

## Jeux de rôles comme objets frontières dans un conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan

Jérôme Queste<sup>1</sup>  
François Bousquet<sup>2</sup>  
Tayan Raj Gurung<sup>3</sup>  
Guy Trébuil<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cirad  
Station La Bretagne  
Grand canal  
BP20  
97408 Saint-Denis  
France  
<jerome.queste@cirad.fr>

<sup>2</sup> Cirad  
Campus international de Baillarguet  
TA C-47  
34398 Montpellier cedex 5  
France  
<francois.bousquet@cirad.fr>  
<guy.trebuil@cirad.fr>

<sup>3</sup> RNR-RC Wengkhar Mongar  
Council for renewable natural resources  
research (CoRRB)  
Ministry of Agriculture and Forestry (MoAF)  
Thimphu  
Bhoutan  
<tayangurung@yahoo.com>

### Résumé

Le partage de l'eau d'irrigation est souvent l'objet de négociations entre des acteurs ayant des connaissances de natures différentes : chercheurs et acteurs locaux, irrigants et gestionnaires. La construction d'accords sur les modalités de gestion de la ressource doit alors s'appuyer sur une traduction des connaissances et des cadres de référence de ces acteurs hétérogènes. Dans cette perspective, nous nous intéressons dans cet article au rôle d'« objets frontières », ayant un sens différent dans différents mondes sociaux, mais suffisamment rigides pour conserver une identité propre. Ce cadre théorique est mis à l'épreuve par l'analyse d'une expérimentation de modélisation d'accompagnement menée au Bhoutan et reposant sur des jeux de rôles. Le suivi des sessions de jeu permet d'explicitier les frontières entre un groupe de scientifiques et deux groupes d'irrigants et de rendre compte des processus de traduction qui s'y opèrent. Ces informations peuvent être mobilisées en pratique pour la coconstruction de nouvelles règles d'usage de l'eau pour une gestion adaptative de cette ressource.

**Mots clés :** approches participatives ; Bhoutan ; évaluation de projet ; gestion des ressources ; irrigation ; ressource renouvelable.

**Thèmes :** eau ; économie et développement rural ; ressources naturelles et environnement.

### Abstract

**Role-playing games as boundary objects in an irrigation water sharing conflict in Bhutan**

Irrigation water sharing is often negotiated between stakeholders with different levels of knowledge and different framing schemes: Scientists and local people, water users and water managers. Forging management agreements thus requires translation from one framing scheme to another. To explore this issue, in this article we investigate the role played by “boundary” objects, which display different meanings in different social worlds while being rigid enough to maintain an identity of their own. This theoretical framework was challenged by the analysis of a companion modelling experiment in Bhutan based on role-playing games. Tracking the game sessions allowed us to specify boundaries between three groups, one of scientists and civil servants and two of villagers. Translation processes were accounted for. This information may be used in practice for the co-construction of new water sharing rules in an adaptive management perspective.

**Key words:** Bhutan; irrigation; participatory approaches; project evaluation; renewable resources; resource management.

**Subjects:** economy and rural development; natural resources and environment; water.

Pour citer cet article : Queste J, Bousquet F, Gurung TR, Trébuil G, 2011. Jeux de rôles comme objets frontières dans un conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan. *Cah Agric* 20 : 118-23. doi : 10.1684/agr.2010.0460

Tirés à part : J. Queste

**D**e nombreux travaux de recherche s'intéressent à l'implication des « porteurs d'enjeux » locaux dans les processus d'élaboration des règles de gestion de l'eau. Cette implication vise souvent à améliorer la résilience du système socio-écologique, c'est-à-dire sa capacité à répondre à des perturbations imprévisibles sans altérer ses principales fonctions (Holling, 1973 ; Kuper *et al.*, 2009).

