

De l'éleusine à la banane. Intérêt d'une approche systémique pour la compréhension des pratiques paysannes et des changements agraires induits par l'irrigation (Karnataka-Inde)

Sylvie Guillerme, Eric Maire

▶ **To cite this version:**

Sylvie Guillerme, Eric Maire. De l'éleusine à la banane. Intérêt d'une approche systémique pour la compréhension des pratiques paysannes et des changements agraires induits par l'irrigation (Karnataka-Inde). Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux, 2014, Les transformations socio-spatiales de l'Inde : vers un nouveau virage mondialisé ?, 267 (285-306), 10.4000/com.7230 . hal-02617305

HAL Id: hal-02617305
https://univ-tlse2.hal.science/hal-02617305

Submitted on 25 May 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.

Les Cahiers d'Outre-Mer
Revue de géographie de Bordeaux

267 | Juillet-Septembre
Les transformations socio-spatiales de l'Inde : vers un nouveau virage mondialisé ? (I)

De l'éleusine à la banane. Intérêt d'une approche systémique pour la compréhension des pratiques paysannes et des changements agraires induits par l'irrigation (Karnataka – Inde)

From finger millet to banana. Interest of a systems approach for understanding farmers' practices and agrarian changes induced by irrigation (Karnataka – India)

Sylvie Guillerme et Éric Maire

Édition électronique
URL : http://journals.openedition.org/com/7230
DOI : 10.4000/com.7230
ISSN : 1961-8603

Éditeur
Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée
Date de publication : 1 juillet 2014
Pagination : 285-306
ISBN : 978-2-86781-967-4
ISSN : 0373-5834

Référence électronique
Sylvie Guillerme et Éric Maire, « De l'éleusine à la banane. Intérêt d'une approche systémique pour la compréhension des pratiques paysannes et des changements agraires induits par l'irrigation (Karnataka – Inde) », *Les Cahiers d'Outre-Mer* [En ligne], 267 | Juillet-Septembre, mis en ligne le 01 juillet 2017, consulté le 01 mai 2019. URL : http://journals.openedition.org/com/7230 ; DOI : 10.4000/com.7230

© Tous droits réservés

Les Cahiers d'Outre-Mer, 2014, n° 267, p. 229-326

De l'éleusine à la banane. Intérêt d'une approche systémique pour la compréhension des pratiques paysannes et des changements agraires induits par l'irrigation (Karnataka – Inde)

Sylvie Guillerme[1] et Éric Maire[2]

L'eau est un enjeu capital en termes de productivité agricole si l'on considère les besoins croissants en produits alimentaires pour satisfaire une population mondiale en expansion constante. Ainsi, la réduction des ressources en eau douce et l'augmentation de la demande en eaux potable et d'irrigation, plus particulièrement dans les zones semi-arides, représentent un enjeu majeur, tant en termes socio-économiques qu'en termes environnementaux, à l'échelle planétaire. Le prélèvement et la contamination des eaux de surface et de sous-sol par les activités agricoles sont l'un des enjeux principaux affectant la pérennité des économies locales basées sur l'agriculture, un enjeu encore accentué par le changement climatique, comme sur le Plateau du Deccan en Inde du Sud (Ferrant *et al.,* 2014).

En Inde, la demande en eau a « explosé » au fil des ans du fait de l'urbanisation, de la croissance démographique, des besoins agricoles accrus, de la rapide industrialisation du pays et de son développement économique. Les changements de systèmes de culture et d'utilisation du sol, la surexploitation des ressources en eau et le développement de systèmes d'irrigation et de drainage ont modifié les cycles hydrologiques dans de nombreux bassins-versants et régions (Mall, Gupta *et al.,* 2006 ; Mujumdar, 2008). L'irrigation par eau souterraine, qui permet d'intensifier la succession culturale, a été

1. Géographe, Laboratoire GEODE (UMR 5602 CNRS-UTM), Université Toulouse II-Le Mirail, 5 Allées Antonio Machado, 31058 TOULOUSE Cedex, France ; mél : sylvie.guillerme@univ-tlse2.fr

2. Ingénieur de Recherche, Laboratoire GEODE (UMR 5602 CNRS-UTM), Université Toulouse II-Le Mirail, 5 Allées Antonio Machado, 31058 TOULOUSE Cedex, France ;mél : eric.maire@univ-tlse2.fr

favorisée par les politiques de la Révolution Verte. Mais actuellement les aquifères sont surexploités et la quête d'eau souterraine provoque la baisse des nappes phréatiques (Aubriot, 2006). Par ailleurs, la qualité des eaux de surface et souterraines se détériore du fait de la pollution croissante (Kumar, Singh *et al.,* 2005).

Cependant très peu d'actions sont entreprises aujourd'hui par le gouvernement indien pour limiter ces problèmes, sauf pour valoriser la récupération des eaux de pluie et la recharge des nappes phréatiques. Et dans le contexte actuel de forte pression démographique qui nécessite des besoins accrus en denrées alimentaires, les agriculteurs indiens ne sont guère incités à une meilleure gestion de la ressource en eau (Aubriot, 2006).

