'ajout de l'argumentation en situation illustrée) ou avec le traitement 1.0 (pour mesurer l'effet de l'ajout de l'illustration en situation argumentée). L'hypothèse H5 prévoit que l'argumentation a un effet correctif sur le bruit induit par l'illustration, mis en évidence au chapitre 4.

Si l'on compare les choix à la période 1, l'hypothèse H5 est rejetée dans les deux cas, i.e. en prenant pour référence les traitements 0.2 ou 1.0 en comparaison avec les résultats du traitement 1.2. Cependant, si l'on considère la période 15, quand les joueurs ont une meilleure connaissance du jeu, on observe que le bruit, très important au traitement 0.2, est réduit au traitement 1.2, sans pour autant disparaître. La comparaison entre les choix effectués aux traitements 1.0 et 1.2 ne permet pas de mettre en évidence la prépondérance de l'argumentation sur l'effet de l'illustration. Au contraire, l'illustration maintient son effet sur les comportements malgré la présence de l'argumentation.

Ces observations conduisent au **rejet de l'hypothèse H5**.

## 5. Contenu des échanges entre joueurs

Au traitement 1.2, on observe dès la période 1 une coordination sur la carte 1 au sein d'un groupe. L'argumentation, sans l'apprentissage accumulé après répétition des périodes, a permis aux joueurs de sceller un tel accord. Le détail des informations échangées entre les joueurs

---

<sup>81</sup> H5-b : « Il y a peu de différences dans les choix quelle que soit la modalité d'illustration des instructions des traitements 1.0 et 1.2 »

pendant la phase d'argumentation correspondante (phase 1), au sein du groupe concerné (groupe 0) est reportée dans le tableau 13 ci-dessous.

je suis <b>A</b> et	je choisis	la carte	1	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	3	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	6	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	1	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	3	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	6	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	1	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	3	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	6	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	1	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	3	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	6	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	1	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	3	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	6	car	je veux coopérer		
je suis <b>C</b> et	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, B et C	par rapport à la carte	7
	je choisis	la carte	2	car	elle est favorable à A, B et C		
	je ne choisis pas	la carte	3	car	elle est défavorable à A et à B	par rapport à la carte	7
je suis <b>B</b> et	je ne choisis pas	la carte	7	car	elle est défavorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	5	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	5	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	5	car	tout le monde reçoit le même montant		

**Tableau 13. Informations échangées pendant la phase 1 d'argumentation, avant la période 1 du jeu, entre les joueurs du groupe 0 du traitement 1.2**

Ni le joueur B, ni le joueur C n'expriment la volonté de choisir la carte 1. C'est pourtant cette carte qui est appliquée au groupe. L'initiative vient donc du joueur A. Il convient donc d'analyser le message qu'il a transmis à ses partenaires. On observe qu'il s'agit d'une succession de 3 phrases ayant exactement le même contenu, sauf la valeur de la carte choisie. Celle-ci change de façon régulière, et devient successivement carte 1, 3 et 6. Cette séquence de 3 phrases est répétée 5 fois à l'identique (soit 15 phrases, pour chacune des périodes du jeu). L'argument en faveur de cette succession est le même : « je veux coopérer ».

Ce message s'interprète comme une volonté d'alternance dans la coordination entre ces trois cartes, du début à la fin du jeu, chacune de ces trois cartes affectant successivement la quasi-totalité du gain à un joueur différent parmi les trois membres de la coalition.

Ici apparaît une utilisation des cartes dans un sens très différent de celui prévu initialement lors de la construction du jeu. Les cartes construites selon un critère « égoïste » sont ici utilisées pour défendre une idée particulière de la coopération, pourtant prévue par la mise à disposition de la



carte 5 : l'égalité stricte, chaque joueur recevant le même montant, chacun son tour, aura exactement le même niveau de rémunération à la fin des 15 périodes.

Trois questions sont soulevées après cette observation :

- 1) Les joueurs ont-ils suivi à la lettre la préconisation du joueur A du début à la fin du jeu, sans erreur dans la carte que chacun doit choisir en même temps à chaque période ?
- 2) Si les joueurs ont suivi cette règle d'allocation, pourquoi n'ont-ils pas préféré la carte 5 qui assure sans nécessiter une grande confiance dans le comportement des partenaires ni risque d'erreur dans la coordination, une répartition équivalente du gain de la coalition ?
- 3) Le joueur C a-t-il persisté dans ce choix, alors qu'une telle règle de répartition du gain lui est très défavorable ?

L'étude des choix lors de la répétition des périodes permettra de répondre de façon plus approfondie à ces trois questions.

## **6. Bilan de « KatLab 1 »**

Les résultats expérimentaux obtenus au traitement 1.0 sont compatibles avec l'idée que l'échange d'informations entre les joueurs, par l'argumentation de leurs choix, entraîne une meilleure coordination et permet un meilleur apprentissage de ce que doit être le « bon » accord, tel que défini par la théorie des jeux coopératifs.

Les résultats présentés au chapitre 3 montrent que l'illustration accroît le « bruit » qui affecte les choix des joueurs, lesquels s'éloignent d'autant plus des prédictions théoriques que le niveau de l'illustration est élevé. Avec l'ajout de l'argumentation au protocole, on attendait une disparition de la dispersion au traitement 1.2 par rapport à celle observée au traitement 0.2. On n'observe pas une telle disparition, mais plutôt une réduction de la déviation, la carte 4 étant davantage choisie au traitement 1.2 qu'au traitement 0.2, carte 4 qui reste toutefois dominée par la carte 2.

Les différences importantes entre les résultats selon la période considérée (période 1 ou 15, i.e. début du jeu ou fin du jeu) invite à explorer plus largement les effets de l'illustration et de l'argumentation, séparément ou combinés, sur l'attribut « répétition ». L'étude de l'apprentissage, découlant de ces répétitions, permettra de mieux comprendre les

comportements observés, notamment les coordinations qui apparaissent sur les cartes 1, 3, 5 ou 6, allocations théoriquement instables.

Le tableau 14 ci-dessous récapitule les résultats présentés dans ce chapitre.

	<b>ARGUMENTATION</b>
<p><b>H3</b></p> <p><i>Le partage selon la valeur de Shapley est le choix majoritaire</i></p>	<p><b>Non rejetée</b></p> <p>Au traitement 1.0, à la période 15, le choix de la carte 4 est de 18/36. La carte 5 (6/36) et la carte 2 (6/36) sont significativement en retrait. La carte 4 est préférée.</p>
<p><b>H4</b></p> <p><i>La possibilité d'argumenter améliore la coordination</i></p>	<p><b>Non rejetée</b></p> <p>Au traitement 1.0, que ce soit à la période 1 ou à la période 15, il y a davantage de groupes arrivant à se coordonner qu'au traitement 0.0. Toutefois, en situation illustrée, la coordination n'est pas améliorée au traitement 1.2 par rapport au traitement 0.2. Cette observation renvoie à l'effet spécifique de l'illustration sur les comportements.</p>
<p><b>H5</b></p> <p><i>L'argumentation en situation illustrée empêche l'apparition du « bruit » constaté en absence de l'argumentation</i></p>	<p><b>Rejetée</b></p> <p><b>H5-a.</b> Au traitement 1.2, le choix de la carte 4 (13/36) est supérieur à celui observé au traitement 0.2. Avec argumentation, le bruit est réduit. La carte 2 (17/36) est cependant plus fréquemment choisie. <b>Le bruit est réduit mais ne disparaît pas.</b></p> <p><b>H5-b.</b> Au traitement 1.2, le choix de la carte 4 (13/36) est inférieur à celui observé au traitement 1.0 (18/36). Il y a une différence dans les résultats des deux traitements 1.0 et 1.2 : l'illustration même en contexte argumentatif est génératrice de bruit.</p>

**Tableau 14. Synthèse et classification des énoncés observés au cours des pilotes».**



## **Chapitre 6. Effet de l'illustration et de l'argumentation sur l'apprentissage au fil des répétitions**

Le plan d'expérience KatLab prévoit la mise en œuvre de différents traitements construits en faisant varier les modalités de trois des quatre attributs du contexte : « illustration » des instructions, « communication » entre joueurs et « vécu » des joueurs. Ces traitements permettent de tester cinq hypothèses spécifiques à l'impact de ces trois attributs sur le comportement des joueurs (cf. chapitres 4 et 5). Le quatrième attribut du contexte, la « répétition » des périodes, est quant à lui fixé à une modalité constante pour tous les traitements. Ainsi, chaque joueur participe à 15 périodes répétées à l'identique, pendant lesquelles lui est soumise la question du partage d'un gain, toujours le même, celui de la grande coalition que le joueur forme avec ses partenaires, toujours les mêmes tout au long du jeu. Chaque joueur conserve le même rôle (A, B ou C) pendant les 15 périodes répétées.

Cette mise en situation à l'identique pendant 15 périodes permet l'apprentissage du jeu par chaque joueur, i.e. l'assimilation de ce que doit être la « bonne » (au sens de la théorie) répartition du gain entre les trois joueurs, mais offre également la possibilité à chaque joueur d'apprendre à mieux connaître ses partenaires au sein du groupe. Roth et Erev (1995) soulignent l'importance de l'apprentissage dans les prises de décision, par l'influence sur les comportements de l'expérience que les joueurs acquièrent au fil des périodes. Roth et Erev (1995) se basent sur des résultats expérimentaux obtenus dans trois protocoles différents: le jeu du bien public, le jeu de l'ultimatum ou le « market-game ». Pendant les premières périodes, ils observent des comportements très changeants, quel que soit le protocole mis en œuvre. Mais sur la durée du jeu, Roth et Erev (1995) soulignent des différences, notamment dans la convergence des décisions des joueurs vers les équilibres prédits par la théorie : alors que les joueurs convergent rapidement vers l'équilibre « parfait » dans le jeu du bien public et le « market-game », les comportements ne convergent pas vers la prédiction théorique dans le jeu de l'ultimatum. Dans ce dernier, la quasi-totalité du gain devrait être captée par un seul des deux joueurs : un joueur, appelé l'« offreur », est doté d'une somme qu'il lui est allouée au début du jeu, qu'il doit partager avec un autre joueur, appelé le « répondeur ». Le répondeur bénéficie

d'un droit de veto. S'il n'est pas satisfait par le partage proposé par l'offreur, il peut refuser l'offre, auquel cas aucun gain n'est perçu ni par l'offreur, ni par lui-même. Selon la théorie économique, l'offreur ne devrait proposer au répondeur qu'une part infime de la somme qu'il détient, proposition que le répondeur devrait accepter car s'il est rationnel il doit préférer un gain non-nul, même faible, à l'absence de gain provoquée par son refus. Or, on observe que dans la plupart des cas, le répondeur rejette les propositions « en sa défaveur », i.e. selon lui trop éloignées du partage égalitaire. Par symétrie, l'offreur propose au répondeur un partage égalitaire du gain (que ce dernier accepte). Ces comportements sont très éloignés de la prédiction théorique. L'offreur s'adapte aux réactions du répondeur : son comportement égalitaire est une anticipation des réponses de son partenaire. Ainsi, quand le jeu est répété, les résultats expérimentaux ne convergent pas vers la prédiction théorique (Güth et al. 1982, Forsythe et al. 1994, Gale et al. 1995).

Dans KatLab, la règle d'unanimité des choix pour aboutir à un accord sur le partage du payoff de la grande coalition peut s'apparenter au veto du répondeur dans le jeu de l'ultimatum : il suffit qu'un seul joueur refuse de se coordonner sur la même carte que ses deux partenaires pour que s'applique le statu quo. Nous distinguerons donc dans ce chapitre deux dimensions dans le mécanisme d'apprentissage de KatLab. Nous aborderons **l'assimilation du jeu**<sup>82</sup> d'une part, i.e. la convergence des choix observés expérimentalement vers la prédiction théorique (la carte 4 construite selon la valeur de Shapley), et **l'adaptation des joueurs**<sup>83</sup> d'autre part, i.e. l'influence sur les décisions prises des comportements des autres joueurs du groupe. *L'adaptation* correspond à la dynamique d'apprentissage de la coordination entre les trois joueurs qui se met en place dans le groupe au fil des répétitions. De la même façon que dans le jeu de l'ultimatum, *l'adaptation* peut perturber *l'assimilation* (i.e. l'émergence de la carte 4 dans les choix). Dans KatLab, un joueur peut avoir une préférence pour la coordination au sein de son groupe, même si elle se fait sur une autre carte que la carte 4, perturbant alors l'expression des choix en faveur de cette carte, et limitant son apparition dans les résultats. Nous évaluerons dans ce chapitre quel est l'impact des attributs « illustration » et « argumentation » sur chacune de ces deux dimensions du mécanisme d'apprentissage.

---

<sup>82</sup> En anglais (Roth et Erev, 1995): « learning about the structure of the game ».

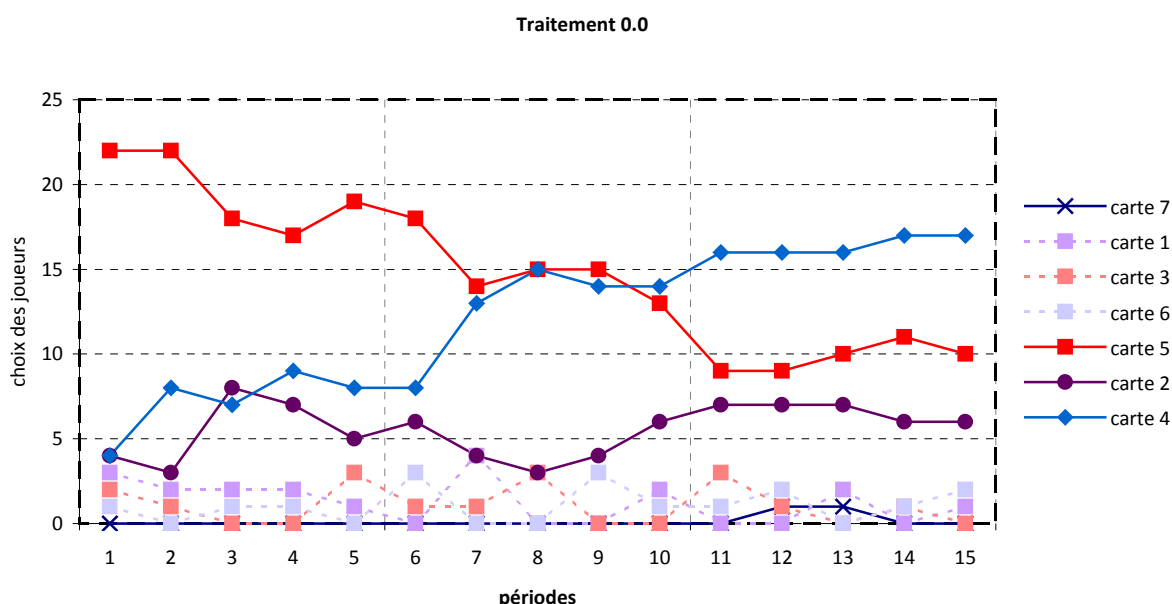
<sup>83</sup> En anglais (Roth et Erev, 1995): « learning about the behaviours of the other players ».

## 1. Assimilation du jeu

L'assimilation du jeu correspond à la capacité des joueurs à converger vers la carte 4, choix théoriquement préféré par les joueurs (cf. chapitre 3). Nous distinguons dans cette partie l'effet des attributs « illustration » et « argumentation » sur l'assimilation.

### 1.1. Sans argumentation

Le graphique 20 ci-dessous présente les choix des joueurs au fil des 15 périodes pour le traitement 0.0.



**Graphique 20. Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 0.0**

La carte 4 (construite selon le critère de Shapley) initialement peu choisie (4/36 choix à la période 1) émerge au fil des périodes du traitement 0.0. Dans la première moitié du jeu, l'augmentation est rapide, un premier saut apparaissant dès la période 2 autour de 8/36 choix et un deuxième saut à la période 7 atteignant les 13/36 choix. Pendant la deuxième moitié du jeu (de la période 9 à la période 15) l'augmentation, plus lente, s'élèvera à 17/36 choix à la période 15.

Le choix de la carte 5 (allocation selon un critère égalitaire strict) diminue régulièrement entre la période 1 et la période 11, puis se maintient autour de 10/36 choix pendant le dernier tiers du

jeu (de la période 11 à la période 15). Spontanément, à la période 1, cette proposition capte une majorité de joueurs (22/36).

La carte 2 se maintient à un niveau équivalent tout au long du jeu (autour de 6/36). Elle ne bénéficie donc pas de la diminution du choix spontané : les choix d'abord portés sur la carte 5 basculent vers la carte 4 plutôt que vers la carte 2.

D'une certaine façon, au traitement 0.0, les joueurs *assimilent* le jeu au fil des répétitions des périodes. Ils apprennent à ne plus se tromper, i.e. ils corrigent le choix spontanément orienté vers la carte 5 pour se reporter sur la carte 4.

La stabilité des choix dans le dernier tiers du jeu (de la période 11 à la période 15) peut s'expliquer par l'*adaptation* des comportements en fonction des décisions prises par les autres membres du groupe : arrivés à un certain moment du jeu, les joueurs ne modifient plus leurs choix au risque de rompre l'accord qui s'est établi sur une carte, même s'ils s'aperçoivent (par assimilation du jeu) que ce n'est pas celle qu'ils préfèrent. Il peut être difficile pour un joueur d'être à l'initiative d'une rupture de l'accord et d'orienter ses partenaires vers une autre carte quand il ne reste plus que 5 périodes à jouer<sup>84</sup>.

On peut résumer ces observations en rapportant le nombre de fois qu'une carte est choisie par les joueurs puis la variabilité de ce nombre pour l'ensemble des répétitions et pour les seules cinq derniers choix (cf. tableau 15)

traitement	0.0	carte 1	carte 2	carte 3	carte 4	carte 5	carte 6	carte 7
15 répétitions	moyenne	1.27	5.53	1.07	12.13	14.80	1.07	0.13
	ecartType	1.28	1.60	1.16	4.32	4.46	1.03	0.35
	CdV	0.99	3.46	0.92	2.81	3.32	1.03	0.38
5 dernières	moyenne	0.60	6.60	1.00	16.40	9.80	1.20	0.40
	ecartType	0.89	0.55	1.22	0.55	0.84	0.84	0.55
	CdV	0.67	12.05	0.82	29.94	11.71	1.43	0.73

**Tableau 15. Nombre moyen de choix, écart-type et coefficient de Variation par carte pour l'ensemble de la session et pour les 5 derniers choix**

La concentration des choix autour d'une carte mesurée par le coefficient de variation (CdV = moyenne/écart-Type) augmente très fortement en fin de période passant pour les cartes 5, 2 et surtout 4 des 3.32, 3.46 et 2.81 calculés sur l'ensemble de la session à 11.71, 12.05 et 29.94 au cours des 5 dernières périodes.

<sup>84</sup> On abordera la concurrence des cartes 2, 4 et 5 dans la partie 1.3 de ce chapitre

Cette approche confirme l'effet de l'introduction d'une illustration dans les instructions. L'étude des profils des choix au fil des périodes pour les traitements 0.1, 0.2 et 0.3 (cf. graphique 21 ci-dessous) modifie la dynamique de l'apprentissage observée au traitement 0.0. Avec une instabilité moyenne à peine supérieure pour la période, ces traitements se caractérisent par des coefficients de variation beaucoup plus faibles pour les traitements 0.1 (7.28, 2.68 et 6.34 pour les cartes 5, 2 et 4) et plus encore, pour le traitement 0.2 (2.67, 5.82 et 5.02 pour ces mêmes cartes).

*NaN : not a number (dénominateur nul)*

traitement	0.1	carte 1	carte 2	carte 3	carte 4	carte 5	carte 6	carte 7
15 répétitions	moyenne	1.93	6.00	4.33	9.67	12.80	0.73	0.53
	ecartType	1.03	2.20	1.23	2.82	4.02	0.70	0.64
	CdV	1.87	2.72	3.51	3.43	3.18	1.04	0.83
5 dernières	moyenne	1.40	5.80	5.20	12.20	10.80	0.40	0.20
	ecartType	0.89	2.17	0.45	1.92	1.48	0.55	0.45
	CdV	1.57	2.68	11.63	6.34	7.28	0.73	0.45

traitement	0.2	carte 1	carte 2	carte 3	carte 4	carte 5	carte 6	carte 7
15 répétitions	moyenne	1.47	11.87	1.27	8.47	11.00	0.87	1.07
	ecartType	1.19	2.39	0.96	3.72	5.21	0.92	0.80
	CdV	1.24	4.97	1.32	2.28	2.11	0.95	1.34
5 dernières	moyenne	1.20	13.40	0.80	10.40	8.00	1.00	1.20
	ecartType	1.64	2.30	0.84	2.07	3.00	1.00	0.84
	CdV	0.73	5.82	0.96	5.02	2.67	1.00	1.43

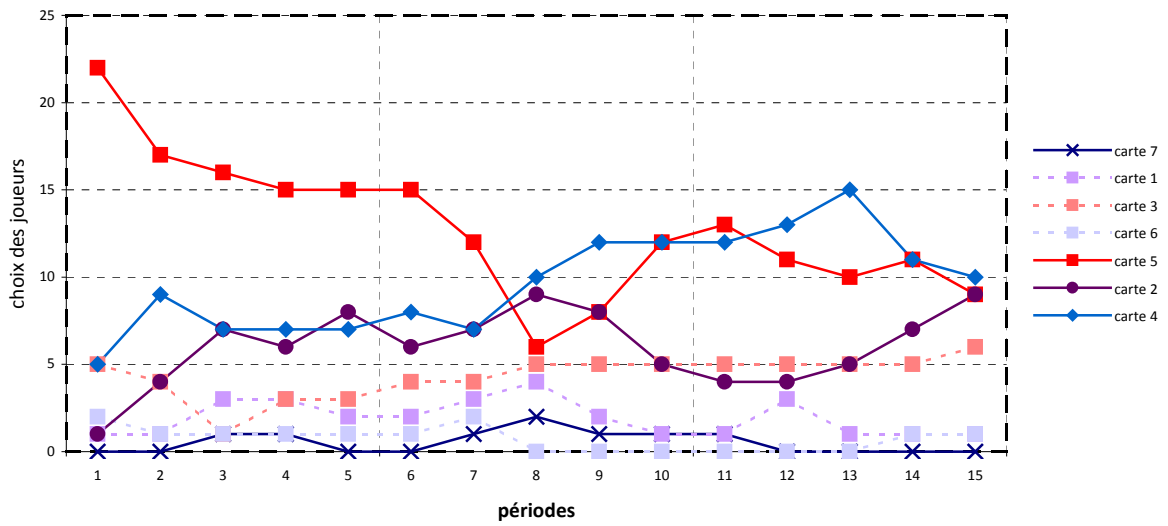
  

traitement	0.3	carte 1	carte 2	carte 3	carte 4	carte 5	carte 6	carte 7
15 répétitions	moyenne	0.13	13.53	0.07	4.47	16.40	0.27	1.13
	ecartType	0.35	2.50	0.26	1.41	2.80	0.46	0.35
	CdV	0.38	5.41	0.26	3.17	5.86	0.58	3.22
5 dernières	moyenne	0.00	15.60	0.00	5.00	14.20	0.00	1.20
	ecartType	0.00	0.55	0.00	0.00	0.84	0.00	0.45
	CdV	NaN	28.48	NaN	NaN	16.97	NaN	2.68

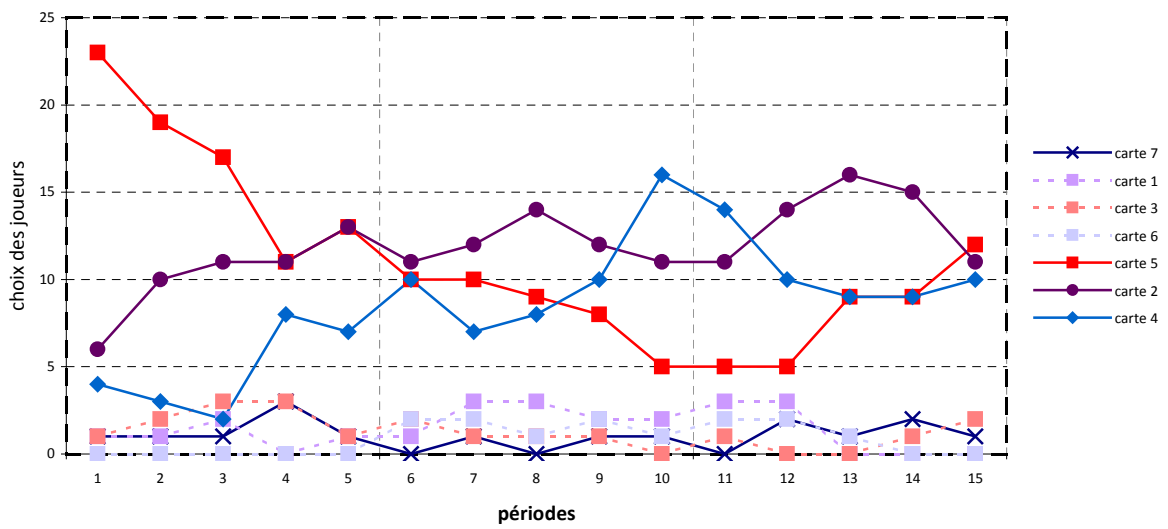
**Tableau 16. Nombre moyen de choix, écart-type et Coefficient de Variation par carte pour l'ensemble de la session et pour les 5 derniers choix**



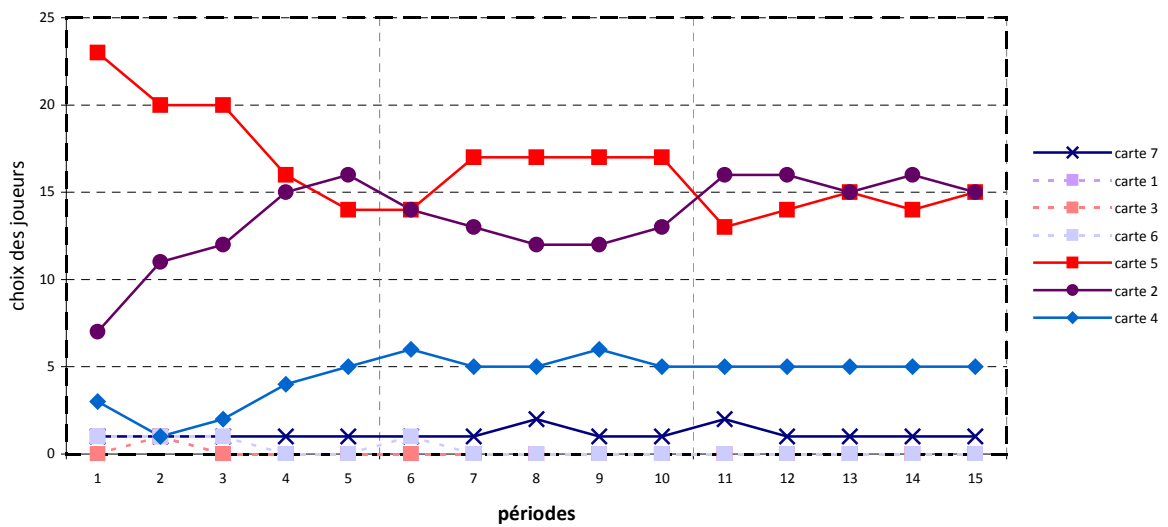
Traitement 0.1



Traitement 0.2



Traitement 0.3



Graphique 21. Choix des joueurs au fil des 15 périodes aux traitements 0.1, 0.2 et 0.3

Aux traitements 0.1 et 0.2, la carte 4 initialement peu choisie à la période 1, respectivement 4/36 (période 13) et 5/36 choix (période 10), devient recherchée jusqu'à atteindre un maximum (respectivement 15/36 et 16/36) avant de redescendre à 10/36 à la période 15 dans les deux traitements

La distribution des choix des cartes 2, 4 et 5, uniforme à la période 15, semble se déformer par permutations progressives sans qu'une distribution particulière soit arrêtée, qu'une option de référence soit constituée.

Au traitement 0.3, avec le changement thématique et les référentiels spontanés qu'il induit, l'inverse est vrai. La répartition des choix entre les cartes 2, 4 et 5, est relativement stable dès la période 4. Le choix spontané initial reste fixé sur la carte 5. Sa fréquence diminue jusqu'au niveau de la carte 2 convergeant à de faibles fluctuations près autour de 15/36. Les cartes 1, 3 et 6, toujours présentes dans les choix aux autres traitements 0.0, 0.1<sup>85</sup> et 0.2 disparaissent quasiment au traitement 0.3. Une concentration exceptionnelle de ces choix apparaît aux 5 dernières périodes, le coefficient de variation pour les cartes 5 et 2 s'établissant, respectivement, à 16.97 et 28.48, le nombre de choix étant arrêté à 5 pour ces cinq dernières périodes pour la carte 4.

Le faible niveau des choix portés sur la carte 4 montre l'échec de l'*assimilation* du jeu au traitement 0.3, les deux cartes « égalitaristes » (cartes 2 et 5), exprimant une adaptation des joueurs à une représentation partagée distincte des arguments usuels d'une fonction d'utilité. Le bruit observé dans les choix au traitement 0.3 est davantage dû à un problème d'assimilation du jeu qu'à un problème d'adaptation. La controverse soulevée à la fin du chapitre 4 reste donc en suspens : cette déviation de l'assimilation du jeu est-elle due à une perception différente par les joueurs (ici des étudiants) d'un contenu pourtant équivalent pour les illustrations « eau : agriculteurs » et « non-eau : salariés » ?<sup>86</sup>

Notons aussi qu'on ne peut pas non plus expliquer les préférences portées sur les cartes 2 et 5 par un nombre insuffisant de répétitions. Cette hypothèse, émise à la fin du traitement 0.0, quand il restait peu de périodes pour que les joueurs convainquent leurs partenaires de changer leurs choix, est rejetée dans le cas du traitement 0.3.

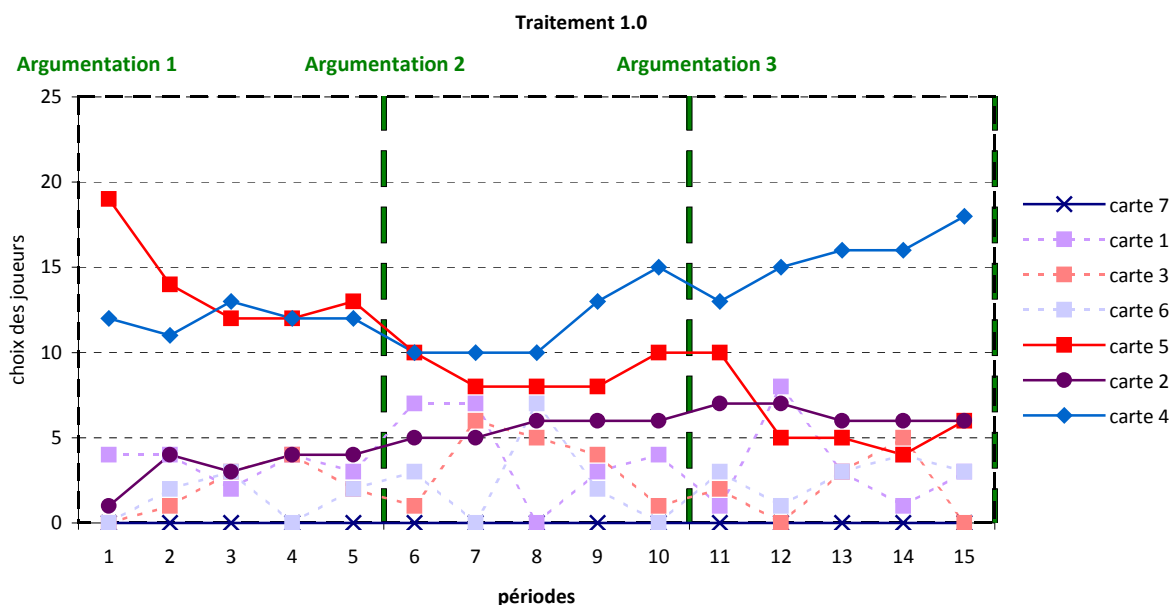
---

<sup>85</sup> notamment la carte 3 au traitement 0.1

<sup>86</sup> Cette question ne peut être tranchée qu'en conduisant le protocole sur le terrain, avec des joueurs ayant une expérience spécifique aux contenus de l'illustration.