Dans les systèmes irrigués, le partage de l'eau donne ainsi souvent lieu à des arrangements opérationnels liés à des contraintes sociales et techniques locales (Dietz *et al.*, 2003). Dans le cas d'une gestion adaptative, ces compromis doivent prendre en compte des règles coutumières locales et des réglementations formalisées (Folke, 2004). Les premières sont liées aux conditions environnementales et à des relations interpersonnelles dans un contexte écologique, social, politique et historique singulier. Les secondes sont définies sur la base de concepts théoriques parfois contradictoires comme l'efficacité économique, l'équité sociale, la durabilité. De nombreuses démarches participatives ont été expérimentées pour accompagner l'élaboration de ces compromis (Lavigne-Delville *et al.*, 2000). Ces démarches se fondent au moins implicitement sur le principe de l'agir communicationnel d'Habermas (Leeuwis, 2000) en faisant l'hypothèse qu'une meilleure connaissance mutuelle des points de vue des différentes parties prenantes facilitera ce travail (Bouen et Taillieu, 2004). Caractériser les différences de point de vue et rendre compte de l'évolution de cette connaissance mutuelle reste cependant problématique. Cet article s'intéresse à l'une de ces démarches – la modélisation d'accompagnement – qui mobilise notamment des jeux de rôles pour faciliter la coconstruction, entre acteurs locaux et animateurs, d'une représentation partagée d'un problème collectif de gestion des ressources renouvelables (Bousquet *et al.*, 1999 ; Abrami *et al.*, 2008).

La mise en œuvre de cette démarche conduit des représentants de parties prenantes à « jouer » un jeu mettant en scène la gestion de la ressource, ici l'eau d'irrigation. Le jeu évolue ensuite en intégrant au fur et à mesure les remarques et suggestions des joueurs.

La conception et l'organisation des sessions de jeu structurent la relation entre animateurs et participants au fil du processus de coconstruction (Barreteau *et al.*, 2010).

Nous proposons d'utiliser ces jeux de rôles comme marqueurs à la fois des frontières cognitives entre les différents groupes et du travail de traduction qui s'y effectue. En quoi permettent-ils à des individus de mondes sociaux différents d'exprimer et de partager leurs connaissances, leurs intérêts et leurs enjeux vis-à-vis du problème de partage de l'eau d'irrigation ? Et réciproquement, en quoi leur observation permet-elle de caractériser l'hétérogénéité des acteurs ?

## Terrain et méthode

Pour explorer cette question, nous nous appuyons sur une expérience de modélisation d'accompagnement qui s'est déroulée dans la vallée de Lingmuteychu au Bhoutan (Gurung, 2005). L'objectif opérationnel était de faciliter la recherche par les villageois d'une solution acceptable à un conflit de partage de l'eau d'irrigation entre plusieurs villages étagés en altitude.

### Conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan

Le Bhoutan est un royaume bouddhiste situé dans les contreforts de l'Himalaya. Ce royaume a développé une politique stricte de préservation de l'environnement qui attribue la responsabilité des ressources forestières à l'Administration centrale. Plus récemment, une politique contradictoire de décentralisation a été inaugurée pour transférer la gestion des ressources naturelles aux communautés bénéficiaires. Ces deux initiatives viennent bousculer des pratiques ancestrales (Gurung, 2005).

Dans le bassin-versant de Lingmuteychu, l'activité agricole dominante est la culture irriguée du riz rouge d'altitude. La disponibilité en eau pendant la courte période favorable au repiquage du riz est le principal facteur aléatoire décidant d'une bonne récolte. Le repiquage doit être achevé en juillet pour éviter que la baisse de température du début de l'automne ne fasse

avorter les épis à la floraison, ruinant ainsi la récolte. Selon la coutume, des représentants du village de Dompola rendent visite à leurs voisins du village de Limbukha situé en amont le cinquième jour du quatrième mois du calendrier bouddhique et demandent de l'eau pour leur canal. Le « gardien de l'eau » prend acte de cette demande et ouvre la vanne pour que le village aval reçoive la moitié du débit du canal. En 2003, lorsque l'expérience de modélisation d'accompagnement a débuté, cette règle de partage et la date d'ouverture de la vanne étaient l'objet d'un conflit ouvert entre les deux villages depuis plusieurs années (Gurung, 2005).