F. Bart souligne que

> la géographie des campagnes tropicales est de moins en moins assimilable à la géographie des seuls systèmes et structures agraires et relève de plus en plus d'une approche d'une complexité multiscalaire où les logiques locales cohabitent avec les logiques globales.

Il s'agit ainsi dans cet article d'aborder l'irrigation par le prisme de l'analyse systémique (Donnadieu et Karsky, 2002 ; Minati, 2006), considérant ce mode de culture comme un élément d'un système rural plus vaste, celui du bassin-versant. À travers cette approche systémique, nous cherchons à comprendre, à propos de l'étude d'un petit bassin-versant de l'État indien du Karnataka, quelles sont les logiques d'évolution de l'irrigation et comment les mutations de l'agrosystème irrigué entrent en résonance avec les dynamiques des autres agrosystèmes et du socio-système. Nous replaçons pour cela l'irrigation dans le contexte spatio-temporel plus large du bassin-versant, considéré comme un ensemble d'éléments en interaction dynamique, car cette échelle correspond à une entité spatiale fonctionnelle dont les paysages reflètent différents processus environnementaux et anthropiques (Aspinall et Pearson, 2000). Notre travail a porté sur Maddur, un micro-bassin versant d'environ 7 km² situé au sud-ouest de l'État du Karnataka, qui a fait l'objet de différentes études avec le bassin-versant de Moole Hole, dans le cadre de l'Observatoire de Recherches en Environnement (ORE) des Bassins-Versants Expérimentaux Tropicaux[3] (Barbiero *et al.,* 2004, 2007). Introduite

3. Cet observatoire, labellisé par l'Institut National de Sciences de l'Univers (INSU) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), a conduit différentes recherches sur les bassins-versants tropicaux (http://bvet.omp.obs-mip.fr/). Ce travail sur le bassin-versant de Maddur représente une partie d'une recherche de plus grande envergure en hydrologie sur les cycles hydrologiques et hydro-chimiques de bassins-versants ruraux dans le bassin de la rivière Kabini. L'objectif de ces travaux – fondés sur une recherche interdisciplinaire entre chercheurs issus des sciences sociales et des sciences de la Terre – est de mettre en évidence l'impact des activités humaines sur les cycles de l'eau en développant une recherche globale à l'échelle du bassin-versant sur l'évolution des pratiques agricoles paysannes.

en Inde durant la Révolution Verte, l'irrigation par pompage s'est développée à Maddur depuis les années 1990 mais, dans cette région où le manque de précipitations conditionne les récoltes, l'irrigation par puits tubés a pris de l'ampleur après 2000.

Cet article s'appuie sur le résultat d'entretiens ouverts individuels et de groupe conduits auprès d'agriculteurs du bassin-versant de Maddur, portant sur l'évolution des paysages, des systèmes de culture, des pratiques paysannes, et sur les facteurs de changement. Ces entretiens, utilisant des cartes et des images aériennes comme support lors des échanges, ont permis la réalisation d'une cartographie à dires d'acteurs des systèmes de culture[4].

Ce travail met en évidence les spécificités des agrosystèmes et fait apparaître deux principales séquences temporelles (avant les années 1990, et après), les années 1990 représentant une période charnière. Pour rendre compte de l'évolution et des enjeux que représente l'irrigation dans le bassin-versant de Maddur, avec ses dynamiques spatiales et temporelles, nous présenterons la situation actuelle, puis l'évolution du système et les principaux facteurs de changement, en mettant en avant la perception par les agriculteurs de cette dynamique agraire.

