

Boire ou manger? Boire et manger. Vers une gestion intégrée d'un bassin versant en Indonésie.

Robin Bourgeois

CIRAD, UPR Politiques et Marchés, Montpellier, F-34398 France

Jean-Marie Lopez

CIRAD, UMR G-EAU, Bogor, Indonésie

CIRAD, UMR G-EAU, Montpellier, F-34398 France

Hendri Sosiawan

IAHRI, Bogor, Indonésie

Budi Kartiwa

IAHRI, Bogor, Indonésie

Résumé :

Le manque d'eau, phénomène récurrent depuis dix ans dans la partie aval de la région de Klaten en Indonésie, affecte la troisième saison de culture dans les périmètres irrigués. Une situation difficile autour du site d'exploitation de la société Aqua a été le point de départ d'un travail de recherche mené par le Cirad. Le travail entrepris en vue d'améliorer les conditions d'accès à l'eau dans les zones les plus touchées s'appuie sur des plateformes multi-acteurs, lieux d'interactions pour échange d'informations, débat et décision, sur un diagnostic multi-disciplinaire portant sur la problématique de la gestion de l'irrigation et de la dégradation des conditions d'accès à l'eau et sur des changements d'échelle. Des pertes importantes sur l'ensemble du réseau, des prélèvements informels et des règles d'accès inappropriées dans les périmètres irrigués sont les causes du phénomène observé. Ces problèmes sont renforcés par la décentralisation qui en remplaçant des systèmes traditionnels villageois par les associations d'usagers a diminué la capacité de coordination entre les acteurs, a entraîné la dilution des centres de décision et une baisse des performances du système irrigué. Les acteurs se sont accordés à définir une vision commune caractérisée par des objectifs précis et chiffrés. Des actions pilotes sont programmées à l'échelle d'un périmètre. Elles incluent une réhabilitation raisonnée des infrastructures, la constitution d'une organisation de coordination par application du principe de subsidiarité et la transformation des règles d'accès à l'eau permettant un rééquilibrage entre les différentes zones.

Mot-clé :

Gestion intégrée, résolution de conflit, eau, irrigation, agriculture, Indonésie, modélisation, recherche participative, plateforme multi-acteurs.

INTRODUCTION

En Asie du sud-est, l'eau abonde. Inondations, glissements de terrain ne sont donc pas des événements surprenants. Le manque d'eau dans les zones d'agriculture irriguée l'est apparemment beaucoup plus, confirmant que la rareté est aussi une question d'utilisation et pas seulement de disponibilité physique (Saleth et Dinar 2004). La confrontation des demandes des différents usagers génère des conflits exacerbés à la fois par le manque d'information sur les ressources disponibles et les besoins réels et par l'absence de règles et de processus d'allocation de la ressource. En Indonésie, l'expansion des villes et des industries est un défi pour la pérennité des périmètres irrigués, greniers agricoles du pays qui, avec plus de 1000 habitants par Km², comptent parmi les plus peuplés au monde. Face à une demande urbaine et industrielle croissante, la gestion durable des ressources hydriques devient donc un enjeu majeur pour assurer à chaque humain l'accès en quantité suffisante à des ressources en eau de bonne qualité.

Cet enjeu se retrouve dans le contexte institutionnel indonésien actuel régi par la Loi sur l'Irrigation (UU77/2001) et la récente Loi Nationale sur l'Eau (UU7/2004), actuellement examinée par la Cour Constitutionnelle, prévoyant la gestion décentralisée et participative des ressources hydriques et abolissant le monopole des organismes publics sur l'exploitation et la distribution de l'eau (Anonyme 2004). Dans l'attente du vote et de la parution des décrets, face à la multiplication des situations conflictuelles les autorités régionales et nationales se défaussent mutuellement de leur responsabilité. En l'absence d'instance de négociation, la résolution des conflits dépend alors de processus d'intermédiation par des parties tierces. Le cas du district de Klaten, à Java Centre, est représentatif de ce contexte d'incertitude juridico-légal qui ne permet pas aujourd'hui de fournir le cadre de référence pour la gestion locale des conflits entre différents usagers.

Dans une première section, nous présentons la situation originelle à Klaten et les fondements théoriques et conceptuels nous ayant amené à proposer aux acteurs une démarche combinant de façon itérative une dimension analytique et une dimension interactive. Nous faisons référence en particulier aux avancées en matière de résolution de conflit sur les ressources en eau, de prise en compte des systèmes complexes et multi-acteurs, de processus de négociation et de participation et légitimité des acteurs.

La méthode décrite en section 2 repose sur un diagnostic multi-disciplinaire en articulation avec des plateformes multi-acteurs. Le diagnostic intègre des études en hydraulique, agronomie, socio-économie et histoire, et l'analyse des perceptions des acteurs. Dans la section 3, nous présentons les résultats obtenus, en particulier les accords entre acteurs sur les principaux problèmes au niveau du bassin versant. A l'échelle du périmètre du Kapilaler, une vision commune portant sur l'état et la gestion des ressources en eau a émergé et les domaines prioritaires de renforcement des capacités des acteurs afin d'établir et mettre en œuvre un programme d'action propre ont été cooptés.

Nous concluons par une discussion sur l'articulation entre recherche et débats multi-acteurs, incluant des dimensions techniques, économiques et organisationnelles pour sortir d'une situation a priori conflictuelle et accompagner les acteurs dans un processus de réconciliation des préférences. Nous discutons également l'emboîtement d'échelles que cette approche permet et qui est illustré par la demande des acteurs locaux pour en étendre l'application au bassin de la rivière Pusur.

II. PROBLEMATIQUE ET CADRE DE RECHERCHE

II A. L'émergence de situations conflictuelles à Klaten

Dans la province de Klaten, à Java centre (voir Figure 1), considérée comme l'un des principaux greniers rizicoles d'Indonésie, l'eau d'irrigation provient essentiellement des prises d'eau construites au fil des rivières et acheminée dans les périmètres via un réseau très dense de petits canaux à ciel ouvert. Depuis le milieu des années 90, les populations rurales de plusieurs sous-districts de la région, dont ceux de Ceper et Polan Harjo où est situé le périmètre irrigué par le canal Kapilaler, connaissent une dégradation récurrente des conditions d'accès à l'eau du réseau en saison sèche (juin-octobre). La difficulté d'approvisionnement menace la survie de nombreuses petites exploitations familiales, qui sont déjà structurellement en difficulté, et affecte la satisfaction des populations villageoises qui utilisent, outre l'eau des puits de surface, l'eau des canaux pour leurs besoins domestiques.

Figure 1. Région d'étude (Klaten, Java centre, Indonésie)
Des situations conflictuelles pour l'accès à l'eau gravitaire ont ainsi vu le jour entre les différents usagers, au sein d'un sous-bassin entre autorités villageoises de différents sous-districts, entre associations d'agriculteur de différents périmètres, au niveau d'un district voire d'un périmètre irrigué, ou entre divers groupements d'agriculteur.



D'autres usagers (aquaculteurs, compagnies d'eau publiques et privées...) sont concernés comme la société Danone-Aqua (DA), filiale indonésienne du Groupe Danone, qui depuis 2002 exploite dans le district de Polan Harjo un forage artésien proche d'une source pour la mise en bouteille.

Cette source alimente le canal Kapilaler en saison sèche et le périmètre situé à quelques kilomètres en aval. En 2003, des groupements d'agriculteurs et des autorités villageoises se plaignent de la diminution des volumes d'eau disponibles au niveau du canal. Les agriculteurs des zones intermédiaires et aval sont les plus touchés. Les disparités d'accès à l'eau s'accroissent le long du réseau et engendrent de vives discussions entre agriculteurs et villageois des différentes zones. En 2004, la situation est instrumentalisée politiquement au niveau régional, dans le contexte de la négociation d'un accord-cadre entre DA et les autorités de Klaten coïncidant avec des échéances électorales locales, et au niveau national dans le contexte de la contestation de la nouvelle loi sur l'eau. Soutenues par des médias régionaux et ONG locales, dénonçant la loi sur l'eau et remettant en question les études d'impact sur l'exploitation de la source, les plaintes ne cessent de s'amplifier et la société DA est désignée comme principale responsable du manque d'eau dans le périmètre.