Cinq autres villages étagés se situent plus en aval dans la courte vallée et certains connaissent également des problèmes d'accès à l'eau d'irrigation durant la période de repiquage du riz.

### Processus d'accompagnement et coconstruction de jeux de rôles

En 2003, le Centre de recherche de Bajo (RNR-RC Bajo) lance un nouveau projet de recherche-action visant à accompagner l'amélioration de la gouvernance du bassin-versant par les acteurs locaux. Trois ateliers sont organisés de 2003 à 2005, qui réunissent un groupe de scientifiques français et bhoutanais ainsi que des fonctionnaires locaux, d'une part, et des riziculteurs représentants des deux villages en conflit, d'autre part. Les deux premiers ateliers se focalisent sur le partage de l'eau entre les deux villages les plus en amont, mais, à la demande des villageois, la participation est étendue aux représentants des sept villages de la vallée au cours du troisième atelier, en 2005.

Les ateliers s'articulent autour de la présentation, de l'organisation et du débriefing de sessions de jeux de rôles conçus et animés par l'équipe de scientifiques. À partir d'un diagnostic agraire antérieur (Gurung, 2005), ces derniers ont tout d'abord formulé leur représentation du problème sous la forme d'un modèle conceptuel multi-agent de l'activité d'irrigation. Ce modèle est ensuite implémenté sous la forme d'un jeu de rôles. D'un atelier à l'autre, le jeu de rôles est modifié

pour prendre en compte les remarques et suggestions des joueurs qui valident ou non les hypothèses formulées (Gurung *et al.*, 2006). Les cultures de diversification avant riz et les différences de statut social entre villageois disparaissent tandis qu'un bonus récompensant une bonne gestion conservatrice de l'eau du bassin-versant apparaît.

Le premier jeu propose une simulation de l'activité agricole. Sur un plateau de jeu, des cases symbolisent les terrasses cultivables des deux villages (*figure 1*). Des cartes d'eau représentent chacune la quantité d'eau requise pour irriguer une terrasse. Trois sessions de jeu se succèdent suivant trois modes de communication différents : sans communication entre villages, avec communication autorisée, et enfin inversion des rôles entre villages amont et aval.

Lorsque les ateliers ont été étendus à la présence des sept villages du bassin-versant, le plateau de jeu a été modifié en s'inspirant d'un jeu populaire local (Gurung *et al.*, 2006) (*figure 2*).

Un suivi longitudinal des participants est réalisé au cours du processus d'accompagnement. Il est complété en 2007 par deux campagnes d'évaluation *ex post* des effets de la

démarche sur le système de gestion de l'eau d'irrigation. Gurung (2005) et Gurung *et al.* (2006) ont fait une description fine des versions successives de ces jeux et ateliers.

### Cadre théorique : frontières cognitives et objets frontières

Le problème de la combinaison de différentes formes de connaissances entre groupes hétérogènes a reçu une grande attention dans la sociologie de l'innovation. S'intéressant aux processus de création de nouveaux produits, Carlile (2002) propose une caractérisation des frontières cognitives limitant la diffusion d'innovations entre différentes fonctions d'une entreprise industrielle à trois niveaux :

- au niveau syntaxique, les différents groupes peuvent ne pas partager le même vocabulaire. L'usage de termes techniques, d'acronymes, de références implicites contribue à cette distinction ;

- au niveau sémantique, les différents groupes peuvent diverger de part et d'autre d'une frontière sur le sens des propositions, sur leur interprétation au regard de leurs cadres de référence ;

- au niveau pragmatique, les connaissances sont investies dans l'action et l'organisation des différents groupes. Elles sont de ce fait intrinsèquement liées à la nature même des groupes, à leur identité et leur organisation. Les conséquences de la remise en cause de ces connaissances ne sont pas les mêmes pour chacun des groupes.