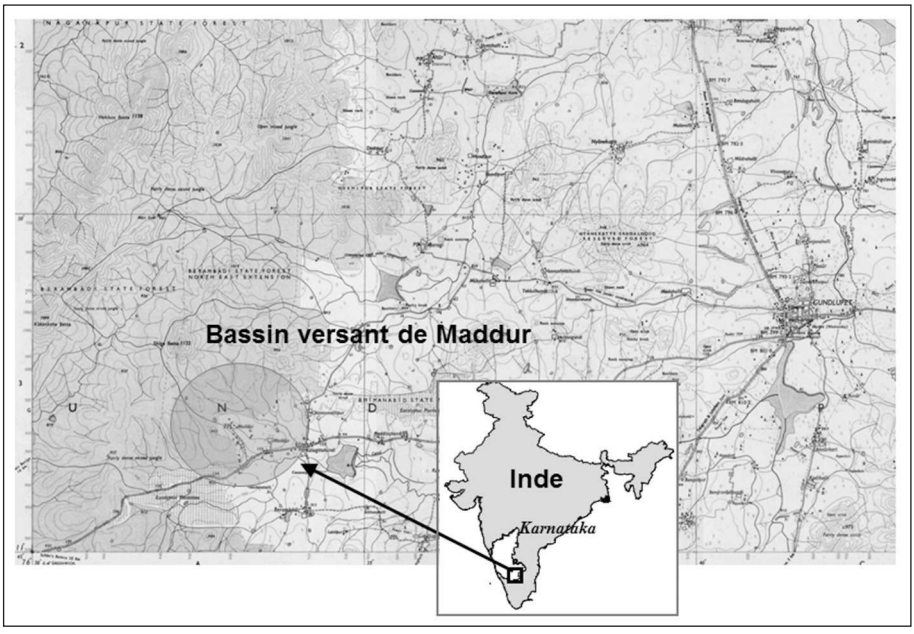


Figure 1 - Localisation du bassin-versant de Maddur

4. Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet CEFIRSE portant sur la ressource en eau et la qualité des sols et de l'eau à l'échelle du bassin-versant, et sur l'influence des facteurs anthropiques et climatiques sur cette ressource.

I - Maddur, un bassin-versant agricole et forestier

Le bassin-versant de Maddur (fig. 1) est situé à la lisière du Parc national de Bandipur, lui-même faisant partie de la Réserve de Biosphère des Nilgiris, l'un des 34 *hotspots* mondiaux de biodiversité. Il est traversé par une route importante qui relie des centres urbains majeurs de l'État du Karnataka, comme Mysore ou Bangalore au Nord-est, et l'État voisin très densément peuplé du Kerala (819 hab./km²) à l'Ouest.

Ce bassin-versant comporte deux espaces distincts : un espace forestier en amont (au Nord-ouest), qui fait partie du Parc national de Bandipur et couvre près de la moitié de la superficie totale du bassin-versant de Maddur, et un espace agricole en aval constitué de parcelles en cultures pluviales ou irriguées ainsi que des pâturages. Ce dernier s'étend jusqu'à ses limites méridionales où se situent les principales zones habitées et la route reliant les centres urbains. Ces espaces forment une mosaïque de paysages contrastés, reflet de l'hétérogénéité de l'environnement et des pratiques.

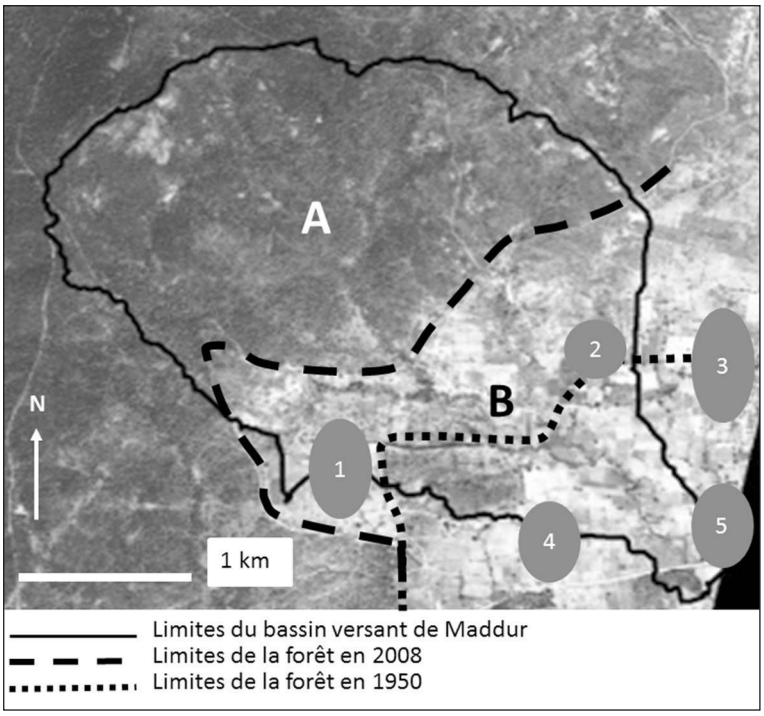
Les agriculteurs, qui cultivent dans le bassin-versant, résident dans cinq hameaux localisés dans le bassin-versant ou à sa périphérie (fig. 2). Les trois principaux hameaux (CM Pura, Maddur village et Kaggadalahudi) ont une population diversifiée, alors que les deux petits hameaux situés à proximité de l'espace forestier (Maddur Colony et Nagawala) ne comptent que des populations tribales.

L'agriculture occupe l'essentiel des villageois (80 % de la population est investie dans cette activité). Mais les migrations sont fréquentes. Elles concernent à la fois la population agricole locale qui va vendre sa force de travail saisonnièrement sur de grandes plantations dans d'autres régions du Karnataka ou du Kerala, en particulier lors de la saison de récolte du café. Mais les migrations concernent aussi des paysans qui viennent de l'État voisin du Kerala pour prendre à bail des terres agricoles à Maddur.