## 1.2. Avec argumentation

Le graphique 22, ci-dessous, présente les choix opérés par les 36 joueurs, période après période, au traitement 1.0.



**Graphique 22. Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 1.0**

Au traitement 1.0, dès le début du jeu jusqu'à la période 9, le nombre de choix de la carte 4 se tient autour de 12/36. A la suite de la phase d'« argumentation 2 », il diminue et se stabilise à 10/36 choix avant de croître à nouveau pour finalement atteindre 18/36 à la période 15 sans que l'arrêt de cette augmentation du nombre de joueurs favorables à ce choix ne soit encore établi.

Ce phénomène se joue au détriment du choix de la carte 5, déjà observé dans les traitements sans communication. Comme ces évolutions sont assez "lisses", on observe mal l'effet spécifique des phases « argumentation 2 » et « argumentation 3 ».

Le choix de la carte 2, après une légère augmentation dans le premier tiers du jeu (de la période 1 à la période 5), est stable autour de 6/36<sup>87</sup> pendant les deux derniers tiers. On n'observe pas non plus d'inflexion du choix de la carte 2 après les phases « argumentation 2 » et « argumentation 3 ».

<sup>87</sup> Niveau proche de celui du traitement 0.0

Il en résulte une concentration des choix autour d'un niveau de référence pour les cartes 2, 5 et 4 moins marquée qu'en 0.0 mais possiblement en raison du caractère inachevé de l'exploration des options proposées.

traitement	1.0	carte 1	carte 2	carte 3	carte 4	carte 5	carte 6	carte 7
15 répétitions	moyenne	3.60	5.07	2.47	13.07	9.60	2.20	0.00
	ecartType	2.29	1.62	2.00	2.46	4.01	1.90	0.00
	CdV	1.57	3.12	1.24	5.31	2.39	1.16	NaN
5 dernières	moyenne	3.20	6.40	2.00	15.60	6.00	2.80	0.00
	ecartType	2.86	0.55	2.12	1.82	2.35	1.10	0.00
	CdV	1.12	11.68	0.94	8.59	2.56	2.56	NaN

traitement	1.2	carte 1	carte 2	carte 3	carte 4	carte 5	carte 6	carte 7
15 répétitions	moyenne	2.40	11.80	1.80	10.60	7.80	1.60	0.00
	ecartType	2.16	3.21	1.61	2.26	3.99	1.50	0.00
	CdV	1.11	3.67	1.12	4.69	1.96	1.06	NaN
5 dernières	moyenne	1.80	14.00	0.60	12.80	4.40	2.40	0.00
	ecartType	2.49	2.55	0.55	0.45	0.55	0.89	0.00
	CdV	0.72	5.49	1.10	28.62	8.03	2.68	NaN

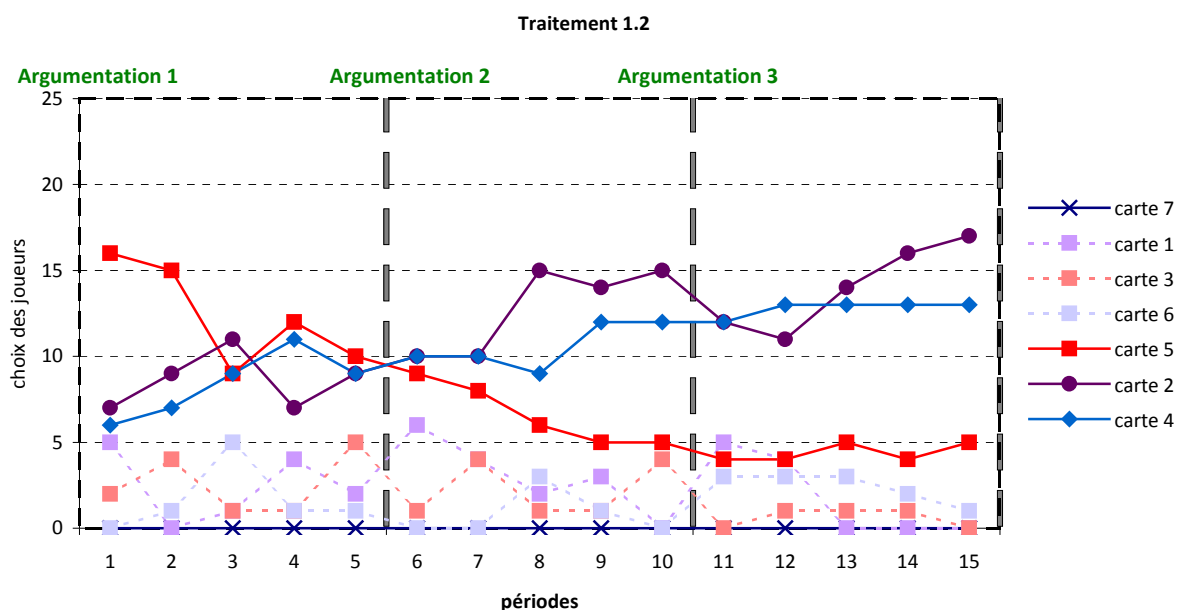
NaN : not a number (dénominateur nul)

**Tableau 17. Nombre moyen de choix, écart-Type et coefficient de Variation par carte pour l'ensemble de la session et pour les 5 derniers choix**

La concentration des choix autour d'une carte mesurée par le coefficient de variation (CdV = moyenne/écart-Type) n'augmente pas pour la carte 5 (passant de 2.39 à 2.56). La diminution est constante et régulière pendant tout le jeu. La carte 2 voit son CdV augmenter sur les 5 dernières périodes. Cette observation est essentiellement due à son faible écart-type à ce moment du jeu. La carte 4 quant à elle augmente régulièrement en fin de jeu. Il est possible qu'elle arrive à un plafond tout comme au traitement 0.0, étant donnée la faible variation des autres cartes.

Dans le graphique 22, on note une forte présence, bien plus importante que dans les traitements sans argumentation, des choix portés vers les cartes 1, 3 et 6 en même temps qu'une grande instabilité de ces choix. Les cartes 1, 3 et 6 dépassent les 5/36 choix après la phase « argumentation 2 ». Par exemple, la carte 1 apparaît fortement à la période 7 (7/36 choix) et disparaît complètement à la période 8; à l'inverse la carte 6 absente des choix à la période 7 connaît un « pic » à la période 8 (7/36). La carte 3 a un profil de choix tout aussi instable que les cartes 1 et 6 et un niveau moyen proche (autour de 3/36). Les informations échangées entre les joueurs pendant les phases d'argumentation semblent provoquer une augmentation des choix portés sur ces cartes, sans assurer pour autant leur stabilité d'une période à l'autre.

Le graphique 23 ci-dessous présente les choix opérés par les 36 joueurs, période après période, au traitement 1.2.



**Graphique 23. Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 1.2**

Les cartes 1, 3 et 6 ont également un niveau élevé au traitement 1.2, comparable à celui du traitement 1.0, apparaissant également de façon alternante. Au chapitre 5, l'étude de la phase « argumentation 1 » pour le groupe 0 du traitement 1.2 suggérait une coordination « séquentielle » des joueurs sur chacune de ces trois cartes. L'observation des choix au fil des périodes semble mettre en évidence ce type de coordination au sein des groupes : chaque carte présente alternativement un pic autour de 5/36. L'étude des résultats de la coordination au sein des groupes permettra de savoir si ce choix est propre à un groupe en particulier, ou s'il est partagé par des joueurs impliqués dans des groupes différents.

L'assimilation du jeu semble mobiliser la carte 2 comme transition de la carte 5 dont la fréquence décroît à nouveau fortement vers la carte 4, ayant pour effet de réduire la concentration du nombre de choix sur une valeur moyenne déterminée pour la carte 2 et d'accroître celle de la carte 4 dont l'augmentation est plus lente qu'au traitement 1.0. On note ainsi dans le tableau 16 que la concentration des choix autour d'une carte (CdV) au traitement 1.2 explose pour la carte 4. Son écart-type est très faible. On voit dans le graphique 23 en effet que sa progression, au détriment de la carte 5, est concurrencée par l'évolution de la carte 2.

On n'observe pas d'inflexion particulière dans les choix après les phases « argumentation 2 » et « argumentation 3 » pour aucune des cartes 2, 4 et 5 mais les choix initiaux sont moins explicitement favorables à la carte 4.

L'étude de l'évolution des choix, groupe par groupe, permettra de vérifier l'impact de chaque phase d'argumentation au sein des groupes, que l'analyse agrégée (telle qu'opérée avec les graphiques 22 et 23) ne permet pas de mettre en évidence, sauf pour la carte 4 (inflexion de son augmentation aux périodes 6 et 11 au traitement 1.0, après les phases « argumentation 2 » et « argumentation 3 »). Par l'analyse des contenus des échanges, on pourra de la même façon comprendre l'émergence des cartes 1, 3 et 6 dans les accords aux traitements avec argumentation.

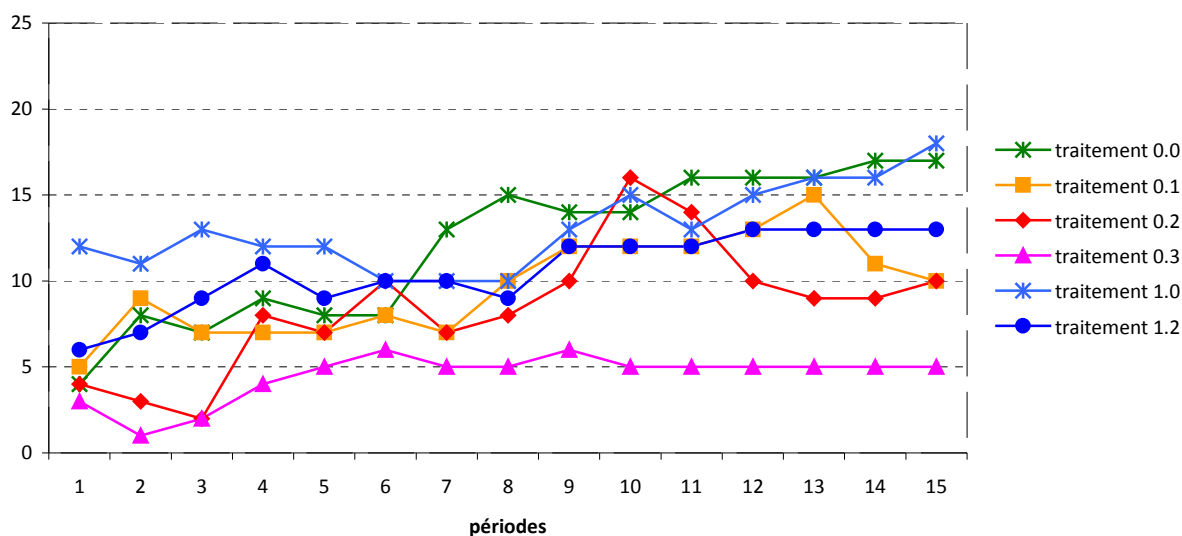
### **1.3. Compétition entre les cartes 2, 4 et 5**

Les choix des cartes 2, 4 et 5 concentrent la majorité des choix. Nous avons constaté, dans tous les traitements, deux phénomènes symétriques : d'une part une diminution de la carte 5, au bénéfice des cartes 2 et 4 d'autre part. Cependant, malgré cette constance d'un traitement à l'autre, des différences apparaissent. Le choix de l'une des cartes semble se faire au détriment des deux autres, avec dans certains traitements une compétition concernant soit les trois cartes ensemble (pour les traitements illustrés « eau », i.e. traitements 0.1, 0.2 et 1.2) soit seulement deux cartes sur les trois (par exemple les cartes 4 et 5 aux traitements sans illustration, i.e. traitements 0.0 et 1.0, et les cartes 2 et 5 au traitement 0.3). Nous abordons plus spécifiquement dans cette partie la dynamique des choix carte par carte, en les présentant séparément, en fonction des traitements.

#### **a) Carte 4**

Le graphique 24 ci-dessous présente sur les 15 périodes l'évolution des choix portés sur la carte 4.

Carte 4



**Graphique 24. Choix de la carte 4 au fil des 15 périodes pour chaque traitement**

Le choix de la carte 4, prédit par la théorie, est à un niveau très faible à la période 1, autour de 5/36 choix, sauf au traitement 1.0 où la carte 4 atteint 12/36 choix. La répétition des périodes permet l'émergence de la carte 4. L'assimilation du jeu est favorisée par cette répétition. Cependant, cette assimilation est plus ou moins rapide selon les modalités choisies pour les attributs « illustration » et « communication ».

On observe une meilleure assimilation dans les traitements sans illustration : à la période 15, la carte 4 atteint 17/36 choix au traitement 0.0 et 18/36 au traitement 1.0. Avec l'ajout de l'illustration « eau », la carte 4 atteint des maxima équivalents (autour de 15/36), mais plus tôt dans le jeu et surtout, *le choix de la carte 4 est instable* : après les pics (observés à la période 13 pour le traitement 0.1 et à la période 10 pour le traitement 0.2), la carte 4 décline ensuite pour atteindre 10/36 à la période 15. Enfin, la carte 4 est marginalisée au traitement 0.3.

Avec l'ajout de l'argumentation, au traitement 1.0, la carte 4 est à un niveau élevé dès le départ. **La phase d'« argumentation 1 » facilite l'assimilation du jeu par les joueurs.** Le choix de la carte 4 stagne pendant toute la première moitié du jeu, et augmente ensuite à partir de la période 9 jusqu'à atteindre le même niveau qu'au traitement 0.0. On note toutefois deux inflexions après les phases « argumentation 2 » et « argumentation 3 ».

Au traitement 1.2, le niveau de départ est équivalent à celui observé aux traitements sans communication, malgré l'apport positif de la phase d'« argumentation 1 » sur l'assimilation,

constaté au traitement 1.0. **L'illustration perturbe l'effet de l'argumentation**<sup>88</sup>. Le choix final, à la période 15, est également plus faible au traitement 1.2 qu'au traitement 1.0.

Le choix de la carte 4 a une évolution différente de celle observée au traitement 1.0 : il augmente dans la première moitié du jeu et se stabilise sur toute la deuxième moitié autour de 13/36, quand au traitement 1.0 l'augmentation s'opérait en fin de jeu, consécutivement à une stagnation dans la première moitié. La caractéristique commune cependant est que le choix de la carte 4 ne s'écroule pas : soit il augmente, soit il se maintient (malgré les deux légères inflexions notées après les phases « argumentation 2 » et « argumentation 3 » au traitement 1.0), mais jamais il ne chute complètement.

Au traitement 1.2, qui combine les deux modalités supérieures des deux attributs « illustration » et « argumentation », le niveau maximal atteint par la carte 4 pendant la répétition des périodes est inférieur (13/36) à celui observé dans le traitement 0.2 (où les joueurs choisissent 16/36 fois la carte 4 à la période 10). Mais ce niveau est stable au traitement 1.2 : on n'observe pas la chute observée au traitement 0.2 après la période 10. Il semble donc que l'argumentation compense, par une stabilisation du choix de la carte 4, le bruit introduit par l'illustration, même si elle ne le fait pas disparaître (cf. chapitre 5).

**L'argumentation renforce le choix de la carte 4 sur la durée du jeu, quel que soit le niveau d'illustration, quand l'illustration seule (i.e. sans communication) rend ce choix instable d'une période à l'autre (voire inexistant au traitement 0.3).**

La modalité « argumentation » elle-même et sa mise en œuvre en trois phases distinctes, séparées par 5 périodes jouées, favorisent l'assimilation du jeu : l'expression par les joueurs d'arguments irréfutables en faveur de la carte 4, par la mise en place d'une « pédagogie » des choix, a un impact positif sur l'assimilation du jeu. Le fait que ces arguments puissent être renouvelés fréquemment auprès des autres joueurs, toutes les cinq périodes, renforce la stabilité des choix portés sur la carte 4 aux traitements 1.0 et 1.2. Ce rappel des arguments soutenant la carte 4 évite le dispersement des joueurs sur les autres cartes au fil des périodes. L'absence de ce rappel peut expliquer la chute de la carte 4 observée aux traitements 0.1 et 0.2 après les pics atteints (aux périodes 13 et 10 respectivement).

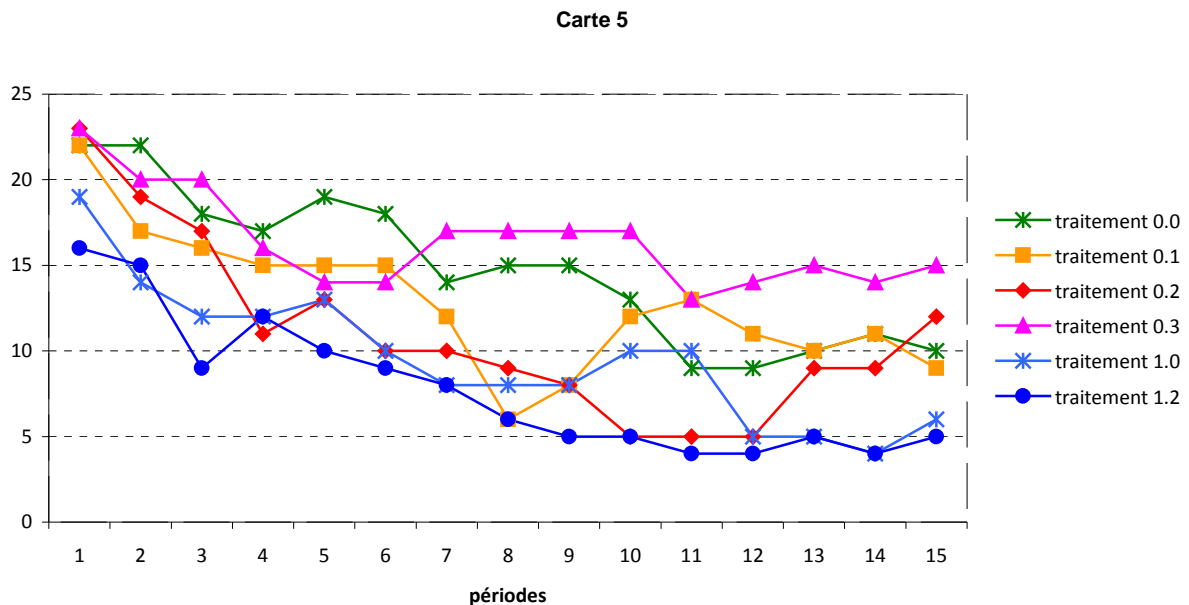
---

<sup>88</sup> Cette observation déjà soulevée au chapitre 5 participe au rejet de l'hypothèse H5 : « L'argumentation en situation illustrée empêche l'apparition du « bruit » constaté en absence de l'argumentation ».



## b) Carte 5

Le graphique 25 ci-dessous présente sur les 15 périodes l'évolution des choix portés sur la carte 5, construite selon le critère égalitaire strict.



**Graphique 25. Choix de la carte 5 au fil des 15 périodes pour chaque traitement**

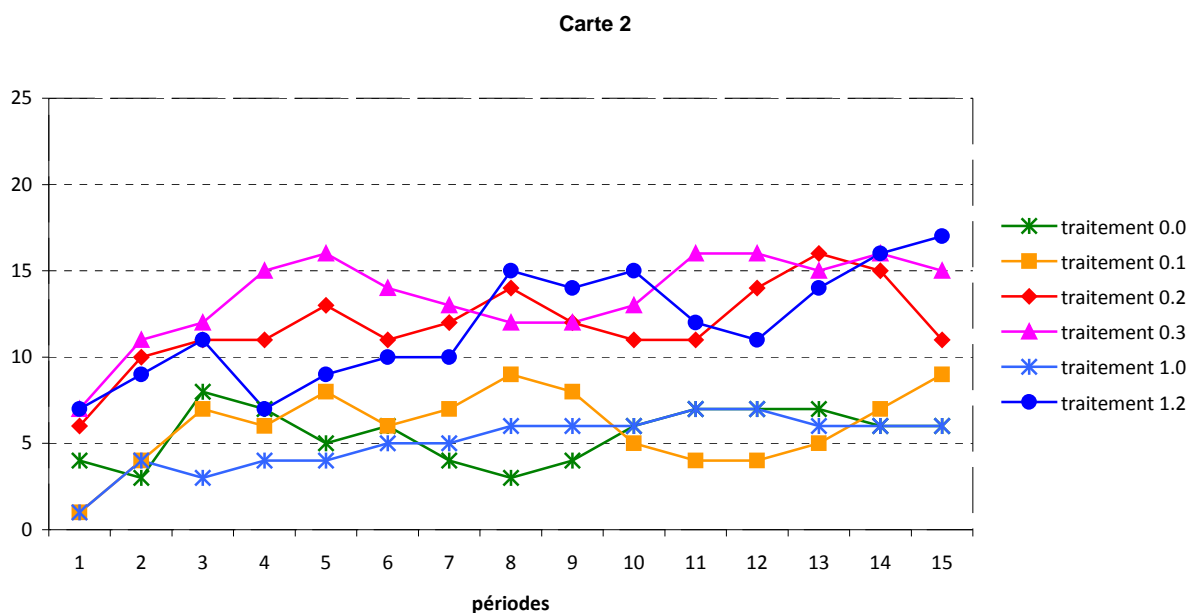
Nous avons observé précédemment que parmi tous les choix, le choix spontané était toujours orienté vers la carte 5, quelles que soient les modalités choisies pour les attributs « illustration » et « communication ». Toutefois, ce choix spontané est à un niveau plus faible aux traitements avec argumentation.

A tous les traitements, on observe une diminution du choix de la carte 5 par rapport à son niveau initial. La répétition des périodes détériore la préférence pour le choix égalitaire strict. Cependant, cette diminution ne présente pas les mêmes profils à tous les traitements. Aux traitements 0.1 et 0.2, après une chute importante du choix de la carte 5 (qui fait écho aux « pics » observés dans les choix de la carte 4, cf. précédemment) on observe une augmentation. De plus, au traitement 0.3, la carte 5 est fréquemment choisie et ne descend pas au-delà d'un niveau minimal plutôt élevé (13/36 à la période 11). **L'illustration des instructions perturbe l'assimilation du jeu par les joueurs**, i.e. leur reconnaissance du choix de la carte 5 comme étant une « erreur » dans le jeu (au sens des prédictions théoriques).

Le phénomène de diminution du choix de la carte 5 est amplifié après introduction de l'argumentation aux traitements 1.0 et 1.2, dès la période 1, et jusqu'à la période 15. L'argumentation permet une meilleure assimilation de la carte 5 comme étant un mauvais choix. Cependant, on n'a pas observé précédemment une augmentation aussi marquée en faveur du « bon » choix (carte 4). La possibilité donnée aux joueurs de soutenir leur choix ou de réfuter le choix des autres par l'argumentation n'entraîne pas une meilleure assimilation de ce que devrait être le bon choix. La diminution de la carte 5 se fait autant au profit de la carte 2 (autre carte construite selon un critère égalitaire) que de la carte 4.

### c) Carte 2

Le graphique 26 ci-dessous présente sur les 15 périodes l'évolution des choix portés sur la carte 2, construite selon le critère égalitaire « intermédiaire » (i.e. partage égalitaire du surplus de la grande coalition).



**Graphique 26. Choix de la carte 2 au fil des 15 périodes pour chaque traitement**

Dans les traitements sans illustration (traitements 0.0 et 1.0), la carte 2 est peu choisie, tandis qu'elle atteint des niveaux plus importants quand l'attribut illustration est à sa modalité supérieure (traitements 0.2, 0.3 et 1.2). On observe clairement la concurrence faite par la carte 2 sur le choix de la carte 4 dans les traitements très illustrés, empêchant l'émergence du choix prédit par la théorie. Le traitement 0.1 (modalité d'illustration « eau : phrase seule ») est un cas intermédiaire, dans le sens où le niveau des choix de la carte 2 est aussi faible qu'aux

traitements sans illustration, mais où les écarts d'une période à l'autre sont plus importants, jusqu'à atteindre un niveau proche de celui du traitement 0.2 à la période 15.

Le maintien du choix portés sur les cartes 2 et 5 dans les dernières périodes, malgré une meilleure *assimilation* du jeu (émergence de la carte 4 permise par la répétition des périodes, renforcée par l'argumentation quand elle est permise), peut s'expliquer par la volonté des joueurs de *s'adapter* aux préférences exprimées en faveur des autres cartes par leurs partenaires au sein des groupes. Selon cette interprétation, les joueurs coordonnés sur les cartes 2 et 5 (construites selon un critère égalitaire) maintiendraient des positions qui aboutissent à un accord au sein du groupe, sans chercher à basculer vers la carte 4, pour ne pas rompre cet accord. Cette interprétation renvoie à la théorie égalitaire (ou anti-compétitive) de Gamson (1964) qui pose l'hypothèse que plutôt que de chercher à maximiser leur fonction d'utilité, les joueurs au sein d'une coalition cherchent à minimiser les conflits pour maintenir le lien social au sein du groupe. Le choix de la carte 4 n'atteint ainsi jamais 20/36 choix pendant le jeu, les autres cartes exerçant une « concurrence », déviant les choix « assimilés » vers des choix « adaptés ».

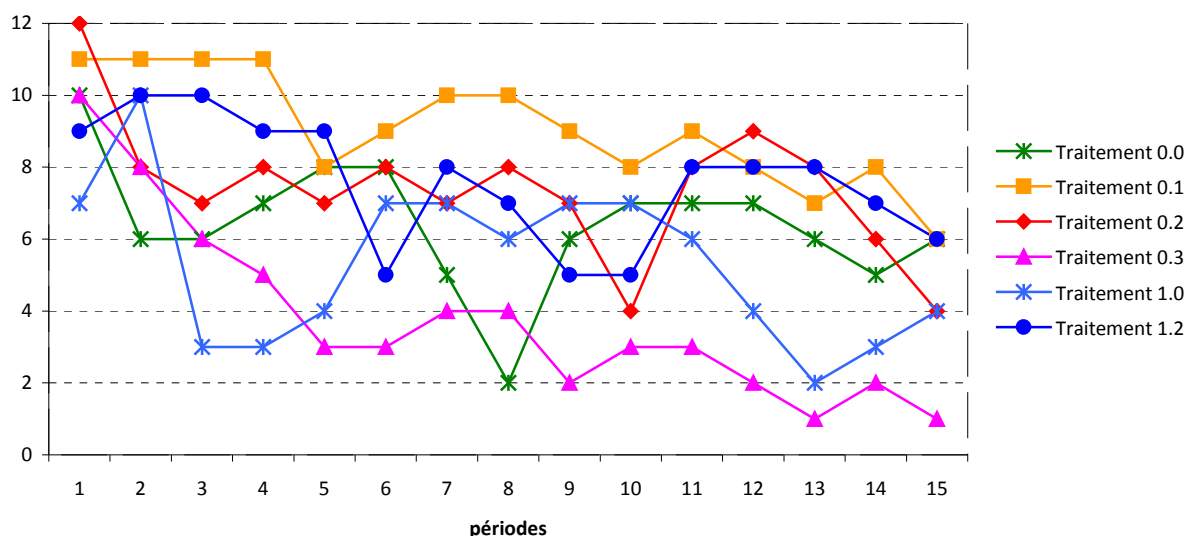
## 2. Adaptation

En étudiant les choix des cartes, nous avons noté que *l'assimilation* du jeu pouvait être perturbée par une *adaptation* des joueurs aux choix de leurs partenaires au sein des groupes. Nous avons considéré qu'il était possible que les joueurs expriment une préférence pour l'accord dans leur groupe en favorisant la coordination au détriment de la défense de leurs intérêts personnels. Nous expliquons par cette hypothèse les choix des cartes 2 et 5 observés dans les différents traitements. Nous vérifions dans cette partie si les coordinations au sein des groupes sont cohérentes avec cette interprétation, et évaluons l'impact des attributs « illustration » et « argumentation » sur l'autre dimension de l'apprentissage : l'adaptation.

### 2.1. Echecs de la coordination

Le graphique 27 montre la fréquence d'apparition de la carte 7 dans les 12 groupes prenant part à chaque traitement. La présence de cette carte traduit les échecs de la coordination.

Carte 7



**Graphique 27. Echecs de la coordination (apparition de la carte 7) au fil des 15 périodes au sein des 12 groupes pour chaque traitement**

Pour tous les traitements la coordination à la période 1 est faible. Ce faible niveau s’explique par la faible assimilation du jeu après la seule lecture des instructions, et par l’absence d’adaptation des comportements, étant donné que les joueurs ne savent pas encore quels seront les choix effectués par leurs partenaires au sein des groupes. On remarque que les taux de coordination sont meilleurs aux traitements avec argumentation, quand les joueurs ont pu se mettre d’accord au sein de leur groupe dès la phase d’« argumentation 1 », sans avoir observé les décisions des autres en situation de jeu. **La phase d’argumentation préalable au jeu permet une première adaptation des comportements, en fonction des informations échangées à cette occasion.**

Les échecs de la coordination diminuent au fil des périodes, mais restent nombreux. La carte 7 apparaît très souvent dans les traitements, au-delà d’un seuil relativement élevé (6/12 groupes), à l’exception : du traitement 0.3, où la carte 7 disparaît rapidement des résultats des groupes jusqu’à n’être appliquée à la période 15 que dans un seul groupe ; des traitements 0.0 et 1.0 (traitements sans illustration) où la carte 7 connaît quelques « creux », preuve que la coordination, bien que meilleure pendant quelques périodes, y est toutefois très instable.

L’important taux d’échecs des coordinations au sein des groupes, observé pour tous les traitements (sauf le traitement 0.3) dans le graphique 6-8 ne permet pas de dégager de façon agrégée pour les 15 périodes, telle que nous l’avons fait pour les choix des joueurs, des profils de la coordination en fonction des modalités choisies pour les attributs « illustration » et

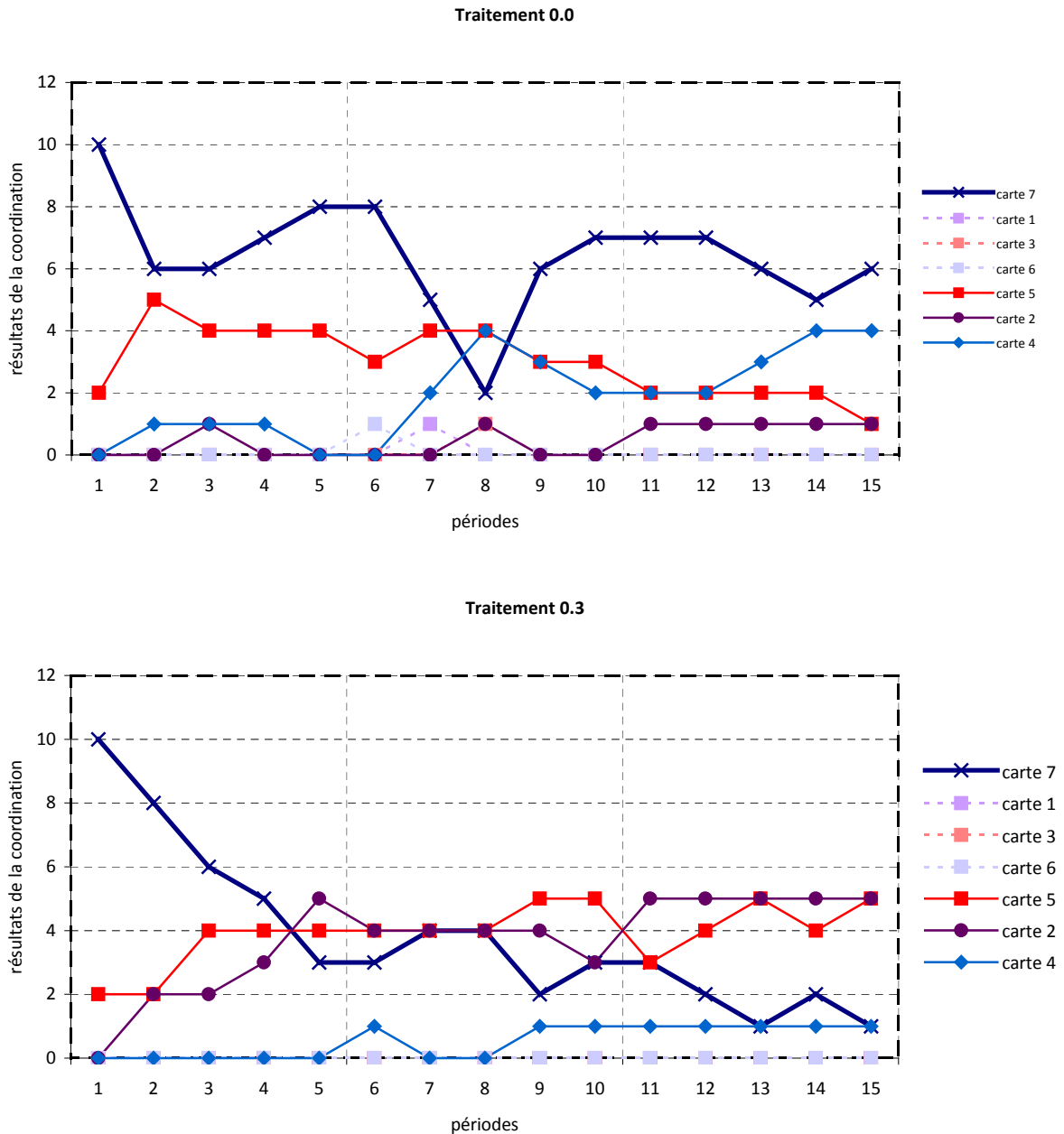
« argumentation ». Les nombreux échecs observés globalement interrogent plutôt sur les dynamiques d'apprentissage qui se mettent en place au cas par cas, au sein de chaque groupe de trois joueurs, au fil des 15 périodes répétées.