Pour faciliter le processus de traduction (Callon, 1986) entre ces différents groupes, les acteurs observés par Carlile mobilisent des objets frontières. Par objet frontière, nous entendons un objet matériel ou immatériel ayant un sens différent dans les différents mondes sociaux pour lesquels il est pertinent, mais dont la structure est suffisamment rigide pour supporter sans déformation l'appropriation par des individus de mondes différents et permettre ainsi une mise en correspondance et une traduction de termes, concepts et enjeux d'un monde à un autre (Star et Griesemer, 1989).

Pour Carlile (2002), un objet frontière performant, par rapport aux frontières syntaxique, sémantique ou pragmatique en présence, propose respectivement une syntaxe commune, un moyen pour des individus de rendre compte de leurs différents cadres de référence, et enfin un accompagnement le long d'un processus d'apprentissage conduisant à faire évoluer les connaissances de part et d'autre de la frontière.

Nous appliquons ici cette grille théorique aux jeux de rôles mis en œuvre dans la vallée de Lingmuteychu au Bhoutan en formulant l'hypothèse que cette application nous permettra de caractériser les frontières autour desquelles ils opèrent.

## Résultats

### Au niveau syntaxique

En quoi ces jeux de rôles permettent-ils aux différents acteurs d'exprimer leurs connaissances vis-à-vis du problème de partage de l'eau d'irrigation à résoudre ?

La conception d'un jeu implique une simplification des paramètres du modèle sous-jacent : le succès d'un agriculteur est proportionnel au nombre de terrasses irriguées, toutes



Figure 1. Jeu de rôles lors du premier atelier.

Figure 1. Role-playing game during the first workshop.



Figure 2. Plateaux de jeu utilisé au cours du troisième atelier.

Figure 2. Game boards used during the third workshop.

semblables. L'eau est présente sous forme de volumes standards. Sur le terrain, toutes les terrasses ne sont pas de même taille et leur productivité dépend d'autres facteurs. Les règles de partage s'appuient sur d'autres unités : des tours d'eau et des fractions de débit d'eau. Ces choix de modélisation traduisent la perception qu'ont les modélisateurs du problème de partage de l'eau d'irrigation et des éléments les plus importants à prendre en compte. Au cours du jeu, les connaissances empiriques des joueurs sont investies dans leurs actions. Un joueur peut ainsi préférer placer deux cartes d'eau sur une seule terrasse en pensant obtenir une meilleure récolte ou la sécuriser. Il explicite ainsi une règle d'irrigation : « *Plus il y a d'eau, mieux c'est.* » Cette règle empirique est correcte dans le contexte local de rareté de l'eau. D'un point de vue agronomique, elle n'est correcte que dans un domaine de validité restreint.

Les concepteurs utilisent les règles du jeu pour retranscrire leur perception de la réalité. Les actions des joueurs, elles, permettent de mettre en évidence leurs connaissances « en action » par rapport au problème. Ici, la frontière syntaxique mise en évidence sépare scientifiques et irrigants.

### Au niveau sémantique

En quoi ces jeux de rôles permettent-ils aux différents acteurs d'exprimer leurs intérêts vis-à-vis du problème de partage de l'eau d'irrigation à résoudre ? À l'issue d'une session de jeu, un certain nombre d'indicateurs sont calculés : revenu cumulé de chaque joueur, revenu global, quantité d'eau non utilisée, nombre de terrasses en jachère, etc. La définition de ces indicateurs et leur mise en débat en assemblée plénière sont l'occasion d'explicitier la manière dont les différents acteurs posent le problème du

partage de l'eau et en évaluent les effets : qu'est-ce qu'une « bonne » gestion de la ressource ?