Le système rural que représente le bassin-versant de Maddur compte deux types d'agrosystèmes : les agrosystèmes liés aux cultures (cultures pluviales, cultures irriguées), et les agrosystèmes liés à l'élevage (pâturages et forêt). Tous sont en étroite interaction (fig. 3).

1 - Agrosystème irrigué

Durant la saison sèche, l'eau est le principal facteur limitant pour les cultures dans cette région. L'irrigation non seulement permet de cultiver des cultures impossibles à faire croître sans eau, en dehors de la période de mousson, comme le riz ou les bananiers, mais elle étend aussi la période



(Hameaux : 1. Maddur colony ; 2. Nagawala ; 3. C.M. Pura ; 4. Maddur village ; 5. Kaggaladahundi ; A. Espace forestier ; B. espace agricole ; les limites forestières en 2008 sont celles du Département Forestier, celles de 1950 ont été établies à dires d'acteurs par un travail d'enquêtes sur le terrain auprès des agriculteurs des cinq hameaux)

Figure 2 - Localisation de l'habitat et des limites forestières (1950 et 2008), bassin-versant de Maddur

cultivable. L'irrigation commence à Maddur dans les années 1980, mais a particulièrement progressé depuis 2000. Auparavant, un peu d'arrosage était pratiqué à proximité des puits ouverts et de quelques petits réservoirs, ce qui permettait de cultiver quelques légumes après les récoltes. L'utilisation de l'eau souterraine a permis d'intensifier la succession culturale. Excepté deux plantations irriguées de plusieurs hectares d'arboriculture fruitière intensive (manguiers, cocotiers et goyaviers en particulier), les parcelles irriguées sont de taille modeste, de quelques ares tout au plus.

Les principales cultures irriguées à Maddur sont la canne à sucre, le riz, les légumes, le souci, le curcuma et plus récemment le bananier. Ces dernières cultures sont plus rentables. La culture irriguée de bananiers est apparue très récemment, après 2005, dans le bassin-versant, essentiellement cultivée par des agriculteurs keralais qui viennent louer à Maddur des terres agricoles afin de développer cette culture de façon commerciale (photo 1). La production est vendue au Kerala où la demande est forte, ou réservée aux exportations.

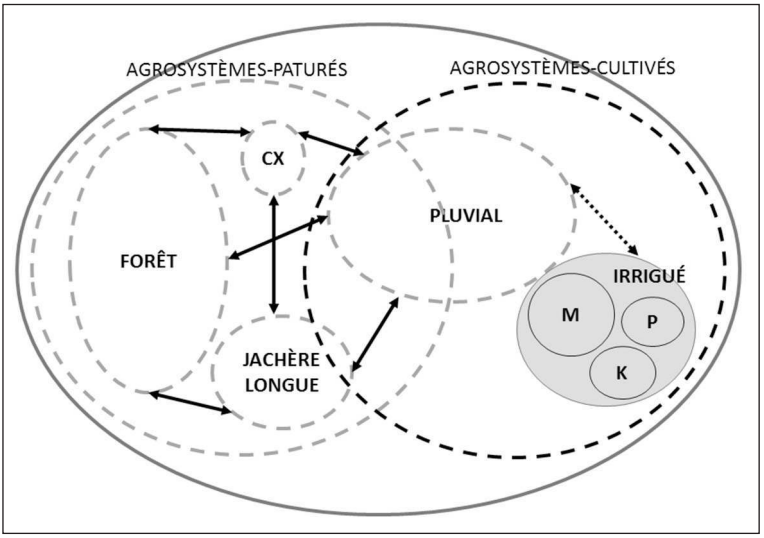


Figure 3 - Les agrosystèmes du bassin-versant de Maddur (CX = communaux ; M = agriculteurs natifs de Maddur ; P = plantation irriguée ; K = agriculteurs venant du Kerala)



Photo 1 - Culture de bananiers sur des terres irriguées louées par un agriculteur keralais (Photographie S. Guillerme, 2008)

Toutes ces cultures sont dépendantes de l'irrigation par eau souterraine dans le bassin-versant, la seule disponible en saison sèche car, contrairement à d'autres bassins-versants de cette région du Karnataka, il n'y a pas à Maddur

de *tanks*[5]. L'irrigation se fait ici au moyen de puits tubés utilisant des pompes électriques, qui sont des puits creusés par forage, de profondeur variable selon le substrat et la hauteur où se trouve la nappe phréatique. La capacité de pompage est limitée par la disponibilité en électricité, et n'est possible que quelques heures par jour. Les champs irrigués sont essentiellement situés près des habitations et sont systématiquement clôturés (photo 2), soit par de simples barbelés, soit par une clôture électrique, afin de mettre les cultures hors de la dent du bétail laissé paître dans les champs de cultures pluviales adjacents, après les récoltes, et des animaux sauvages venant de la forêt proche.