## **2.2. Réussites de la coordination**

A partir des observations faites à la lecture du graphique précédent (graphique 6-8), on se contentera de commenter les profils de la coordination seulement pour les traitements où elle est relativement en réussite par rapport aux autres traitements. On abordera donc l'évolution de la coordination au fil des 15 périodes dans trois traitements : le traitement témoin (traitement 0.0), le traitement 0.3 (après ajout de l'illustration « non eau : salariés ») et le traitement 1.0 (après ajout de l'argumentation).

### **a) Traitements 0.0 et 0.3 (sans argumentation)**

Le graphique 28 ci-dessous montre les résultats de la coordination pour les traitements 0.0 et 0.3.



**Graphique 28. Résultats de la coordination au fil des 15 périodes.**

Les profils de la coordination correspondent aux tendances observées dans les choix, i.e. une diminution de la carte 5 au bénéfice de la carte 4 au traitement 0.0 et un partage des coordinations entre les cartes 2 et 5 (la carte 4 restant marginale) au traitement 0.3.

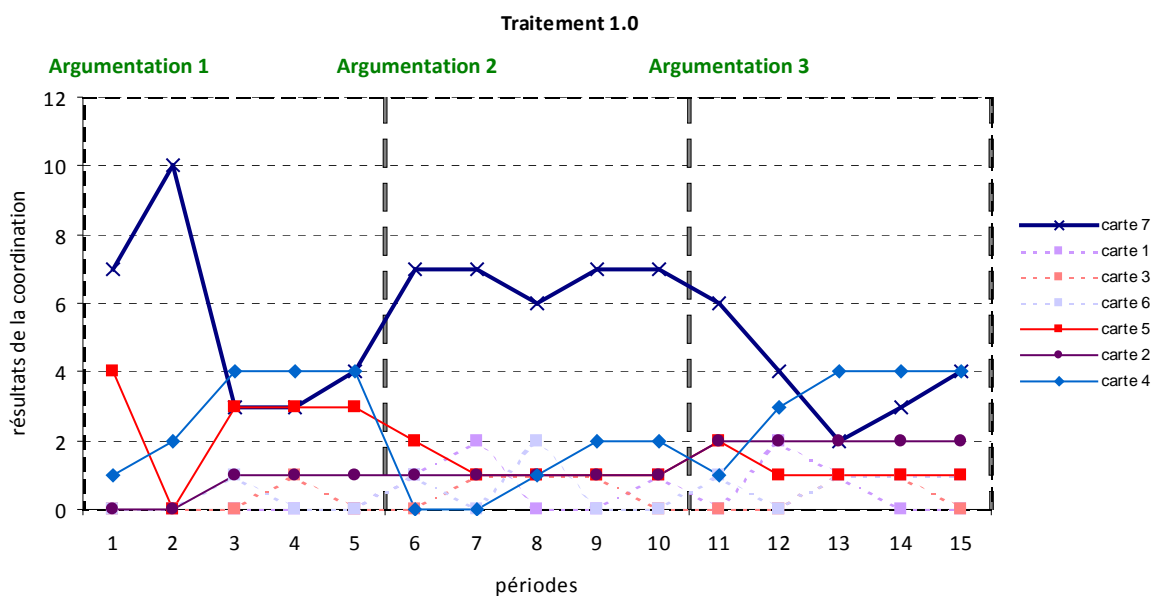
Au traitement 0.0, on avait expliqué la stabilisation des choix des cartes 2, 4 et 5 dans le dernier tiers du jeu par le manque de périodes disponibles à ce moment-là pour construire un nouvel accord. Les coordinations ne sont cependant pas aussi stables que les choix agrégés observés

dans le dernier tiers du jeu le laissent supposer. L'étude des dynamiques des choix au cas par cas permettront une meilleure analyse des comportements.

On observe au traitement 0.0 un phénomène inattendu : trois coordinations sont réussies successivement sur les cartes 1, 6 et 3 aux périodes 6, 7 et 8 (respectivement). Cette coordination, au bout de seulement six périodes de jeu, est rare car à la fois inattendue (d'autres allocations plus stables sont proposées par d'autres cartes) et risquée sans argumentation (en terme de réussite de la coordination)<sup>89</sup>. L'étude des choix dans le groupe concerné permettra de connaître les signaux ayant permis cette coordination.

### b) Traitement 1.0 (avec argumentation)

Le graphique 29 ci-dessous montre les résultats de la coordination pour les 12 groupes, période après période, au traitement 1.0.



**Graphique 29. Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 1.0**

La coordination observée à la période 1 n'est pas stable, la carte 7 augmente à la période 2 avant de retomber à un niveau très faible dès la période 3 (3/12 groupes, soit 9/12 groupes qui se coordonnent). L'augmentation soudaine de la carte 7 à la période 6 (après la phase d'« argumentation 2 ») est concomitante à la disparition de la coordination sur la carte 4 observée aux périodes 3, 4 et 5 (dans 4/12 groupes). La phase d'« argumentation 2 » a donc

<sup>89</sup> Le choix des cartes 1, 3 et 6 est abordé plus spécifiquement en annexe 6.

rompu les accords portés sur la carte 4, renvoyant à l'observation d'une inflexion dans les choix, observée précédemment (cf. graphiques 22 et 24).

Nous avons établi que l'argumentation empêchait la chute des choix portés sur la carte 4. On observe cependant que l'argumentation détériore la coordination sur cette carte. Ce paradoxe montre que même si la carte 4 est *globalement* préférée par les joueurs (dans les choix agrégés, cf. graphiques 22 et 24), des divergences apparaissent au sein des groupes après les phases d'argumentation. On peut alors interpréter cette rupture provoquée par l'argumentation de deux façons : soit « négativement », comme une perturbation des équilibres d'accord au sein des groupes ; soit « positivement », comme une conséquence mécanique de la possibilité donnée aux joueurs, grâce à l'argumentation, de modifier leurs cartes d'accord en explorant d'autres possibilités.

A partir du deuxième tiers du jeu, les coordinations sur les cartes 1, 3 et 6 à différentes périodes augmentent. Par exemple, les nombreux choix portés aux périodes 7 et 8 sur les cartes 1 et 6 (constatés sur le graphique 22) ont abouti à une coordination sur ces cartes dans 2/12 groupes. Grâce à l'argumentation, les joueurs explorent une possibilité d'accord non pas sur une seule autre carte, mais sur *trois cartes différentes*, imaginant une **stratégie « mixte » non prévue lors de la construction du jeu**.

L'alternance dans le choix des cartes 1, 3 et 6 s'apparente à un choix égalitaire strict. En effet, au bout de 3 périodes chaque joueur reçoit  $498\ 000 + 2 \cdot 1000 = 500\ 000$  écus. Ce gain correspond aux gains des joueurs dans les groupes ayant choisi la carte 5 pendant les 3 mêmes périodes, soit  $166\ 666 \cdot 3 = 498\ 998$  écus<sup>90</sup>. La construction des cartes 1, 3 et 6 était basée sur un critère égoïste. Or les joueurs qui ont choisi la stratégie d'alternance entre ces cartes leur ont donné une signification différente (et inattendue) d'une préférence pour le partage égalitaire strict. Il reste cependant à comprendre pourquoi les joueurs ont choisi cette stratégie risquée, alors que la carte 5 leur offrait le même résultat d'une façon plus certaine en terme de coordination. L'unanimité requise pour l'application d'une carte se maintient plus facilement quand il n'y a qu'à se focaliser sur une seule carte au lieu de trois. Le risque qu'un des membres du groupe fasse une erreur<sup>91</sup> de coordination dans l'alternance entre les trois cartes est élevé. L'étude des arguments dans les groupes concernés apportera des éléments pour comprendre ce qui a

---

<sup>90</sup> On considère négligeable la différence de 2 écus entre 498 998 et 500 000 écus.

<sup>91</sup> L'erreur peut d'ailleurs être volontaire ou involontaire (cf. l'étude de la dynamique des choix dans les groupes concernés, en annexe 5).



entraîné ce phénomène, très rare dans les traitements sans argumentation (on l'observe dans un groupe au traitement 0.0 mais il est totalement absent dans les traitements illustrés : 0.1, 0.2 et 0.3).

Il semble donc que l'argumentation introduite au traitement 1.0 offre aux joueurs un plus large éventail de comportements, qu'ils explorent, aboutissant à une augmentation des échecs de la coordination dès la période 6. Cependant, la coordination s'améliore après la phase d'« argumentation 3 », en même temps qu'un retour de l'accord sur la carte 4 à un niveau proche de celui observé à la fin du premier tiers du jeu (4/12 groupes aux périodes 3-4-5 et 13-14-15).

Bien que la coordination se détériore dans le deuxième tiers du jeu, quand les joueurs explorent de nouvelles alternatives (stratégie « mixte » d'alternance des cartes 1, 3 et 6), la perspective d'arriver à la « fin du jeu » semble pousser les joueurs à un retour progressif aux situations de coordination assimilées au début du jeu. Ce retour marque une préférence pour ces situations-là et confère alors aux décisions prises pendant le deuxième tiers un caractère erratique, transitoire et instable.

L'argumentation a un effet stimulant sur l'adaptation. Le traitement 1.0 montre un impact à deux niveaux : 1) **rapidité d'émergence de la coordination** au sein des groupes, i.e. meilleure adaptation du joueur aux comportements de ses partenaires ; 2) **exploration de nouvelles alternatives d'accord**, i.e. possibilité de mieux exprimer ses préférences au sein du groupe, dans le but de convaincre ses partenaires de se coordonner sur une autre carte. Cette exploration entraîne mécaniquement des échecs de coordination, observés pendant le deuxième tiers du jeu, mais qui ne sont cependant pas aussi rédhibitoires qu'en absence d'argumentation (du fait de la rapidité d'émergence des coordinations observées après la phase d'« argumentation 1 », laissant supposer le même phénomène après la phase d'« argumentation 3 »).

La possibilité d'exploration de nouvelles alternatives bénéficie moins que l'on pourrait s'y attendre à l'assimilation du jeu, i.e. le choix de la « bonne » carte (la carte 4 fortement présente à la période 5 n'est plus appliquée dans les groupes à la période 6), qu'à la dispersion des joueurs vers d'autres alternatives. De plus, la mise à profit de la répétition des périodes pour approfondir les situations offertes par le jeu n'est pas orientée vers le choix d'une seule autre

carte, mais vers plusieurs autres cartes : les cartes 1, 3 et 6.

Cependant, cette exploration « innovante » entraîne de nombreuses erreurs de coordination. L'alternance réussie des choix sur trois cartes est difficile car présentant de grandes probabilités d'échecs dans sa mise en oeuvre. La préférence pour la coordination entraîne un retour en fin de jeu vers les coordinations observées dans le premier tiers. Les échecs de la coordination **renforcent finalement les choix *assimilés* dès le début du jeu**, portés sur la carte 4.

### 3. Bilan de l'apprentissage dans KatLab

Nous avons distingué deux dimensions dans le mécanisme d'apprentissage qui se met en place dans les groupes participant à KatLab : d'une part l'assimilation du « bon » choix par les joueurs, et d'autre part l'adaptation d'un joueur aux comportements de ses partenaires au sein du groupe. Le nombre de périodes répétées étant fixé pour l'ensemble des traitements de KatLab, on mesure l'effet sur chacune de ses dimensions des deux attributs « illustration » (testé dans « KatLab 0 ») et « communication » (testé dans « KatLab 1 »).

Les résultats montrent que l'argumentation renforce le choix de la carte 4 sur la durée du jeu, quel que soit le niveau d'illustration, quand l'illustration seule (i.e. sans communication) rend ce choix instable d'une période à l'autre (voire inexistant au traitement 0.3). L'illustration des instructions perturbe l'assimilation du jeu, quand la communication favorise cette assimilation grâce au rappel par les joueurs, toutes les 5 périodes, des arguments soutenant la carte 4 ou rejetant les autres cartes. L'absence de ce rappel peut expliquer l'instabilité du choix de la carte 4 aux traitements illustrés « eau », sans communication, i.e. les traitements 0.1 et 0.2.

Les joueurs montrent également une volonté de *s'adapter* aux préférences exprimées par leurs partenaires au sein des groupes. Les joueurs maintiennent des positions qui aboutissent à un accord au sein du groupe, sans chercher à basculer vers la carte 4 (théoriquement le bon choix) quand l'accord est noué sur une autre carte, pour ne pas risquer de rompre cet accord. La théorie « anti-compétitive » de Gamson (1964) peut expliquer ce comportement déviant (par rapport aux prédictions théoriques). Gamson (1964) pose l'hypothèse que plutôt que de chercher à maximiser leur fonction d'utilité, les joueurs au sein d'une coalition cherchent à minimiser les conflits pour maintenir le lien social au sein du groupe. Le maintien d'un accord sur

une carte différente de celle prévue par la théorie renvoie à cette hypothèse, de même que les comportements observés par Roth et Erev (1995) dans le jeu de l'ultimatum.

La communication permet également d'explorer de nouvelles alternatives de coordination au sein des groupes, que le manque de communication ne permet pas. Dans « KatLab 1 », les joueurs se sont orientés avec une fréquence non négligeable vers une stratégie mixte en faveur d'une alternance sur les cartes « 1-3-6 ». Cette stratégie, imprévue au moment de la construction du protocole, entraîne de nombreuses erreurs de coordination. L'alternance réussie des choix sur ces trois cartes est difficile car présentant de grandes probabilités d'échecs dans sa mise en œuvre, et instable. La stabilité de cette stratégie, quand elle est convaincante pour les trois membres du groupe, est perturbée à terme par l'assimilation par les joueurs des risques d'échecs induits. Les joueurs comprennent finalement que la carte 5 est construite sur le même critère « égalitaire strict », sans introduire tous ces risques d'échecs, involontaires ou provoqués.

## Conclusion Discussion

Deux sessions du jeu de rôles KatAware, conduites sur le bassin versant de la rivière Kat (Afrique du Sud) ont permis d'observer des comportements coopératifs entre joueurs utilisant l'eau, dont la problématique de gestion est simulée par le jeu (Farolfi et Rowntree 2007). A la suite de ces deux sessions, un modèle issu de la théorie des jeux coopératifs a été construit dans le but de simuler les comportements observés (Dinar et al. 2008). La simulation a permis de mesurer une distance entre les observations et les résultats théoriques. Cependant, elle ne permet pas l'identification des composantes contextuelles ou comportementales qui peuvent expliquer cette distance. L'économie expérimentale, méthodologie prônant le contrôle des paramètres du jeu pour mesurer leur impact sur les décisions prises par les joueurs, est un outil permettant l'évaluation des causes qui ont déterminé l'allocation observée pendant KatAware. Le passage d'un outil construit pour le terrain à un protocole de laboratoire interroge sur la définition de ce qu'est le contexte d'un jeu, sur les modalités de simplification de ce contexte et son influence sur les comportements des joueurs. Nous avons identifié quatre attributs à travers lesquels le contexte influe sur les comportements des joueurs : l'« illustration » des instructions, la « communication », la « répétition » des périodes et le « vécu » des joueurs.

Le jeu de rôles KatAware a été dégradé en un protocole expérimental, appelé KatLab, construit pour tester des hypothèses relatives à l'influence sur les comportements de ces quatre attributs. KatLab réunit trois joueurs au sein d'une grande coalition dont le gain doit être réparti entre eux. Différentes alternatives du partage de ce gain leur sont proposées à travers des cartes, sur lesquelles ils doivent se coordonner de façon unanime pour nouer un accord. La simplicité des protocoles des jeux de coordination en économie expérimentale, qui mettent en situation le minimum de joueurs (égal à deux) qui ont à choisir parmi un minimum de possibilités (égal à deux) implique que les traitements statistiques habituellement utilisés pour comparer les résultats sont unidimensionnels : on confronte la distribution des choix entre deux alternatives,  $p$  et  $1-p$  à la distribution  $p'$ ,  $1-p'$  des tirages effectués sous un protocole alternatif. Dans ces cas précis, les traitements statistiques, e.g. la définition des intervalles de confiance, le test de Student ou ses dérivés (comme le « Z-test ») suffisent pour évaluer la significativité des résultats et donc la robustesse des interprétations. Dans KatLab cependant, les décisions sont distribuées

entre sept cartes. Le traitement unidimensionnel de la proportion des choix portés sur une seule de ces sept propositions ne capte pas la répartition de son complémentaire entre les six autres possibilités. On est amené à mobiliser un autre outillage statistique pour la lecture des résultats de KatLab et précisément sur ces tests qui évalue la vraisemblance de l'appartenance d'une distribution à une loi de distribution de référence, c'est à dire sur le test du  $\chi^2$ , permettant de prendre en compte les degrés de liberté dont bénéficient les joueurs dans leurs prises de décisions.

Différents traitements de KatLab ont permis de tester des hypothèses spécifiques à l'impact des attributs du contexte sur les comportements. Les hypothèses testées pendant KatLab sont rappelées dans le tableau 18 ci-dessous :

<b>KATLAB 0</b>	<b>H1</b> : Illustrer les instructions accroît le « bruit » dans les résultats.	
	<b>H2</b> : L'hypothèse H1 est insensible au contenu de l'illustration.	
	<b>H3</b> : Le partage selon la valeur de Shapley est le choix majoritaire.	<b>KATLAB 1</b>
	<b>H4</b> : La possibilité d'argumenter améliore la coordination.	
	<b>H5</b> : L'argumentation en situation illustrée empêche l'apparition du « bruit » constaté en absence de l'argumentation.	

**Tableau 18. Les hypothèses testées dans « KatLab 0 » et « KatLab 1 »**

Les résultats des tests de ces cinq hypothèses sont synthétisés dans le tableau 19 ci-après, répertoriant pour chaque attribut testé le rejet (ou non) des hypothèses. Des quatre attributs que nous avons identifiés comme étant les dimensions élémentaires du contexte, seuls les deux premiers ont été testés : l'« illustration » des instructions et la « communication » entre les joueurs. Les deux autres attributs « vécu » et « répétition » ont été fixés à une modalité constante pendant KatLab : des étudiants ont pris part à des sessions composées de 15 périodes répétées à l'identique.

	ILLUSTRATION	COMMUNICATION	REPETITION	VECU
H1	<b>Non rejetée</b> Contrairement au traitement témoin où la carte Shapley est majoritaire dans les choix, la hiérarchie des choix à la période 15 pour les traitements illustrés est bouleversée.	<b>Non rejetée</b> Au traitement 1.2, les choix sont partagés entre la carte 2 (« égalitaire intermédiaire ») et la carte 4 (« Shapley ») quand on observe une distribution plus conforme à celle du traitement témoin au traitement 1.0, dans lequel émerge la seule carte « Shapley »	En général, on observe une mise à mal du choix spontané porté sur la carte 5, construite selon le critère « égalitaire strict », au bénéfice d'une augmentation du choix porté sur la carte « Shapley ». L'illustration rend cependant ce choix instable d'une période à l'autre (voire inexistant au traitement 0.3).	<b>On met en évidence un effet « culturel » (ou effet d'« échantillonnage ») qui nécessite un passage du laboratoire au terrain pour vérifier les hypothèses H1, H2 et H3. L'observation de l'évolution des choix de la carte « Shapley » qui n'arrive pas à exister dans le contexte culturel proposé au traitement 0.3</b>
H2	<b>Rejetée</b> Au traitement 0.3, les cartes 2 et 5 se partagent les réponses, alors qu'au traitement 0.2, pas de hiérarchie claire entre les cartes.			
H3	<b>Non rejetée</b> Au traitement 0.0, le choix de la carte 4 est de 17/36. La carte 5 (10/36) et la carte 2 (6/36) sont significativement en retrait. La carte 4 est préférée.	<b>Non rejetée</b> Au traitement 1.0, à la période 15, le choix de la carte 4 est de 18/36. La carte 5 (6/36) et la carte 2 (6/36) sont significativement en retrait. La carte 4 est préférée		
H4	<b>Rejetée</b> En situation illustrée, la coordination n'est pas améliorée au traitement 1.2 par rapport au traitement 0.2. Cette observation renvoie à l'effet spécifique de l'illustration sur les comportements	<b>Non rejetée</b> Au traitement 1.0, que ce soit à la période 1 ou à la période 15, il y a davantage de groupes arrivant à se coordonner qu'au traitement 0.0.	L'argumentation renforce le choix de la carte 4 sur la durée du jeu, quel que soit le niveau d'illustration. La communication permet également d'explorer de nouvelles alternatives de coordination au sein des groupes, que le manque de communication ne permet pas.	
H5	<b>Rejetée</b> <b>H5-a.</b> Au traitement 1.2, le choix de la carte 4 (13/36) est supérieur à celui observé au traitement 0.2. Avec argumentation, le bruit est réduit. La carte 2 (17/36) est cependant plus fréquemment choisie. <b>Le bruit est réduit mais ne disparaît pas.</b> <b>H5-b.</b> Au traitement 1.2, le choix de la carte 4 (13/36) est inférieur à celui observé au traitement 1.0 (18/36). Il y a une différence dans les résultats des deux traitements 1.0 et 1.2 : l'illustration même en contexte argumentatif est génératrice de bruit.			

**Tableau 19. L'influence de chaque attribut sur le rejet des hypothèses**

Dans l'ensemble, les résultats concordent avec les hypothèses que nous avons établies au préalable, notamment le fait que la carte 4, construite selon le critère de Shapley, référence issue de la théorie des jeux coopératifs, concentre la majorité des choix dans le traitement témoin. De plus, les observations ne remettent pas en cause l'interprétation que nous faisons de l'illustration des instructions comme un « bruit » qui affecte les choix des joueurs. Les joueurs s'éloignent d'autant plus des prédictions théoriques que le niveau d'illustration est élevé. Cette

interprétation est soutenue par le non-rejet de l'hypothèse H1. Cependant, alors qu'il était attendu selon l'hypothèse H2 une dispersion équivalente dans les choix des joueurs aux traitements 0.2 et 0.3, on observe une plus grande déviation au traitement 0.3. Cette déviation interroge sur les références contenues dans les illustrations, qui impactent la représentation que se font les joueurs du problème (d'allocation du gain). Cette différence de représentation du problème par les joueurs peut être due à l'échantillon en lui-même :

- soit les étudiants ne saisissent pas la situation proposée par le traitement 0.2, trop spécifique à un contexte qu'ils ne connaissent pas. Ils ne peuvent donc pas se le représenter, entraînant des réponses aléatoires et aboutissant au résultat observé, où aucun choix ne domine les préférences.
- soit les étudiants perçoivent très bien les différents contenus véhiculés par les traitements 0.2 et 0.3, et reproduisent des comportements correspondant à la représentation qu'ils se font des pratiques « socio-économiques » et « culturelles » ayant cours dans chacune des situations décrites. A partir des résultats obtenus au traitement 0.3, il est possible que les étudiants considèrent que tout partage du gain de la coalition « non-égalitaire » ne correspond pas à la représentation qu'ils ont de la solidarité inter-salariés en entreprise. A partir de ce constat, d'une prédominance du critère égalitaire en entreprise, le seul arbitrage qui s'opère au traitement 0.3 dans le partage s'effectue entre une application stricte de l'égalité à l'ensemble du gain (carte 5) ou seulement au surplus dégagé par la grande coalition (carte 2).

Le déroulement du plan d'expérience « KatLab » prévoit le transfert du protocole sur le terrain, et l'utilisation d'échantillons composés d'agriculteurs, pour qui le référentiel « eau » renvoie à leur expérience « au quotidien ». On vérifiera alors si l'illustration des instructions par l'introduction d'éléments propres à la gestion de l'eau entraîne les mêmes effets que ceux observés en laboratoire sur des étudiants.

L'argumentation permet l'affirmation et la révision des croyances de la part des joueurs (Karacapilidis et Papadias 2001). Dans KatLab, on entend par croyance l'anticipation faite par un agent des décisions prises par ses partenaires sur la base de ce qu'il « croit » être le choix qu'ils feront. Sans argumentation, cette anticipation est difficile. L'argumentation offre aux joueurs la possibilité de communiquer aux autres les propositions soutenant leur choix. Chacun peut ainsi réviser ses croyances ou influencer celle des autres grâce à une meilleure compréhension des

préférences, améliorant ainsi la coordination au sein des groupes. Les résultats expérimentaux obtenus en activant la modalité « argumentation » pour l'attribut communication sont compatibles avec l'idée que l'échange d'informations entre les joueurs, par l'argumentation de leurs choix, entraîne une meilleure coordination, conformément à l'hypothèse H4, et permet un meilleur apprentissage de ce que doit être le « bon » accord, tel que défini par la théorie des jeux coopératifs. Cependant, avec l'ajout au protocole de l'argumentation en situation illustrée, on attendait une disparition au traitement 1.2 de la dispersion des choix (par rapport à celle observée au traitement 0.2). On n'observe pas une telle disparition, mais plutôt une réduction de la déviation, d'où le rejet de l'hypothèse H5 qui prévoyait une disparition complète du bruit.

L'argumentation n'a donc pas un effet assez fort pour corriger l'effet de l'illustration. Toutefois, l'étude des mécanismes d'apprentissage, définis à la suite de Roth et Erev (1995) selon deux dimensions (« assimilation » du jeu ; « adaptation » des joueurs) montre que l'argumentation renforce le choix de la carte « Shapley » sur la durée du jeu, quel que soit le niveau d'illustration, quand l'illustration seule (i.e. sans communication) rend ce choix instable d'une période à l'autre (voire inexistant au traitement 0.3). L'illustration des instructions perturbe l'assimilation du jeu, quand la communication favorise l'adaptation des joueurs aux décisions des autres.

Pour construire le module d'« argumentation » du protocole KatLab, original par rapport aux autres modalités habituellement utilisées en laboratoire, on a choisi de limiter l'espace des phrases que les joueurs peuvent échanger. Une liste d'énoncés dans laquelle chaque joueur doit « piocher » pour composer les messages à envoyer à ses partenaires a été pré-éditée. L'analyse qualitative des arguments montre toutefois que malgré la restriction opérée en imposant un nombre fini d'énoncés pré-édités, le degré de liberté des échanges est assez large. Notamment, les joueurs ont réussi à mettre en place des stratégies mixtes, coordonnées, pendant plusieurs périodes, alors que rien dans les énoncés fournis ne permet de favoriser directement la coordination sur de tels choix. Si notre approche ne garantit pas fermement la complétude de l'espace des arguments proposés, la synthèse permise par nos sessions pilotes semble bien saturer l'information mobilisable en appui des différentes alternatives. La probabilité d'occurrence d'autres arguments est sans doute négligeable, s'agissant du moins des arguments vérifiables, les seuls que nous nous proposons de garder dans le pool proposé aux joueurs.

L'analyse des préférences à travers les décisions prises, mais également le traitement des informations échangées entre les joueurs, nous renseignent sur certains effets orientant les



choix des agents. La différence dans les résultats entre le traitement témoin et les traitements 0.2 et 0.3 nous indiquent que les choix éthiques exprimés par les joueurs sont contingents aux contenus de l'illustration, et les résultats de « KatLab 1 » montrent que la faculté d'apprentissage est améliorée grâce à la communication, stimulant à la fois l'exploration du domaine des choix possibles et l'exploitation des potentialités du jeu. Bien que nous mettions en évidence ces effets à travers KatLab, nous ne réussissons cependant pas à en dégager les causes. En particulier, comment construire la fonction d'utilité des agents permettant d'aboutir aux résultats obtenus ? Les contraintes d'hétérogénéité des joueurs en terme de dotations initiales et de contributions à la construction du gain de la coalition peuvent-elles tout expliquer ?

On admettra que le contexte du jeu dont il est question dans cette thèse a pour objectif, quand il est introduit dans le jeu de rôles exploratoire, l'aide à produire la décision. Dans ce cas, les évaluations que nous avons présentées se situent au niveau des réflexions sur la procédure de négociation et de l'impact potentiel des règles choisies. Il sera clair de ce fait que notre contribution est, sur le fond, partielle. Nous sommes loin de proposer une méthodologie de construction validée en laboratoire pour les jeux exploratoires. Cependant, nous ouvrons ainsi un mode d'analyse qui, pour le moment, n'a pas été promu dans l'approche des outils d'accompagnement de la décision, et notamment les « jeux de rôles ».

Paradoxalement, la démarche que nous proposons ressemble fortement à celle des jeux présentant un côté éducatif, et qui sont également très souvent mobilisés dans l'aide à la décision, notamment en entreprise. L'approche des jeux de formation, i.e. les « serious games », a profondément investi sur la connaissance des processus d'apprentissage. Les serious games sont formulés comme des jeux réglés, « *ludus* », pour reprendre la terminologie de Caillois (1958), par opposition à « *paidia* », ou jeux exploratoires, où les règles sont définies en fonction du contexte d'application du jeu, sous la supervision des joueurs eux-mêmes. Cette observation a évidemment éveillé notre intérêt pour la réflexion proposée par les « serious games », qui devient à la fois une réflexion qui nous est propre (issue des observations faites après les sessions de KatAware) et une proposition sur les approches qu'il est possible de mettre en œuvre, à la fois pour renforcer l'usage des jeux de rôles et pour mettre en évidence leur richesse dans l'aide à la décision.

## Références

- Akpalu W. (2006)** The Environment as a Public Good and Internalised Contribution Norm, in *“Essays on Economics of Natural Resource Management and Experiments”*, PhD Thesis, Göteborg University, Sweden.
- Andreoni J. (1995)** Warm-Glow versus Cold-Prickle: The Effects of Positive and Negative Framing on Cooperation in Experiments, *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, vol. 110(1), pages 1-21, February.
- Aumann R.J. (1974)** Subjectivity and correlation in randomized strategies, *Journal of Mathematical Economics* 1, p. 67-96.
- Babcock L., Loewenstein G., Issacharoff S., Camerer C. (1995)** Biased judgments of fairness in bargaining. *American Economic Review* 85, p. 1337-1343.
- Benjamin A.M, Robbins S.J. (2007)** The role of framing effects in performance on the Balloon Analogue Risk Task (BART). *Personality and Individual Differences* 43, 221-230.
- Bernard C. (1865)** *Introduction à l'étude de la Médecine Expérimentale*, Paris, Ed. Baillière et Fils.
- Bicchieri C. (2006)** *The grammar of society: the nature and dynamics of social norms*, Cambridge University Press, 278 pages.
- Bicchieri C., Lev-on A. (2007)** Computer-mediated communication and cooperation in social dilemmas : an experimental analysis, *Politics philosophy and economics* 6(2), p. 139-168.
- Binmore K. (1999)** Why experiment in Economics? *The Economic Journal*, 109 (February), F16-F24.
- Bochet O., Page T. et Putterman L (2006)** Communication and Punishment in Voluntary Contribution Experiments', *Journal of Economic Behavior and Organization* 60(1), p. 11-26.
- Bochet O., Putterman L. (2009)** Not just babble: Opening the black box of communication in a voluntary contribution experiment, *European Economic Review* 53(3), p. 309-326.
- Boone C., Van Witteloostuijn A. (1999)** Competitive and opportunistic behavior in a prisoner's dilemma game: experimental evidence on the impact of culture and education. *Scandinavian Journal of Management* 15, p. 333-350.
- Bouas K.S., Komorita S.S. (1996)** Group Discussion and Cooperation in Social Dilemmas, *Personality and Social Psychology Bulletin* 22 (11), p. 1144-1150.