Les scientifiques mettent en avant le meilleur revenu global de la session de jeu au cours de laquelle une coordination entre villages est autorisée. Pour eux, une « bonne » gestion permet de *produire plus de riz* à l'échelle du bassin-versant. Au cours des deux premiers ateliers, les représentants du village situé en aval s'appuient sur la différence de revenu entre les deux villages (amont et aval) pour questionner l'*équité des règles* de partage en vigueur. En réaction, les représentants du village amont soulignent la différence de revenu entre *années de sécheresse et années pluvieuses*. Plusieurs propositions sont formulées afin d'augmenter la quantité d'eau globale à distribuer : réfection des canaux d'irrigation, plantation d'arbres à proximité des sources, organisation de prières collectives, par exemple. Un indicateur d'évaluation des pratiques qui se révèle consensuel est le nombre de cartes d'eau non utilisées, que les participants s'accordent à lier à des activités techniques d'entretien des canaux.

Au cours des sessions de jeux de rôles, les acteurs attribuent un sens différent aux mêmes résultats. Le choix des indicateurs retenus par les différents groupes peut permettre d'identifier ce qui fait sens pour chacun d'eux. La formulation du lien entre l'indicateur retenu dans le jeu et le monde réel permet aux différents groupes d'explicitier leurs différences d'intérêts : produire plus, mieux partager l'eau, ou partager plus d'eau ?

Le consensus obtenu sur un intérêt commun amène les participants à redéfinir les frontières du collectif concerné par le processus de concertation : le partage de l'eau existante n'impliquait que deux villages. La lutte contre les pertes en eau profiterait à l'ensemble des sept villages du bassin-versant.

### Au niveau pragmatique

En quoi ces jeux de rôles accompagnent-ils un processus d'apprentissage conduisant à faire évoluer la mise en pratique des connaissances ?

La démarche de modélisation d'accompagnement expérimentée ici est itérative, chaque nouveau jeu

intégrant au mieux les modifications souhaitées par les participants. D'un jeu à l'autre, les concepteurs mettent à disposition des joueurs de nouvelles actions possibles à partir de suggestions faites au cours des phases de discussions collectives. La seconde version du jeu inclut ainsi la possibilité pour les joueurs d'échanger de l'eau contre du travail. Cette règle est expérimentée mais ne donne pas satisfaction. Une des réactions d'un joueur est révélatrice : « *Si j'avais de l'argent, j'achèterais du riz, pas de l'eau.* » Par la suite, lors des sessions de jeu qui impliquent les sept villages, une nouvelle règle est introduite et expérimentée pour simuler le bénéfice commun attendu de l'organisation d'actions collectives : une prime est versée à chaque joueur si la gestion collective du bassin-versant est jugée « bonne » grâce à un faible nombre de cartes d'eau non utilisées. La nouvelle action permise ici est la concertation à l'échelle de l'ensemble du bassin-versant.

L'évolution des actions proposées permet aux concepteurs des jeux de rôles de retranscrire des propositions innovantes. La simulation au cours du jeu permet alors à ces groupes d'expérimenter ces innovations à moindre risque, dans un environnement non menaçant, ainsi que d'en estimer les conséquences sur leur activité réelle et celle des autres.

## Discussion

L'application de la grille théorique de Carlile (2002) aux jeux de rôles mis en

œuvre nous a permis de caractériser des éléments des frontières cognitives séparant différents groupes engagés dans le processus de concertation. Le *tableau 1* illustre la correspondance entre les observations faites et des différences de systèmes de référence entre groupes d'acteurs.

Sous certaines conditions, cette grille peut être mobilisée comme outil d'évaluation et de pilotage d'un processus participatif.

### Limites et précautions d'emploi

L'utilisation d'objets frontières pour faciliter des processus participatifs dépend de l'appropriation des objets par les participants. Au cours des sessions de jeu, nous avons pu observer les participants estimer les objets proposés. Ils se sont efforcés d'établir des liens entre monde réel et monde virtuel, de les resituer par rapport à leur réalité. Cette activité que Vinck (2009) qualifie de « travail d'équipement » intervient notamment au cours des phases de débriefing. L'organisation et l'animation de ces dernières sont une condition de validité de la démarche.