La situation semble temporairement se stabiliser à l'issue des élections régionales de fin 2005 et un accord visant au financement d'actions de développement local est signé entre le nouveau gouvernement et DA. Néanmoins, consciente de la crise profonde sur l'eau qui menace le secteur agricole de Klaten et désireuse de sortir définitivement de toute situation

difficile, la société DA sollicite le CIRAD en 2006 pour travailler avec les différents acteurs de Ceper et de Polan Harjo à la recherche et la mise en œuvre de solutions visant à améliorer, sur le long terme, l'équité de l'accès à l'eau sur les zones agricoles alimentées par le canal Kapilaler. La démarche doit aussi servir de référence pour d'autres zones du bassin versant de Klaten, voire d'autres régions d'Indonésie. Le choix du CIRAD s'explique par son expérience régionale dans la réalisation de projets hydroagricoles participatifs, son savoir-faire dans la résolution de conflits sur la gestion des ressources naturelles en Indonésie (gestion intégrée du delta de la Mahakan à Kalimantan avec Total Indonésie, gestion décentralisée et participative des ressources forestières avec le CIFOR) et son réseau de partenariat scientifique régional et national (UGM-Jogjakarta, BPTP-Jogjakarta, IAHRIBogor) capable de fédérer les compétences et expériences nécessaires.

II B. Cadre d'analyse

L'apparition de conflits sur la gestion de l'eau à Klaten n'est pas une exception. Comme toute autre ressource naturelle, la multiplication de ses usages et l'accroissement de la demande génèrent des problèmes de rareté et d'externalités qui s'expriment dans des espaces sociaux où sont confrontés des acteurs liés par des relations complexes et inégales (Buckles 1999). Ces acteurs ont des perspectives et des visions du monde différentes (Pahl-Wostl 2007) et portent des représentations symboliques pouvant conduire à des conflits idéologiques, sociaux et politiques (Buckles 1999).

Le bassin versant, espace à l'origine hydrologique, fait aujourd'hui consensus comme espace permettant l'étude des conflits et la mise en œuvre de solutions. C'est un construit social (McGinnis, Woolley et Gamman 1999) dont l'essence est assimilée à une ressource commune (Ravnborg et Del Pilar Guerrero 1999 ; Janssen, Goosen and Omtzigt 2006). La problématique de la gestion de l'eau s'y ancre à un territoire et à un système complexe multi-acteurs (Lamy et al. 2002; Pahl-Wostl 2007). Des questions méthodologiques importantes en découlent : la définition des limites (Tippet et al 2005) ; le passage d'une problématique technique à une problématique socio-politique ou la gestion de l'eau est partie intégrante de processus politiques impliquant acteurs et institutions (Janssen, Goosen et Omtzigt 2006 ; Pahl-Wostl 2007), l'articulation entre différentes échelles de gouvernance (Tyler 1999).

La gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant, traditionnellement associée à des outils techniques d'aide à la décision, requiert une approche plus processuelle (Janssen, Goosen and Omtzigt 2006), où dans sa relation au politique, le scientifique doit intégrer les complexités, les multiples échelles et acteurs (Lucks et Siebenhuner 2007). La réconciliation des préférences des acteurs par l'action collective, technique et institutionnelle devient nécessaire (Ravnborg et Del Pilar Guerrero 1999 ; Jésus and Bourgeois 2003). Pour que les acteurs, individus et organisations (Blomquist, Dinar et Kemper 2005), puissent agir collectivement la présentation, la validation et le partage d'information sont considérés *dans tous les cas* comme une première étape cruciale (Tyler 1999). Cette phase entraîne l'émergence d'un certain sens communautaire dont l'absence est considérée par certains auteurs comme le principal obstacle à la planification de la gestion des bassins versants (McGinnis, Woolley et Gamman 1999). Ce processus d'interaction et de connexion horizontal fournit aux acteurs l'opportunité de comprendre leur position mutuelle et la diversité des valeurs et besoins (Costanza and Folke, 1997) puis d'agir concrètement (Ravnborg et Del Pilar Guerrero 1999 ; Janssen, Goosen et Omtzigt 2006). Cet apprentissage social repose sur des interactions qui génèrent une meilleure compréhension des problèmes et des applications pratiques (Lucks and Siebenhuner 2007). La *coévolution* de ces perspectives et préférences (Costanza et Folke 1997) est la clé du développement d'une vision commune, pour laquelle les acteurs étendent

la perception de leurs problèmes à un domaine plus large en intégrant celles des autres (voir les cas étudiés par Tippet et al 2005) et de l'action collective (Sherwill et al 2007).

La réconciliation des préférences des acteurs repose aujourd'hui sur le paradigme de l'approche participative. Il trouve probablement sa justification dans le fait que la gestion des bassins versant est de plus en plus associée au concept de décentralisation de la gestion des ressources en eau (Blomquist, Dinar et Kemper 2005) en application du principe de subsidiarité, qui exige la participation des acteurs (Smutko et al. 2002). L'implication des acteurs dans les processus de décision et d'opération est une des recommandations les plus récurrentes dans la littérature sur les ressources en eau (Blomquist, Dinar et Kemper, 2005).

Cependant, la décision conjointe est une méthode possible parmi trois différentes classes de procédures permettant la résolution des conflits, avec la décision par des tierces parties et l'action séparée (Ramirez 1999) et certains auteurs mettent en garde contre une tendance à promouvoir la participation comme un acte de foi, permettant d'ajuster les techniques et d'éviter les problèmes politiques et les rapports de pouvoir (Clever 1999).

Pour éviter cet écueil, l'idée de participation renvoie ici sur un plan opérationnel à la question de la légitimité et de la représentativité. La légitimité opérerait comme un réseau réunissant individus et organisations dans un système horizontal d'inter-relations et non dans une hiérarchie descendante (Gearey et Jeffrey 2006). Sans une bonne représentation des acteurs les décisions pourraient être considérées comme illégitimes (Tippet et al 2005). L'identification des acteurs représente alors une première étape (Ravnborg et Westermann 2002 ; Prell et al. 2007). Elle se traduit par une reconnaissance de la légitimité des multiples acteurs dans des forums où ils peuvent représenter leurs intérêts et prendre part à la prise de décision (Tyler 1999). L'acteur se redéfinit progressivement non plus comme ayant un intérêt lié à un problème donné mais comme « ayant une capacité de prendre une décision et d'agir en fonction de celle-ci » (Ramirez 1999, Proposition 5).

La gestion des conflits sur les ressources naturelles recourt souvent à médiateur dont une des caractéristiques est la crédibilité auprès des parties concernées et l'absence d'intérêt économique dans les résultats de la conciliation (Tyler 1999). La recherche, si elle combine expertise technique et capacité d'animation, peut être un instrument de médiation crédible. La relation entre la recherche et les chercheurs d'une part et le politique et les acteurs d'autre part en est alors modifiée (Welp et al 2006). Parallèlement à l'expertise, la recherche agit comme une intermédiation dans un processus de décision reposant sur l'interaction (Goosen, Jansen et Vermaat 2007). Le modèle est alors privilégié pour son double usage, informant le débat et permettant l'interaction et l'apprentissage social. Les modèles multi-agents illustrent cette conception en complétant les modèles hydrologiques et biologiques et en permettant aux acteurs de créer des institutions (Gurung, Bousquet et Trebil 2006). Ils sont généralement associés à des plateformes multi-acteurs (Janssen, Goosen et Omtzigt 2006 ; Giordano 2006) dont le fonctionnement en retour demande la présence d'une tierce partie agissant comme facilitateurs, rôle que peut remplir la recherche (Ravnborg et Del Pilar Guerrero 1999).