Photo 2 - Les parcelles irriguées sont toutes encloses, par des barbelés (ci-contre) ou des clôtures électriques. La cabane à l'arrière-plan abrite la pompe permettant de puiser l'eau de la nappe phréatique (Photographie S. Guillerme, 2008)

Seuls les propriétaires les plus aisés ont pu investir dans des forages et des pompes qui leur donnent accès à l'eau souterraine. Cette eau extraite du sol est la propriété de celui qui détient le forage. Celui-ci peut en user à sa guise. Cependant, contrairement à ce qui se pratique dans d'autres bassins-versants et dans d'autres États, les propriétaires de puits ne vendent pas l'eau à d'autres agriculteurs du voisinage n'ayant pas de puits. Posséder un puits offre la possibilité de s'affranchir des limites pluviométriques. Mais cela confère à son propriétaire un pouvoir économique et social, surtout par rapport à ceux qui n'en possèdent pas. En effet, l'eau n'est pas considérée comme une

5. Étangs-réservoirs semi-endigués, souvent vieux de plusieurs siècles, permettant d'irriguer les champs par gravité grâce à un système de canaux.

ressource collective mais individuelle qui appartient à celui qui a creusé le puits.

2 - Agrosystème pluvial

Malgré le développement de l'irrigation, l'agriculture pluviale prédomine particulièrement sur les bordures agricoles du bassin-versant. Ici les contraintes climatiques limitent les cultures à une seule par an. Les principales cultures pratiquées sont les millets, le maïs et les légumineuses. Une culture de fleurs de souci se pratique également en pluvial, pour leur commercialisation. Les travaux de labour se font encore en grande partie à l'aide de bœufs attelés, mais quand l'agriculteur en a les moyens, il loue un tracteur pour effectuer les travaux des champs.

Le fumier bovin est utilisé comme engrais en début de saison agricole. Cependant il est de plus en plus remplacé par des engrais chimiques. Après la récolte, le bétail est mis à paître dans les champs, fréquemment entourés de haies vives arborées, arbustives ou buissonnantes procurant notamment du bois de feu et de l'ombre, ainsi qu'un fourrage aérien. Des abris sommaires sont construits dans les arbres ou à même le sol. Ils permettent aux agriculteurs de faire le guet la nuit pour protéger leurs cultures des incursions d'animaux sauvages venant de la forêt proche.

3 - Agrosystème pâturé

Il existe des interrelations étroites entre l'agriculture pluviale et l'élevage. Le cheptel bovin est le plus important et compte plus de mille têtes. Ce bétail offre des productions variées. Moutons et chèvres sont élevés pour la viande alors que les bovins le sont essentiellement pour le lait. Tous constituent une réserve de capital pour les éleveurs, disponible en cas de nécessité. Et désormais, les bovins sont recherchés pour leur fumier qui peut être vendu. Une telle vente de fumier n'est possible à Maddur que parce que le cheptel est important.

Les sources d'alimentation sont variées tout au long de l'année. Les terres les moins productives d'un point de vue agricole sont les plus pauvres et rocailleuses, ou celles situées en périphérie forestière. Sur ces terres, il existe des conflits d'appropriation. C'est pourquoi elles sont laissées en jachères longues et servent de pâturage extensif. Les animaux vont également brouter sur les quelques terres communales. Ils sont mis à paître dans les champs après la récolte, mais aussi en forêt malgré l'interdiction du Département Forestier. C'est une nécessité durant la période de mai à juillet, lorsque les champs sont

cultivés. Cependant, lorsqu'un animal sauvage tue une tête de bétail en forêt, son propriétaire n'est pas dédommagé par l'État.

4 - Agrosystème forestier

Bien que faisant partie du Parc national de Bandipur – et à ce titre officiellement protégé – l'espace forestier du bassin-versant de Maddur est une forêt fortement dégradée, surtout à proximité de l'espace cultivé. Ce dernier est séparé physiquement des zones agricoles par une solide clôture électrique et une large et profonde tranchée creusée dans le sol. Elles sont censées empêcher l'intrusion dans l'espace cultivé de la faune sauvage, en particulier des éléphants. Mais elles délimitent surtout l'espace forestier que les villageois ne sont pas autorisés à exploiter, bien qu'il existe pour les populations tribales une dérogation pour la collecte de produits forestiers mineurs. Que ce soit par les populations tribales ou non tribales, cet espace peut être considéré comme un agrosystème car il est utilisé par la population locale pour faire paître illégalement les troupeaux, ou bien pour la collecte de bois de feu et de produits forestiers non ligneux.

II - Perceptions paysannes de la situation agricole et de l'irrigation

Lors des entretiens de groupe, les villageois ont mentionné huit problèmes majeurs concernant l'activité agricole dans le bassin-versant de Maddur :

- le caractère aléatoire des précipitations en termes de quantité et de répartition annuelle ;

- les destructions de cultures causées par les animaux sauvages ;

- les dégâts causés aux cultures par les maladies et les insectes ;

- le déclin de la fertilité des sols ;

- les variations importantes du prix des denrées agricoles ;

- le coût de plus en plus élevé de la main-d'œuvre salariée ;

- l'augmentation du coût des intrants (engrais, insecticides et autres produits phytosanitaires) ;

- le manque d'argent pour investir (principalement dans l'irrigation).