Une deuxième condition de la validité des résultats obtenus est le fait que les participants « jouent le jeu », en mobilisant leurs connaissances empiriques dans une situation transposée à partir de leur réalité. Le lien entre le jeu et la réalité est un fil ténu qui peut être facilement rompu, ce qui doit être évité. Daré (2005) montre ainsi qu'une fois la représentation schématique acceptée, l'*habitus* des acteurs

s'exprime dans le jeu, révélant des relations sociales et des savoirs implicites.

Enfin, une troisième condition de réussite réside dans l'implémentation des modifications demandées par les participants dans les jeux de rôles successifs. Cette étape permet d'inscrire leurs connaissances et points de vue dans les objets manipulés. Elle consiste à traduire les évolutions exprimées souvent oralement au cours du débriefing en règles de jeu, en paramètres quantitatifs ou en langage informatique quand des outils informatiques sont mobilisés. Le traducteur doit alors prendre soin d'éviter l'interférence de ses propres cadres cognitifs.

### Vers de nouveaux outils de suivi et d'évaluation

L'analyse des jeux de rôles présentée ici a été réalisée *a posteriori* sur des données collectées dans le cadre d'un projet de recherche visant à préciser les déterminants de la démarche de modélisation d'accompagnement (Perez *et al.*, 2010). Nous pensons que cette grille peut être appliquée pour suivre d'autres démarches participatives mises en œuvre pour accompagner la construction de compromis pour une gestion adaptative s'appuyant sur la coconstruction d'artefacts (cartes cognitives, scénarios prospectifs, modèles informatiques). La grille proposée peut permettre de catégoriser les différences de points de vue et ainsi faciliter leur explicitation et leur prise en compte par les animateurs de la démarche.

**Tableau 1. Éléments de frontières matérialisés dans les jeux de rôles.**

Table 1. Elements of boundaries materialized in the role-playing games.

Niveau de frontière cognitive	Matérialisation	Exemple
Syntaxique	Règles du jeu et actions des joueurs	Explicitation réciproque des connaissances implicites entre scientifiques et irrigants : qu'est-ce qu'une parcelle ? Que représentent les cartes d'eau ?
Sémantique	Indicateurs de succès au cours du jeu	Problématisation : cherchons-nous à mieux partager l'eau, à augmenter le volume d'eau disponible pour tous, ou à agir plus collectivement ?
Pragmatique	Répertoire d'actions possibles proposées aux joueurs	Expérimentation d'innovations techniques et organisationnelles. Redéfinition des frontières du collectif : passage de 2 à 7 villages

Ce travail original propose une application opérationnelle du concept d'objet frontière à la gestion adaptative des ressources naturelles renouvelables. Il s'inscrit dans la logique des travaux menés dans le cadre de plusieurs projets de recherche (HarmoniCOP<sup>1</sup>, CPWF<sup>2</sup>, ADD Commod<sup>3</sup>) visant à produire des outils opérationnels qui facilitent la prise en compte de la dimension sociale et collective de la gestion de l'eau.

## Conclusion

L'élaboration de nouvelles règles de partage de l'eau entre les parties prenantes implique une traduction de connaissances entre mondes sociaux séparés par des frontières cognitives qui peut notamment s'appuyer sur l'usage d'objets frontières.

L'application de la grille théorique de Carlile (2002) aux jeux de rôles mobilisés dans le bassin-versant de Lingmuteychu a permis de rendre compte des frontières cognitives entre les différents groupes impliqués dans la démarche d'accompagnement, en classant les différences entre les groupes impliqués. Les catégories identifiées se rapportent à différents niveaux de frontières qui permettent d'évaluer si les différences mises à jour s'expriment à propos de la connaissance, des objectifs, des intérêts, ou encore à propos des actions possibles.