**Bousquet F., Bakam I., Proton H., Le Page C. (1998)** CORMAS : Common Pool Ressources and Multi-agents System, *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 1416, p. 826-838.

**Brañas-Garza P. (2006)** Promoting helping behavior with framing in dictator games. *Journal of Economic Psychology*, doi:10.1016/j.joep.2006.10.001.

**Brosig J. (2002)** Identifying cooperative behavior: some experimental results in a prisoner's dilemma game. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol.47, 275-290.

**Brosig J., Ockenfels A., Weimann J. (2003)** The effect of communication media on cooperation, *German Economic Review* 4(2), p. 217-241.

**Caillois R. (1958)** *Les jeux et les hommes*, Paris, Gallimard, 1958.

**Cardenas J.C. (2000)** How do groups solve local commons dilemmas? Lessons from experimental economics in the field, *Environment, Development and Sustainability* 2, p. 305-322.

**Cardenas J.C. (2003)** Real Wealth and Experimental Cooperation: experiments in the field lab. *Journal of Development Economics*, vol 70(2), 263-289.

**Cardenas J.C., Carpenter J.P. (2005)** Experiments and Economic Development: Lessons from Field Labs in the Developing World, *Middlebury College Economics Discussion paper* No. 05-05.

**Carpenter J., Burks S., Verhoogen E. (2004)** Comparing Students to Workers: The Effects of Social Framing on Behavior in Distribution Games. *IZA Discussion Paper* No 1341, October 2004.

**Carpenter J.P., Cardenas J.C. (2004)** An inter-cultural examination of Cooperation in the Commons, available at: <http://community.middlebury.edu/~icarpent/papers/ICECC.pdf>.

**ComMod (2003)**. Our Companion Modelling Approach. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6(1), available at: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/1.html>.

**Cooper R., DeJong D.V., Forsythe R., Ross T.W. (1989)** Communication in the Battle of the Sexes Game: Some Experimental Results, *The RAND Journal of Economics* 20(4), p. 568-587.

**Cooper R., DeJong D.V., Forsythe R., Ross T.W. (1992)** Communication in Coordination Games, *The Quarterly Journal of Economics* 107(2), p. 739-771.

**Cooper D.J., Kagel J.H. (2003)** The impact of meaningful context on strategic play in signalling games. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol.50, 311-337.

**Cox T.H., Lobel S.A., McLeod P.L. (1991)** Effects of ethnic group cultural differences on cooperative and competitive behavior on a group task, *Academy of Management Journal*, 34, 827-847.

**Crawford, C. (1984)**. *The art of computer design*. Berkeley, CA: Osborne/McGraw-Hill.

**Crawford V. (1998)** A survey of experiments on communication via Cheap Talk, *Journal of Economic Theory* 78, p. 286-298.

**Cummings R.G, Holt C.A, Laury S.K. (2004)** Using Laboratory Experiments for Policymaking: an Example from the Georgia Irrigation Reduction Auction, *Journal of Policy Analysis and Management*, vol. 23, No. 2, 341-363.

**Dagnelie P. (2003).** *Principes d'expérimentation: planification des expériences et analyse de leurs résultats*. Gembloux, Presses agronomiques, 397 p. ISBN 2-87016-069-0.

**D'Aquino P., Etienne M., Barreteau O., Le Page C., Bousquet F. (2001)** *Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision*. In : Malézieux Eric (ed.), Trébuil Guy (ed.), Jaeger Marc (ed.). Montpellier : CIRAD, p. 373-390.

**Dawes R.M., McTavish J., Shaklee H. (1977)** Behavior, communication, and assumptions about other people's behavior in a commons dilemma situation, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol 35(1), p. 1-11.

**Dawes R.M., van de Kragt A.J.C., Orbell J.M. (1988)** Not me or thee but we: the importance of group identity in eliciting cooperation in dilemma situations: experiment manipulations, *Acta Psychologica* (68), p. 83-97.

**Désolé M (2007)** *Testing Cooperative Game Theory through a Contextualized Role-Playing Game about Irrigation Water Management*, Memoire de Master Recherche 2, EGDAAR - SupAgro/UM1 Montpellier, 64p + ann.

**Dinar A., Farolfi S., Patrone F., Rowntree K. (2008)** To negotiate or to game theorize: evaluating water allocation mechanisms in the Kat Basin, South Africa. in *Game Theory and Policy Making in Natural Resources and the Environment*, ed. Dinar, Albiac and Sanchez-Soriano. Routledge.

**Eber N., Willinger M. (2005)** *L'Economie Experimentale*. Collection "Reperes", Edition La Decouverte, Paris.

**Etienne M. (2003)** SYLVOPAST: a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6(2).

**Faravelli M (2008)** How context matters: A survey based experiment on distributive justice. *Journal of Public Economics*, 91, 1399–1422.

**Farolfi S., Désolé M., Rio P., Patrone F. (2009)** From Experience to Experiments in South African Water Management: Defining the Framework *Lab and Field Experiments on Diverse Social Dilemmas Workshop*, Arizona State University, 11-13 January 2009.

**Farolfi S., Rowntree K. (2007)** Accompanying Local Stakeholders in Negotiation Processes related to Water Allocation through Simulation Models and Role-Playing Games: an Experience from South Africa, *EMPOWERS*, issue2, January 2007.

- Farrell J. (1988)** Communication, coordination and Nash Equilibrium, *Economics Letters* 27, p. 209-214.
- Ferrand N. (1996)** De l'apport potentiel de la sociologie pour l'ingénierie des systèmes sociaux artificiels. *Actes des journées de Rochebrune 1996*. Paris : Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications.
- Fiedler M. (2009)** Cooperation in Virtual Worlds, *Schmalenbach Business Review* 61, p. 173-194.
- Forsythe R., Horowitz J., Savin N.E., Sefton M. (1994)** Fairness in Simple Bargaining Experiments, *Games and Economic Behavior*, 6, p.347-369.
- Frank R.H., Gilovich T., Regan D.T. (1993)** Does studying Economics inhibit Cooperation? *Journal of Economic Perspectives*, vol 7, No 2, 159-171.
- Friedman M. (1953)** *Essays in Positive Economics Part I-The Methodology of Positive Economics*. University of Chicago.
- Gächter S., Herrmann B., Thoni C. (2004)** Trust, voluntary cooperation, and Socio-Economic background: survey and experimental evidence, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol 55, 505-531.
- Garris, R., Ahlers, R. & Driskell, J. E. (2002)** Games, motivation and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
- Gilboa I., Schmeidler D. (1997)** Act similarity in case-based decision theory. *Economic Theory*, 9, 47-61.
- Gillies, D.B. (1953)** *Some theorems on n-person games*, PhD dissertation, Princeton University Press.
- Gini C. (1921)** Measurement of inequality of income, *Economic Journal* 31 (1921), 22-43.
- Glaeser E.L., Laibson D., Sacerdote B. (2002)** An Economic Approach to Social Capital, *The Economic Journal*, 112 (November), F437-F458.
- Güth W., Schmittberger R., Schwarze B. (1982)** An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3:4 (December), 367-388.
- Harrison G.W., List J.A. (2004)** Field Experiments. *Journal of Economic Literature*, 42(4).
- Hausman D.M. (2005)** « Testing » game theory. *Journal of Economic Methodology* 12:2, 211-223.
- Hays R.T. (2005)** The effectiveness of instructional games: a literature review and discussion, *Technical report n° 2005-004*, Naval Air Warfare Center Training Systems Division, Orlando.
- Hertwig R., Ortmann A. (2001)** Experimental practices in Economics: a methodological challenge for psychologists?, *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 383-451.

- Hoffman E., McCabe K.A., Smith V.L. (1996)** Social Distance and other-regarding behavior in dictator-games, *American Economic Review* (86), p. 653-660.
- Karacapilidis N., Papadias D. (2001)** Computer supported argumentation and collaborative decision making : the HERMES system, *Information Systems* 26, p. 259–277.
- Kahneman D., Tversky A. (1979)** Prospect Theory: an analysis of decision under risk, *Econometrica*, vol. 47, Issue 2, 263-291.
- Klabbers J.H.G. (2006)** A framework for artifact assessment and theory testing. *Simulation and Gaming*, vol. 37 No. 2, June 2006 155-173.
- Kraiger, K., Ford, J., Salas, E. (1993).** Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 78(2), 311-328.
- Kuhberger A. (1998)** The influence of Framing on Risky Decisions: a Meta-analysis, *Organizational Behavior and Human Decision Process*, Vol 75, No 1, 23-55.
- Kuhberger A., Mecklenberg M.S., Perner J. (2002)** Framing decisions: hypothetical and real. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 89, 1162-1175.
- Kuhberger A., Tanner C. (2010)** Risky Choice Framing: Task Versions and a Comparison of Prospect Theory and Fuzzy-Trace Theory, *Journal of behavioral Decision Making*, 23: 314-329.
- Kolb D.A. (1984)** *Experiential learning: experience as the source of learning and development*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. URL: <http://www.learningfromexperience.com/images/uploads/process-of-experiential-learning.pdf>.
- Levitt S.D., List J.A. (2009)** Field experiments in economics: The past, the present, and the future. *European Economic Review* 53(1): 1-18.
- Loewenstein G. (1999)** Experimental Economics from the Vantage point of Behavioral Economics. *The Economic Journal*, 109 (February), F25-F34.
- Loomes G. (1999)** Some lessons from past experiments and some challenges for the future, *the Economic Journal*, 109 (February), F35-F45.
- Lorenz, M. O. (1905)** Methods of measuring the concentration of wealth, *Journal of the American Statistical Association* 9, 209—219.
- Michel H (2009)** Atouts, limites et nouvelles perspectives ; *Dossier de l'ESC Chambery sur les Serious Games* - n° 743 Info Flash, 1 au 15 avril 2009.
- Murnighan J.K., Roth A.E. (1977)** The effects of communication and information availability in experimental study of a three-person game, *Management Science* 23(12), p. 1336-1348.
- Nash J. F. (1950)** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Vol. 36, N° 1 pp. 48-49.

- Ostrom E. (2006).** The value-added of laboratory experiments for the study of institutions and common pool resources. *Journal of Economic Behavior & Organization* 61:149-63.
- Parrachino I., Zara S. and Patrone F. (2006)** Cooperative Game Theory and its application to natural environmental and Water resource Issues: 1. Basic Theory. *World Bank Policy Research Working Paper* No. 4072.
- Partoune C. (2009)** *Les débats en jeux de rôles*, Laboratoire de méthodologie de la géographie, Faculté des Sciences de l'Université de Liège [http://www.lmg.ulg.ac.be/spip/article.php3?id\\_article=30](http://www.lmg.ulg.ac.be/spip/article.php3?id_article=30).
- Pillutla M.M., Chen X-P. (1999)** Social Norms and Cooperation in Social Dilemmas: The Effects of Context and Feedback. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol.48, No.2, 81-103.
- Proust F., Boutros F. (2008)** Jeux de rôle pour les formateurs avec 40 jeux prêts à l'emploi pour toutes les formations, Groupe Eyrolles, Editions d'organisation.
- Quinton A. (2008)** *Jeux de Rôles*, D.U. de Pédagogie, Université de Bordeaux.
- Rapoport A., Kahan J.P. (1976)** When three is not always two against one: coalitions in experimental three-person cooperative games, *Journal of Experimental Social Psychology* 12, p. 253-273.
- Rabin M. (1990)** Communication between rational agents, *Journal of Economic Theory* 51, p. 144-170.
- Read D. (2005)** Monetary incentives, what are they good for?, *Journal of Economic Methodology*, 12:2, 265-276.
- Rege M., Telle K. (2004)** The impact of social approval and framing on cooperation in public good situations. *Journal of Public Economics* 88, 1625-1644.
- Rouchier J. (2003)** Re-implementation of a multi-agent model aimed at sustaining experimental economic research: The case of simulations with emerging speculation, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6 (4). <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/4/7.html>>.
- Rouchier J. (2006)** Data Gathering to Build and Validate Small-Scale Social Models for Simulation. In Rennard, J.P., (Ed), *Handbook of Research on Nature Inspired Computing for Economics and Management*, Hershey Chapter XV.
- Roth A.E. (1991)** Game Theory as a part of Empirical Economics, *The Economic Journal*, 101, 107-114.
- Roth A. E., Erev I. (1995)** Learning in extensive-form games: Experimental data and simple dynamic models in the intermediate term, *Games and Economic Behavior* Volume 8, Issue 1, pages 164-212.
- Rubinstein A. (2001)** A theorist's view of experiments. *European Economic Review* 45, 615-628.

- Rubinstein A. (2006)** Discussion of “Behavioral Economics”. *To appear in Advances in Economics and Econometrics Theory and Applications*, Ninth World Congress.
- Ruffez P. (2003)** *Etude de la négociation dans le cadre d'un jeu de rôles sur le sylvopastoralisme*, CIRAD : Rapport de stage de DEA IARFA.
- Schelling T. C. (1960)** *The Strategy of Conflict*, Cambridge.
- Selten R. (1988)** The Chain Store Paradox. pages 33-65 in *Models of strategic rationality*, ed. W. Leinfellner and G. Eberlein.
- Simon H. (1959)** Theories of Decision Making in Economics and Behavioral Science. *The American Economic Review*, Vol.49, No.3, pp 253-283.
- Sugden R. (2005)** Experiment, theory, world: A symposium on the role of experiments in Economics. *Journal of Economic Methodology* 12:2, 177-184.
- Sugden R. (2005)** Experiments as exhibits and experiments as test, *Journal of Economic Methodology* 12:2, 291-302.
- Szilas, N., Sutter-Widmer, D. (2009)**. Mieux comprendre la notion d'intégration entre l'apprentissage et le jeu. *Atelier « Jeux Sérieux : conception et usages »*, en conjonction avec la 4ème Conférence francophone sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Le Mans, juin 2009.
- Tisdell J.G, Harrison S.R. (1992)** Estimating an optimal Distribution of Water Entitlements, *Water Resources Research*, vol. 28, No. 12, 3111-3117.
- Toussaint V. (2007)** Exercice triangulaire animateur / témoin / modérateur et jeux de rôle : méthodologie, *Partenariat Inter Aide – KOLOAINA*, Programme d'accompagnement des familles à Antananarivo – Madagascar.
- Tversky A., Kahneman D. (1981)** The Framing of Decisions and the Psychology of Choice, *Sciences*, 211, No 4481, 453-458.
- Velez M.A., Stranlund J.K., Murphy J.J. (2009)**: What motivates common pool resource users? Experimental evidence from the field. In: *Journal of Economic Behavior & Organization* 70(3): 485-497.
- von Neumann, J. and Morgenstern, O. (1944)** *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton.
- Wang X.T. (1996)** Domain-Specific Rationality in Human Choices: Violations of Utility Axioms and Social Contexts. *Cognition*, 60, 31-63.
- Wang X.T. (1996)** Framing Effect: Dynamics and Task Domains, *Organizational Behavior and Human Decisions Processes*, Vol 68, No 2, November, 145-157.
- Wilcox N.T. (1993)** Lottery choice: incentives, complexity and decision time, *The Economic Journal*, 103, November, 1397-1417.



**Willett K., Sharda R. (1997)** Alternative Control Policies for Water Quality Management: an Experimental Economics Approach, *Journal of Environmental Planning and Management*, 40(4), 507-528.

**Willinger M., Ziegelmeyer A. (1999)** Framing and cooperation in public good games: an experiment with an interior solution, *Economics Letters*, 65, 3.

**Wilson K.A., Bedwell W.L., Lazzara E.H., Salas E., Shawn Burke C., Estock J.L., Orvis K.L., Conkey C. (2009)** Relationships Between Game Attributes and Learning Outcomes. Review and Research Proposals, *Simulation and Gaming* 40 (2), p. 217-266.

## **Annexes**

## **Annexe 1. Instructions – Traitement 0.0 et Traitement 0.1<sup>92</sup>**

L'expérience à laquelle vous allez participer est destinée à l'étude de la prise de décisions. Les instructions sont simples. Si vous les suivez scrupuleusement et si vous prenez de bonnes décisions, vous pourrez gagner une somme d'argent non négligeable. Toutes vos réponses seront traitées de façon anonyme et seront recueillies au travers d'un réseau informatique. Vous indiquerez vos choix à l'ordinateur devant lequel vous êtes assis et celui-ci vous communiquera vos gains réalisés au fur et à mesure du déroulement de l'expérience. La somme totale d'argent gagnée pendant l'expérience vous sera versée, en liquide, à la fin de celle-ci.

### 1) Cadre général de l'expérience

Vous êtes 18 participants dans la salle. Au début de l'expérience l'ordinateur central va composer aléatoirement 6 groupes de 3 personnes. La composition des groupes restera identique pour toute l'expérience. Vous ne pouvez pas identifier les autres membres de votre groupe de même que les autres membres de votre groupe ne peuvent pas vous identifier. L'expérience comporte 15 périodes. Chaque période se déroule de manière identique.

Les gains que vous réaliserez dépendront à la fois de vos propres décisions et des décisions prises par les 2 autres membres de votre groupe. Chaque décision que vous prendrez se traduira par un gain en écus. Les écus que vous aurez accumulés tout au long de l'expérience seront convertis en euros et vous seront versés en liquide à la fin de l'expérience. La procédure de conversion des écus en euros est détaillée à la fin des instructions.

### 2) Types de situation

**L'expérience s'articule autour d'une problématique de gestion d'une ressource en eau<sup>93</sup>.**

Au début de l'expérience l'ordinateur central va aléatoirement affecter un rôle à chaque membre de votre groupe. Ainsi un membre de votre groupe aura le rôle A, un le rôle B et un le rôle C. Dans la suite des instructions nous noterons " joueur A " une personne qui tient le rôle A, " joueur B " une personne qui tient le rôle B et " joueur C " une personne qui tient le rôle C. Vous serez informés de votre rôle dans le groupe dès le début de l'expérience. Chacun conserve son rôle pour toute l'expérience.

Au sein de chaque groupe trois types de situation sont envisageables:

- (i) chacun des membres du groupe reste indépendant,
- (ii) deux membres du groupe s'associent et le troisième reste indépendant,

---

<sup>92</sup> Une seule phrase différencie les instructions du traitement 0.0 de celles du traitement 0.1. Elle est signalée en gras dans le texte.

<sup>93</sup> Seule phrase, absente dans les instructions du traitement 0.0, qui a été ajoutée pour construire les instructions du traitement 0.1.

- (iii) les trois membres du groupe s'associent

En fonction de la situation le gain du membre du groupe ou de l'association diffère selon le tableau 1.

Chacun des membres du groupe reste indépendant	Le joueur A gagne 75 000 écus Le joueur B gagne 100 000 écus Le joueur C gagne 200 000 écus
Les joueurs A et B s'associent	L'association A-B gagne 175 000 écus Le joueur C gagne 200 000 écus
Les joueurs A et C s'associent	L'association A-C gagne 275 000 écus Le joueur B gagne 100 000 écus
Les joueurs B et C s'associent	L'association B-C gagne 350 000 écus Le joueur A gagne 75 000 écus
Les 3 membres du groupe s'associent	L'association A-B-C gagne 500 000 écus

Tableau 1 : Les gains des membres du groupe ou de l'association en fonction de la situation

Parmi ces trois types de situation seules les situations de type (i) et (iii) sont envisagées, les gains des trois associations possibles dans la situation de type (ii) sont donnés pour information.

### 3) Décisions

Chaque période vous devez choisir une carte parmi les 7 du tableau [cartes]. Chaque carte donne le gain en écus de chaque membre de votre groupe en fonction de son rôle (A, B ou C).

Notez que les cartes 1 à 6 font référence à une situation de type (iii) tandis que la carte 7 fait référence à la situation de type (i).

	Carte 1	Carte 2	Carte 3	Carte 4	Carte 5	Carte 6	Carte 7
Joueur A	498 000	117 000	1 000	100 000	166 666	1 000	75 000
Joueur B	1 000	142 000	1 000	150 000	166 666	498 000	100 000
Joueur C	1 000	241 000	498 000	250 000	166 666	1 000	200 000

Tableau 2 : Les 6 cartes proposées (1 à 6) et la carte si vous restez seuls (carte 7)

Pour qu'une carte s'applique dans le groupe il faut que les trois membres du groupe la choisissent, sinon c'est la carte 7 qui s'applique.

#### Exemple 1 :

Le joueur A choisit la carte 7, le joueur B choisit la carte 5 et le joueur C choisit la carte 5. Etant donné que les trois membres du groupe n'ont pas choisi la même carte, c'est la carte 7 qui s'applique dans le groupe. Le gain du joueur A est donc de 75 000 écus, le gain du joueur B de 100 000 écus et le gain du joueur C de 200 000 écus.

Exemple 2 :

Le joueur A choisit la carte 1, le joueur B choisit la carte 1 et le joueur C choisit la carte 1. Etant donné que les trois membres du groupe ont choisi la carte 1, c'est celle-ci qui s'applique dans le groupe. Le gain du joueur A est donc de 498 000 écus, le gain du joueur B de 1 000 écus et le gain du joueur C de 1 000 écus.

#### 4) Déroulement d'une période

Chaque période se déroule de manière identique. Au début de la période l'écran de la figure 1 s'affiche: vous devez choisir une carte parmi les 7 proposées. Lorsque tous les participants ont pris leur décision l'écran de la figure 2 s'affiche. La partie supérieure de l'écran vous donne le récapitulatif de la période en cours:

- la carte que vous avez choisie et la carte choisie par chacun des deux autres membres de votre groupe,
- la carte qui s'applique dans le groupe,
- votre gain pour la période.

La partie inférieure affiche l'historique, c'est à dire le récapitulatif (sous forme de tableau) des périodes précédentes, ainsi que votre gain cumulé depuis la première période. Depuis l'écran de décision (figure 1) vous pouvez faire afficher l'historique (à tout moment) en cliquant sur le bouton " historique ".

#### 5) Derniers détails

A la fin de la 15ème période l'ordinateur vous communiquera votre gain total en écus puis votre gain correspondant en euros, sachant que le taux de conversion des écus en euros est  $100\,000 \text{ écus} = 0.6 \text{ euro}$ . Ainsi si à l'issue de l'expérience votre gain est de 2 500 000 écus vous repartirez avec 15 euros en liquide.

Vous êtes le joueur B.  
 Les cartes 1 à 6 ci-dessous définissent les répartitions possibles des 500 000 euros, au sein de votre groupe.  
 Si vous et les deux autres membres de votre groupe choisissez la même carte cette dernière s'applique, sinon c'est la carte 7 qui s'applique.

**Carte 1**

Joueur A: 498 000 euros  
 Joueur B: 1 000 euros  
 Joueur C: 1 000 euros

**Carte 2**

Joueur A: 117 000 euros  
 Joueur B: 142 000 euros  
 Joueur C: 241 000 euros

**Carte 3**

Joueur A: 1 000 euros  
 Joueur B: 1 000 euros  
 Joueur C: 498 000 euros

**Carte 4**

Joueur A: 100 000 euros  
 Joueur B: 150 000 euros  
 Joueur C: 250 000 euros

**Carte 5**

Joueur A: 166 666 euros  
 Joueur B: 166 666 euros  
 Joueur C: 166 666 euros

**Carte 6**

Joueur A: 1 000 euros  
 Joueur B: 498 000 euros  
 Joueur C: 1 000 euros

**Carte 7**

Joueur A: 75 000 euros  
 Joueur B: 100 000 euros  
 Joueur C: 200 000 euros

Veillez saisir le numéro de carte que vous choisissez

Valider

Figure 1 : L'écran de décision

Vous avez choisi la carte 1. Le joueur A a choisi la carte 3 et le joueur C a choisi la carte 6.  
La carte appliquée dans le groupe est donc la carte 7.

Votre gain pour la période est de 100 000 euros.

Période	Votre choix	Choix de A	Choix de C	Carte appliquée	Gain période	Gain cumulé
1	4	7	2	7	100 000	100 000
2	2	2	2	2	142 000	242 000
3	3	3	4	7	100 000	342 000
4	4	4	4	4	150 000	492 000
5	1	3	6	7	100 000	592 000

Période suivante

Figure 2 : L'écran récapitulatif / l'historique

## Annexe 2. Instructions - Traitement 0.2<sup>94</sup>

L'expérience à laquelle vous allez participer est destinée à l'étude de la prise de décisions. Les instructions sont simples. Si vous les suivez scrupuleusement et si vous prenez de bonnes décisions, vous pourrez gagner une somme d'argent non négligeable. Toutes vos réponses seront traitées de façon anonyme et seront recueillies au travers d'un réseau informatique. Vous indiquerez vos choix à l'ordinateur devant lequel vous êtes assis et celui-ci vous communiquera vos gains réalisés au fur et à mesure du déroulement de l'expérience. La somme totale d'argent gagnée pendant l'expérience vous sera versée, en liquide, à la fin de celle-ci.

### 1) Cadre général de l'expérience

Vous êtes 18 participants dans la salle. Au début de l'expérience l'ordinateur central va composer aléatoirement 6 groupes de 3 personnes. La composition des groupes restera identique pour toute l'expérience. Vous ne pouvez pas identifier les autres membres de votre groupe de même que les autres membres de votre groupe ne peuvent pas vous identifier. L'expérience comporte 15 périodes. Chaque période se déroule de manière identique.

Les gains que vous réaliserez dépendront à la fois de vos propres décisions et des décisions prises par les 2 autres membres de votre groupe. Chaque décision que vous prendrez se traduira par un gain en écus. Les écus que vous aurez accumulés tout au long de l'expérience seront convertis en euros et vous seront versés en liquide à la fin de l'expérience. La procédure de conversion des écus en euros est détaillée à la fin des instructions.

### 2) Types de situation

L'expérience s'articule autour d'une problématique de gestion d'une ressource en eau<sup>95</sup>.

**Vous et les deux autres membres de votre groupe êtes des agriculteurs irrigants, c'est à dire des agriculteurs capables d'irriguer leur surface. L'eau est essentielle à votre production. Elle est naturellement apportée par les pluies, mais l'irrigation permet d'apporter à votre culture une eau supplémentaire permettant un meilleur développement. Sans cette eau supplémentaire votre production est faible, et par conséquent vos revenus sont faibles également.**

**L'eau disponible pour irriguer votre surface est stockée dans une retenue collinaire (un lac), que vous partagez avec les deux autres agriculteurs. La quantité d'eau stockée dans cette retenue n'est pas suffisante pour irriguer de façon optimale les trois surfaces (la vôtre plus celle des deux autres agriculteurs).**

---

<sup>94</sup> En gras, le texte qui diffère des instructions du traitement 0.1.

<sup>95</sup> Phrase déjà présente au traitement 0.1.



**Un périmètre irrigué est mis en place dans votre secteur. Il vous permet de vous associer entre agriculteurs pour optimiser l'utilisation de l'eau stockée.**

**Vous et les deux autres agriculteurs de votre groupe avez chacun la même surface en culture mais avec des rendements différents. Au début de l'expérience l'ordinateur central va aléatoirement affecter un rendement (A, B, ou C) à chaque membre de votre groupe. Ainsi un membre de votre groupe aura le rendement A, un le rendement B et un le rendement C.**

**Dans la suite des instructions nous noterons " agriculteur A " une personne qui a le rendement A, " agriculteur B " une personne qui a le rendement B et " agriculteur C " une personne qui a le rendement C. Vous saurez dès le début de l'expérience si vous êtes l'agriculteur A, B ou C dans votre groupe. Vous resterez le même agriculteur pour toute l'expérience.**

Au sein de chaque groupe trois types de situation sont envisageables:

- (i) chacun des membres du groupe reste indépendant,
- (ii) deux membres du groupe s'associent et le troisième reste indépendant,
- (iii) les trois membres du groupe s'associent

En fonction de la situation le gain du membre du groupe ou de l'association diffère selon le tableau 1.

Chacun des membres du groupe reste indépendant	L' <b>agriculteur</b> A gagne 75 000 écus L' <b>agriculteur</b> B gagne 100 000 écus L' <b>agriculteur</b> C gagne 200 000 écus
Les <b>agriculteurs</b> A et B s'associent	L'association A-B gagne 175 000 écus L' <b>agriculteur</b> C gagne 200 000 écus
Les <b>agriculteurs</b> A et C s'associent	L'association A-C gagne 275 000 écus L' <b>agriculteur</b> B gagne 100 000 écus
Les <b>agriculteurs</b> B et C s'associent	L'association B-C gagne 350 000 écus L' <b>agriculteur</b> A gagne 75 000 écus
Les 3 membres du groupe s'associent	L'association A-B-C gagne 500 000 écus

Tableau 1 : Les gains des membres du groupe ou de l'association en fonction de la situation

Parmi ces trois types de situation seules les situations de type (i) et (iii) sont envisagées, les gains des trois associations possibles dans la situation de type (ii) sont donnés pour information.

### 3) Décisions

Chaque période vous devez choisir une carte parmi les 7 du tableau 2. Chaque carte donne le gain en écus de chaque membre de votre groupe en fonction de son rendement (A, B ou C).

Notez que les cartes 1 à 6 font référence à une situation de type (iii) tandis que la carte 7 fait référence à la situation de type (i).

	Carte 1	Carte 2	Carte 3	Carte 4	Carte 5	Carte 6	Carte 7
<b>Agriculteur A</b>	498 000	117 000	1 000	100 000	166 666	1 000	75 000
<b>Agriculteur B</b>	1 000	142 000	1 000	150 000	166 666	498 000	100 000
<b>Agriculteur C</b>	1 000	241 000	498 000	250 000	166 666	1 000	200 000

Tableau 2 : Les 6 cartes proposées (1 à 6) et la carte si vous restez seuls (carte 7)

Pour qu'une carte s'applique dans le groupe il faut que les trois membres du groupe la choisissent, sinon c'est la carte 7 qui s'applique.

Exemple 1 :

**L'agriculteur A** choisit la carte 7, **l'agriculteur B** choisit la carte 5 et **l'agriculteur C** choisit la carte 5. Etant donné que les trois membres du groupe n'ont pas choisi la même carte, c'est la carte 7 qui s'applique dans le groupe. Le gain de **l'agriculteur A** est donc de 75 000 écus, le gain de **l'agriculteur B** de 100 000 écus et le gain de **l'agriculteur C** de 200 000 écus.

Exemple 2 :

**L'agriculteur A** choisit la carte 1, **l'agriculteur B** choisit la carte 1 et **l'agriculteur C** choisit la carte 1. Etant donné que les trois membres du groupe ont choisi la carte 1, c'est celle-ci qui s'applique dans le groupe. Le gain de **l'agriculteur A** est donc de 498 000 écus, le gain de **l'agriculteur B** de 1 000 écus et le gain de **l'agriculteur C** de 1 000 écus.

#### 4) Déroulement d'une période

Chaque période se déroule de manière identique. Au début de la période l'écran de la figure 1 s'affiche: vous devez choisir une carte parmi les 7 proposées. Lorsque tous les participants ont pris leur décision l'écran de la figure 2 s'affiche. La partie supérieure de l'écran vous donne le récapitulatif de la période en cours:

- la carte que vous avez choisie et la carte choisie par chacun des deux autres membres de votre groupe,
- la carte qui s'applique dans le groupe,
- votre gain pour la période.

La partie inférieure affiche l'historique, c'est à dire le récapitulatif (sous forme de tableau) des périodes précédentes, ainsi que votre gain cumulé depuis la première période. Depuis l'écran de décision (figure 1) vous pouvez faire afficher l'historique (à tout moment) en cliquant sur le bouton " historique ".

#### 5) Derniers détails

A la fin de la 15ème période l'ordinateur vous communiquera votre gain total en écus puis votre gain correspondant en euros, sachant que le taux de conversion des écus en euros est

100 000 écus = 0.6 euro. Ainsi si à l'issue de l'expérience votre gain est de 2 500 000 écus vous repartirez avec 15 euros en liquide.

Vous êtes l'agriculteur B.  
 Les cartes 1 à 6 ci-dessous définissent les répartitions possibles des 500 000 euros, au sein de votre groupe.  
 Si vous et les deux autres membres de votre groupe choisissez la même carte cette dernière s'applique, sinon c'est la carte 7 qui s'applique.