Le système irrigué est très envié par les paysans. Parmi les points positifs des systèmes irrigués mentionnés par les villageois de Maddur (pratiquant

ou non l'irrigation) le principal est la rentabilité économique des cultures irriguées comparée au régime pluvial, car ce mode de culture permet de cultiver tout au long de l'année. C'est ainsi un moyen de s'affranchir des contraintes climatiques. Le système irrigué est décrit comme offrant la possibilité de ne pas avoir à subir de pertes en lien avec des précipitations aléatoires, soit insuffisantes, soit absentes quand elles sont nécessaires. Aussi beaucoup d'agriculteurs affirment qu'ils souhaiteraient irriguer s'ils en avaient les moyens et l'opportunité, bien qu'un forage soit coûteux et aléatoire en considérant l'incertitude qu'il y a à trouver de l'eau. Même certains villageois ayant des terres sur les marges du bassin-versant rêvent et tentent parfois de faire creuser un puits.

Mais l'irrigation présente aussi des inconvénients, limitant actuellement le nombre des forages. Les villageois mentionnent en premier lieu le coût inhérent au forage, sans avoir la certitude pour autant de trouver de l'eau. Irriguer, surtout sur les marges du bassin-versant, est une opération coûteuse et risquée, qui dissuade bon nombre de candidats. Soulignons que les cultures irriguées représentent un coût de production très élevé comparé au pluvial. En plus du coût de l'installation se rajoutent les besoins supérieurs en main-d'œuvre, en engrais, en insecticides chimiques, en clôture, en maintenance des installations et du matériel. Autant de postes de dépenses qui, au total, font que les profits ne sont pas estimés beaucoup plus importants que dans le cas des cultures pluviales. Les femmes sont beaucoup moins enthousiastes que les hommes, soulignant que l'irrigation leur donne beaucoup de travail dans les champs, et que l'emploi d'ouvriers agricoles les contraint à une surcharge de travail car il est de leur devoir de leur préparer un repas quotidien.

Dans ces conditions, les cultures irriguées ne sont réellement rentables que si l'agriculteur réalise lui-même les travaux agricoles, afin de ne pas avoir à dépendre d'une main-d'œuvre salariée coûteuse. Sinon, comme le reconnaissent les agriculteurs « cela ne fait pas beaucoup de différence avec le système pluvial ! ».

On peut alors se demander pourquoi les villageois aspirent autant à irriguer. Les puits tubés représentent un moyen de discrimination sociale. Ils accentuent la dualité entre les populations tribales reléguées sur les marges les plus pauvres, non irrigables et éloignées des voies de communication, des agriculteurs qui ne font que du pluvial, et ceux qui ont pu investir dans l'irrigation. Ces derniers bénéficient d'un statut économique et social bien supérieur. Posséder un puits tubé et une pompe pour irriguer, faire ses travaux agricoles avec un tracteur, cultiver de la canne à sucre, de la banane ou du

riz irrigués, mais aussi enclore ses champs avec des barbelés ou une clôture électrique sont autant de moyens de signifier à autrui son statut économique.

1 - De la Révolution Verte à l'irrigation

Les enjeux actuels ne peuvent se comprendre qu'en prenant en compte le contexte historique, l'évolution des pratiques agricoles et des interrelations entre les différents éléments du système, dans ce bassin-versant. Comprendre le passé contribue à comprendre le présent.

Le bassin-versant de Maddur est ancestralement une zone de cultures pluviales. La croissance démographique de la région a créé une pression sur le foncier et les ressources agricoles, engendrant la création de nouvelles zones d'habitat près de la route principale qui relie la ville de Gundlupet et l'État du Kerala.

Deux périodes importantes ont pu être mises en évidence par les personnes interrogées dans l'histoire du bassin-versant de Maddur : avant, et après les années 1990. Cette évolution a vu les pratiques et les paysages être profondément modifiés.

a - Avant les années 1990

Les implantations les plus anciennes (CM Pura et Maddur village) n'occupaient avant 1950 que la moitié aval de la zone cultivée actuelle. La création du Parc de Bandipur dans les années 1950 a ensuite entraîné le déplacement de populations tribales vers l'espace agricole du bassin-versant de Maddur, et l'extension des surfaces cultivées pour des cultures essentiellement pluviales. Le peu de surfaces agricoles était uniquement dédié aux cultures pluviales, pratiquées avec du travail asservi. Il y avait encore peu d'hommes et de bétail. Jusqu'aux années 1970, l'essentiel de la surface du bassin-versant était couvert d'une forêt comportant de gros arbres, qui ont depuis totalement disparu. La ressource arborée était une source de revenus importante pour les populations locales qui abattaient les arbres pour les vendre.