II C. Méthode

L'approche suivie pour améliorer l'accès à l'eau en saison sèche, problème cristallisant les conflits sur l'eau à Klaten, repose sur le cadre d'analyse présenté ci-dessus. Compte tenu de la multiplicité des acteurs, elle vise à l'émergence d'une vision commune de la problématique de gestion de l'eau et des solutions envisageables en accompagnant les acteurs dans la co-construction et la réalisation d'actions dans le cadre de cette vision. Son originalité tient à

deux éléments interconnectés : un aller-retour entre des échelles spatiales différentes mais articulées, - passant d'une échelle de bassin versant à celle d'un périmètre irrigué pour remonter au bassin versant - et des allers-retours entre analyse et interactions.

Identification des acteurs et construction de la légitimité du médiateur

La construction de la légitimité du médiateur a été un préalable et un souci permanent dans la conduction du travail avec les acteurs. Un groupe de facilitation multi-disciplinaire a tout d'abord été formé, constitué par une équipe de chercheurs de l'Université Gadjah Mada (UGM) de Yogyakarta, de l'Institut indonésien de recherche agro-hydrologique (IAHRI) de Bogor, de l'Institut d'évaluation des technologies agricoles (BPTP) de Yogyakarta et du CIRAD. Ce groupe a tenu des réunions préliminaires de consultation dans plusieurs sous-districts de la région de Klaten avec des groupes ou des individus représentant les différentes parties prenantes : associations d'usagers de l'eau (P3A), autorités villageoises, groupements d'agriculteurs, groupements d'aquaculteurs, ONGs locales, sociétés privées ou publiques (DA, PDAM Solo et Yogyakarta), services des travaux publics, de l'agriculture, et de l'environnement. L'objet des réunions était de présenter l'équipe de facilitateurs et les raisons de son intervention, puis de laisser s'exprimer les participants sur la gestion des ressources hydriques au sein du bassin et leur position sur une éventuelle participation à un atelier où ils pourraient présenter leur vision et débattre avec les autres acteurs. L'identification des acteurs s'est effectuée à partir de listes d'usagers de l'eau au niveau de chaque sous-district et sur recoupements des dires lors des rencontres avec ces acteurs.

L'atelier organisé à la suite de ces réunions et convenu sous la tutelle des autorités publiques avait pour objectif de mettre les acteurs en position de décider de l'opportunité de réaliser un diagnostic des conditions d'accès à l'eau d'irrigation. En cas d'accord, l'atelier devait permettre la création d'une forme de suivi, pouvant définir avec le groupe de facilitation les modalités de mise en œuvre du diagnostic et d'en discuter et transmettre les résultats. Trois sessions le constituaient. Lors de la 1^{ère} session chaque représentant a exposé les informations dont il disposait et exprimé son point de vue sur les principaux problèmes et leurs causes. A cette occasion, un représentant invité du Ministère du Plan a présenté la loi nationale sur l'eau (UU7/2004). Lors de la 2^{ème} session le groupe de facilitation a présenté des expériences vécues sur la gestion intégrée et participative des ressources hydriques. La 3^{ème} session devait être consacrée à d'éventuels travaux de groupe pour l'élaboration des modalités de mise en œuvre du diagnostic.

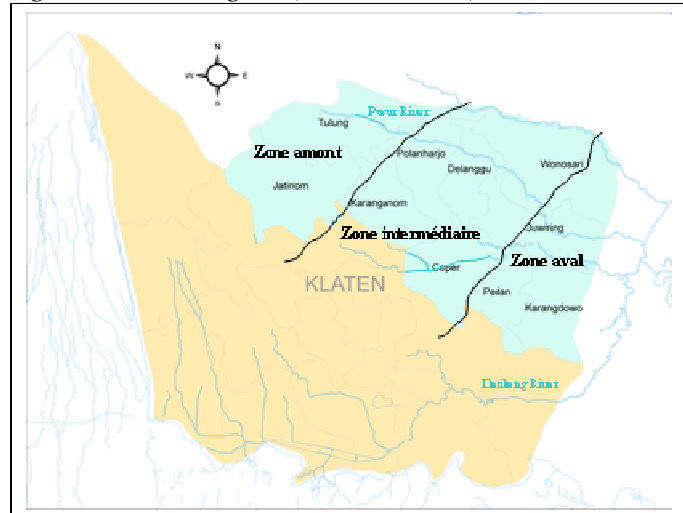
Le diagnostic multidisciplinaire à l'échelle de plusieurs sous-districts

Le diagnostic multidisciplinaire a été réalisé sur 10 sous-districts de l'est du bassin de Klaten, répartis le long d'un gradient altimétrique ascendant sud-nord suivant le relief du volcan Merapi. Cette sous région de 625 km² a été proposée par les membres du comité de suivi car elle est touchée par le manque d'eau en saison sèche et connaît depuis plusieurs années des situations conflictuelles d'accès à l'eau des canaux d'irrigation. Conformément au gradient altimétrique, les membres du comité ont proposé de différencier des zones amont, aval et intermédiaire (figure 2). L'hydrométéorologie, l'hydraulique et l'agroclimatologie ont été combinées pour étudier l'adéquation entre l'offre et la demande en eau des cultures à l'échelle des périmètres et complétées par la sociologie pour éliciter les visions contrastées des différents acteurs et en comprendre leur origine culturelle et historique.

Les études hydrométéorologiques et agroclimatiques ont été effectuées sur des données pluriannuelles fournies par les services techniques de l'agriculture et de l'hydraulique se rapportant aux pluies mensuelles (6 postes, 1989-2000), aux débits d'irrigation en tête de

réseau, et aux surfaces et cultures irriguées sur un échantillon de 50 périmètres (1998-2005). Pour les périmètres situés à plusieurs kilomètres de leur prise d'eau, les débits disponibles estimés à l'entrée ont pris en compte les pertes le long du canal primaire et les gains dus aux entrées d'eau provenant d'autres réseaux, rivières ou sources.

Figure 2. Sous-région (est de Klaten) et zone d'étude.



Les valeurs d'efficacité de transport, d'entrée et sortie d'eau ont été fournies par les services de l'hydraulique. La demande en eau du périmètre irrigué a été évaluée sur la base des surfaces cultivées et de la consommation hydrique de la culture dominante (>70% des surfaces) majorée par l'efficacité de transport du réseau intra-périmètre. La consommation d'eau des cultures a été calculée à partir de l'évapotranspiration potentielle (Eto) et du coefficient cultural (Kc). Dans le cas du riz, les hauteurs de lame d'eau pour la préparation et l'entretien des parcelles ont également été prises en compte. Le rapport entre l'offre en eau délivrée par les canaux à l'entrée du périmètre et les besoins des surfaces cultivées a été calculé pour exprimer le pourcentage de déficit d'alimentation hydrique des cultures et en apprécier les conditions de développement.

Ces données secondaires ont été vérifiées et complétées sur le terrain entre juin et octobre 2006 dans la majorité des 50 périmètres. Des relevés de débit sur les canaux primaires ont été effectués par la méthode du bouchon en début et fin de saison sèche. Des interviews de représentants d'associations d'irrigant et d'agriculteur ont apporté des données primaires sur les systèmes de culture irrigués (surface, date de repiquage ou de semis, lame d'eau, date de récolte), sur les débits entrant et sortant au niveau des canaux d'adduction, et sur l'importance des contraintes d'accès à l'eau des canaux.

La satisfaction en eau des cultures a été appréciée en fonction de l'importance des déficits hydriques et de la période à laquelle ils apparaissent (FAO #56), à savoir:

- très faible déficit hydrique : 85%-100% de la demande en eau satisfaite;
- faible déficit hydrique : 70%-85% de la demande en eau satisfaite;
- déficit hydrique important : 50%-70% de la demande en eau satisfaite;
- déficit très important : moins de 50% de la demande en eau satisfaite.