<p><b>Carte 1</b></p> <p>Agriculteur A: 498 000 euros                  Agriculteur B: 1 000 euros                  Agriculteur C: 1 000 euros</p>	<p><b>Carte 2</b></p> <p>Agriculteur A: 117 000 euros                  Agriculteur B: 142 000 euros                  Agriculteur C: 241 000 euros</p>	<p><b>Carte 3</b></p> <p>Agriculteur A: 1 000 euros                  Agriculteur B: 1 000 euros                  Agriculteur C: 498 000 euros</p>	<p><b>Carte 4</b></p> <p>Agriculteur A: 100 000 euros                  Agriculteur B: 150 000 euros                  Agriculteur C: 250 000 euros</p>
<p><b>Carte 5</b></p> <p>Agriculteur A: 166 666 euros                  Agriculteur B: 166 666 euros                  Agriculteur C: 166 666 euros</p>	<p><b>Carte 6</b></p> <p>Agriculteur A: 1 000 euros                  Agriculteur B: 498 000 euros                  Agriculteur C: 1 000 euros</p>	<p><b>Carte 7</b></p> <p>Agriculteur A: 75 000 euros                  Agriculteur B: 100 000 euros                  Agriculteur C: 200 000 euros</p>	

Veuillez saisir le numéro de carte que vous choisissez:

Valider

Figure 1 : L'écran de décision

Vous avez choisi la carte 1, l'agriculteur A a choisi la carte 3 et l'agriculteur C a choisi la carte 5.  
La carte appliquée dans le groupe est donc la carte 7.

Votre gain pour la période est de 100 000 euros.

Période	Votre choix	Choix de A	Choix de C	Carte appliquée	Gain période	Gain cumulé
1	4	7	2	7	100 000	100 000
2	2	2	2	2	142 000	242 000
3	3	3	4	7	100 000	342 000
4	4	4	4	4	150 000	492 000
5	1	3	6	7	100 000	592 000

Période suivante

Figure 2 : L'écran récapitulatif / l'historique

### Annexe 3. Instructions - Traitement 0.3<sup>96</sup>

L'expérience à laquelle vous allez participer est destinée à l'étude de la prise de décisions. Les instructions sont simples. Si vous les suivez scrupuleusement et si vous prenez de bonnes décisions, vous pourrez gagner une somme d'argent non négligeable. Toutes vos réponses seront traitées de façon anonyme et seront recueillies au travers d'un réseau informatique. Vous indiquerez vos choix à l'ordinateur devant lequel vous êtes assis et celui-ci vous communiquera vos gains réalisés au fur et à mesure du déroulement de l'expérience. La somme totale d'argent gagnée pendant l'expérience vous sera versée, en liquide, à la fin de celle-ci.

#### 1) Cadre général de l'expérience

Vous êtes 18 participants dans la salle. Au début de l'expérience l'ordinateur central va composer aléatoirement 6 groupes de 3 personnes. La composition des groupes restera identique pour toute l'expérience. Vous ne pouvez pas identifier les autres membres de votre groupe de même que les autres membres de votre groupe ne peuvent pas vous identifier. L'expérience comporte 15 périodes. Chaque période se déroule de manière identique.

Les gains que vous réaliserez dépendront à la fois de vos propres décisions et des décisions prises par les 2 autres membres de votre groupe. Chaque décision que vous prendrez se traduira par un gain en écus. Les écus que vous aurez accumulés tout au long de l'expérience seront convertis en euros et vous seront versés en liquide à la fin de l'expérience. La procédure de conversion des écus en euros est détaillée à la fin des instructions.

#### 2) Types de situation

**Vous et les deux autres membres de votre groupe êtes des salariés spécialisés travaillant à la production dans une entreprise. Avec l'ouverture des marchés et l'intensification de la concurrence, la situation économique de l'entreprise s'est dégradée. Les emplois sont menacés, et la direction propose de responsabiliser ses salariés. Une nouvelle organisation est mise en place dans votre entreprise. Elle vous permet de vous associer entre salariés pour optimiser la production de l'entreprise.**

**Vous et les deux autres salariés de votre groupe utilisez les mêmes machines mais avec des productivités différentes, dues à un savoir-faire et une expérience différents, selon votre ancienneté.**

**Au début de l'expérience l'ordinateur central va aléatoirement affecter une productivité (A, B, ou C) à chaque membre de votre groupe. Ainsi un membre de votre groupe aura la productivité A, un la productivité B et un la productivité C. Dans la suite des instructions nous noterons "salarié A" une personne qui a la productivité A, "salarié B" une personne**

---

<sup>96</sup> En gras, le texte qui diffère des instructions du traitement 0.2.

qui a la productivité B et “salarié C” une personne qui a la productivité C. Vous saurez dès le début de l’expérience si vous êtes le salarié A, B ou C dans votre groupe. Vous resterez le même salarié pour toute l’expérience.

Au sein de chaque groupe trois types de situation sont envisageables:

- (i) chacun des membres du groupe reste indépendant,
- (ii) deux membres du groupe s'associent et le troisième reste indépendant,
- (iii) les trois membres du groupe s'associent

En fonction de la situation le gain du membre du groupe ou de l'association diffère selon le tableau 1.

Chacun des membres du groupe reste indépendant	Le <b>salarié A</b> gagne 75 000 écus Le <b>salarié B</b> gagne 100 000 écus Le <b>salarié C</b> gagne 200 000 écus
Les <b>salariés A</b> et B s’associent	L’association A-B gagne 175 000 écus Le <b>salarié C</b> gagne 200 000 écus
Les <b>salariés A</b> et C s’associent	L’association A-C gagne 275 000 écus Le <b>salarié B</b> gagne 100 000 écus
Les <b>salariés B</b> et C s’associent	L’association B-C gagne 350 000 écus Le <b>salarié A</b> gagne 75 000 écus
Les 3 membres du groupe s’associent	L’association A-B-C gagne 500 000 écus

Tableau 1 : Les gains des membres du groupe ou de l'association en fonction de la situation

Parmi ces trois types de situation seules les situations de type (i) et (iii) sont envisagées, les gains des trois associations possibles dans la situation de type (ii) sont donnés pour information.

### 3) Décisions

Chaque période vous devez choisir une carte parmi les 7 du tableau 2. Chaque carte donne le gain en écus de chaque membre de votre groupe en fonction de son rendement (A, B ou C).

Notez que les cartes 1 à 6 font référence à une situation de type (iii) tandis que la carte 7 fait référence à la situation de type (i).

	Carte 1	Carte 2	Carte 3	Carte 4	Carte 5	Carte 6	Carte 7
<b>Salarié A</b>	498 000	117 000	1 000	100 000	166 666	1 000	75 000
<b>Salarié B</b>	1 000	142 000	1 000	150 000	166 666	498 000	100 000
<b>Salarié C</b>	1 000	241 000	498 000	250 000	166 666	1 000	200 000

Tableau 2 : Les 6 cartes proposées (1 à 6) et la carte si vous restez seuls (carte 7)

Pour qu'une carte s'applique dans le groupe il faut que les trois membres du groupe la choisisse, sinon c'est la carte 7 qui s'applique.

Exemple 1 :

**Le salarié A** choisit la carte 7, **le salarié B** choisit la carte 5 et **le salarié C** choisit la carte 5. Etant donné que les trois membres du groupe n'ont pas choisi la même carte, c'est la carte 7 qui s'applique dans le groupe. Le gain du **salarié A** est donc de 75 000 écus, le gain du **salarié B** de 100 000 écus et le gain du **salarié C** de 200 000 écus.

Exemple 2 :

**Le salarié A** choisit la carte 1, **le salarié B** choisit la carte 1 et **le salarié C** choisit la carte 1. Etant donné que les trois membres du groupe ont choisi la carte 1, c'est celle-ci qui s'applique dans le groupe. Le gain du **salarié A** est donc de 498 000 écus, le gain du **salarié B** de 1 000 écus et le gain du **salarié C** de 1 000 écus.

#### 4) Déroulement d'une période

Chaque période se déroule de manière identique. Au début de la période l'écran de la figure 1 s'affiche: vous devez choisir une carte parmi les 7 proposées. Lorsque tous les participants ont pris leur décision l'écran de la figure 2 s'affiche. La partie supérieure de l'écran vous donne le récapitulatif de la période en cours:

- la carte que vous avez choisie et la carte choisie par chacun des deux autres membres de votre groupe,
- la carte qui s'applique dans le groupe,
- votre gain pour la période.

La partie inférieure affiche l'historique, c'est à dire le récapitulatif (sous forme de tableau) des périodes précédentes, ainsi que votre gain cumulé depuis la première période. Depuis l'écran de décision (figure 1) vous pouvez faire afficher l'historique (à tout moment) en cliquant sur le bouton " historique ".

#### 5) Derniers détails

A la fin de la 15ème période l'ordinateur vous communiquera votre gain total en écus puis votre gain correspondant en euros, sachant que le taux de conversion des écus en euros est 100 000 écus = 0.6 euro. Ainsi si à l'issue de l'expérience votre gain est de 2 500 000 écus vous repartirez avec 15 euros en liquide.



Vous êtes le salarié B.  
Les cartes 1 à 6 ci-dessous définissent les répartitions possibles des 500 000 ecus, au sein de votre groupe.  
Si vous et les deux autres membres de votre groupe choisissez la même carte, cette dernière s'applique, sinon c'est la carte 7 qui s'applique.

<b>Carte 1</b> Salarié A: 498 000 ecus Salarié B: 1 000 ecus Salarié C: 1 000 ecus	<b>Carte 2</b> Salarié A: 117 000 ecus Salarié B: 142 000 ecus Salarié C: 241 000 ecus	<b>Carte 3</b> Salarié A: 1 000 ecus Salarié B: 1 000 ecus Salarié C: 498 000 ecus	<b>Carte 4</b> Salarié A: 100 000 ecus Salarié B: 150 000 ecus Salarié C: 250 000 ecus
<b>Carte 5</b> Salarié A: 166 666 ecus Salarié B: 166 666 ecus Salarié C: 166 666 ecus	<b>Carte 6</b> Salarié A: 1 000 ecus Salarié B: 498 000 ecus Salarié C: 1 000 ecus	<b>Carte 7</b> Salarié A: 75 000 ecus Salarié B: 100 000 ecus Salarié C: 200 000 ecus	

Veuillez saisir le numéro de carte que vous choisissez

Figure 1 : L'écran de décision

Vous avez choisi la carte 5, le salarié A a choisi la carte 2 et le salarié C a choisi la carte 2.  
 La carte appliquée dans le groupe est donc la carte 7.

Votre gain pour la période est de 100 000 euros.

Période	Votre choix	Choix de A	Choix de C	Carte appliquée	Gain période	Gain cumulé
1	2	2	3	7	100 000	100 000
2	4	5	5	7	100 000	200 000
3	6	5	5	7	100 000	300 000
4	3	4	6	7	100 000	400 000
5	5	2	2	7	100 000	500 000

Période suivante

Figure 2 : L'écran récapitulatif / l'historique

## **Annexe 4. Instructions – « KatLab 1 »**

Le point 5) répertorié dans cette annexe est rajouté aux instructions 0.0 et 0.2 pour construire respectivement les instructions des traitements 1.0 et 1.2.

### **5) Envoi de messages**

**Vous aurez la possibilité de communiquer, toujours de façon anonyme, avec les deux autres membres de votre groupe au début des périodes 1, 6 et 11. L'écran de la figure 3 s'affichera automatiquement.**

**Dans la partie supérieure, vous pourrez composer des messages grâce à 4 menus déroulant :**

- le premier pour indiquer le soutien ou le refus d'une carte ("je choisis" ou "je ne choisis pas"),**
- le deuxième pour sélectionner le numéro de la carte dont il est question,**
- le troisième pour choisir une phrase parmi les 18 qui sont à disposition et qui correspondent à la carte dont il est question,**
- le quatrième (non obligatoire) pour sélectionner le numéro d'une carte prise en comparaison**

**Une fois votre message composé vous cliquerez sur le bouton "créer le message". Vous devrez alors confirmer la création du message. Après avoir été créé, chaque message s'ajoutera, dans l'ordre chronologique de saisie, à la liste située dans la partie inférieure de l'écran. Vous pourrez choisir l'ordre des messages envoyés aux deux autres membres du groupe, grâce aux boutons "monter" et "descendre" situés à droite, en allant du plus important (en haut) au moins important (en bas).**

**Une fois la liste complète et ordonnée, vous devrez cliquer sur le bouton "envoyer les messages" pour la communiquer aux deux autres membres du groupe. Une fois que vous aurez cliqué sur ce bouton, il ne vous sera plus possible de revenir en arrière. Lorsque tous les membres du groupe auront terminé de composer leurs messages, l'écran de la figure 4 apparaîtra. Sur cet écran sont affichés tous les messages créés par les membres de votre groupe (les vôtres y compris).**

**A la période 1, vous disposerez de 8 minutes pour composer vos messages et les ordonner, et de 5 minutes aux périodes 6 et 11. Une fois écoulé le temps imparti pour la composition et la mise en ordre des messages, votre liste de messages ne sera plus modifiable. Il vous faudra cliquer sur le bouton "envoyer les messages".**

**Si vous ne souhaitez pas envoyer de message, il vous suffira de cliquer sur le bouton "quitter" (bouton affiché tant que vous n'avez pas créé de message). Sur l'écran de la**

**figure 4 il sera alors indiqué, à votre emplacement (A, B ou C), que vous n’avez pas envoyé de message.**

**Depuis chaque écran, en plus d’avoir accès à l’historique des périodes, vous pourrez consulter les messages précédemment envoyés par tous les membres du groupe, à l’aide du bouton “historique des messages”.**

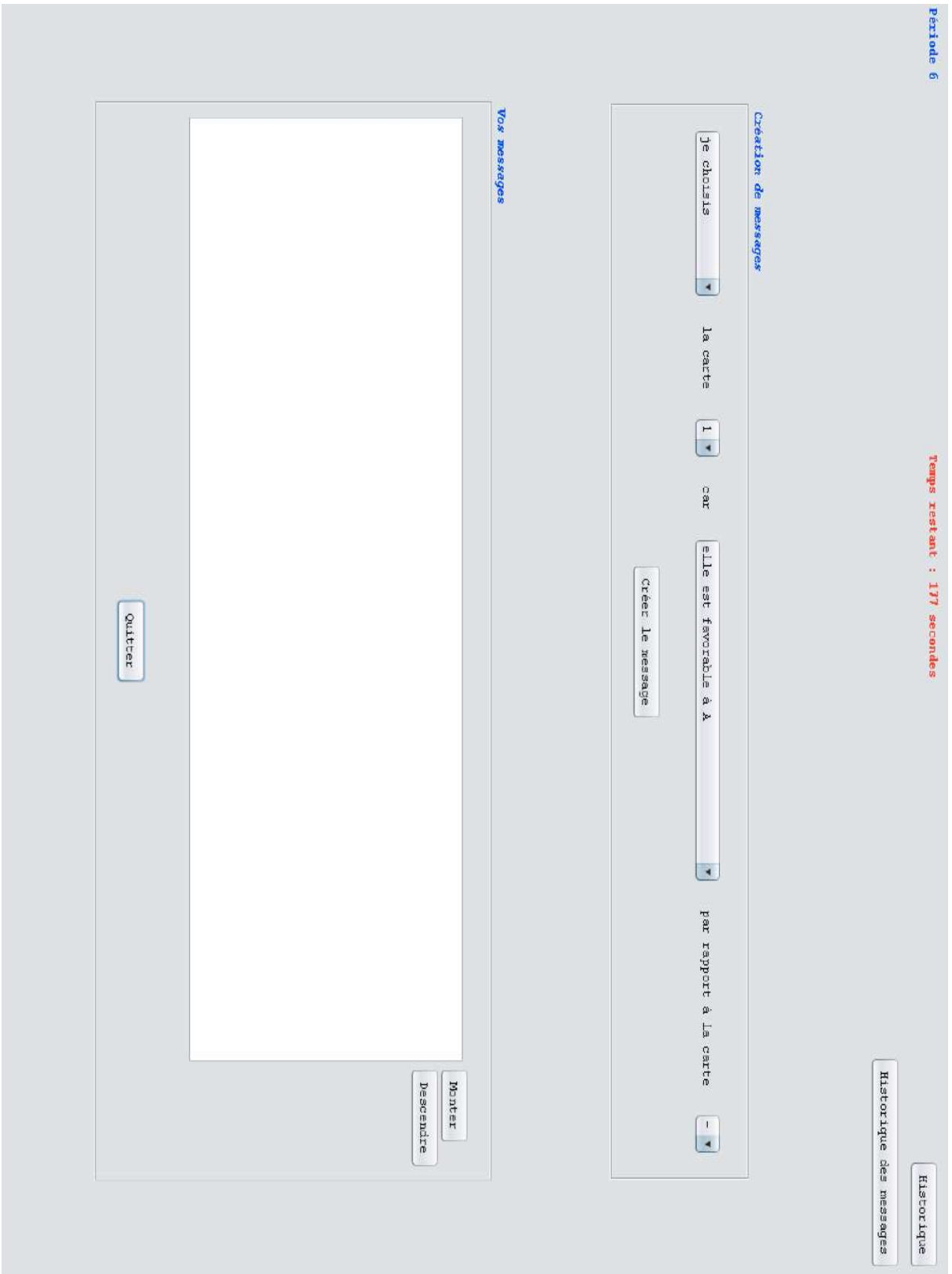


Figure 3 – L'écran de création des messages

Historique des messages

Communication 2

Messages de A

Je choisis la carte 6 car elle est favorable à A, à B et à C par rapport à la carte 5.  
 Je ne choisis pas la carte 5 car elle est favorable à A, à B et à C par rapport à la carte 3.  
 Je ne choisis pas la carte 2 car elle est défavorable à A et à C par rapport à la carte 6.  
 Je choisis la carte 4 car elle est favorable à C par rapport à la carte 2.  
 Je ne choisis pas la carte 3 car je veux coopérer par rapport à la carte 7.  
 Je choisis la carte 6 car elle est favorable à B par rapport à la carte 1.  
 Je ne choisis pas la carte 3 car elle est défavorable à A, à B et à C par rapport à la carte 3.  
 Je choisis la carte 6 car les choix ne me conviennent pas par rapport à la carte 7.  
 Je ne choisis pas la carte 1 car elle est favorable à C par rapport à la carte 2.  
 Je choisis la carte 6 car elle est favorable à A, à B et à C par rapport à la carte 3.  
 Je choisis la carte 7 car elle est défavorable à C par rapport à la carte 3.  
 Je choisis la carte 3 car elle est favorable à C par rapport à la carte 1.  
 Je ne choisis pas la carte 5 car elle est défavorable à A, à B et à C par rapport à la carte 2.  
 Je ne choisis pas la carte 5 car elle est défavorable à A et à B par rapport à la carte 6.  
 Je choisis la carte 1 car elle est favorable à A et à B par rapport à la carte 5.  
 Je ne choisis pas la carte 3 car elle est favorable à C par rapport à la carte 1.  
 Je choisis la carte 2 car elle est défavorable à B par rapport à la carte 5.  
 Je ne choisis pas la carte 3 car elle est favorable à B par rapport à la carte 1.  
 Je choisis la carte 1 car elle est favorable à B et à C par rapport à la carte 5.  
 Je ne choisis pas la carte 4 car elle est défavorable à B et à C par rapport à la carte 3.  
 Je ne choisis pas la carte 4 car elle est défavorable à A par rapport à la carte 7.  
 Je choisis la carte 6 car elle est défavorable à A et à B par rapport à la carte 6.  
 Je choisis la carte 5 car tout le monde reçoit le même montant par rapport à la carte 5.  
 Je choisis la carte 2 car elle est défavorable à B par rapport à la carte 3.  
 Je choisis la carte 1 car elle est favorable à A et à B par rapport à la carte 4.  
 Je choisis la carte 4 car tout le monde reçoit le même montant par rapport à la carte 1.

Suivant

Figure 4 – L’historique des messages

## Annexe 5. Matrice des résultats de KatLab

Numéro du traitement		Numéro du groupe		periode	Identification des joueurs			Décisions			
communication	instructions	serie	numeroGroupe		joueur_A	joueur_B	joueur_C	decision_A	decision_B	decision_C	decision_groupe
0	0	0	0	1	11	2	8	5	6	5	7
0	0	0	0	2	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	3	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	4	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	5	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	6	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	7	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	8	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	9	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	10	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	11	11	2	8	5	5	5	5
0	0	0	0	12	11	2	8	5	5	7	7
0	0	0	0	13	11	2	8	5	5	7	7
0	0	0	0	14	11	2	8	5	6	5	7
0	0	0	0	15	11	2	8	5	6	5	7
0	0	0	1	1	7	17	5	1	5	5	7
0	0	0	1	2	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	3	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	4	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	5	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	6	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	7	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	8	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	9	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	10	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	11	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	12	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	13	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	14	7	17	5	5	5	5	5
0	0	0	1	15	7	17	5	5	5	1	7
0	0	0	2	1	6	15	9	5	2	5	7
0	0	0	2	2	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	3	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	4	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	5	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	6	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	7	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	8	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	9	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	10	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	11	6	15	9	5	5	3	7
0	0	0	2	12	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	13	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	2	14	6	15	9	5	5	5	5

0	0	0	2	15	6	15	9	5	5	5	5
0	0	0	3	1	3	13	12	5	5	4	7
0	0	0	3	2	3	13	12	5	4	4	7
0	0	0	3	3	3	13	12	4	4	4	4
0	0	0	3	4	3	13	12	4	4	4	4
0	0	0	3	5	3	13	12	3	4	4	7
0	0	0	3	6	3	13	12	3	4	4	7
0	0	0	3	7	3	13	12	4	4	4	4
0	0	0	3	8	3	13	12	4	4	4	4
0	0	0	3	9	3	13	12	4	4	4	4
0	0	0	3	10	3	13	12	2	4	4	7
0	0	0	3	11	3	13	12	2	4	4	7
0	0	0	3	12	3	13	12	2	4	4	7
0	0	0	3	13	3	13	12	4	2	4	7
0	0	0	3	14	3	13	12	2	4	4	7
0	0	0	3	15	3	13	12	2	4	4	7
0	0	0	4	1	16	1	4	5	5	3	7
0	0	0	4	2	16	1	4	5	5	5	5
0	0	0	4	3	16	1	4	5	5	4	7
0	0	0	4	4	16	1	4	5	4	2	7
0	0	0	4	5	16	1	4	5	2	4	7
0	0	0	4	6	16	1	4	5	5	2	7
0	0	0	4	7	16	1	4	4	5	1	7
0	0	0	4	8	16	1	4	5	5	4	7
0	0	0	4	9	16	1	4	5	5	4	7
0	0	0	4	10	16	1	4	5	5	4	7
0	0	0	4	11	16	1	4	4	4	2	7
0	0	0	4	12	16	1	4	4	4	2	7
0	0	0	4	13	16	1	4	4	2	4	7
0	0	0	4	14	16	1	4	4	4	4	4
0	0	0	4	15	16	1	4	4	4	4	4
0	0	0	5	1	14	10	0	2	5	2	7
0	0	0	5	2	14	10	0	5	2	4	7
0	0	0	5	3	14	10	0	5	2	2	7
0	0	0	5	4	14	10	0	5	2	2	7
0	0	0	5	5	14	10	0	5	2	2	7
0	0	0	5	6	14	10	0	5	2	5	7
0	0	0	5	7	14	10	0	5	5	5	5
0	0	0	5	8	14	10	0	5	5	5	5
0	0	0	5	9	14	10	0	5	5	2	7
0	0	0	5	10	14	10	0	5	2	2	7
0	0	0	5	11	14	10	0	2	2	2	2
0	0	0	5	12	14	10	0	2	2	2	2
0	0	0	5	13	14	10	0	2	2	2	2
0	0	0	5	14	14	10	0	2	2	2	2
0	0	0	5	15	14	10	0	2	2	2	2
0	0	1	0	1	17	16	8	4	5	1	7
0	0	1	0	2	17	16	8	4	5	1	7
0	0	1	0	3	17	16	8	5	4	1	7
0	0	1	0	4	17	16	8	5	6	4	7
0	0	1	0	5	17	16	8	5	5	4	7



0	0	1	0	6	17	16	8	5	5	4	7
0	0	1	0	7	17	16	8	4	3	4	7
0	0	1	0	8	17	16	8	4	5	4	7
0	0	1	0	9	17	16	8	4	4	4	4
0	0	1	0	10	17	16	8	4	4	4	4
0	0	1	0	11	17	16	8	4	4	4	4
0	0	1	0	12	17	16	8	4	4	4	4
0	0	1	0	13	17	16	8	4	4	4	4
0	0	1	0	14	17	16	8	4	4	4	4
0	0	1	0	15	17	16	8	4	4	4	4
0	0	1	1	1	15	9	6	5	5	5	5
0	0	1	1	2	15	9	6	5	5	2	7
0	0	1	1	3	15	9	6	4	5	2	7
0	0	1	1	4	15	9	6	2	4	2	7
0	0	1	1	5	15	9	6	2	4	2	7
0	0	1	1	6	15	9	6	2	4	2	7
0	0	1	1	7	15	9	6	2	4	4	7
0	0	1	1	8	15	9	6	4	4	4	4
0	0	1	1	9	15	9	6	4	5	4	7
0	0	1	1	10	15	9	6	4	5	4	7
0	0	1	1	11	15	9	6	4	5	4	7
0	0	1	1	12	15	9	6	4	5	4	7
0	0	1	1	13	15	9	6	4	5	4	7
0	0	1	1	14	15	9	6	4	5	4	7
0	0	1	1	15	15	9	6	4	5	4	7
0	0	1	2	1	10	11	12	5	5	5	5
0	0	1	2	2	10	11	12	5	5	5	5
0	0	1	2	3	10	11	12	5	5	5	5
0	0	1	2	4	10	11	12	5	5	5	5
0	0	1	2	5	10	11	12	5	5	5	5
0	0	1	2	6	10	11	12	5	5	2	7
0	0	1	2	7	10	11	12	5	2	2	7
0	0	1	2	8	10	11	12	2	2	2	2
0	0	1	2	9	10	11	12	6	4	2	7
0	0	1	2	10	10	11	12	6	4	2	7
0	0	1	2	11	10	11	12	6	4	2	7
0	0	1	2	12	10	11	12	3	4	2	7
0	0	1	2	13	10	11	12	5	4	2	7
0	0	1	2	14	10	11	12	5	2	5	7
0	0	1	2	15	10	11	12	5	2	5	7
0	0	1	3	1	3	7	2	5	5	3	7
0	0	1	3	2	3	7	2	5	5	4	7
0	0	1	3	3	3	7	2	2	2	2	2
0	0	1	3	4	3	7	2	2	4	4	7
0	0	1	3	5	3	7	2	5	5	4	7
0	0	1	3	6	3	7	2	4	4	2	7
0	0	1	3	7	3	7	2	4	2	4	7
0	0	1	3	8	3	7	2	4	4	4	4
0	0	1	3	9	3	7	2	4	5	2	7
0	0	1	3	10	3	7	2	4	4	4	4
0	0	1	3	11	3	7	2	4	4	4	4

0	0	1	3	12	3	7	2	4	4	4	4
0	0	1	3	13	3	7	2	4	4	4	4
0	0	1	3	14	3	7	2	4	4	4	4
0	0	1	3	15	3	7	2	4	4	4	4
0	0	1	4	1	13	5	1	5	1	4	7
0	0	1	4	2	13	5	1	1	3	2	7
0	0	1	4	3	13	5	1	1	6	2	7
0	0	1	4	4	13	5	1	1	1	2	7
0	0	1	4	5	13	5	1	3	3	1	7
0	0	1	4	6	13	5	1	6	6	6	6
0	0	1	4	7	13	5	1	1	1	1	1
0	0	1	4	8	13	5	1	3	3	3	3
0	0	1	4	9	13	5	1	6	6	2	7
0	0	1	4	10	13	5	1	1	1	2	7
0	0	1	4	11	13	5	1	3	3	4	7
0	0	1	4	12	13	5	1	6	6	4	7
0	0	1	4	13	13	5	1	1	1	2	7
0	0	1	4	14	13	5	1	2	3	4	7
0	0	1	4	15	13	5	1	4	6	2	7
0	0	1	5	1	0	14	4	5	2	4	7
0	0	1	5	2	0	14	4	4	4	4	4
0	0	1	5	3	0	14	4	2	5	4	7
0	0	1	5	4	0	14	4	5	5	4	7
0	0	1	5	5	0	14	4	5	4	4	7
0	0	1	5	6	0	14	4	5	4	4	7
0	0	1	5	7	0	14	4	4	4	4	4
0	0	1	5	8	0	14	4	4	4	4	4
0	0	1	5	9	0	14	4	4	4	4	4
0	0	1	5	10	0	14	4	2	4	4	7
0	0	1	5	11	0	14	4	2	4	4	7
0	0	1	5	12	0	14	4	2	4	4	7
0	0	1	5	13	0	14	4	4	4	4	4
0	0	1	5	14	0	14	4	4	4	4	4
0	0	1	5	15	0	14	4	4	4	4	4
0	1	0	0	1	0	13	12	5	5	3	7
0	1	0	0	2	0	13	12	2	5	3	7
0	1	0	0	3	0	13	12	5	5	2	7
0	1	0	0	4	0	13	12	5	5	4	7
0	1	0	0	5	0	13	12	3	5	4	7
0	1	0	0	6	0	13	12	5	5	4	7
0	1	0	0	7	0	13	12	5	5	4	7
0	1	0	0	8	0	13	12	4	5	4	7
0	1	0	0	9	0	13	12	4	5	3	7
0	1	0	0	10	0	13	12	5	5	4	7
0	1	0	0	11	0	13	12	5	5	4	7
0	1	0	0	12	0	13	12	1	5	4	7
0	1	0	0	13	0	13	12	1	5	3	7
0	1	0	0	14	0	13	12	5	5	3	7
0	1	0	0	15	0	13	12	5	5	3	7
0	1	0	1	1	14	15	5	4	6	3	7
0	1	0	1	2	14	15	5	5	5	2	7

0	1	0	1	3	14	15	5	5	2	5	7
0	1	0	1	4	14	15	5	5	5	2	7
0	1	0	1	5	14	15	5	5	5	5	5
0	1	0	1	6	14	15	5	5	5	4	7
0	1	0	1	7	14	15	5	5	5	3	7
0	1	0	1	8	14	15	5	4	5	4	7
0	1	0	1	9	14	15	5	4	5	4	7
0	1	0	1	10	14	15	5	4	4	4	4
0	1	0	1	11	14	15	5	4	2	4	7
0	1	0	1	12	14	15	5	4	4	4	4
0	1	0	1	13	14	15	5	4	4	4	4
0	1	0	1	14	14	15	5	4	5	4	7
0	1	0	1	15	14	15	5	4	5	4	7
0	1	0	2	1	16	8	17	5	5	4	7
0	1	0	2	2	16	8	17	5	4	4	7
0	1	0	2	3	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	4	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	5	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	6	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	7	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	8	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	9	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	10	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	11	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	12	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	13	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	14	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	2	15	16	8	17	4	4	4	4
0	1	0	3	1	11	10	6	5	5	5	5
0	1	0	3	2	11	10	6	1	4	4	7
0	1	0	3	3	11	10	6	5	5	2	7
0	1	0	3	4	11	10	6	1	5	7	7
0	1	0	3	5	11	10	6	5	5	3	7
0	1	0	3	6	11	10	6	5	5	3	7
0	1	0	3	7	11	10	6	5	5	3	7
0	1	0	3	8	11	10	6	1	5	2	7
0	1	0	3	9	11	10	6	5	2	4	7
0	1	0	3	10	11	10	6	5	4	3	7
0	1	0	3	11	11	10	6	5	4	3	7
0	1	0	3	12	11	10	6	5	4	3	7
0	1	0	3	13	11	10	6	5	4	3	7
0	1	0	3	14	11	10	6	5	5	3	7
0	1	0	3	15	11	10	6	5	5	3	7
0	1	0	4	1	4	2	3	5	2	5	7
0	1	0	4	2	4	2	3	2	5	2	7
0	1	0	4	3	4	2	3	5	2	2	7
0	1	0	4	4	4	2	3	2	2	3	7
0	1	0	4	5	4	2	3	2	2	2	2
0	1	0	4	6	4	2	3	5	2	2	7
0	1	0	4	7	4	2	3	1	2	2	7
0	1	0	4	8	4	2	3	2	2	3	7