La Révolution Verte et des réformes agraires marquèrent un tournant important dans le bassin-versant, comme ailleurs en Inde, entre les années 1970 et 1990. Les cultivateurs pauvres, qui travaillaient jusque-là pour un grand propriétaire terrien, ont reçu un peu de terre à cultiver. Le travail asservi a disparu, pour être remplacé par le travail salarié sur les exploitations agricoles. Les hameaux de Maddur Colony et Nagavala ont été créés entre 1970 et 1980 pour reloger les populations tribales qui résidaient jusque-là dans la forêt, quand le Département Forestier les a contraintes de quitter le Parc national

nouvellement créé. La forêt subsistait encore dans la partie agricole non protégée du bassin-versant, et a continué à être exploitée par les villageois.

Encouragés à changer leurs pratiques agricoles durant la Révolution Verte, les villageois commencèrent à utiliser des engrais et des insecticides chimiques, bien que l'usage du fumier animal et des engrais verts restât prédominant. L'irrigation, qui apparaît dans le bassin-versant à cette période, demeurait très rare, puisque deux agriculteurs seulement pratiquaient des cultures irriguées. Les cultures pluviales vivrières, essentiellement d'éleusine (le *ragi*, *Eleusine coracana*) et de riz pluvial, constituent la base du régime alimentaire des villageois. Mais à des fins commerciales se développèrent aussi des cultures pluviales de coton, de maïs et d'arachide, ainsi que la sériciculture. Les agriculteurs soulignent que les rendements étaient très bons à cette période.

b - Depuis les années 1990

Depuis les années 1990 les pratiques agraires de Maddur ont connu des changements importants, mais avec la disparition presque totale de la forêt en zone agricole, les paysages ont acquis leur configuration actuelle. En zone agricole, on ne trouve plus que des arbres isolés dans les champs et en bordure de ceux-ci, formant localement une sorte de bocage au maillage très lâche. En zone forestière également, les gros arbres ont disparu, et ne subsiste qu'une forêt très dégradée composée principalement d'une végétation buissonnante et arbustive.

Dans les champs, la culture du souci a commencé et s'est peu à peu développée pour devenir prépondérante dans le bassin-versant, cultivée autant en système pluvial qu'irrigué. Au fil des ans, la culture du souci a remplacé celles du coton et du mûrier destinées à la sériciculture. Le développement de l'irrigation par puits tubés voit l'apparition de nouvelles cultures telles que la canne à sucre, le riz irrigué, le curcuma, les légumes, et récemment le bananier.

Les densités de population augmentent dans les différents hameaux du bassin-versant, mais aussi celle des animaux d'élevage. Un système de gardiennage des animaux se met en place. Les troupeaux sont placés sous la responsabilité de bergers emmenant paître les animaux sur différents parcours, tant en zone rurale (communaux, parcelles en jachère longue et champs après les récoltes) qu'en zone forestière malgré les interdictions du Département Forestier. Avec l'augmentation du cheptel on voit aussi se mettre en place une vente de fumier, qui prend de l'ampleur au fil des ans. Parallèlement, le fumier est de moins en moins utilisé pour amender les champs dans le bassin-versant. Il est remplacé par un usage *quasi* systématique des engrais chimiques, quelle que soit la culture pratiquée.

Les agriculteurs mentionnent, durant cette période, une diminution progressive des rendements, ainsi que la baisse des prix d'achat des denrées agricoles et leur plus grande variabilité. À cela s'ajoute l'apparition de problèmes climatiques. Les précipitations sont jugées incertaines, tant en quantité qu'en régularité « les pluies ne sont plus suffisantes, et n'arrivent plus quand il le faut », ce qui hypothèque grandement les récoltes en système pluvial. D'autres problèmes aggravent la situation des agriculteurs, quelles que soient leurs pratiques : augmentation des maladies et des attaques parasitaires malgré l'usage de plus en plus fréquent de produits phytosanitaires et d'insecticides de synthèse ; augmentation du coût des salaires des ouvriers agricoles associée à une pénurie de cette main-d'œuvre à certaines saisons. Ce contexte génère l'arrivée d'un nouveau type d'agriculteurs, venant du Kerala, qui loue des parcelles irriguées à des agriculteurs locaux et qui produit des cultures irriguées à haute valeur ajoutée, comme la banane par exemple. Leurs besoins en eau sont supérieurs à ceux des agriculteurs locaux qui n'ont pas les moyens d'investir dans des adductions d'eau. L'usage d'engrais chimiques s'est généralisé, alors que le fumier produit par le bétail sur le bassin-versant est vendu au Kerala où il est valorisé pour la production de légumes biologiques à forte valeur marchande. Il ne contribue donc plus que marginalement à amender localement les champs.