Les résultats de déficit hydrique obtenus ont été mis en parallèle avec ceux issus des enquêtes sur la perception des acteurs sur le manque d'eau d'irrigation en saison sèche. Celle-ci a été réalisée par plus de 130 entretiens individuels dans 45 villages des 9 sous-districts par la méthode de photo-interprétation associée à celle du jeu de cartes (Gurung, Bousquet et Trébuil 2006). Les discussions ouvertes à partir de photos se rapportaient aux ressources naturelles du bassin et à leur exploitation (carrière de pierre, coupe forestière, défriche agricoles...), aux infrastructures hydrauliques et à leur état de fonctionnement (barrage, prise d'eau, canal d'irrigation...), aux cultures irrigués et à leur consommation en eau (riz, maïs, canne à sucre...), à l'eau (usagers, utilisation...), aux autorités publiques régionales et à

l'appui technique et, enfin, aux catastrophes naturelles survenues dans la région (glissement de terrain, inondation, sécheresse...).

La méthode du jeu de cartes a permis de préciser la vision des acteurs en établissant des relations entre des différents facteurs liés à l'eau: écologiques (pluie, forêt, source...), agro-techniques (infrastructure hydraulique, culture irriguée, pompes...), socio-organisationnels (village, groupe d'irrigant, groupe d'agriculteur...), institutionnels (autorités régionales, locales, services techniques...), et économiques (produit agricole, compagnie d'eau...).

En complément, nous avons réalisé l'analyse d'archives, articles de journaux et comptes rendus d'évènements liés à l'exploitation et l'utilisation de l'eau dans la région de Klaten, et des entretiens individuels auprès d'une quinzaine d'anciens dans les deux sous-districts de l'étude pour rechercher les raisons historiques et/ou culturelles ayant pu engendrer des problèmes d'accès aux ressources hydriques.

Au fur et à mesure de leur obtention, les résultats provisoires ont fait l'objet de présentations et discussions auprès des membres du comité de suivi. Les informations validées, ont été introduites dans une base de données géo-référencée sur fonds de carte administrative. Les résultats ont été ensuite présentés et discutés avec l'ensemble des acteurs lors de la tenue du 2^{ème} atelier. Au cours de travaux de groupe les acteurs ont été amenés à réfléchir et décider ensemble sur la suite à donner au programme.

Application à l'échelle du périmètre irrigué du Kapilaler

L'application à l'échelle d'un périmètre pilote, demandée lors du 2^{ème} atelier réunissant 80 personnes a été réalisée pour analyser en détail les contraintes d'accès à l'eau, pour simuler des scénarii d'évolution et tester diverses options proposées par les acteurs pour l'amélioration de la situation actuelle. Le choix du périmètre s'est naturellement porté sur le Kapilaler situé dans les sous-districts de Ceper et Polan Harjo. Ce périmètre de 415 ha est alimenté par une source à 7 km en amont. A l'entrée, le canal d'adduction se divise en deux canaux d'une dizaine de kilomètres chacun qui alimentent 28 blocs parcellaires de taille variée. L'eau est délivrée dans les blocs par l'intermédiaire de portes métalliques rectangulaires. La gestion des canaux primaires et secondaires du Kapilaler est réalisée par l'actuel « Forum de communication » mis en place par DA en 2002 et la distribution de l'eau au niveau des blocs parcellaires est assurée par les P3A.

La modélisation participative des conditions d'alimentation hydrique des cultures en saison sèche au sein des blocs parcellaires du périmètre (Gurung, Bousquet et Trébuil 2006) a été développée en trois grandes étapes. Après un diagnostic détaillé du système irrigué en début de saison sèche, auquel ont participé plusieurs membres du comité de suivi, un inventaire des entrées et sorties d'eau le long des canaux primaires et secondaires a été effectué à partir du schéma hydraulique du réseau d'irrigation, d'un plan du parcellaire et de mesures de débit au moulinet. Des interviews de représentants d'irrigant et d'agriculteur ont permis de caractériser pour chaque bloc les systèmes de culture et les pratiques d'irrigation (culture, date de repiquage/semis, date de récolte, origine de l'eau, débit délivré, fréquence et durée d'allocation...) ainsi que l'importance des contraintes d'accès à l'eau en saison sèche.

Ce diagnostic a conduit à l'élaboration d'un modèle "*SimAqua-Kapilaler*" de développement des cultures, basé sur la simulation du bilan hydrique, construit en concertation avec les services régionaux de l'hydraulique et des représentants d'irrigant et d'agriculteur (modèle développé par N. Bécu et P. Perez sous la plateforme CatchScape3 avec le logiciel CORMAS

du CIRAD). Plusieurs réunions de travail ont été nécessaires pour valider les variables d'entrée, les hypothèses de calcul notamment les règles d'allocation de l'eau inter-intra blocs et les résultats de simulation. Ceux-ci portent sur le taux de satisfaction des besoins hydriques des cultures calculé sur un pas de temps décadaire pour chaque bloc du parcellaire. Ces taux sont regroupés en trois classes: C1 - plus de 75% de couverture (conditions satisfaisantes), C2 - entre 50% et 75% de couverture (conditions moyennes), et C3 - moins de 50% de couverture (conditions insuffisantes).

Lors d'un atelier de deux jours la structure et le fonctionnement du modèle ainsi que les principales variables d'entrée et hypothèses de calcul ont été présentés au comité de suivi. Les résultats de simulation de bilan hydrique, enregistrés sur chaque bloc, ont ensuite été exposés sur fonds de carte digitalisés, et à un pas de temps mensuel, de manière à pouvoir suivre l'évolution des conditions de développement des cultures sur l'ensemble des blocs du périmètre tout au long d'une année pluviométrique normale, en visualisant les taux de couverture par des couleurs différentes. Une synthèse des résultats par cycle de culture a mis en évidence les principales contraintes explicatives des situations observées. En agissant sur l'une ou sur plusieurs de ces contraintes (infrastructures hydrauliques, systèmes de culture, organisation des tours d'eau...), les participants ont pu tester l'impact de ces contraintes et l'effet potentiel des différentes options qu'ils proposaient. Sur cette base, ils ont pu réfléchir collectivement à la nature des actions à mettre en œuvre pour améliorer la situation.

III. RESULTATS

III A. Gestion de l'eau : des constats convergents malgré des visions partielles

Près de 130 personnes, représentant l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion des ressources en eau de Klaten, ont assisté à l'atelier de consultation. Les exposés des représentants d'acteur et les discussions ont mis en exergue sur l'ensemble du district :

- un constat convergent sur la diminution des ressources hydriques et la multiplication des problèmes d'accès à l'eau d'irrigation mais divergent sur les causes ;
- des visions partielles de la gestion des ressources hydriques, limitées à l'échelle du district ou du périmètre irrigué ;
- un manque de données quantitatives fiables sur la disponibilité des ressources en eau (rivières, sources, nappes), au niveau des services techniques et des associations d'irrigants ;
- une communication insuffisante sur les débits d'exploitation des sources de la part des autorités régionales administratives et des compagnies d'eau publiques et privées ;
- un manque de transparence des autorités régionales dans l'utilisation des fonds publics provenant de la tarification de l'eau payée par les compagnies publiques et privées.

Les participants se sont accordés sur l'utilité d'un diagnostic dans plusieurs sous-districts et sur ses modalités de mise en œuvre. La réalisation du diagnostic a été confiée à l'équipe de chercheurs UGM-BPTP-IAHRI-CIRAD sur la base d'un processus transparent de collecte, d'analyse, de partage et de validation de l'information. Un comité constitué d'une douzaine de membres représentant les utilisateurs et les gestionnaires de l'eau (PDAM, DA, Associations d'irrigant), les divers usagers (ONG et associations d'agriculteur) et les services techniques régionaux de Klaten (hydraulique, agriculture et environnement) a été désigné afin d'en assurer le pilotage avec l'équipe scientifique. Enfin, un 2^{ème} atelier de restitution et de discussion des résultats finaux de l'étude avec l'ensemble des acteurs a été prévu.