0	1	0	4	9	4	2	3	2	2	2	2
0	1	0	4	10	4	2	3	5	2	2	7
0	1	0	4	11	4	2	3	5	2	2	7
0	1	0	4	12	4	2	3	5	2	2	7
0	1	0	4	13	4	2	3	5	2	2	7
0	1	0	4	14	4	2	3	2	2	2	2
0	1	0	4	15	4	2	3	2	2	2	2
0	1	0	5	1	1	9	7	4	5	4	7
0	1	0	5	2	1	9	7	4	5	4	7
0	1	0	5	3	1	9	7	4	5	4	7
0	1	0	5	4	1	9	7	2	4	5	7
0	1	0	5	5	1	9	7	2	5	2	7
0	1	0	5	6	1	9	7	2	5	2	7
0	1	0	5	7	1	9	7	2	5	2	7
0	1	0	5	8	1	9	7	2	5	2	7
0	1	0	5	9	1	9	7	5	5	1	7
0	1	0	5	10	1	9	7	5	5	5	5
0	1	0	5	11	1	9	7	5	5	5	5
0	1	0	5	12	1	9	7	5	5	5	5
0	1	0	5	13	1	9	7	5	5	5	5
0	1	0	5	14	1	9	7	5	5	5	5
0	1	0	5	15	1	9	7	5	5	5	5
0	1	1	0	1	7	3	15	5	5	3	7
0	1	1	0	2	7	3	15	5	5	5	5
0	1	1	0	3	7	3	15	6	5	7	7
0	1	1	0	4	7	3	15	5	1	5	7
0	1	1	0	5	7	3	15	2	1	1	7
0	1	1	0	6	7	3	15	5	1	2	7
0	1	1	0	7	7	3	15	6	1	2	7
0	1	1	0	8	7	3	15	1	1	2	7
0	1	1	0	9	7	3	15	2	1	2	7
0	1	1	0	10	7	3	15	3	1	2	7
0	1	1	0	11	7	3	15	7	1	3	7
0	1	1	0	12	7	3	15	2	1	3	7
0	1	1	0	13	7	3	15	3	5	2	7
0	1	1	0	14	7	3	15	5	5	3	7
0	1	1	0	15	7	3	15	3	5	3	7
0	1	1	1	1	4	8	5	5	6	5	7
0	1	1	1	2	4	8	5	5	6	5	7
0	1	1	1	3	4	8	5	5	5	1	7
0	1	1	1	4	4	8	5	1	5	5	7
0	1	1	1	5	4	8	5	5	5	6	7
0	1	1	1	6	4	8	5	5	5	5	5
0	1	1	1	7	4	8	5	5	6	7	7
0	1	1	1	8	4	8	5	5	5	7	7
0	1	1	1	9	4	8	5	5	7	4	7
0	1	1	1	10	4	8	5	5	7	4	7
0	1	1	1	11	4	8	5	5	5	4	7
0	1	1	1	12	4	8	5	1	4	4	7
0	1	1	1	13	4	8	5	4	4	4	4
0	1	1	1	14	4	8	5	1	6	4	7

0	1	1	1	15	4	8	5	1	6	3	7
0	1	1	2	1	16	6	12	5	5	3	7
0	1	1	2	2	16	6	12	5	5	3	7
0	1	1	2	3	16	6	12	1	4	5	7
0	1	1	2	4	16	6	12	5	5	3	7
0	1	1	2	5	16	6	12	5	5	5	5
0	1	1	2	6	16	6	12	5	1	3	7
0	1	1	2	7	16	6	12	5	1	3	7
0	1	1	2	8	16	6	12	1	3	3	7
0	1	1	2	9	16	6	12	5	3	3	7
0	1	1	2	10	16	6	12	5	5	3	7
0	1	1	2	11	16	6	12	5	5	3	7
0	1	1	2	12	16	6	12	5	5	3	7
0	1	1	2	13	16	6	12	5	4	3	7
0	1	1	2	14	16	6	12	4	4	3	7
0	1	1	2	15	16	6	12	4	4	3	7
0	1	1	3	1	0	9	14	5	4	5	7
0	1	1	3	2	0	9	14	4	5	3	7
0	1	1	3	3	0	9	14	5	4	1	7
0	1	1	3	4	0	9	14	5	4	6	7
0	1	1	3	5	0	9	14	5	4	4	7
0	1	1	3	6	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	7	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	8	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	9	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	10	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	11	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	12	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	13	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	14	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	3	15	0	9	14	4	4	4	4
0	1	1	4	1	13	11	10	1	5	5	7
0	1	1	4	2	13	11	10	4	4	5	7
0	1	1	4	3	13	11	10	5	5	2	7
0	1	1	4	4	13	11	10	5	5	4	7
0	1	1	4	5	13	11	10	2	5	4	7
0	1	1	4	6	13	11	10	5	6	3	7
0	1	1	4	7	13	11	10	2	5	2	7
0	1	1	4	8	13	11	10	2	2	7	7
0	1	1	4	9	13	11	10	2	2	4	7
0	1	1	4	10	13	11	10	5	2	2	7
0	1	1	4	11	13	11	10	5	5	4	7
0	1	1	4	12	13	11	10	5	5	2	7
0	1	1	4	13	13	11	10	5	2	4	7
0	1	1	4	14	13	11	10	5	2	2	7
0	1	1	4	15	13	11	10	2	2	2	2
0	1	1	5	1	17	1	2	5	5	3	7
0	1	1	5	2	17	1	2	5	5	3	7
0	1	1	5	3	17	1	2	2	5	3	7
0	1	1	5	4	17	1	2	2	2	3	7
0	1	1	5	5	17	1	2	2	5	3	7

0	1	1	5	6	17	1	2	2	5	3	7
0	1	1	5	7	17	1	2	5	5	3	7
0	1	1	5	8	17	1	2	2	3	3	7
0	1	1	5	9	17	1	2	3	5	3	7
0	1	1	5	10	17	1	2	3	5	3	7
0	1	1	5	11	17	1	2	2	3	3	7
0	1	1	5	12	17	1	2	3	5	3	7
0	1	1	5	13	17	1	2	2	5	3	7
0	1	1	5	14	17	1	2	2	2	3	7
0	1	1	5	15	17	1	2	2	2	2	2
0	2	0	0	1	2	13	9	5	5	4	7
0	2	0	0	2	2	13	9	1	5	2	7
0	2	0	0	3	2	13	9	5	5	4	7
0	2	0	0	4	2	13	9	5	5	4	7
0	2	0	0	5	2	13	9	5	4	4	7
0	2	0	0	6	2	13	9	4	4	4	4
0	2	0	0	7	2	13	9	1	4	4	7
0	2	0	0	8	2	13	9	1	1	4	7
0	2	0	0	9	2	13	9	1	1	4	7
0	2	0	0	10	2	13	9	1	4	4	7
0	2	0	0	11	2	13	9	5	4	4	7
0	2	0	0	12	2	13	9	1	4	4	7
0	2	0	0	13	2	13	9	4	5	4	7
0	2	0	0	14	2	13	9	4	4	4	4
0	2	0	0	15	2	13	9	4	4	4	4
0	2	0	1	1	15	12	16	5	5	7	7
0	2	0	1	2	15	12	16	5	5	7	7
0	2	0	1	3	15	12	16	5	4	7	7
0	2	0	1	4	15	12	16	5	4	7	7
0	2	0	1	5	15	12	16	5	4	7	7
0	2	0	1	6	15	12	16	5	4	4	7
0	2	0	1	7	15	12	16	5	4	4	7
0	2	0	1	8	15	12	16	5	4	4	7
0	2	0	1	9	15	12	16	4	4	4	4
0	2	0	1	10	15	12	16	4	4	4	4
0	2	0	1	11	15	12	16	2	4	4	7
0	2	0	1	12	15	12	16	2	4	4	7
0	2	0	1	13	15	12	16	2	4	4	7
0	2	0	1	14	15	12	16	2	4	4	7
0	2	0	1	15	15	12	16	4	4	4	4
0	2	0	2	1	10	8	11	5	4	5	7
0	2	0	2	2	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	3	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	4	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	5	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	6	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	7	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	8	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	9	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	10	10	8	11	5	5	5	5
0	2	0	2	11	10	8	11	5	5	5	5

0	2	0	2	12	10	8	11	5	5	7	7
0	2	0	2	13	10	8	11	5	5	7	7
0	2	0	2	14	10	8	11	5	5	7	7
0	2	0	2	15	10	8	11	5	5	7	7
0	2	0	3	1	14	17	1	5	5	2	7
0	2	0	3	2	14	17	1	2	5	3	7
0	2	0	3	3	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	4	14	17	1	2	2	3	7
0	2	0	3	5	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	6	14	17	1	2	2	4	7
0	2	0	3	7	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	8	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	9	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	10	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	11	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	12	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	13	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	14	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	3	15	14	17	1	2	2	2	2
0	2	0	4	1	6	0	7	5	5	2	7
0	2	0	4	2	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	3	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	4	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	5	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	6	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	7	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	8	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	9	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	10	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	11	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	12	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	13	6	0	7	2	2	2	2
0	2	0	4	14	6	0	7	2	2	5	7
0	2	0	4	15	6	0	7	5	5	5	5
0	2	0	5	1	4	3	5	5	5	4	7
0	2	0	5	2	4	3	5	5	4	5	7
0	2	0	5	3	4	3	5	1	5	2	7
0	2	0	5	4	4	3	5	2	5	4	7
0	2	0	5	5	4	3	5	5	5	4	7
0	2	0	5	6	4	3	5	4	5	5	7
0	2	0	5	7	4	3	5	5	5	5	5
0	2	0	5	8	4	3	5	5	5	4	7
0	2	0	5	9	4	3	5	4	5	4	7
0	2	0	5	10	4	3	5	4	4	4	4
0	2	0	5	11	4	3	5	2	4	4	7
0	2	0	5	12	4	3	5	2	6	2	7
0	2	0	5	13	4	3	5	2	5	2	7
0	2	0	5	14	4	3	5	5	5	2	7
0	2	0	5	15	4	3	5	5	5	2	7
0	2	1	0	1	15	8	2	5	5	1	7
0	2	1	0	2	15	8	2	5	5	2	7

0	2	1	0	3	15	8	2	5	5	3	7
0	2	1	0	4	15	8	2	4	4	4	4
0	2	1	0	5	15	8	2	5	5	4	7
0	2	1	0	6	15	8	2	4	6	6	7
0	2	1	0	7	15	8	2	7	6	1	7
0	2	1	0	8	15	8	2	2	4	2	7
0	2	1	0	9	15	8	2	5	4	3	7
0	2	1	0	10	15	8	2	4	4	4	4
0	2	1	0	11	15	8	2	4	4	6	7
0	2	1	0	12	15	8	2	5	6	4	7
0	2	1	0	13	15	8	2	5	4	4	7
0	2	1	0	14	15	8	2	4	4	4	4
0	2	1	0	15	15	8	2	4	4	4	4
0	2	1	1	1	1	3	5	2	5	2	7
0	2	1	1	2	1	3	5	2	2	2	2
0	2	1	1	3	1	3	5	2	2	2	2
0	2	1	1	4	1	3	5	2	2	2	2
0	2	1	1	5	1	3	5	2	2	2	2
0	2	1	1	6	1	3	5	2	2	2	2
0	2	1	1	7	1	3	5	2	2	2	2
0	2	1	1	8	1	3	5	2	4	2	7
0	2	1	1	9	1	3	5	2	4	2	7
0	2	1	1	10	1	3	5	2	4	4	7
0	2	1	1	11	1	3	5	2	4	4	7
0	2	1	1	12	1	3	5	2	4	4	7
0	2	1	1	13	1	3	5	2	4	4	7
0	2	1	1	14	1	3	5	2	4	3	7
0	2	1	1	15	1	3	5	2	4	3	7
0	2	1	2	1	4	13	16	5	2	5	7
0	2	1	2	2	4	13	16	5	5	5	5
0	2	1	2	3	4	13	16	5	5	5	5
0	2	1	2	4	4	13	16	5	5	3	7
0	2	1	2	5	4	13	16	5	5	3	7
0	2	1	2	6	4	13	16	5	3	1	7
0	2	1	2	7	4	13	16	5	3	1	7
0	2	1	2	8	4	13	16	5	1	6	7
0	2	1	2	9	4	13	16	5	6	6	7
0	2	1	2	10	4	13	16	5	5	1	7
0	2	1	2	11	4	13	16	5	1	1	7
0	2	1	2	12	4	13	16	5	5	1	7
0	2	1	2	13	4	13	16	5	5	5	5
0	2	1	2	14	4	13	16	5	5	5	5
0	2	1	2	15	4	13	16	5	5	5	5
0	2	1	3	1	11	17	7	5	5	3	7
0	2	1	3	2	11	17	7	5	5	3	7
0	2	1	3	3	11	17	7	5	5	3	7
0	2	1	3	4	11	17	7	5	4	3	7
0	2	1	3	5	11	17	7	4	4	2	7
0	2	1	3	6	11	17	7	2	4	4	7
0	2	1	3	7	11	17	7	2	4	4	7
0	2	1	3	8	11	17	7	4	2	4	7



0	2	1	3	9	11	17	7	2	4	4	7
0	2	1	3	10	11	17	7	4	4	4	4
0	2	1	3	11	11	17	7	4	4	4	4
0	2	1	3	12	11	17	7	2	4	4	7
0	2	1	3	13	11	17	7	2	2	4	7
0	2	1	3	14	11	17	7	2	2	2	2
0	2	1	3	15	11	17	7	2	2	2	2
0	2	1	4	1	12	9	6	5	5	2	7
0	2	1	4	2	12	9	6	5	5	4	7
0	2	1	4	3	12	9	6	5	5	3	7
0	2	1	4	4	12	9	6	5	7	7	7
0	2	1	4	5	12	9	6	5	5	1	7
0	2	1	4	6	12	9	6	5	5	3	7
0	2	1	4	7	12	9	6	5	4	6	7
0	2	1	4	8	12	9	6	5	5	3	7
0	2	1	4	9	12	9	6	5	5	7	7
0	2	1	4	10	12	9	6	7	6	2	7
0	2	1	4	11	12	9	6	1	4	3	7
0	2	1	4	12	12	9	6	1	7	4	7
0	2	1	4	13	12	9	6	5	6	2	7
0	2	1	4	14	12	9	6	5	2	7	7
0	2	1	4	15	12	9	6	5	5	3	7
0	2	1	5	1	10	0	14	5	5	4	7
0	2	1	5	2	10	0	14	2	5	4	7
0	2	1	5	3	10	0	14	1	5	2	7
0	2	1	5	4	10	0	14	4	2	2	7
0	2	1	5	5	10	0	14	2	2	2	2
0	2	1	5	6	10	0	14	5	2	2	7
0	2	1	5	7	10	0	14	5	2	2	7
0	2	1	5	8	10	0	14	2	2	2	2
0	2	1	5	9	10	0	14	2	2	2	2
0	2	1	5	10	10	0	14	2	2	2	2
0	2	1	5	11	10	0	14	6	2	2	7
0	2	1	5	12	10	0	14	2	2	2	2
0	2	1	5	13	10	0	14	2	2	2	2
0	2	1	5	14	10	0	14	2	2	2	2
0	2	1	5	15	10	0	14	2	2	2	2
0	3	0	0	1	17	4	3	5	5	2	7
0	3	0	0	2	17	4	3	5	5	2	7
0	3	0	0	3	17	4	3	5	2	4	7
0	3	0	0	4	17	4	3	2	2	4	7
0	3	0	0	5	17	4	3	4	2	4	7
0	3	0	0	6	17	4	3	4	4	4	4
0	3	0	0	7	17	4	3	5	4	4	7
0	3	0	0	8	17	4	3	5	4	4	7
0	3	0	0	9	17	4	3	4	4	4	4
0	3	0	0	10	17	4	3	4	4	4	4
0	3	0	0	11	17	4	3	4	4	4	4
0	3	0	0	12	17	4	3	4	4	4	4
0	3	0	0	13	17	4	3	4	4	4	4
0	3	0	0	14	17	4	3	4	4	4	4

0	3	0	0	15	17	4	3	4	4	4	4
0	3	0	1	1	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	2	6	16	1	5	5	3	7
0	3	0	1	3	6	16	1	5	6	5	7
0	3	0	1	4	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	5	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	6	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	7	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	8	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	9	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	10	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	11	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	12	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	13	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	14	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	1	15	6	16	1	5	5	5	5
0	3	0	2	1	13	11	7	5	2	2	7
0	3	0	2	2	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	3	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	4	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	5	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	6	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	7	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	8	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	9	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	10	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	11	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	12	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	13	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	14	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	2	15	13	11	7	2	2	2	2
0	3	0	3	1	2	10	8	5	5	2	7
0	3	0	3	2	2	10	8	5	5	2	7
0	3	0	3	3	2	10	8	5	5	2	7
0	3	0	3	4	2	10	8	5	2	2	7
0	3	0	3	5	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	6	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	7	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	8	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	9	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	10	2	10	8	5	2	2	7
0	3	0	3	11	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	12	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	13	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	14	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	3	15	2	10	8	2	2	2	2
0	3	0	4	1	14	15	9	5	5	4	7
0	3	0	4	2	14	15	9	4	5	2	7
0	3	0	4	3	14	15	9	2	5	2	7
0	3	0	4	4	14	15	9	2	2	2	2
0	3	0	4	5	14	15	9	2	2	2	2

0	3	0	4	6	14	15	9	2	5	2	7
0	3	0	4	7	14	15	9	5	5	4	7
0	3	0	4	8	14	15	9	5	5	4	7
0	3	0	4	9	14	15	9	5	5	4	7
0	3	0	4	10	14	15	9	2	5	2	7
0	3	0	4	11	14	15	9	2	2	2	2
0	3	0	4	12	14	15	9	2	2	2	2
0	3	0	4	13	14	15	9	2	2	2	2
0	3	0	4	14	14	15	9	2	2	2	2
0	3	0	4	15	14	15	9	2	2	2	2
0	3	0	5	1	5	12	0	5	2	2	7
0	3	0	5	2	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	3	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	4	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	5	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	6	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	7	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	8	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	9	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	10	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	11	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	12	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	13	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	14	5	12	0	2	2	2	2
0	3	0	5	15	5	12	0	2	2	2	2
0	3	1	0	1	3	12	7	5	5	4	7
0	3	1	0	2	3	12	7	5	6	5	7
0	3	1	0	3	3	12	7	5	5	5	5
0	3	1	0	4	3	12	7	5	5	4	7
0	3	1	0	5	3	12	7	5	5	4	7
0	3	1	0	6	3	12	7	5	6	4	7
0	3	1	0	7	3	12	7	5	5	2	7
0	3	1	0	8	3	12	7	5	5	5	5
0	3	1	0	9	3	12	7	5	5	5	5
0	3	1	0	10	3	12	7	5	5	5	5
0	3	1	0	11	3	12	7	5	5	2	7
0	3	1	0	12	3	12	7	5	5	2	7
0	3	1	0	13	3	12	7	5	5	5	5
0	3	1	0	14	3	12	7	5	5	2	7
0	3	1	0	15	3	12	7	5	5	5	5
0	3	1	1	1	9	4	13	5	5	7	7
0	3	1	1	2	9	4	13	5	5	7	7
0	3	1	1	3	9	4	13	5	4	7	7
0	3	1	1	4	9	4	13	5	4	7	7
0	3	1	1	5	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	6	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	7	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	8	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	9	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	10	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	11	9	4	13	4	4	7	7

0	3	1	1	12	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	13	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	14	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	1	15	9	4	13	4	4	7	7
0	3	1	2	1	6	2	5	1	5	5	7
0	3	1	2	2	6	2	5	5	2	5	7
0	3	1	2	3	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	4	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	5	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	6	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	7	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	8	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	9	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	10	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	11	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	12	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	13	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	14	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	2	15	6	2	5	5	5	5	5
0	3	1	3	1	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	2	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	3	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	4	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	5	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	6	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	7	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	8	1	17	10	5	5	7	7
0	3	1	3	9	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	10	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	11	1	17	10	5	5	7	7
0	3	1	3	12	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	13	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	14	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	3	15	1	17	10	5	5	5	5
0	3	1	4	1	15	16	11	5	5	6	7
0	3	1	4	2	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	3	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	4	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	5	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	6	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	7	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	8	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	9	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	10	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	11	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	12	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	13	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	14	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	4	15	15	16	11	5	5	5	5
0	3	1	5	1	0	8	14	5	4	2	7
0	3	1	5	2	0	8	14	1	5	2	7

0	3	1	5	3	0	8	14	5	2	2	7
0	3	1	5	4	0	8	14	4	2	2	7
0	3	1	5	5	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	6	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	7	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	8	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	9	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	10	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	11	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	12	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	13	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	14	0	8	14	2	2	2	2
0	3	1	5	15	0	8	14	2	2	2	2
1	0	0	0	1	16	8	6	2	5	4	7
1	0	0	0	2	16	8	6	2	5	2	7
1	0	0	0	3	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	4	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	5	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	6	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	7	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	8	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	9	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	10	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	11	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	12	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	13	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	14	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	0	15	16	8	6	2	2	2	2
1	0	0	1	1	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	2	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	3	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	4	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	5	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	6	7	10	0	2	1	4	7
1	0	0	1	7	7	10	0	2	4	4	7
1	0	0	1	8	7	10	0	2	4	4	7
1	0	0	1	9	7	10	0	2	4	4	7
1	0	0	1	10	7	10	0	2	4	4	7
1	0	0	1	11	7	10	0	4	5	4	7
1	0	0	1	12	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	13	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	14	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	1	15	7	10	0	4	4	4	4
1	0	0	2	1	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	2	17	14	12	5	5	4	7
1	0	0	2	3	17	14	12	5	5	5	5
1	0	0	2	4	17	14	12	5	5	5	5
1	0	0	2	5	17	14	12	5	5	5	5
1	0	0	2	6	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	7	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	8	17	14	12	5	4	4	7

1	0	0	2	9	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	10	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	11	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	12	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	13	17	14	12	5	4	4	7
1	0	0	2	14	17	14	12	1	4	4	7
1	0	0	2	15	17	14	12	1	4	4	7
1	0	0	3	1	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	2	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	3	13	5	9	4	4	4	4
1	0	0	3	4	13	5	9	4	4	4	4
1	0	0	3	5	13	5	9	4	4	4	4
1	0	0	3	6	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	7	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	8	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	9	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	10	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	11	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	12	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	13	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	14	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	3	15	13	5	9	5	4	4	7
1	0	0	4	1	1	4	3	1	4	4	7
1	0	0	4	2	1	4	3	5	4	4	7
1	0	0	4	3	1	4	3	4	4	4	4
1	0	0	4	4	1	4	3	4	4	4	4
1	0	0	4	5	1	4	3	4	4	4	4
1	0	0	4	6	1	4	3	5	1	4	7
1	0	0	4	7	1	4	3	5	3	4	7
1	0	0	4	8	1	4	3	5	6	3	7
1	0	0	4	9	1	4	3	5	1	4	7
1	0	0	4	10	1	4	3	5	4	4	7
1	0	0	4	11	1	4	3	5	4	4	7
1	0	0	4	12	1	4	3	4	4	4	4
1	0	0	4	13	1	4	3	4	4	4	4
1	0	0	4	14	1	4	3	4	4	4	4
1	0	0	4	15	1	4	3	4	4	4	4
1	0	0	5	1	11	15	2	1	5	5	7
1	0	0	5	2	11	15	2	6	5	5	7
1	0	0	5	3	11	15	2	5	3	3	7
1	0	0	5	4	11	15	2	5	1	1	7
1	0	0	5	5	11	15	2	5	6	3	7
1	0	0	5	6	11	15	2	6	6	6	6
1	0	0	5	7	11	15	2	1	1	1	1
1	0	0	5	8	11	15	2	3	3	3	3
1	0	0	5	9	11	15	2	5	6	6	7
1	0	0	5	10	11	15	2	5	5	1	7
1	0	0	5	11	11	15	2	6	6	6	6
1	0	0	5	12	11	15	2	1	1	1	1
1	0	0	5	13	11	15	2	3	3	3	3
1	0	0	5	14	11	15	2	6	6	6	6

1	0	0	5	15	11	15	2	1	5	1	7
1	0	1	0	1	16	2	6	5	5	5	5
1	0	1	0	2	16	2	6	1	5	5	7
1	0	1	0	3	16	2	6	5	5	5	5
1	0	1	0	4	16	2	6	5	5	5	5
1	0	1	0	5	16	2	6	5	5	5	5
1	0	1	0	6	16	2	6	4	5	4	7
1	0	1	0	7	16	2	6	5	5	4	7
1	0	1	0	8	16	2	6	5	5	4	7
1	0	1	0	9	16	2	6	4	4	4	4
1	0	1	0	10	16	2	6	4	4	4	4
1	0	1	0	11	16	2	6	4	4	4	4
1	0	1	0	12	16	2	6	4	4	4	4
1	0	1	0	13	16	2	6	4	4	4	4
1	0	1	0	14	16	2	6	4	4	4	4
1	0	1	0	15	16	2	6	4	4	4	4
1	0	1	1	1	14	7	5	5	5	5	5
1	0	1	1	2	14	7	5	5	1	2	7
1	0	1	1	3	14	7	5	6	6	6	6
1	0	1	1	4	14	7	5	3	3	3	3
1	0	1	1	5	14	7	5	5	1	1	7
1	0	1	1	6	14	7	5	5	5	5	5
1	0	1	1	7	14	7	5	1	1	1	1
1	0	1	1	8	14	7	5	6	6	6	6
1	0	1	1	9	14	7	5	3	3	3	3
1	0	1	1	10	14	7	5	5	5	4	7
1	0	1	1	11	14	7	5	5	5	5	5
1	0	1	1	12	14	7	5	1	1	1	1
1	0	1	1	13	14	7	5	6	6	6	6
1	0	1	1	14	14	7	5	3	3	3	3
1	0	1	1	15	14	7	5	5	4	4	7
1	0	1	2	1	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	2	10	12	9	5	6	5	7
1	0	1	2	3	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	4	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	5	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	6	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	7	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	8	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	9	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	10	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	11	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	12	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	13	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	14	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	2	15	10	12	9	5	5	5	5
1	0	1	3	1	1	8	0	5	5	5	5
1	0	1	3	2	1	8	0	5	2	5	7
1	0	1	3	3	1	8	0	4	5	5	7
1	0	1	3	4	1	8	0	5	1	5	7
1	0	1	3	5	1	8	0	5	1	5	7

1	0	1	3	6	1	8	0	1	1	1	1
1	0	1	3	7	1	8	0	3	3	3	3
1	0	1	3	8	1	8	0	6	6	6	6
1	0	1	3	9	1	8	0	1	5	1	7
1	0	1	3	10	1	8	0	1	1	1	1
1	0	1	3	11	1	8	0	3	3	1	7
1	0	1	3	12	1	8	0	1	6	1	7
1	0	1	3	13	1	8	0	1	1	1	1
1	0	1	3	14	1	8	0	3	3	6	7
1	0	1	3	15	1	8	0	6	6	6	6
1	0	1	4	1	4	3	11	4	5	4	7
1	0	1	4	2	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	3	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	4	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	5	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	6	4	3	11	1	4	4	7
1	0	1	4	7	4	3	11	1	4	4	7
1	0	1	4	8	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	9	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	10	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	11	4	3	11	2	4	4	7
1	0	1	4	12	4	3	11	2	4	4	7
1	0	1	4	13	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	14	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	4	15	4	3	11	4	4	4	4
1	0	1	5	1	17	13	15	5	1	1	7
1	0	1	5	2	17	13	15	1	1	3	7
1	0	1	5	3	17	13	15	1	1	3	7
1	0	1	5	4	17	13	15	2	1	3	7
1	0	1	5	5	17	13	15	2	6	3	7
1	0	1	5	6	17	13	15	2	1	3	7
1	0	1	5	7	17	13	15	2	3	3	7
1	0	1	5	8	17	13	15	2	2	3	7
1	0	1	5	9	17	13	15	2	2	3	7
1	0	1	5	10	17	13	15	2	2	3	7
1	0	1	5	11	17	13	15	2	2	2	2
1	0	1	5	12	17	13	15	2	2	2	2
1	0	1	5	13	17	13	15	2	2	2	2
1	0	1	5	14	17	13	15	2	2	2	2
1	0	1	5	15	17	13	15	2	2	2	2
1	2	0	0	1	15	2	9	1	1	1	1
1	2	0	0	2	15	2	9	3	3	2	7
1	2	0	0	3	15	2	9	6	6	3	7
1	2	0	0	4	15	2	9	1	1	3	7
1	2	0	0	5	15	2	9	3	3	3	3
1	2	0	0	6	15	2	9	1	1	1	1
1	2	0	0	7	15	2	9	3	3	3	3
1	2	0	0	8	15	2	9	6	6	6	6
1	2	0	0	9	15	2	9	1	1	1	1
1	2	0	0	10	15	2	9	3	3	3	3
1	2	0	0	11	15	2	9	6	6	2	7



1	2	0	0	12	15	2	9	1	1	2	7
1	2	0	0	13	15	2	9	2	5	2	7
1	2	0	0	14	15	2	9	2	5	2	7
1	2	0	0	15	15	2	9	2	5	2	7
1	2	0	1	1	13	4	12	1	5	2	7
1	2	0	1	2	13	4	12	3	5	2	7
1	2	0	1	3	13	4	12	6	6	2	7
1	2	0	1	4	13	4	12	1	6	2	7
1	2	0	1	5	13	4	12	3	2	2	7
1	2	0	1	6	13	4	12	5	5	2	7
1	2	0	1	7	13	4	12	5	5	2	7
1	2	0	1	8	13	4	12	5	2	2	7
1	2	0	1	9	13	4	12	5	5	2	7
1	2	0	1	10	13	4	12	5	5	2	7
1	2	0	1	11	13	4	12	5	2	2	7
1	2	0	1	12	13	4	12	5	2	2	7
1	2	0	1	13	13	4	12	5	2	2	7
1	2	0	1	14	13	4	12	5	2	2	7
1	2	0	1	15	13	4	12	5	6	2	7
1	2	0	2	1	14	11	8	4	1	4	7
1	2	0	2	2	14	11	8	4	5	5	7
1	2	0	2	3	14	11	8	5	5	4	7
1	2	0	2	4	14	11	8	5	5	4	7
1	2	0	2	5	14	11	8	4	6	5	7
1	2	0	2	6	14	11	8	4	4	4	4
1	2	0	2	7	14	11	8	4	5	4	7
1	2	0	2	8	14	11	8	4	5	4	7
1	2	0	2	9	14	11	8	4	4	4	4
1	2	0	2	10	14	11	8	4	4	4	4
1	2	0	2	11	14	11	8	4	5	4	7
1	2	0	2	12	14	11	8	4	4	4	4
1	2	0	2	13	14	11	8	4	4	4	4
1	2	0	2	14	14	11	8	4	4	4	4
1	2	0	2	15	14	11	8	4	4	4	4
1	2	0	3	1	3	17	10	2	4	2	7
1	2	0	3	2	3	17	10	2	2	4	7
1	2	0	3	3	3	17	10	2	2	4	7
1	2	0	3	4	3	17	10	2	2	4	7
1	2	0	3	5	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	6	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	7	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	8	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	9	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	10	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	11	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	12	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	13	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	14	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	3	15	3	17	10	4	4	4	4
1	2	0	4	1	0	5	7	2	5	2	7
1	2	0	4	2	0	5	7	2	2	2	2

1	2	0	4	3	0	5	7	2	6	2	7
1	2	0	4	4	0	5	7	5	2	2	7
1	2	0	4	5	0	5	7	5	1	2	7
1	2	0	4	6	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	7	0	5	7	2	1	2	7
1	2	0	4	8	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	9	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	10	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	11	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	12	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	13	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	14	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	4	15	0	5	7	2	2	2	2
1	2	0	5	1	1	6	16	5	5	4	7
1	2	0	5	2	1	6	16	5	5	4	7
1	2	0	5	3	1	6	16	5	4	4	7
1	2	0	5	4	1	6	16	4	4	4	4
1	2	0	5	5	1	6	16	5	4	4	7
1	2	0	5	6	1	6	16	4	4	4	4
1	2	0	5	7	1	6	16	4	4	4	4
1	2	0	5	8	1	6	16	2	4	4	7
1	2	0	5	9	1	6	16	2	4	4	7
1	2	0	5	10	1	6	16	2	4	4	7
1	2	0	5	11	1	6	16	2	4	4	7
1	2	0	5	12	1	6	16	2	4	4	7
1	2	0	5	13	1	6	16	2	4	4	7
1	2	0	5	14	1	6	16	2	4	4	7
1	2	0	5	15	1	6	16	2	4	4	7
1	2	1	0	1	17	12	4	5	5	5	5
1	2	1	0	2	17	12	4	5	2	3	7
1	2	1	0	3	17	12	4	4	1	2	7
1	2	1	0	4	17	12	4	5	1	4	7
1	2	1	0	5	17	12	4	2	1	2	7
1	2	1	0	6	17	12	4	2	1	2	7
1	2	1	0	7	17	12	4	1	2	2	7
1	2	1	0	8	17	12	4	2	1	2	7
1	2	1	0	9	17	12	4	2	2	2	2
1	2	1	0	10	17	12	4	2	2	2	2
1	2	1	0	11	17	12	4	1	1	1	1
1	2	1	0	12	17	12	4	5	6	3	7
1	2	1	0	13	17	12	4	5	6	3	7
1	2	1	0	14	17	12	4	5	6	3	7
1	2	1	0	15	17	12	4	5	5	2	7
1	2	1	1	1	0	1	2	5	5	2	7
1	2	1	1	2	0	1	2	5	5	4	7
1	2	1	1	3	0	1	2	2	2	2	2
1	2	1	1	4	0	1	2	5	5	2	7
1	2	1	1	5	0	1	2	5	2	2	7
1	2	1	1	6	0	1	2	5	5	5	5
1	2	1	1	7	0	1	2	1	5	4	7
1	2	1	1	8	0	1	2	5	1	2	7