Cette catégorisation favorise l'explicitation réciproque des points de vue

entre scientifiques et acteurs locaux. Il s'agit d'une étape importante dans la facilitation de processus de construction de compromis pour la gestion adaptative de l'eau d'irrigation. ■

## Références

Abrami G, Bazile D, Trébuil G, Le Page C, Bousquet F, Dionnet M, *et al.*, 2008. Accompagner l'évolution des systèmes semenciers céréaliers au Mali et en Thaïlande. *Cah Agric* 17 : 210-5. doi: 10.1684/agr.2008.0166.

Barreteau O, Bousquet F, Etienne M, Souchère V, d'Aquino P, 2010. La modélisation d'accompagnement : une méthode de recherche participative et adaptative. In : Etienne M, ed. *La modélisation d'accompagnement : une démarche participative en appui au développement durable*. Paris : éditions Quae.

Bousquet F, Barreteau F, Le Page O, Mullon C, Weber CJ, 1999. An environmental modelling approach: the use of multi-agent simulations. In : Blasco F, Weill F, eds. *Advances in environmental modelling*. Paris : Elsevier.

Bouen R, Taillieu T, 2004. Multi-party as social learning for interdependence: Developing relational knowing for sustainable natural resource management. *Journal of Community & Applied Social Psychology* 153 : 137-53.

Callon M, 1986. Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année Sociologique* 36 : 169-208.

Carlile P, 2002. A pragmatic view of knowledge and boundaries: boundary objects in new product development. *Organization Science* 13 : 442-55.

Daré W, 2005. *Comportements des acteurs dans le jeu et dans la réalité, indépendance ou correspondance ?* Thèse en sciences de l'environnement. Paris : Engref. [<http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00452429/fr/>].

Dietz T, Ostrom E, Stern P, 2003. The struggle to govern the commons. *Science* 302 : 1907-12.

Folke C, 2004. Traditional knowledge in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9 : 7. [[www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art7/](http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art7/)].

Gurung T, 2005. Companion modeling to examine water sharing arrangements among rice-growing villages in west-central Bhutan: preliminary results. In : Bousquet F, Trébuil GB, Hardy B, eds. *Companion modeling and multi agent systems for integrated natural resource management in Asia*. Los Baños, Laguna (Philippines) : IIRI ; Cirad.

Gurung T, Bousquet F, Trebuil G, 2006. Companion modeling, conflict resolution, and institution building: sharing irrigation water in the Lingmuteychu watershed, Bhutan. *Ecology and Society* 11 : 36. [[www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art36/](http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art36/)].

Holling C, 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecological Systems* 4 : 1-23.

Lavigne-Delville P, Sellamna N, Mathieu M, 2000. *Les enquêtes participatives en débat : ambitions, pratiques et enjeux*. Paris ; Montpellier : Gret ; Karthala ; ICRA.

Leeuwis C, 2000. Reconceptualizing participation for sustainable rural development: Towards a negotiation approach. *Development and Change* 31 : 931-59.

Kuper M, Dionnet M, Hammani A, Bekkar Y, Garin P, Bluemling B, 2009. Supporting the shift from state water to community water: lessons from a social learning approach to designing joint irrigation projects in Morocco. *Ecology and Society* 14 : 19. [[www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art19/](http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art19/)].

Perez P, Aubert S, Daré W, Ducrot R, Jones N, Queste J, *et al.*, 2010. Évaluation et suivi des effets de la démarche. In : Étienne M, ed. *La modélisation d'accompagnement : une démarche participative en appui au développement durable*. Paris : éditions Quae.

Star S, Griesemer J, 1989. Institutional ecology 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's museum of vertebrate zoology, 1907-39. *Social Studies of Science* 19 : 387-420.

Vinck D, 2009. De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière. *Revue d'Anthropologie des Connaissances* 3 : 51-72.

<sup>1</sup> *Harmonising Collaborative Planning* (projet de recherche à financement européen FP5).

<sup>2</sup> *Challenge Program Water for Food* (projet de recherche financé par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale).

<sup>3</sup> ANR ADD Commod (Projet Modélisation d'accompagnement, financé par l'Agence nationale de la recherche [ANR]).