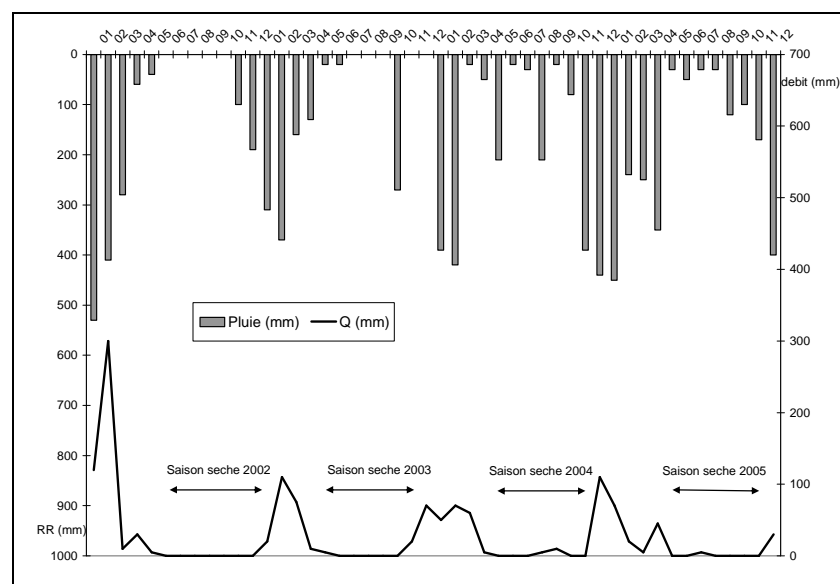
Les résultats de l'atelier de consultation témoignent aussi de la construction progressive de la crédibilité de l'équipe de facilitateur. Deux éléments l'expliquent : la confiance gagnée auprès des acteurs lors des réunions préliminaires et la neutralité dans la gestion de l'atelier.

III B. Hétérogénéité des conditions d'accès à l'eau d'irrigation.

Les données hydrométéorologiques disponibles n'ont pas permis de vérifier sur le long terme en tendance pluri-annuelle la diminution des ressources en eau de surface. Les moyennes pluviométriques inter-annuelles varient de 1700 mm en zone amont à 2500 mm en zone aval. S'étalant du mois d'octobre au mois de mai, la saison des pluies est suivie d'une longue saison sèche (juin-octobre). Nous n'avons observé ni année particulièrement sèche ni tendance à une baisse pluviométrique marquée sur les différentes zones lors des 10 dernières années. Néanmoins, en saison sèche, les écoulements de surface diminuent de façon drastique pour la grande majorité des rivières (figure 3).

Des relevés effectués entre 1998 et 2003 par les services de l'hydraulique de Klaten témoignent de la forte baisse des débits d'irrigation (60-80%) en saison sèche (IAHRI-CIRAD 2006). Ces résultats sont confirmés par les mesures que nous avons effectuées (PSLK-UGM 2006). En saison sèche la majorité des périmètres irrigués alimentés par des rivières souffre de fortes contraintes hydriques pour le développement des cultures.

Figure 3. Débits mensuels de la rivière Denkeng (station de Paseban) entre 2002 et 2005.



Source : IAHRI-CIRAD 2006

Dans l'échantillon de périmètres étudiés, près de la moitié présentent des mauvaises conditions de développement des cultures en saison sèche et 90% sont alimentés uniquement par des rivières. L'approvisionnement en eau par une source au débit stabilisé (30% des cas) et la pratique de cultures moins exigeantes en eau que le riz - maïs, piment, haricot vert - (70% des cas) expliquent les conditions satisfaisantes observées dans les autres périmètres. Par ailleurs, les conditions de développement des cultures se dégradent de l'amont vers l'aval (Tableau 1). La dégradation des infrastructures hydrauliques est récurrente sur la zone et l'émergence des problèmes de coordination et d'organisation en zones intermédiaire et aval, non mentionnés en zone amont, reflète la difficulté que rencontrent les acteurs à gérer la ressource en situation de rareté (Tableau 1). Ces conditions contrastées de développement des cultures entre zones amont et aval du bassin s'expliquent par la présence du maïs et des

cultures maraîchères en zone amont alors que le riz reste la culture de contre saison privilégiée dans les des zones intermédiaire et aval.

Les informations recueillies auprès d'anciens attribuent les difficultés d'accès à l'eau des canaux à la dégradation des conditions d'exploitation et de maintenance des infrastructures survenue après la loi de décentralisation de 1999 qui a affecté la gestion de l'eau. Jusque là les organisations villageoises traditionnelles (*ulu-ulu*) responsables de l'exploitation des réseaux tertiaire et quaternaire, des calendriers cultureux, du choix des spéculations et de leur respect assuraient, avec l'appui des services de l'hydraulique et de l'agriculture, l'adéquation entre l'offre et la demande en eau. Après 1999 ces organisations ont été remplacées par les actuelles associations d'irrigant (P3A). Ce changement a entraîné une diminution de la capacité de coordination entre acteurs et une dilution des centres de prise de décision. Il en a résulté une dégradation progressive des ouvrages de mobilisation et de transport de la ressource (défaut d'entretien des sources, des prises d'eau sur rivière, des canaux d'adduction...) et des conditions de distribution et de l'adéquation offre-demande en eau (prises pirates, recommandations culturelles peu suivies, calendriers cultureux peu ou pas groupés ...). La baisse de l'efficienne de transport et de distribution du réseau d'irrigation aggrave ainsi les problèmes en saison sèche.

Tableau 1. Etat des périmètres irrigués en saison sèche.

Zones	Conditions *	Principales causes mentionnées par les acteurs **
Amont	Mauvaises : 2 sur 15	- Détérioration des infrastructures hydrauliques - Dégradation des ressources forestières - Exigence en eau de la culture du riz
Intermédiaire	Mauvaises : 14 sur 25	- Détérioration des infrastructures hydrauliques - Faible coordination des associations d'irrigant - Faible organisation des associations d'agriculteur
Aval	Mauvaises : 7 sur 10	- Détérioration des infrastructures hydrauliques - Faible niveau de coordination des irrigants - Faible niveau d'organisation des agriculteurs - Multiplication des captages d'eau

Source : * IAHRI-CIRAD 2006 ; **BPTP 2006.

La plupart des données du diagnostic multi-disciplinaire sur les 50 périmètres de l'échantillon ont été entrées dans une base géo-référencée du bassin versant de Klaten, composée de quatre couches d'information : le tracé du réseau hydrologique et à la localisation des périmètres, la disponibilité en eau des canaux, la demande en eau et des indicateurs de gestion de l'irrigation. Ceux-ci ont été appréciés à partir des pratiques combinées de distribution des associations d'irrigant, de mise en culture des associations d'agriculteurs, et de maintenance des canaux des services techniques régionaux.

III C. Validation des résultats et passage à l'échelle d'un périmètre pilote

Lors du 2^{ème} atelier, les résultats du diagnostic ont été acceptés dans l'ensemble par la grande majorité des participants même si pour certains la masse d'information était relativement importante et difficile à assimiler en une seule journée. Des membres du comité de suivi qui avaient assisté aux réunions d'avancement des travaux ont complété les présentations de l'équipe de facilitateurs. Des cartes des conditions d'accès à l'eau et de développement des cultures dans les différentes zones ont permis de souligner l'hétérogénéité des situations et la dégradation d'amont en aval. Un large consensus s'est porté sur la multiplicité des causes et l'intervention de certains membres du comité de suivi a été capitale pour rappeler que les problèmes n'étaient pas seulement d'ordre technique mais également organisationnel.