1	2	1	1	9	0	1	2	5	6	2	7
1	2	1	1	10	0	1	2	2	5	2	7
1	2	1	1	11	0	1	2	5	5	2	7
1	2	1	1	12	0	1	2	5	1	2	7
1	2	1	1	13	0	1	2	2	2	5	7
1	2	1	1	14	0	1	2	2	2	5	7
1	2	1	1	15	0	1	2	2	2	5	7
1	2	1	2	1	15	9	16	5	5	2	7
1	2	1	2	2	15	9	16	5	5	5	5
1	2	1	2	3	15	9	16	5	5	2	7
1	2	1	2	4	15	9	16	5	5	2	7
1	2	1	2	5	15	9	16	5	5	2	7
1	2	1	2	6	15	9	16	5	5	2	7
1	2	1	2	7	15	9	16	2	5	2	7
1	2	1	2	8	15	9	16	2	2	2	2
1	2	1	2	9	15	9	16	2	2	2	2
1	2	1	2	10	15	9	16	2	2	2	2
1	2	1	2	11	15	9	16	6	2	2	7
1	2	1	2	12	15	9	16	6	6	2	7
1	2	1	2	13	15	9	16	6	6	2	7
1	2	1	2	14	15	9	16	2	6	2	7
1	2	1	2	15	15	9	16	2	2	2	2
1	2	1	3	1	7	14	5	5	4	3	7
1	2	1	3	2	7	14	5	2	5	4	7
1	2	1	3	3	7	14	5	4	5	4	7
1	2	1	3	4	7	14	5	4	5	4	7
1	2	1	3	5	7	14	5	4	5	4	7
1	2	1	3	6	7	14	5	5	5	4	7
1	2	1	3	7	7	14	5	5	5	4	7
1	2	1	3	8	7	14	5	5	4	4	7
1	2	1	3	9	7	14	5	4	4	4	4
1	2	1	3	10	7	14	5	4	4	4	4
1	2	1	3	11	7	14	5	4	4	4	4
1	2	1	3	12	7	14	5	4	4	4	4
1	2	1	3	13	7	14	5	4	4	4	4
1	2	1	3	14	7	14	5	4	4	4	4
1	2	1	3	15	7	14	5	4	4	4	4
1	2	1	4	1	10	8	13	4	5	3	7
1	2	1	4	2	10	8	13	4	5	4	7
1	2	1	4	3	10	8	13	4	4	2	7
1	2	1	4	4	10	8	13	4	4	4	4
1	2	1	4	5	10	8	13	2	4	3	7
1	2	1	4	6	10	8	13	2	2	2	2
1	2	1	4	7	10	8	13	2	2	2	2
1	2	1	4	8	10	8	13	2	2	2	2
1	2	1	4	9	10	8	13	2	2	4	7
1	2	1	4	10	10	8	13	2	2	4	7
1	2	1	4	11	10	8	13	2	4	4	7
1	2	1	4	12	10	8	13	2	4	4	7
1	2	1	4	13	10	8	13	2	4	4	7
1	2	1	4	14	10	8	13	2	4	4	7

1	2	1	4	15	10	8	13	2	4	4	7
1	2	1	5	1	3	11	6	5	5	5	5
1	2	1	5	2	3	11	6	5	6	5	7
1	2	1	5	3	3	11	6	5	5	5	5
1	2	1	5	4	3	11	6	5	5	5	5
1	2	1	5	5	3	11	6	5	5	5	5
1	2	1	5	6	3	11	6	1	1	3	7
1	2	1	5	7	3	11	6	1	5	3	7
1	2	1	5	8	3	11	6	5	5	3	7
1	2	1	5	9	3	11	6	5	5	3	7
1	2	1	5	10	3	11	6	5	5	3	7
1	2	1	5	11	3	11	6	1	1	2	7
1	2	1	5	12	3	11	6	1	5	2	7
1	2	1	5	13	3	11	6	2	5	2	7
1	2	1	5	14	3	11	6	2	2	2	2
1	2	1	5	15	3	11	6	2	2	2	2

## **Annexe 6. Dynamiques d'apprentissage : étude de l'assimilation et adaptation des choix au sein de quelques groupes de 3 joueurs**

L'observation des choix agrégés et des résultats de la coordination a mis en avant plusieurs phénomènes. Ces phénomènes interrogent sur les mécanismes de prise de décision se mettant en place au sein des groupes. L'analyse effectuée dans cette partie se borne à une approche qualitative des dynamiques d'apprentissage, les outils de traitement quantitatif nous manquant au moment d'observer au cas par cas les 12 groupes \* 6 traitements = 72 groupes ayant pris part à l'ensemble des sessions. En épluchant les dynamiques d'apprentissage de ces 72 groupes, notre attention s'est portée sur celles permettant l'observation de :

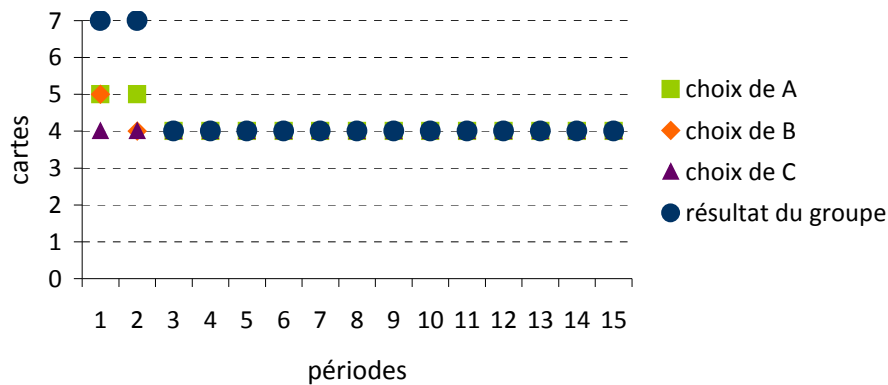
- L'assimilation du jeu, à travers la détérioration du choix de la carte 5 au fil des périodes et la reconnaissance de la carte 4 comme étant le « bon » choix
- Les raisons de l'échec de l'assimilation dans certains groupes, notamment la coordination réussie sur les cartes concurrentes à la carte 4.
- L'origine du fort taux d'échecs de la coordination, qui ne peut s'expliquer au sein des groupes que par le partage des choix entre plusieurs cartes :
  - o La divergence des choix entre les cartes 2, 4 et 5, les joueurs pouvant soit alterner entre des positions différentes (difficultés de coordination), soit camper sur des positions distinctes (aucun effort de coordination).
  - o Les revirements (i.e. les changements de la carte d'accord) au fil du jeu, entraînant mécaniquement des ruptures d'accord et donc des échecs de la coordination.
  - o Les stratégies mixtes, i.e. une préférence portée sur plusieurs cartes à la fois, en alternance, notamment le choix séquentiel des cartes 1, 3 et 6, générateur de nombreux échecs
- La déstabilisation et la (re)construction des accords après les phases « argumentation 2 » et « argumentation 3 » (aux traitements 1.0 et 1.2)

Nous analysons la dynamique d'apprentissage de quelques groupes considérés comme représentatifs d'un ou de plusieurs de ces phénomènes.

### » **Bonne assimilation**

Nous considérons comme un « bon » apprentissage du jeu l'observation de l'émergence du choix porté sur la carte 4, provoquant in fine la coordination stable sur cette carte jusqu'à la période 15. Le graphique A-1 ci-dessous présente la dynamique d'apprentissage qui se met en place au sein du groupe 2 au traitement 0.1.

### Traitement 0.1 - Groupe 2

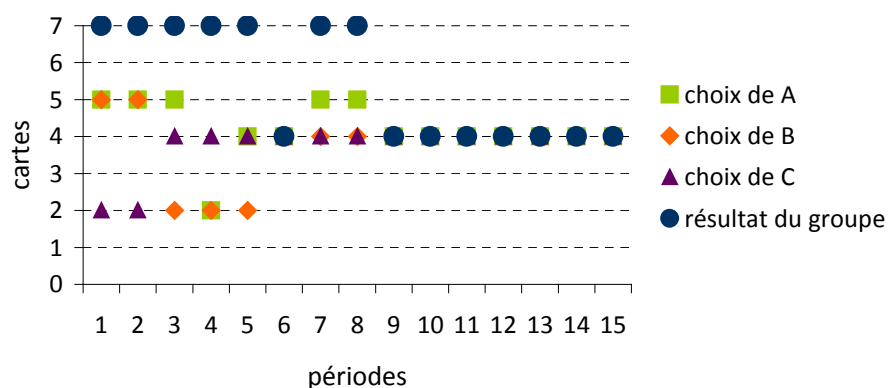


**Graphique A-1. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.1 - Groupe 2**

Nous considérons ce groupe comme le groupe « modèle » : les joueurs A et B choisissent la carte 5 qui, si le joueur C la choisissait à son tour, leur est très favorable. Or, elle est défavorable au joueur C, pour qui le statu quo assure un gain supérieur à celui qui lui est dévolu en cas d'accord sur la carte 5. Dans ce groupe, le joueur C se positionne sur la carte 4 dès la période 1. Il est rejoint dès la période 2 par le joueur B, suivi lui-même par le joueur A à la période 3. L'accord se scelle définitivement sur la carte 4, dès la période 3, jusqu'à la fin du jeu.

Dans d'autres groupes, on observe une assimilation du jeu similaire à celle décrite précédemment, à la différence qu'elle peut être moins rapide, ou provoquer plus d'instabilité. La dynamique observée dans le groupe 0 au traitement 0.3 (cf. graphique A-2) illustre ces deux phénomènes.

### Traitement 0.3 - Groupe 0



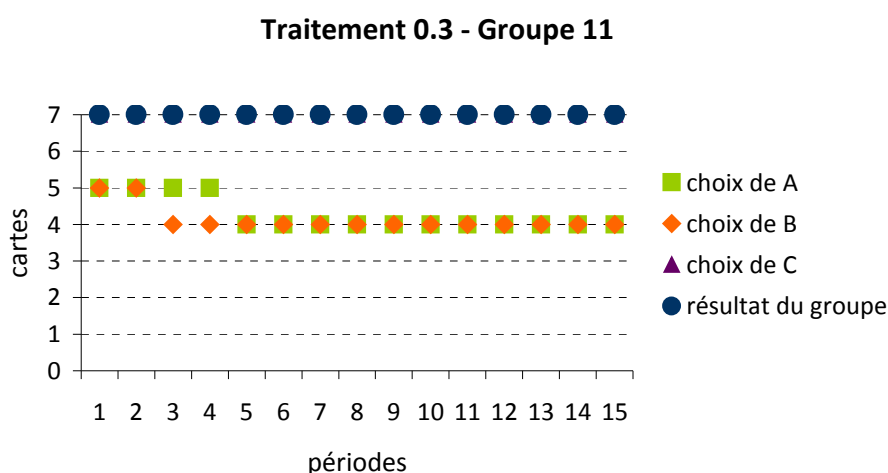
**Graphique A-2. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.3 - Groupe 0**

Le joueur C ne choisit la carte 4 qu'à la période 3, suivi par le joueur A, puis le joueur B pour aboutir à un accord à la période 6. Cependant le joueur A rompt l'accord, choisissant plutôt la carte 5 pendant les deux périodes 7 et 8, avant de rejoindre à nouveau les joueurs B et C à

la période 9, ces derniers n'ayant pas modifié leur choix. L'accord est alors stabilisé jusqu'à la période 15.

Dans ces deux groupes, on observe une attraction forte opérée par la carte 5 sur les joueurs A et B à la période 1 (cf. graphiques A-1 et A-2). Cette attraction explique l'observation d'un choix spontané porté sur la carte 5 à la période 1 dans tous les traitements (cf. chapitre 6). Le non-choix de cette carte par le joueur C entraîne la modification des préférences spontanément exprimées par les joueurs A et B. On apparente ce phénomène à une adaptation des joueurs A et B aux choix du joueur C. L'issue de la dynamique d'apprentissage dépend donc fortement du choix du joueur C. Si ce dernier assimile correctement le jeu, ses partenaires, par adaptation à son comportement, choisiront également la carte 4.

Ce phénomène d'abandon de la carte 5 de la part de B puis de A, au profit de la carte 4, en réponse au choix du joueur C, est également visible dans le groupe 11 du traitement 0.3 (cf. graphique A-3). La particularité dans ce groupe est que le joueur C influence les choix de A et B par un refus de participer à la grande coalition.



**Graphique A-3. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.3 - Groupe 11**

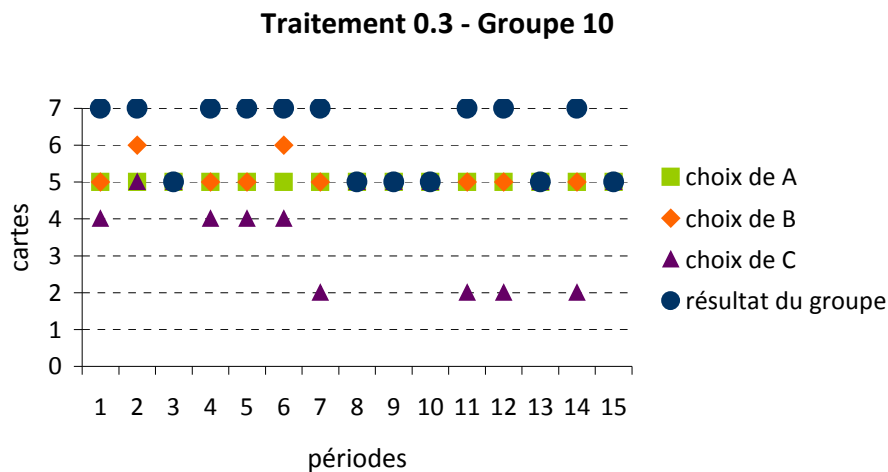
Les joueurs A et B abandonnent leur positionnement sur la carte 5 en faveur de la carte 4, pour s'adapter au choix de C, dans le but non pas de le suivre dans son choix, mais de le faire abandonner sa position individualiste (sur la carte 7)<sup>97</sup>. On a donc l'exemple d'une assimilation réussie par adaptation au choix de C, malgré une mauvaise assimilation du jeu de la part de ce même joueur C<sup>98</sup>.

» **Mauvaise assimilation**

<sup>97</sup> Une autre tentative d'inflexion d'un choix non-coopératif du joueur C de la part de A et B est également visible dans le groupe 1, au traitement 0.1, quand le joueur C, mécontent de la dynamique des choix opérés dans le groupe, se réfugie sur la carte 3 (carte égoïste qui lui est très favorable) dès la période 6 jusqu'à la période 15 (cf. annexe 5). A et B tentent alors de rallier C en se positionnant tous les deux sur la carte 4, en vain, le joueur C restant positionné sur la carte 3.

<sup>98</sup> Le joueur C use de sa position dominante que lui confère la structure coopérative de KatLab, avec des gains supérieurs à A et à B en singleton et une position favorable dans la coalition partielle « B-C ». Sa stratégie est « mauvaise » si on part de l'hypothèse de rationalité individuelle : étant donné que les joueurs A et B sont coordonnés sur la carte 4, il lui suffit de la choisir à son tour pour augmenter ses gains par rapport à la situation de statu quo, pour laquelle il exprime clairement une préférence.

On peut interpréter le choix de la carte 5, allocation très instable, comme l'expression formelle d'une préférence de la part des joueurs A et B pour le partage égalitaire strict, mais également comme un positionnement fort de leur part au moment d'entrer dans la négociation qui se met en place au fil des périodes. En créant une coalition partielle sur la carte 5, les joueurs A et B peuvent espérer influencer le joueur C, en le forçant à ce choix, en exerçant une forme de « pression sociale ». Cette stratégie peut fonctionner, comme le montre la dynamique de l'apprentissage observée dans le groupe 10 au traitement 0.3 (cf. graphique A-4).



**Graphique A-4. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.3 - Groupe 10**

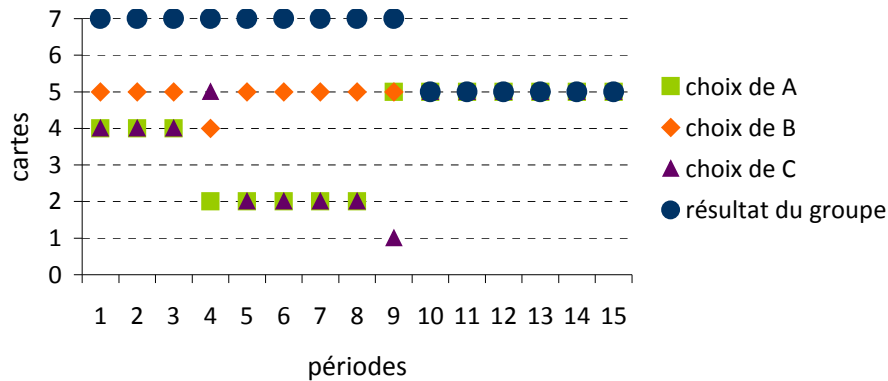
Le joueur C choisit la carte 4 dès la période 1. Voyant qu'il n'arrive pas à détourner A et B de la carte 5 au profit de la carte 4, C se positionne sur la carte 2, intermédiaire entre ces deux cartes, mais sans plus de réussite. Le joueur C se range finalement derrière le choix des joueurs A et B, en faveur de la carte 5.

La carte 5 est celle qui concentre les 6 accords (sur 15 périodes) noués dans le groupe, exemple d'une opposition des deux dimensions de l'apprentissage : domination de l'adaptation (de C au choix des joueurs A et B) au détriment de la bonne assimilation du jeu (choix de la carte 4 par C à la période 1).

L'adaptation au choix opéré par un joueur, mettant en échec la bonne assimilation du jeu, est également observée dans le groupe 5 au traitement 0.1 (cf. graphique A-5). Les joueurs A et C, ayant pourtant bien assimilés le jeu dès la période 1 en choisissant la carte 4, se plient au choix de B en faveur de la carte 5. Le passage de A et C par la carte 2 n'infléchit pas la décision du joueur B.



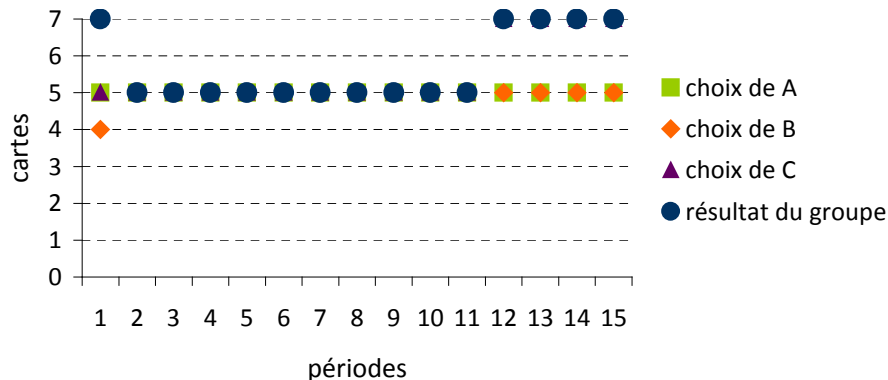
### Traitement 0.1 - Groupe 5



**Graphique A-5. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.1 - Groupe 5**

Dans ces deux derniers exemples, on a vu la déviation opérée par l'adaptation des choix de joueurs qui ont pourtant bien assimilé le jeu. Dans le groupe 2 du traitement 0.2 (cf. graphique A-6), le joueur C assimile mal le jeu et se positionne sur la carte 5 dès la période 1.

### Traitement 0.2 - Groupe 2



**Graphique A-6. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.2 - Groupe 2**

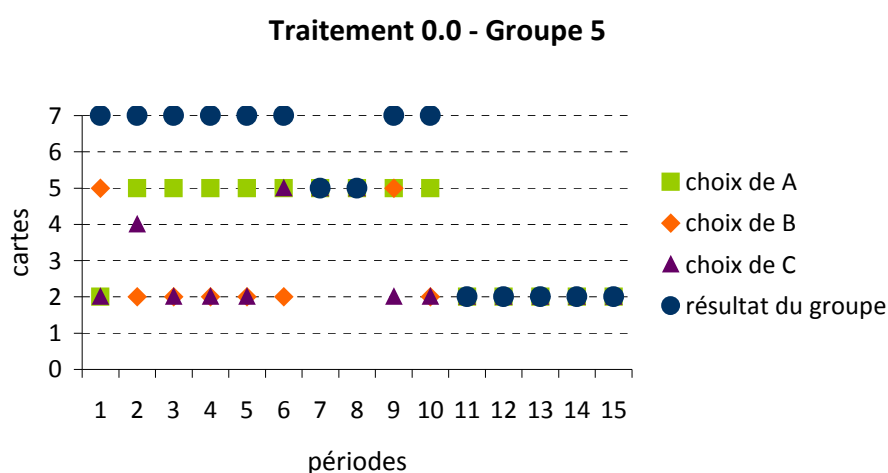
Cette « erreur » du joueur C constitue une véritable aubaine pour les joueurs A et B. Cependant, le joueur C assimile finalement le jeu au fil des périodes et entraîne la rupture de l'accord sur la carte 5 en se réfugiant sur la carte 7 à la période 12. Ce choix avait fait infléchir les joueurs A et B dans le groupe 11 au traitement 0.3, en faveur de la carte 4 (cf. graphique A-3). Il n'en est rien ici, étant donné que le joueur C ayant déjà choisi la carte 5 depuis le début du jeu se retrouve en position de faiblesse, et qu'il ne reste que 3 périodes à jouer pour aboutir à un revirement de l'accord. Les joueurs A et B ont accumulé suffisamment de gain grâce aux nombreux accords déjà opérés sur la carte 5 pour accepter jusqu'à la période 15 le statu quo, qui leur est défavorable, imposé par C.

» **Instabilité des accords**

Le joueur C dans le groupe 2 du traitement 0.2 (cf. graphique A-6) rompt l'accord sur la carte 5, après avoir assimilé le désavantage qu'il avait à choisir cette alternative. Les indices de Gately et le fait que l'allocation égalitaire stricte se situe en dehors du Core (cf. chapitre 3) expliquent cette instabilité de l'accord noué sur la carte 5. Parmi l'ensemble des 72 groupes ayant pris part aux sessions de KatLab, on observe pendant les 15 périodes au moins un accord porté sur la carte 5 dans 30/72 groupes (cf. annexe 5), mais seulement 7/72 groupes s'y coordonnent de façon stable, i.e. il n'y a pas de rupture durable de l'accord<sup>99</sup>.

\* *Sans argumentation*

Les joueurs refusant de se coordonner de façon stable sur la carte 5 ont cherché à orienter leurs partenaires sur une autre carte, e.g. le joueur C du groupe 5 au traitement 0.0 qui accepte d'abord l'accord sur la carte 5 pour démontrer sa bonne foi, et oriente ensuite ses partenaires vers la carte 2 (cf. graphique A-7).



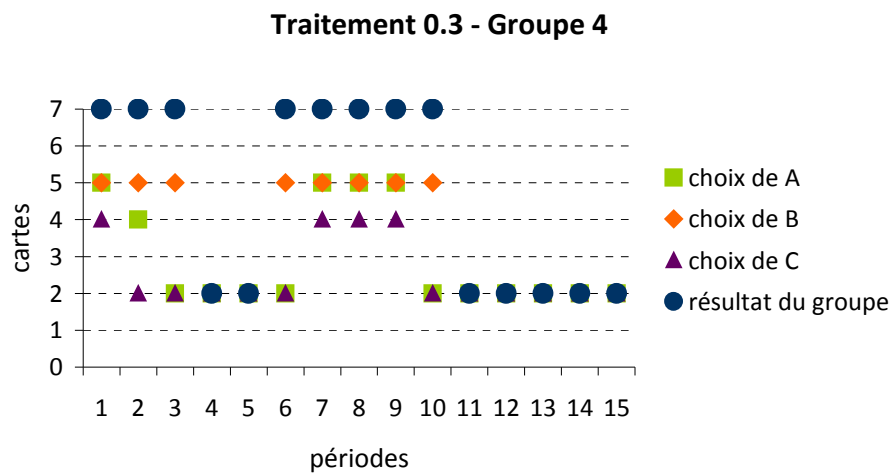
**Graphique A-7. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.0 - Groupe 5**

Pour d'autres, l'accord sur la carte 5 n'est pas une concession<sup>100</sup> stratégique, i.e. une adaptation aux choix des autres, mais une erreur d'assimilation du jeu. L'assimilation trop tardive de son erreur de la part de C dans le groupe 2 au traitement 0.2 (cf. graphique A-6) rend difficile un revirement de l'accord en faveur d'une autre carte en seulement 3 périodes. Le joueur C a alors préféré l'échec de la coordination, en choisissant la carte 7, sans même essayer d'orienter ses partenaires vers une autre carte (par exemple sur la carte 4).

<sup>99</sup> On ne tient pas compte de l'échec de la coordination quand il est observé sur une seule période, mais on élimine les groupes ayant plusieurs échecs (consécutifs ou répartis à différentes périodes au fil du jeu). Ainsi, on considère que les accords sont stables sur la carte 5 pour les groupes 1 et 2 du traitement 0.0, le groupe 5 du traitement 0.1, les groupes 12 du traitement 1.0 et les groupes 1, 12 et 14 du traitement 0.3. Le groupe 13 au traitement 0.3 a été éliminé du décompte mais on y observe un accord presque stable, avec seulement deux échecs provoqués par le joueur C aux périodes 8 et 11.

<sup>100</sup> On observe que dans le groupe 4 au traitement 0.2, le joueur C oriente A et B (qui avaient opté pour la position classique sur la carte 5 à la période 1) sur la carte 2 dès le début du jeu. A la fin du jeu, le joueur C concède un accord sur la carte 5 en récompense de la coordination de ses partenaires sur la carte 2 (cf. annexe 5). C'est un autre type de concession de la part du joueur C, cette fois-ci non stratégique, car en fin de jeu.

On observe globalement que les joueurs perçoivent l'intérêt d'aboutir à un accord<sup>101</sup>. Dans le groupe 4 du traitement 0.3 (cf. graphique A-8), les choix à la période 1 sont « classiques » : A et B sur la carte 5 et C sur la carte 4.



**Graphique A-8. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.3 - Groupe 4**

Après deux accords successifs sur la carte 2 aux périodes 4 et 5, les trois joueurs reprennent à la période 7 leurs positions initiales, entraînant une rupture de l'accord, ce dernier ne semblant pas les satisfaire. Toutefois, l'échec de la coordination est pour eux une situation encore moins favorable. Ils reviennent finalement à la période 11 à l'accord « par défaut » sur la carte 2.

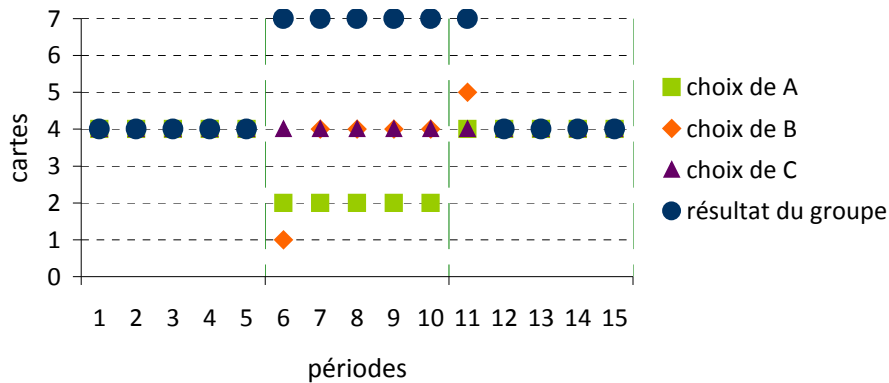
On a donc ici un autre exemple d'une adaptation des joueurs aux comportements de leurs partenaires dans le but d'arriver à un accord, même s'il ne correspond pas aux préférences des joueurs assimilées au fil du jeu. A cause de leurs positions de départ incompatibles, l'accord sur une carte intermédiaire (i.e. la carte 2) est le seul consensus possible au sein du groupe.

*\* Avec argumentation*

Au moment d'analyser les résultats agrégés, nous avons observé plusieurs cas de rupture de l'accord sur la carte 4 après la phase d'« argumentation 2 » au traitement 1.0 (cf. chapitre 6). Le groupe 1 est dans ce cas de figure (cf. graphique A-9).

<sup>101</sup> L'intérêt pour la coordination est suscité par la construction de KatLab comme un jeu coopératif super-additif

### Traitement 1.0 - Groupe 1



**Graphique A-9. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 1.0 - Groupe 1**

Alors que l'accord sur la carte 4 est scellé dès la période 1, on observe sa rupture à la période 6 : le joueur A oriente ses partenaires vers la carte 2 quand le joueur B souhaite la mise en place d'une alternance entre les cartes 1, 3 et 6 (comme le montre l'étude des arguments échangés répertoriés dans le tableau A-1 ci-dessous).

Pendant la phase d'« argumentation 2 », le joueur C défend le choix de la carte 4 en opposition à la carte 7 (en cas d'une rupture de l'accord opérée par ses partenaires). Face à la déviation des choix de ses partenaires vers d'autres cartes, le joueur C insiste pendant la phase suivante d'« argumentation 3 » pour défendre à nouveau le choix de la carte 4 et expliquer son refus des cartes 2 et 5. Il convainc ainsi les joueurs A et B, ce qui permet le retour à un accord sur la carte 4 dans le dernier tiers du jeu.

Le joueur B, après avoir affiché une préférence pour la carte 5 à la phase d'« argumentation 1 », propose une stratégie mixte entre les cartes 1, 3, et 6 à la phase d'« argumentation 2 ». On explique ainsi son choix de la carte 1 à la période 6. Ses partenaires ne le suivent pas dans cette voie, le joueur A rejetant explicitement le choix de ces cartes à chacune des phases d'argumentation. Dans d'autres groupes cependant, cette stratégie mixte est mise en pratique par les trois membres du groupe.