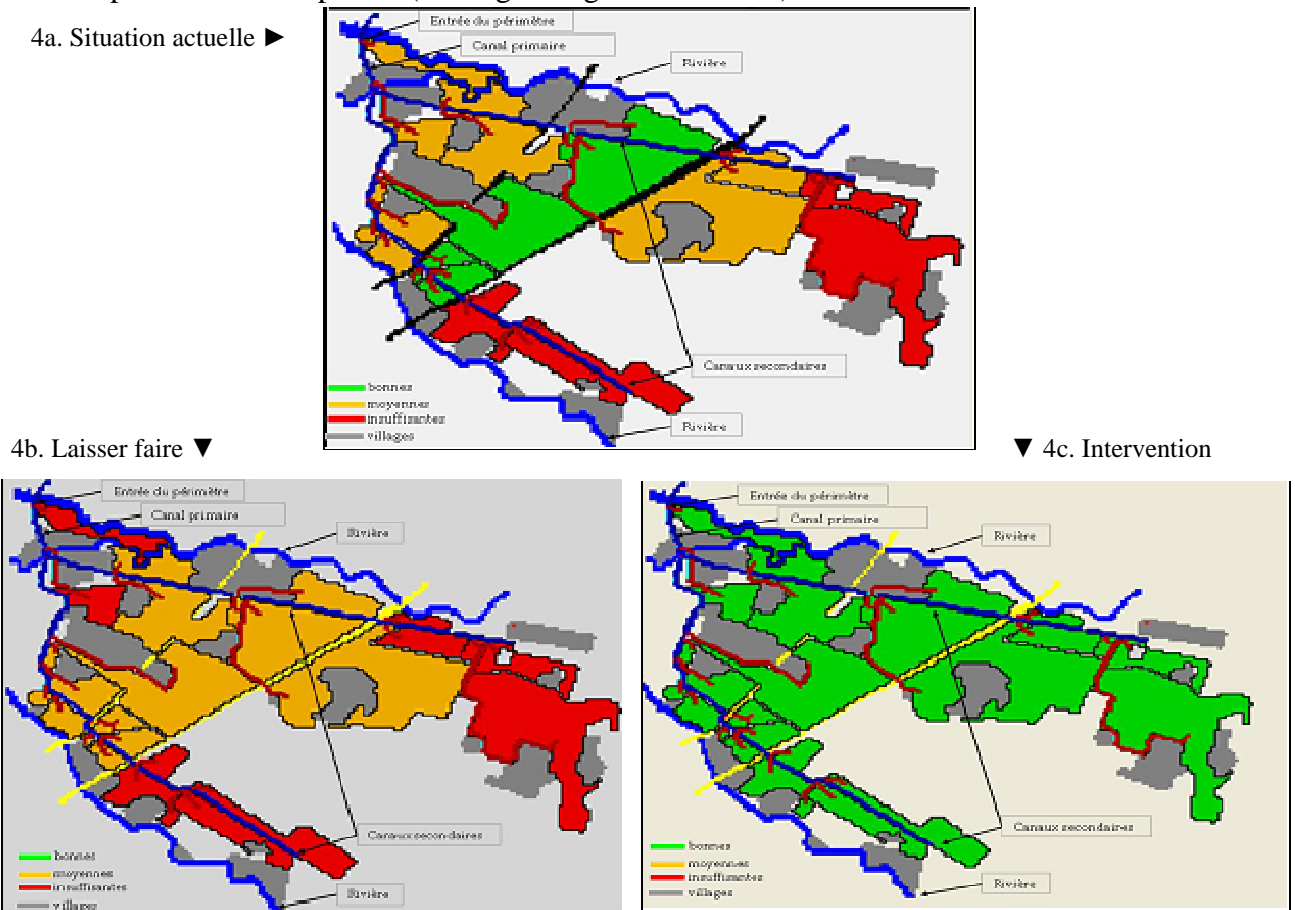
A l'issu des travaux de groupe de la 3^{ème} session portant sur les variables causales de l'accès à l'eau - offre, demande, transport et distribution - et les solutions d'amélioration, les participants se sont accordés pour que les actions portent à la fois sur les aspects techniques et organisationnels. Le Kapilaler a été proposé comme périmètre pilote pour poursuivre l'approche en la finalisant par l'identification collective d'un ensemble d'actions dont les effets auront été préalablement évalués et comparés par l'utilisation d'un outil de modélisation participative. L'équipe de facilitateurs associée au comité de suivi a été mandatée pour réaliser ce travail et organiser un système de restitution sous forme de plateforme multi-acteurs.

III D. Modélisation participative et identification concertée d'actions intégrées

Les conditions de développement de cultures enregistrés sur les 28 blocs parcelaires du Kapilaler et obtenus sous simulation de bilan hydrique en année pluviométrique normale, ont été présentées sur un fond de carte du périmètre aux membres du comité de suivi lors de la 1^{ère} session du 3^{ème} atelier (figure 4).

Moins de 30% des surfaces du périmètre du Kapilaler présentent de bonnes conditions et près de 40% sont en conditions insuffisantes. Les blocs amont sont, pour la plupart, plantés en riz et ceux de la zone intermédiaire en maïs ou cultures maraîchères. Les blocs aux conditions insuffisantes sont tous situés en zone aval et cultivés en maïs ou plantes maraîchères. Pour pouvoir mener à terme la culture de 3^{ème} cycle, les agriculteurs de ces zones pompent dans la nappe avec des coûts élevés, de l'ordre des 200-250 euros sur le cycle de culture. Certains préfèrent abandonner la culture de 3^{ème} cycle pour se consacrer à des activités non agricoles.

Figure 4: Représentation des conditions de développement des cultures en saison sèche au sein du périmètre du Kapilaler (en irrigation gravitaire seule) et scénarii d'évolution.



Le modèle *SimAqua-Kapilaler* a été utilisé pour aider les membres du comité à réfléchir sur la situation actuelle (figure 4a). Trois facteurs clés émergent de leur travail : i) l'inefficacité de transport du réseau (respectivement 30% et 40% de perte pour les canaux primaire et secondaires) et les prises d'eau illégales sur le canal primaire (près de 50 l/s), ii) les besoins en eau élevés du riz en zone amont (près d'1,0 l/s/ha en besoin de pointe) et, iii) l'absence de tour d'eau selon un calendrier préétabli et de règles d'allocation des volumes appliqués au niveau des blocs. Deux scénarii anticipatifs ont été simulés avec le modèle (figures 4 b et c).

Dans le 1^{er} scénario (4b), un laisser faire conduit à modifier seulement l'offre en eau dans le sens d'une réduction des efficacités de transport (55% pour le primaire et 50% pour les deux secondaires). Tous les blocs aux bonnes conditions disparaissent alors que les blocs aux conditions moyennes (55%) mais surtout insuffisantes (45%) augmentent. Dans le 2nd scénario (4c), des interventions permettent de limiter à 10% les pertes en eau sur les canaux primaires et secondaires et d'établir une règle d'allocation en eau (0,6 l/s/ha, besoin de pointe du maïs) permettant de produire une culture de 3^{ème} saison autre que le riz à partir du réseau d'irrigation seul sur la totalité du périmètre.

Des variantes intermédiaires ont été simulées pendant l'atelier en modifiant les principales variables d'entrée. On a pu alors constater que la seule réhabilitation du réseau ne suffit pas pour assurer une situation satisfaisante des cultures sur l'ensemble du périmètre sans être associée à :

- un remplacement du riz dans les blocs amont par des cultures moins exigeantes en eau;
- l'insertion des communautés d'agriculteur branchées sur le canal primaire;
- l'établissement et le respect de règles de mise en culture et d'allocation de l'eau qui permettent une distribution équitable sur le périmètre.

Une vision commune a pu émerger de ce travail et a été formulée comme suit :

« La vision commune consiste en une amélioration des conditions de mise à disposition de l'eau du fait d'une réduction des pertes sur le réseau d'irrigation du Kapilaler qui ne doivent pas dépasser 10%. Cet état de fait sera obtenu par l'amélioration des canaux. En plus de la réduction des pertes, l'amélioration du réseau rendra possible la solution des problèmes de prélèvements illégaux par voie de légalisation. Dans le cadre de cette vision, un accord entre toutes les parties sera atteint quant au partage de l'eau pour l'agriculture en troisième saison. Ceci sera réalisé en établissant les cultures secondaires (palawija) comme référence en troisième saison, sur la base d'une attribution maximale de 0,6 l/s/ha afin de garantir l'accès à l'eau. Cette règle d'allocation sera ajustée proportionnellement sur la base des surfaces et des débits d'entrée sur les blocs parcellaires (petak). Par l'amélioration de l'accès à l'eau il est espéré prévenir les comportements privilégiant les intérêts individuels. Ces améliorations sont possibles en raison de l'existence d'une organisation de coordination (wadah) qui régulera et suivra la coordination entre les parties prenantes à l'échelle du périmètre irrigué du Kapilaler » [Traduction des auteurs].

Cette vision a servi de référence pour définir un ensemble d'actions intégrées qui portent sur :

- la réparation des ouvrages hydrauliques défectueux et le nettoyage des parties sédimentées du réseau ;
- la négociation avec les associations d'agriculteurs connectés sur le canal primaire pour légaliser leur insertion au sein du Kapilaler, contrôler et suivre les prélèvements d'eau ;
- la promotion de cultures autres que le riz (maïs, piment...) sur l'ensemble des blocs permettant de rendre acceptable la règle d'allocation de 0,6 l/s/ha;

- la création d'une organisation de coordination, s'appuyant sur les associations d'irrigants existantes, élargie aux représentants d'autres acteurs du périmètre, dont les compétences incluraient la coordination de l'irrigation, le suivi des calendriers culturaux, le contrôle des débits délivrés aux blocs, la maintenance des infrastructures, et la résolution des situations conflictuelles internes.

Les membres du comité de suivi ont confié à l'équipe de facilitateurs l'appui à la mise en œuvre des actions identifiées, notamment la refonte du *Forum Komunikasi Kapilaler* en une organisation de coordination pour la gestion du périmètre et le renforcement de ses capacités techniques et organisationnelles, le choix raisonné des ouvrages hydrauliques à réhabiliter sur la base d'un calcul coût-bénéfice, et la transformation des règles d'accès à l'eau associées à la modification du système de culture pour un partage plus équitable de l'eau (tableau 2).

Tableau 2: Plan d'action 2008 pour l'amélioration de la gestion des ressources en eau sur le site pilote du périmètre irrigué du Kapilaler.

Domaine d'intervention	Principales actions
- Organisationnel	- Création d'une organisation de coordination pour la gestion du réseau hydraulique et des irrigations - Formation des membres de l'organisation pour le renforcement des capacités - Négociation et processus de légalisation des prises d'eau sur le canal primaire - Contrôle et suivi des prises d'eau légalisées
- Hydraulique	- Diagnostic des infrastructures du réseau (canaux primaire et secondaire) - Premières réparations " <i>raisonnées</i> " des ouvrages - Entretien des canaux (retrait des sédiments)
- Agronomique	- Mise en place et suivi de parcelles de démonstration et de validation pour la culture de maïs - Contrôle et suivi de l'irrigation sur ces parcelles

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

L'objectif du travail réalisé dans le district de Klaten était de permettre aux acteurs, au-delà des tensions politiquement instrumentalisées, d'initier un processus permettant de réduire les conflits liés à l'accès à l'eau d'irrigation, et ce dans un contexte d'incertitude juridico-légal à l'échelle nationale. La loi de décentralisation de 1999 amène le démantèlement du système de gestion de l'irrigation antérieur, alors que la loi de 2004 sur les ressources en eau demeure en attente de ratification.

S'inscrivant dans une démarche proche du concept de « development research » (Campbell et al 2006) la question de la gestion locale des ressources en eau a été abordée en privilégiant la flexibilité, l'intégration et le changement d'échelle. La flexibilité, définie comme une capacité à adapter la démarche en fonction des attentes des acteurs, celles-ci évoluant en fonction des résultats obtenus, a essentiellement reposé sur trois éléments : la composition pluri-disciplinaire du groupe de chercheurs, la fréquence des interactions entre le groupe de facilitation et les acteurs agissant en plate-forme, et la souplesse de financement du groupe de facilitation permise par un bailleur privilégiant une contractualisation aux résultats. Elle a permis à la fois de prendre en compte la complexité des problèmes et la multiplicité des acteurs, et de s'inscrire dans l'esprit de la loi.

L'intégration concerne à la fois les composantes du travail (analyse, discussion et décision), les disciplines et les acteurs. Le positionnement du groupe de recherche comme facilitateur est un élément clé de cette intégration multiple. L'autre élément est l'utilisation de modèles en appui à l'approche participative, approche dont l'analyse et l'interprétation est difficile lorsque des variables techniques, sociales et économiques sont utilisées (Le Grusse et al. 2006).

Le changement d'échelle se caractérise par les allers-retours entre le niveau du district de Klaten et celui des périmètres irrigués. Il a été facilité par la constitution d'une base de données géo-référencée et par l'utilisation d'un outil de modélisation. Il a permis de relâcher les tensions en élargissant la problématique conflictuelle à un cadre dans lequel les acteurs concernés ne se retrouvent plus sur la sellette (à l'échelle de la sous région d'étude, moins de 5% des interviewés ont cité DA comme responsable du manque d'eau). Les présentations de la loi nationale et des expériences dans d'autres zones ou pays lors du premier atelier et le travail à l'échelle de plusieurs sous-districts présentés lors du deuxième atelier en ont été le support. Le retour à l'échelle du périmètre irrigué apporte une dimension pratique, concrète, en répondant aux attentes originelles des acteurs sur la question de l'accès à l'eau pour les cultures de troisième saison. Alimenté par un canal sur lequel des villages et périmètres agricoles d'autres sous-districts se sont venus connectés au cours des dix dernières années, la gestion intégrée du Kapilaler soulève en plus des aspects techniques, des questions organisationnelles de coordination entre différentes unités administratives. La prochaine étape de cette dynamique de changement d'échelle concerne le sous-bassin de la rivière Pusur dans lequel se trouvent huit périmètres irrigués couvrant près de 3 000 hectares.

En attente de l'application de la loi de décentralisation, le plan d'action récemment coopté inclut un renforcement institutionnel par la mise en place d'une agence de coordination compétente et reconnue pour gérer l'adéquation entre l'offre liée à la ressource disponible, les capacités actuelles du réseau et la demande en eau des cultures. La réforme de la structure actuelle du *Forum Komunikasi Kapilaler* en une instance plus représentative des acteurs et usagers de l'eau du périmètre, correspond de fait à l'application du principe de subsidiarité (*lowest appropriate level* in Kemper, Dinar, and Blomquist 2005). Elle repose aussi sur la notion d'équité d'accès à l'eau, notamment sous forme d'un partage proportionnel prenant en compte la disponibilité et les besoins réels. Ce renforcement de capacités organisationnelles des acteurs est un des volets du plan d'action dont le succès sera aussi déterminant pour la mise en œuvre d'action de réhabilitation des infrastructures hydrauliques et l'élargissement de l'approche à l'échelle d'un sous-bassin de rivière.

En conclusion, les résultats obtenus jusqu'à présent montrent qu'une articulation étroite entre recherche et débats multi-acteurs, incluant des dimensions techniques, économiques et organisationnelles a un réel potentiel pour sortir d'une situation conflictuelle et accompagner les acteurs dans un processus de réconciliation des préférences.

Des questions restent néanmoins en suspens. La première est d'ordre économique et porte sur l'intérêt des agriculteurs à pratiquer des cultures autres que le riz en saison sèche, en particulier si les prix du marché restent non attractifs et peu stabilisés. D'un côté la demande en riz n'est pas satisfaite par l'offre domestique, l'Indonésie ayant eu recours à 1,5 millions de tonnes de riz importés en 2007. De l'autre, la demande domestique en maïs croît, tirée par les besoins de l'aviculture. Les prix du maïs devraient augmenter dans les années à venir. Cependant, la capacité des agriculteurs à en bénéficier reste dépendante de l'organisation de la filière.