Argumentation 1							
je suis C et	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C	par rapport à la carte	7
je suis A et	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C	par rapport à la carte	7
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>3</b>	<b>car</b>	<b>je veux coopérer</b>		
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>6</b>	<b>car</b>	<b>je veux coopérer</b>		
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>1</b>	<b>car</b>	<b>je veux coopérer</b>		
	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	2	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	5	car	elle est favorable à A et à B		
je suis B et	je ne choisis pas	la carte	1	car	elle est favorable à A		
	je ne choisis pas	la carte	3	car	elle est favorable à C		
	je ne choisis pas	la carte	7	car	elle est défavorable à A et à B	par rapport à la carte	5
	je choisis	la carte	5	car	tout le monde reçoit le même montant		
	je choisis	la carte	5	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	2	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	6	car	elle est favorable à B		
	je ne choisis pas	la carte	7	car	elle est favorable à A et à B	par rapport à la carte	5
	je choisis	la carte	2	car	elle est favorable à A, à B et à C	par rapport à la carte	5
Argumentation 2							
je suis C et	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je ne choisis pas	la carte	2	car	elle est défavorable à B et à C	par rapport à la carte	4
	je ne choisis pas	la carte	5	car	elle est défavorable à C	par rapport à la carte	4
je suis B et	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>4</b>	<b>car</b>	<b>je veux coopérer</b>		
	<b>je choisis</b>	<b>la carte</b>	<b>1</b>	<b>car</b>	<b>elle est favorable à A</b>		
	<b>je choisis</b>	<b>la carte</b>	<b>6</b>	<b>car</b>	<b>elle est favorable à B</b>		
	<b>je choisis</b>	<b>la carte</b>	<b>3</b>	<b>car</b>	<b>elle est favorable à C</b>		
	<b>je choisis</b>	<b>la carte</b>	<b>1</b>	<b>car</b>	<b>elle est favorable à A</b>		
	<b>je choisis</b>	<b>la carte</b>	<b>6</b>	<b>car</b>	<b>elle est favorable à B</b>		
<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>4</b>	<b>car</b>	<b>je veux coopérer</b>			
je suis A et	je choisis	la carte	2	car	elle est favorable à A, à B et à C		
	je choisis	la carte	2	car	elle est favorable à A	par rapport à la carte	4
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>1</b>	<b>car</b>	<b>elle est défavorable à B et à C</b>	par rapport à la carte	4
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>3</b>	<b>car</b>	<b>elle est défavorable à A et à B</b>	par rapport à la carte	4
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>6</b>	<b>car</b>	<b>elle est défavorable à A et à C</b>	par rapport à la carte	4
	je choisis	la carte	4	car	je veux coopérer		
Argumentation 3							
je suis C et	je choisis	la carte	4	car	je veux coopérer		
	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C	par rapport à la carte	7
	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à B et à C	par rapport à la carte	2
je suis B et	je choisis	la carte	5	car	elle est favorable à A, à B et à C	par rapport à la carte	7
	je ne choisis pas	la carte	4	car	elle est favorable à C		
	je ne choisis pas	la carte	2	car	elle est favorable à A	par rapport à la carte	4
je suis A et	je choisis	la carte	2	car	elle est favorable à A, à B et à C	par rapport à la carte	7
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>1</b>	<b>car</b>	<b>elle est défavorable à B et à C</b>		
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>3</b>	<b>car</b>	<b>elle est défavorable à A et à B</b>		
	<b>je ne choisis pas</b>	<b>la carte</b>	<b>6</b>	<b>car</b>	<b>elle est défavorable à A et à C</b>		
	je choisis	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C		
je ne choisis pas	la carte	4	car	elle est favorable à A, à B et à C			

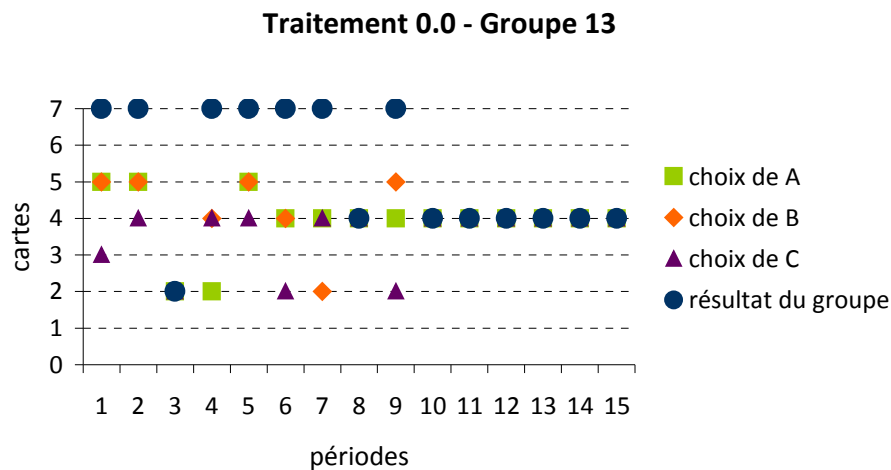
Tableau A-1. Arguments échangés au sein du groupe 1 – Traitement 1.0

## » Stratégies mixtes

Lors de la construction du protocole, nous avons choisi de limiter à six le nombre des possibilités d'allocation du gain de la grande coalition, chacune des six modalités étant construite selon un critère particulier (cf. chapitre 3). Cependant, il est possible que les joueurs aient des préférences exclues des six alternatives d'allocation proposées. Le Core est un ensemble de solutions qui ne se limite pas aux seules cartes 2 et 4 proposées dans KatLab. Les joueurs peuvent souhaiter une autre allocation du Core, intermédiaire aux cartes 2 et 4. On appelle « stratégie mixte » le fait que les joueurs proposent une coordination séquentielle entre plusieurs cartes.

\* *Sans argumentation*

Dans le groupe 13 au traitement 0.0 (cf. graphique A-10) le joueur C propose une stratégie mixte entre les cartes 2 et 4, par la mise en place d'une séquence se déroulant sur 3 périodes, 2/3 en faveur de la carte 4 et 1/3 en faveur de la carte 2<sup>102</sup>.



**Graphique A-10. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.0 - Groupe 13**

La réussite d'une telle séquence alors que l'unanimité est requise pour la réussite de l'accord, est difficile quand les joueurs ne peuvent pas échanger d'informations permettant un calage des choix d'une période à l'autre. Dans le groupe 13 du traitement 0.0, il n'y a qu'un seul accord sur la carte 2 (à la période 3), les joueurs se coordonnant finalement sur la seule carte 4 à partir de la période 10.

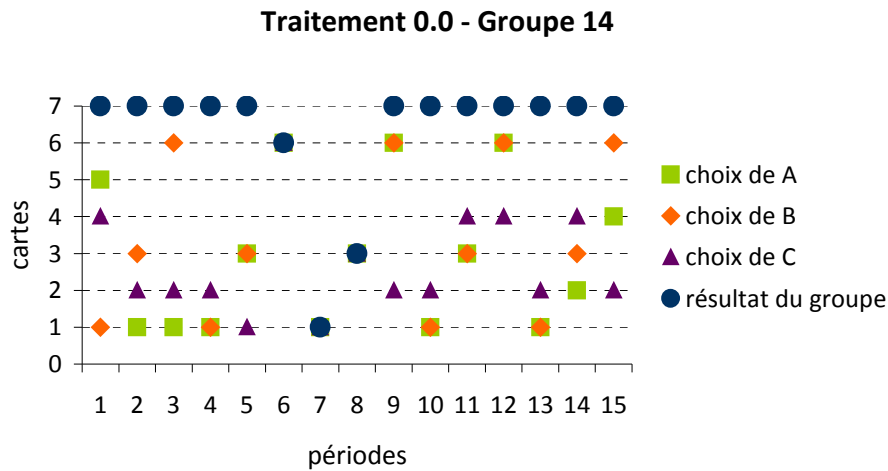
Tous traitements de « KatLab 0 » confondus, la stratégie mixte « 2-4 » est seulement observée dans deux autres groupes<sup>103</sup>. Une autre stratégie mixte, entre les cartes 1, 3 et 6, est plus fréquemment observée dans les groupes ayant participé à « KatLab 0 » (cf. annexe 5)<sup>104</sup>. Sans communication entre les joueurs, son succès est aussi improbable que pour la

<sup>102</sup> On peut interpréter cette alternance inégale comme l'attribution d'un « poids » à chacune des cartes dans les préférences du joueur.

<sup>103</sup> On ne l'observe que dans le groupe 4 au traitement 0.0 et dans le groupe 14 au traitement 0.1. Les autres alternances entre ces deux cartes observées dans d'autres groupes sont dues à la recherche d'un accord pendant la négociation, sans chercher à mettre en place une séquence d'accords coordonnés.

<sup>104</sup> La stratégie mixte « 1-3-6 » est proposée dans 1/12 groupes au traitement 0.0 et au traitement 0.1, dans 3/12 groupes au traitement 0.2 (avec dans le groupe 10 le joueur C proposant une stratégie « 1-2-3-4-6 » très complexe), mais dans 0/12 au traitement 0.3.

stratégie mixte « 2-4 ». Or, on observe une réussite de la stratégie « 1-3-6 » dans le groupe 14 au traitement 0.0 (cf. graphique A-11).



**Graphique A-11. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 0.0 - Groupe 14**

Le joueur B propose une alternance entre chacune de ces trois cartes et ne dévie jamais dans ses choix. Le joueur A s’adapte à B dès la période 2 et s’accorde avec lui à partir de la période 4. Le joueur C, exprimant d’abord sa préférence pour la carte 4 à la période 1, dévie ensuite vers la carte 2, avant de céder à son tour. Un accord se noue pendant les périodes 6, 7 et 8.

Cependant, le joueur C rompt l’alternance et propose à son tour une stratégie mixte, mais entre les cartes 2 et 4. Le joueur A tente de le rejoindre aux périodes 14 et 15, mais ce revirement tardif, difficile à mettre en place en étant si proche de la fin du jeu, n’influence pas le joueur B qui persiste dans sa stratégie initiale.

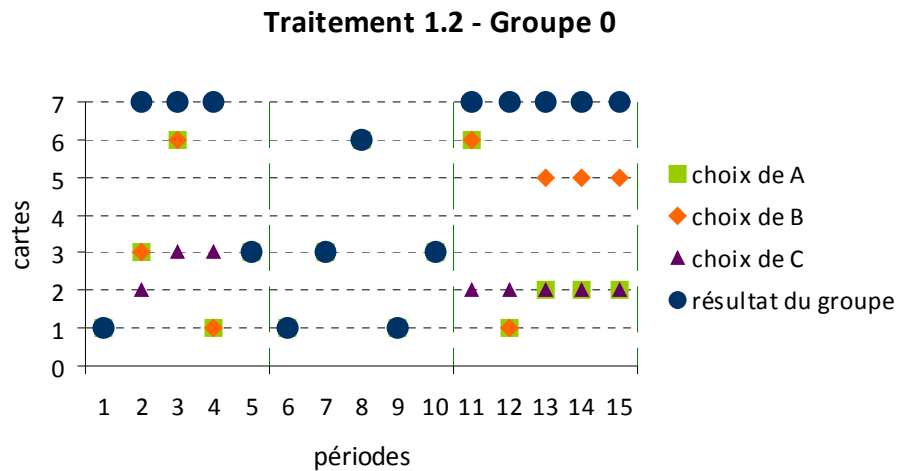
*\* Avec argumentation*

Dans « KatLab 1 », on n’observe aucune référence à la stratégie mixte « 2-4 » au sein des groupes, ni dans les choix, ni dans les contenus des informations échangées aux trois phases d’argumentation. En revanche, la stratégie mixte « 1-3-6 » est à la fois très présente dans les choix mais aussi dans les contenus échangés.

En analysant les phrases composées par les joueurs dans « KatLab 1 », on observe que la stratégie mixte « 1-3-6 » est proposée au moins une fois par un des trois joueurs A, B ou C du groupe dans 7/12 groupes au traitement 1.0 et dans 8/12 groupes au traitement 1.2, indépendamment des décisions réellement prises par les joueurs et des accords conclus. La stratégie mixte a été initiée par au moins un des joueurs dans les 7 groupes où elle est proposée au traitement 1.0, pour aboutir à des accords dans 3 groupes (les groupes 5, 11 et 13). Au traitement 1.2, si la stratégie mixte « 1-3-6 » a également été initiée dans les 8 groupes où elle fut proposée, elle n’aboutit à un accord que dans le seul groupe 0 (cf. annexe 5). Cette grande fréquence d’apparition de la stratégie mixte « 1-3-6 » dans les contenus échangés et dans les choix suggère que l’on s’attarde sur cette proposition par les joueurs.

Au chapitre 5, nous avons déjà étudié les contenus des échanges au sein du groupe 0 du traitement 1.2, pendant la phase d’« argumentation 1 », qui ont permis la coordination des

trois joueurs sur la carte 1 à la période 1. Le graphique A-12 ci-dessous détaille les choix et les accords ayant eu lieu dans ce groupe pendant l'ensemble des 15 périodes.



**Graphique A-12. Choix des joueurs au fil des 15 périodes : Traitement 1.2 - Groupe 0**

De nombreux échecs de coordination sont observés pendant le premier tiers du jeu, corrigés par la phase d'« argumentation 2 », qui a permis le calage des choix des trois joueurs sur la même carte et à la même période, condition nécessaire à la concrétisation des accords. Les joueurs ont donc réussi à mettre en place une alternance entre trois cartes et à argumenter les uns auprès des autres le choix de cette stratégie mixte malgré les contraintes imposées pour l'édition des messages, avec des énoncés prédéfinis dont aucun ne permettait a priori ce type de coordination.

Cependant, cette capacité d'adaptation a une limite : l'assimilation du jeu. Le joueur C se positionne sur la carte 2 à la période 11, et ne prend même pas la peine d'envoyer un message à ses partenaires pendant la phase d'« argumentation 3 » pour les inciter à en faire de même. Le revirement qu'il propose n'aboutit pas. Il ne reste pas assez de périodes à jouer pour convaincre le joueur B à la fois d'abandonner la stratégie mixte « 1-3-6 » et le choix de la carte 5 sur laquelle finalement il se réfugie à partir de la période 13, au bénéfice de la carte 2 sur laquelle A et C se sont positionnés.



L'observation d'accords au sein des groupes sur la stratégie mixte « 1-3-6 » montre la très grande capacité d'adaptation des joueurs, d'abord aux choix de leurs partenaires pour aboutir à cet accord nécessitant une coordination parfaite, mais également aux règles du jeu définies par l'expérimentateur :

- choix de stratégies mixtes entre plusieurs cartes pour contourner la contrainte imposée par l'expérimentateur, qui ne propose que six alternatives de partage du payoff de la grande coalition.
- échanges d'informations en utilisant des énoncés ne prévoyant pas l'envoi de messages favorisant ces stratégies mixtes.

Cette stratégie mixte « 1-3-6 », par l'allocation en alternance des mêmes gains aux trois joueurs A, B et C, s'apparente à une préférence pour un partage strictement égalitaire. Or, la carte 5 est construite sur ce critère et a l'avantage de ne pas induire le risque d'échecs qui apparaît dans la coordination sur les trois cartes « 1-3-6 ». Par exemple, les joueurs du groupe 13 au traitement 1.0 (cf. annexe 5) ne se coordonnent pas parfaitement, ce qui entraîne une répartition inégalitaire du payoff de la grande coalition à la fin du jeu : trois accords ont été noués sur la carte 1 (favorable à A), contre deux accords sur la carte 6 (favorable à B) et un seul accord sur la carte 3 (favorable à C). Il est difficile d'interpréter les motivations des joueurs qui proposent la stratégie « 1-3-6 », et surtout de comprendre comment les autres joueurs choisissent d'abonder dans leur sens.

On note toutefois que même si la stratégie mixte est évoquée dans de nombreux groupes (7/12 au traitement 1.0 et 8/12 au traitement 1.2) elle n'entraîne pas systématiquement un accord (seulement dans 3 groupes sur les 7 au traitement 1.0, et dans un seul des 8 groupes au traitement 1.2). De fait, on voit apparaître des arguments en opposition à cette stratégie dans les contenus échangés au sein des groupes la rejetant.

## Annexe 7. Traitements statistiques

Les tests statistiques ont été menés à travers le programme Matlab®. Le premier test représente le calcul de l'intervalle de confiance entre deux proportions d'un même choix prises dans deux échantillons indépendants. Le deuxième s'applique non pas à une seule carte mais à l'ensemble de la distribution.

### Calcul de l'intervalle de confiance

```
function RA = raTest(p,N)
%raTest(p,N) fournit aux seuils de 0.025, 0.01, 0.005, 0.0005% les intervalles de confiance
%    qu'il existe une différence entre les deux proportions de p tirages
%    parmi N possibilités. p=[p1, p2], N=[N1,N2]
%Le test est favorable ("significatif = 1") à ces seuils si les deux IC calculés sont de même
%signe, indécidable sinon ; RA en sortie conserve les données mais raTest(p,N) fournit à
%l'écran les valeurs de sortie
%Patrick Rio

seuil = [1.96, 2.326, 2.58, 3.29];
p1=p(1)/N(1);
p2=p(2)/N(2);
for ij=1:length(seuil),
    RA(ij,:) = (p1 - p2) + seuil(ij)*[sqrt((p1*(1-p1))/N(1) + (p2*(1-p2))/N(2)), -sqrt((p1*(1-
p1))/N(1) + (p2*(1-p2))/N(2))];
end
for ij=1:length(RA),
    signif(ij)=(sign(RA(ij,1))==sign(RA(ij,2)));
end,
RA=[[0.025, 0.01, 0.005, 0.0005]' [RA signif]];
disp('seuil    IC1        IC2    significatif')
disp(num2str(RA))
```

### Test de $\chi^2$

Si passons à la distribution prise dans son ensemble et non plus à une comparaison faite sur la distribution d'une seule carte. On teste l'hypothèse que la distribution n1 est tirée de la loi qui génère la distribution de référence n0, typiquement, le traitement 0.0.

Par exemple on a (chapitre 5, comparaison du traitement 1.0 « avec communication, sans illustration » et du traitement témoin 0.0) :

Période 1	carte 7	carte 1	carte 3	carte 6	carte 5	carte 2	carte 4
Traitement 0.0	0	3	2	1	22	4	4
Traitement 1.0	0	4	0	0	19	1	12

comme la distribution de référence apparaît au dénominateur elle ne peut avoir d'éléments nuls, ce qu'on obtient en regroupant les colonnes 1,2,3 et 4.

```
v = [ 0  3  2  1  22  4  4
      0  4  0  0  19  1  12]
v(:,1)=v(:,1)+v(:,2)+v(:,3)+v(:,4);
v(:,2:4)=[]
```

soit :

```
v = [6  22  4  4
     4  19  1  12]
```

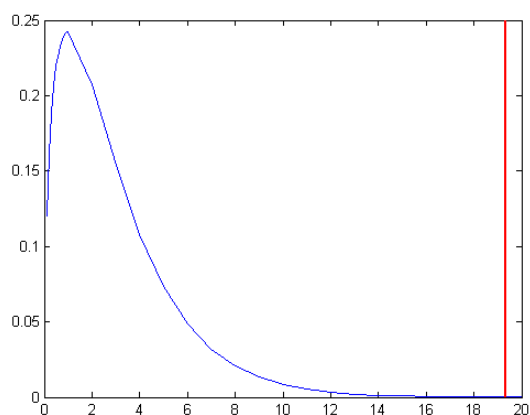
alors :

```
n1=v(2,:), n0=v(1,)
```

```
n1 = [ 4  19  1  12 ]
n0 = [ 6  22  4  4  ]
```

```
chitst(n1,n0)
```

19.3258	3	0.9998
valeur du Chi2	ddl	"support de valeur du chi2 qu'il faut parcourir pour rencontrer cette valeur de Chi2" ou chance de rencontrer une valeur de Chi2 inférieure à celle-ci si la distribution observée est issue de la même loi que la distribution de référence



Comme aide à l'interprétation, je trace la densité des valeurs du Chi2 à **3** degrés de liberté et la position de la valeur calculée (19.3258) correspondant à  $p = 1 - 0.9998 = 0.02\%$  de chance d'observer cette valeur si les deux distributions étaient des réalisations de la même loi.

Intérêt : lève l'incertitude que génère l'observation des données (cartes) une par une : ici, globalement, les lois génératrices des choix ont changé en 1.0 relativement à 0.0 en période 1.

**Le programme :**

```
function x = chitst(n1,n0)
%CHITST(n1,n0) rend la valeur du chi2 donnant la différence entre une
%distribution n1 et une distribution de référence n0 d'où n1 pourrait être
```

```
%tirée. n1 et n0 sont de meme longueur colonne, n1 a autant de lignes que  
%de distributions testées, n0 a une seule ligne.  
%
```

```
ddl=length(n0)-1;  
if size(n1,2) ~= ddl+1,  
    disp('dimensions n0-n1 non compatibles')  
    return  
else  
    x=[];  
    for ij=1:size(n1,1),  
        chi2=sum(((n1-n0).^2)./n0);  
        p=chi2cdf(chi2,ddl);  
        x = [x ; chi2, ddl, p];  
    end  
end
```

```
% aide à l'interprétation  
%g=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20]  
% chi2pdf(g,ddl)  
% plot(ans)
```

Périodes	Cartes									
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4	Chi2	ddl	prob
0.0	0	1	0	2	10	6	17	12.8157	3	0.9949
0.1	0	1	6	1	9	9	10			
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4	Chi2	ddl	prob
0.0	0	1	0	2	10	6	17	7.4490	3	0.9411
0.2	1	0	2	0	12	11	10			
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4	Chi2	ddl	prob
0.1	0	1	6	1	9	9	10	4.5694	3	0.7938
0.2	1	0	2	0	12	11	10			
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4	Chi2	ddl	prob
0.0	0	1	0	2	10	6	17	25.8039	3	1
0.3	1	0	0	0	15	15	5			
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4	Chi2	ddl	prob
0.2	1	0	2	0	12	11	10	6.0379	3	0.8902
0.3	1	0	0	0	15	15	5			
Per. 1	7	1	3	6	5	2	4	Chi2	ddl	prob
0.0	0	3	2	1	22	4	4	19.3258	3	0.9998
1.0	0	4	0	0	19	1	12			
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4			
0.0	0	1	0	2	10	6	17	4.6588	3	0.8014
1.0	0	3	0	3	6	6	18			
Per. 1	7	1	3	6	5	2	4			
0.2	1	1	1	0	23	6	4	8.6304	3	0.9654
1.2	0	5	2	0	16	7	6			
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4			
0.2	1	0	2	0	12	11	10	9.5894	3	0.9776
1.2	0	0	0	1	5	17	13			
Per. 1	7	1	3	6	5	2	4			
1.0	0	4	0	0	19	1	12	41.7237	3	1.000
1.2	0	5	2	0	16	7	6			
Per. 15	7	1	3	6	5	2	4			
1.0	0	3	0	3	6	6	18	25.8889	3	1.000
1.2	0	0	0	1	5	17	13			

## Table des figures

Figure 1 - Distinction entre science expérimentale et science d'observation selon Bernard	58
Figure 2 - Vie réelle, Expériences et Expérimentations selon les critères discriminants les séparant.....	62
Figure 3 - La première étape de dégradation (de KatAware à KatGame) dans le schéma conceptuel.....	69
Figure 4 - Décomposition du contexte selon ses attributs.....	74
Figure 5 - La trajectoire de recherche dans le schéma conceptuel.....	81
Figure 6 - Contenu des quatre blocs déroulant permettant la composition de phrases ....	130
Figure 7 - Ecran de composition des messages .....	132

## Table des tableaux

Tableau 1. Classes de modalités de communication identifiées par Brosig et al 2003.....	44
Tableau 2. Les phases et tours de jeu de KatGame .....	67
Tableau 3. Les modalités des facteurs de KatLab .....	77
Tableau 4. Le plan d'expérience KatLab.....	79
Tableau 5. Le codage des six traitements étudiés dans la thèse .....	79
Tableau 6. Structure du jeu coopératif.....	86
Tableau 7. Les cartes proposées aux joueurs. ....	88
Tableau 8. Les valeurs des indices de Gately pour les 6 allocations du payoff de la grande coalition.....	92
Tableau 9. Numérotation des traitements pour KatLab 0.....	100
Tableau 10. Récapitulatif du test des hypothèses H1, H2 et H3.....	119
Tableau 11. Numérotation des traitements pour « KatLab 1 ».....	122
Tableau 12. Synthèse et classification des énoncés observés au cours des pilotes».....	128
Tableau 13. Informations échangées pendant la phase 1 d'argumentation, avant la période 1 du jeu, entre les joueurs du groupe 0 du traitement 1.2.....	151
Tableau 14. Synthèse et classification des énoncés observés au cours des pilotes».....	153
Tableau 15. Nombre moyen de choix, écart-type et Coefficient de Variation par carte pour l'ensemble de la session et pour les 5 derniers choix.....	158
Tableau 16. Nombre moyen de choix, écart-type et Coefficient de Variation par carte pour l'ensemble de la session et pour les 5 derniers choix.....	159
Tableau 17. Nombre moyen de choix, écart-Type et Coefficient de Variation par carte pour l'ensemble de la session et pour les 5 derniers choix.....	163
Tableau 18. Les hypothèses testées dans « KatLab 0 » et « KatLab 1 » .....	180
Tableau 19. L'influence de chaque attribut sur le rejet des hypothèses.....	181

## Table des graphiques

Graphique 1.	Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.0 .....	104
Graphique 2.	Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.1 .....	105
Graphique 3.	Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.2 .....	107
Graphique 4.	Choix des joueurs aux cinq dernières périodes au traitement 0.3 .....	109
Graphique 5.	Choix des joueurs à la période 15 pour les quatre traitements de « KatLab 0 » 111	
Graphique 6.	Résultats de la coordination au fil des périodes pour la série de traitements « KatLab 0 » .....	112
Graphique 7.	Choix des joueurs et résultats des groupes pour le traitement 0.0 à la période 15	113
Graphique 8.	Choix des joueurs et résultats des groupes pour les traitement 0.0, 0.1 et 0.2 à la période 15 .....	115
Graphique 9.	Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 0.0 et 1.0 .....	137
Graphique 10.	Résultats de la coordination à la période 1 aux traitements 0.0 et 1.0 .....	138
Graphique 11.	Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 0.0 et 1.0 .....	139
Graphique 12.	Résultats de la coordination à la période 15 aux traitements 0.0 et 1.0 ...	140
Graphique 13.	Choix des joueurs à la période 1 aux traitements 0.2 et 1.2 .....	141
Graphique 14.	Résultats de la coordination à la période 1 aux traitements 0.2 et 1.2 .....	143
Graphique 15.	Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 0.2 et 1.2 .....	144
Graphique 16.	Résultats de la coordination à la période 15 aux traitements 0.2 et 1.2 ...	145
Graphique 17.	Choix des joueurs et résultats de la coordination au traitement 1.2 .....	146
Graphique 18.	Choix des joueurs à la période 1 aux traitements 1.0 et 1.2 .....	148
Graphique 19.	Choix des joueurs à la période 15 aux traitements 1.0 et 1.2 .....	149
Graphique 20.	Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 0.0 .....	157
Graphique 21.	Choix des joueurs au fil des 15 périodes aux traitements 0.1, 0.2 et 0.3 ...	160
Graphique 22.	Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 1.0 .....	162
Graphique 23.	Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 1.2 .....	164
Graphique 24.	Choix de la carte 4 au fil des 15 périodes pour chaque traitement .....	166
Graphique 25.	Choix de la carte 5 au fil des 15 périodes pour chaque traitement .....	168
Graphique 26.	Choix de la carte 2 au fil des 15 périodes pour chaque traitement .....	169
Graphique 27.	Echecs de la coordination (apparition de la carte 7) au fil des 15 périodes au sein des 12 groupes pour chaque traitement .....	171
Graphique 28.	Résultats de la coordination au fil des 15 périodes. ....	173
Graphique 29.	Choix des joueurs au fil des 15 périodes au traitement 1.0 .....	174





## Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>5</b>
<b>SOMMAIRE</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>13</b>
<b>1. Les jeux de rôles</b> .....	<b>14</b>
1.1. Jeux de rôles et simulations.....	14
1.2. Jeux de rôles et apprentissage.....	17
<b>2. La question de recherche</b> .....	<b>19</b>
<b>PARTIE 1. MATERIELS ET METHODE</b>	<b>25</b>
<b>CHAPITRE 1. L'ECONOMIE EXPERIMENTALE</b>	<b>27</b>
<b>1. Pourquoi utiliser la méthode expérimentale en économie?</b> .....	<b>28</b>
1.1. L'expérimentation pour tester des hypothèses .....	28
1.2. L'expérimentation pour mettre en évidence de nouveaux phénomènes.	28
1.3. L'expérimentation comme outil d'aide à la décision. ....	29
1.4. L'expérimentation comme outil pédagogique. ....	29
<b>2. Caractéristiques des expérimentations économiques</b> .....	<b>30</b>
2.1. Contrôle des paramètres.....	30
2.2. Reproduction des expérimentations .....	31
2.3. Le protocole expérimental et les instructions .....	31
2.4. Incitations financières.....	32
<b>3. Le contexte en économie expérimentale</b> .....	<b>35</b>
3.1. Les joueurs .....	36
3.2. Relations entre les joueurs .....	38
3.3. Le contexte dans les instructions .....	50
3.4. Bilan sur l'introduction du contexte dans les protocoles .....	53





**CHAPITRE 6. EFFET DE L'ILLUSTRATION ET DE L'ARGUMENTATION SUR L'APPRENTISSAGE AU FIL DES REPETITIONS 155**

<b>1.</b>	<b>Assimilation du jeu .....</b>	<b>157</b>
1.1.	Sans argumentation .....	157
1.2.	Avec argumentation.....	162
1.3.	Compétition entre les cartes 2, 4 et 5 .....	165
<b>2.</b>	<b>Adaptation .....</b>	<b>170</b>
2.1.	Echecs de la coordination .....	170
2.2.	Réussites de la coordination.....	172
<b>3.</b>	<b>Bilan de l'apprentissage dans KatLab.....</b>	<b>177</b>

**CONCLUSION DISCUSSION 179**

**REFERENCES 185**

**ANNEXES 193**

**Annexe 1. Instructions – Traitement 0.0 et Traitement 0.1 .....194**

**Annexe 2. Instructions - Traitement 0.2.....199**

**Annexe 3. Instructions - Traitement 0.3.....205**

**Annexe 4. Instructions – « KatLab 1 ».....210**

**Annexe 5. Matrice des résultats de KatLab .....214**

**Annexe 6. Dynamiques d'apprentissage : étude de l'assimilation et adaptation des choix au sein de quelques groupes de 3 joueurs .....236**

**Annexe 7. Traitements statistiques .....249**

**TABLE DES FIGURES 253**

**TABLE DES TABLEAUX 253**

**TABLE DES GRAPHIQUES 254**

**TABLE DES MATIERES 256**

## Résumé

Les jeux de rôles constituent un outil d'aide à la décision participative et, surtout, à la formulation de problèmes que l'on voit de plus en plus fréquemment mobilisés. Malheureusement, le sens à donner aux résultats de leur mise en oeuvre est ambiguë, les possibilités de répétitions étant faibles. Une approche pour en évaluer les performances et fournir des règles de construction assurant la pertinence des résultats peut être de contrôler l'effet du contexte sur les solutions obtenues. Le travail montre comment il est possible de décomposer ce contexte par dégradation d'un jeu de rôles (appliqué à un bassin versant d'Afrique du Sud) et recombinaison de ses dimensions : illustration des instructions, communication, répétition des périodes et vécu des joueurs, l'impact de diverses modalités de ces dimensions étant testé expérimentalement (au LEEM - Laboratoire d'Economie Expérimentale de Montpellier). Nous évaluons l'effet des deux premières dimensions « illustration » et « communication », en comparant les observations obtenues après variation de leurs différentes modalités avec les résultats du traitement témoin où le contexte est abstrait. Nous montrons que l'ajout d'un contenu narratif aux instructions induit un bruit dans les comportements, d'autant plus fort que le contenu est détaillé. Cependant, un contenu articulé autour de la problématique de « gestion de l'eau » n'a pas le même impact sur les joueurs (dans nos sessions : des étudiants) qu'un contenu pris en dehors du champ (dans notre protocole : le contexte de l'entreprise). Enfin, nous mettons en évidence également que l'argumentation des choix par les joueurs induit un meilleur apprentissage du jeu, faisant converger les joueurs plus rapidement vers l'équilibre constaté dans le traitement témoin.

**Mots-clés** : Economie expérimentale ; Jeux de rôles ; Contexte ; Gestion de l'eau

## Abstract

Role-playing games are decision-making support tools and are used to help “issues wording” by stakeholders in resources management situations. Unfortunately, the results obtained after having run games sessions are ambiguous, as stationary replications of games sessions are difficult to implement. The control of the context influence on outcomes is a good approach to assess games performances and to provide rules that can be followed when building other games. After having simplified a role-playing game (applied in a watershed in South Africa) this study shows how a game context could be decomposed and re-composed according to its main dimensions: illustration of the instructions, communication, periods repetition, and players experience, the impact of different levels of these dimensions being experimentally tested (at LEEM, “Experimental Economics Lab in Montpellier”). We assess the impact of the two first dimensions: “illustration” and “communication”, by comparing the outcomes obtained after having varied their levels with the ones obtained with the referential treatment. We show that addition of contextual elements in instructions produces a noise in behaviours, as much important as context is developed in details. However, “water management” context does not impact the players (students) decisions in the same way than other context chosen in another field (in our protocol: salaries in a firm). Finally, argumentation of their choices by players improve learning outcomes, decisions convergence until referential equilibrium is faster than without communication between players.

**Key words** : Experimental economics; Role-playing games; Context; Water management