La deuxième est d'ordre juridique et soulève le problème de la représentativité des membres et de la légalité de la future organisation de coordination du périmètre irrigué du Kapilaler. La question concerne le principe de subsidiarité, son extension à l'échelle du sous-bassin de la rivière Pusur, voire du bassin versant de Klaten, et la constitution d'une forme organisationnelle pouvant y agir dans le cadre de la future législation sur l'eau. A l'heure actuelle, la réforme du Forum du Kapilaler ne peut en être le corps mais en constitue les germes.

La troisième touche à la durabilité de l'action menée et de son financement. Ce problème récurrent de toute intervention basée sur le concept de projet est abordé comme un élément en construction soumis à négociation. Conformément aux principes de flexibilité, d'intégration et de changement d'échelle, il sera d'abord traité à l'échelle du Kapilaler dans le cadre de la constitution de la nouvelle forme organisationnelle. En fonction des résultats, les modalités d'application à une échelle plus large seront envisagées au niveau du sous-bassin de la rivière Pusur puis du bassin versant de Klaten.

Références

- Anonyme. 2004. *Undang Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air*. [Law of the Republic of Indonesia Number 7 of 2004 concerning Water Resources].
<<http://www.bpkp.go.id/unit/hukum/uu/2004/07-04.pdf>>, accédé le 29 Février 2008.
- Blomquist, W., A. Dinar, et K. Kemper. 2005. "Comparison of institutional arrangements for river basin management in eight basins." Washington, D.C.: The World Bank.
- Buckles, D. (Ed.). 1999. *Cultivating Peace Conflict and Collaboration in Natural Resource Management*. Ottawa, Washington D.C.: IDRC/World Bank.
- BPTP. 2006. Résultats d'enquêtes sur la perception des acteurs sur la gestion de l'eau. Document non publié.
- Campbell, B., J. Hagmann, J. Sayer, A. Stroud, R. Thomas, et E. Wollenberg. 2006. "What kind of research and development is needed for natural resource management?" *Water International*, 31(3): 343-60.
- Cleaver, F. 1999. "Paradoxes of Participation: Questioning Participatory Approaches to Development." *Journal of International Development*, 11(4): 597-612.
- Costanza, R., et C. Folke. 1997. "Valuing Ecosystem Services with Efficiency, Fairness, and Sustainability as Goals. In " *Nature's services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*", ed. Gretchen C. Daily. Washington, D.C.: Center for Resource Economics, Island Press.
- Gearey, M., et P. Jeffrey. 2006. "Concepts of Legitimacy within the Context of Adaptive Water Management Strategies." *Ecological Economics*, 60(1): 129-37.
- Giordano, R., G. Passarella, V. F. Uricchio, et M. Vurro. 2007. "Integrating conflict analysis and consensus reaching in a decision support system for water resource management." *Journal of Environmental Management*, 84(2): 213-28.

- Goosen, H., R. Janssen, et J. E. Vermaat. 2007. "Decision support for participatory wetland decision-making." *Ecological Engineering*, 30(2): 187-99.
- Gurung, T. R., F. Bousquet, et G. Trebuil. 2006. "Companion modelling, conflict resolution, and institution building: Sharing irrigation water in the Lingmteychu watershed, Bhutan." *Ecology and Society*, 11(2): 36.
- IAHRI-CIRAD. 2006. Analyses agro-hydro-météorologiques sur Klaten. Document non publié.
- Janssen, M. A., H. Goosen, et N. Omtzigt. 2006. "A simple mediation and negotiation support tool for water management in the Netherlands." *Landscape and Urban Planning*, 78(1-2): 71-84.
- Jésus, F, et R Bourgeois. 2003. "Reconciling Actors' Preferences in Agricultural Policy : Towards a New Management of Public Decisions". CGPRT Centre Monograph No 44. Bogor: CGPRT.
- Kemper, K., A. Dinar, et W. Blomquist. 2005. Institutional and Policy Analysis of River Basin Management: The Principle of Managing Water Resources at the Lowest Appropriate Level -- When and Why Does It (Not) Work in Practice? Washington, D.C.: The World Bank.
- Lamy, F., J. Bolte, M. Santelmann, et C. Smith. 2002. "Development and evaluation of multiple-objective decision-making methods for watershed management planning." *Journal of the American Water Resources Association*, 38(2): 517-29.
- Le Grusse, P., H. Belhouchette, M. Le Bars, G. Carmona, et J-M. Attonaty. 2006. "Participative Modelling to Help Collective Decision-Making in Water Allocation and Nitrogen Pollution: Application to the Case of the Aveyron-Lere Basin." *International Journal of Agricultural Resources, Governance, and-Ecology*, 5(2): 247-71.

- Luks, F., et B Siebenhuner. 2007. "Transdisciplinarity for social learning? The contribution of the German socio-ecological research initiative to sustainability governance." *Ecological Economics*, 63(2-3): 418-26.
- McGinnis, M. V., J. Woolley, et J. Gamman. 1999. "Bioregional conflict resolution: Rebuilding community in watershed planning and organizing." *Environmental Management*, 24(1): 1-12.
- Pahl-Wostl, C. 2007. "The implications of complexity for integrated resources management." *Environmental Modelling & Software*, 22(5): 561-69.
- PSLK-UGM. 2006. Suivi des débits d'irrigation en saison sèche à Klaten. Document non publié.
- Prell, C., K. Hubacek, M. Reed, C. Quinn, N. Jin, J. Holden, T. Burt, M. Kirby, et J. Sendzimir. 2007. "If you have a hammer everything looks like a nail: traditional versus participatory model building." *Interdisciplinary Science Reviews*, 32(3): 263-82.
- Ramirez, R. 1999. "Stakeholder Analysis and Conflict Management." In *Cultivating peace: Conflict and collaboration in natural resource management*, ed. Daniel Buckles. Ottawa, Washington, D.C: IDRC/World Bank Institute.
- Ravnborg, H. M., et O. Westermann. 2002. "Understanding interdependencies: stakeholder identification and negotiation for collective natural resource management." *Agricultural Systems*, 73(1): 41-56.
- Ravnborg, H. M., et M. del Pilar Guerrero. 1999. "Collective Action in Watershed Management -- Experiences from the Andean Hillsides." *Agriculture and Human Values*, 16(3): 257-66.

- Saleth, R. M., et A. Dinar. 2004. *The institutional economics of water: A cross-country analysis of institutions and performance*. Cheltenham, U.K. Northampton, Mass. and Washington, D.C.: Elgar/The World Bank.
- Sherwill, T., L. Arendse, K. Rogers, N. Sihlophe, B. van Wilgen, E. van Wyk, et S. Zeka. 2007. "Stakeholder connectedness and participatory water resource management in South Africa." *Water S.A.*, 33(4): 505-12.
- Smutko, L. S., S. H. Klimek, C A. Perrin, et L E. Danielson. 2002. "Involving watershed stakeholders: An issue attribute approach to determine willingness and need." *Journal of the American Water Resources Association*, 38(4): 995-1006.
- Tippett, J., B. Searle, C. Pahl-Wostl, et Y. Rees. 2005. "Social learning in public participation in river basin management - early findings from HarmoniCOP European case studies." *Environmental Science & Policy*, 8(3): 287-99.
- Tyler, S. R. 1999. "Policy implications of natural resource conflict management." In *Cultivating peace: Conflict and collaboration in natural resource management*, ed. Daniel Buckles. Ottawa, Washington, D.C: IDRC/World Bank Institute.
- Welp, M., A. de la Vega-Leinert, S. Stoll-Kleemann, et C. C. Jaeger. 2006. "Science-based stakeholder dialogues: Theories and Tools." *Global Environmental Change*, 16(2): 170-81.