2 - Une agriculture vulnérable

Il existe de nombreux facteurs qui accentuent la pression sur les ressources, en particulier la ressource hydrique. Les enjeux mentionnés, qui influencent les pratiques paysannes actuelles, pourraient engendrer des conflits d'usage entre les acteurs si l'eau de pluie ou de la nappe phréatique venait à manquer.

D'une façon générale, les agriculteurs se plaignent du déclin de la fertilité des sols, qu'ils attribuent à l'augmentation de l'usage des engrais chimiques, ou encore à la culture du souci réputée être très gourmande en nutriments. L'érosion des sols est évoquée quand ils signalent que les sols « ne sont plus comme avant », qu'ils sont devenus « durs » depuis qu'ils remplacent majoritairement le fumier animal par les engrais chimiques. Le projet de décret visant à interdire la vente de fumier à d'autres États changera-t-il la situation ? Cela contribuera-t-il à rétablir un certain équilibre si les agriculteurs l'utilisent à nouveau dans leurs champs pour diminuer la consommation d'engrais chimiques ? Ou alors assistera-t-on à la diminution des troupeaux, devenus moins rentables ? Tout dépend des priorités qui seront accordées à ces différents types d'amendements, mais aussi aux disponibilités en eau. Car, les engrais chimiques nécessitent la consommation d'une quantité d'eau importante. Cependant, ils sont facilement utilisables et nécessitent moins de travail pour les appliquer dans les champs que le fumier.

Les cultures irriguées sont très consommatrices en eau, mais aussi en intrants de synthèse, comme les produits phytosanitaires et les engrais. Les engrais chimiques sont devenus la principale source de fumure des champs à Maddur. Les villageois s'en plaignent pourtant et constatent, d'après leur expérience, que le fumier est meilleur pour les cultures et les sols, si l'on considère le long terme. Cependant tous emploient des engrais chimiques. En effet, leur priorité est d'obtenir les rendements les plus importants possible, et le plus rapidement possible, afin d'obtenir les meilleurs prix agricoles. Un agriculteur en pluvial dit :

> Les agriculteurs veulent obtenir de hauts rendements et de bons prix, ils ne pensent pas à la qualité du sol dans le futur… avec les engrais chimiques on voit leur effet très vite, ce n'est pas le cas du fumier.

Mais cela accroît la dépendance d'apports en eau car les cultures sont endommagées s'il survient un manque d'eau lors de l'application d'engrais chimiques. Cette évolution est plus favorable aux systèmes irrigués, qui ne risquent pas de pénurie d'eau pouvant compromettre la récolte.

La vente du fumier dans d'autres régions du Karnataka, mais principalement dans l'État voisin du Kerala où il est particulièrement recherché (notamment pour les cultures des plants de gingembre, des caféiers, des lianes de poivrier, des bananiers) a contribué à développer l'usage systématique des engrais chimiques dans les champs en remplacement de la fumure animale. Cela représente un débouché économique non négligeable. Ainsi, conserver un cheptel important reste une activité rentable, même si le développement des cultures irriguées diminue l'espace pâturé, puisque les parcelles irriguées sont cultivées toute l'année et sont encloses. Cela accroît la pression sur les autres agrosystèmes, et notamment la forêt. Par effet domino, cette concurrence avec les ressources forestières diminue d'autant la nourriture disponible pour les herbivores sauvages : en effet, ils viennent de plus en plus fréquemment tenter de trouver dans les champs de quoi se nourrir. Ce sont les agriculteurs ayant des champs de cultures pluviales à proximité de la forêt qui en font principalement les frais.

Dans ce contexte de diminution des précipitations et de leur irrégularité, le déséquilibre d'approvisionnement en eau pour les besoins de l'agriculture fait que l'irrigation est perçue comme un moyen de maintenir et développer l'activité agricole. Mais à ce niveau un autre déséquilibre se crée puisque le niveau de la nappe phréatique diminue. Un vieil agriculteur précise :

> généralement personne ne pense à l'évolution du niveau de la nappe phréatique… les gens veulent seulement de l'eau !

Quels choix feront les agriculteurs et les décideurs ?

- Promouvoir l'équilibre et le développement économique en continuant à accroître le nombre de forages pour intensifier l'agriculture ?

- Construire des aqueducs si la pénurie en eau s'aggravait ? Ou, au contraire, imposer des contraintes afin de limiter les possibilités d'irriguer ?

La pression sur le sol et les ressources augmente d'année en année. Elle rend perméables les limites entre les espaces rural et forestier que le Département Forestier tente de rigidifier. Cet espace forestier protégé reste utilisé par les populations locales, pour y collecter en particulier du bois de feu, mais aussi pour y faire paître le bétail. Cela contribue à hypothéquer la régénération naturelle de cette forêt déjà fortement dégradée. Mais un mouvement inverse s'accentue aussi, de l'espace forestier vers l'espace cultivé : ce sont les incursions régulières d'animaux sauvages, en particulier des sangliers et des éléphants qui, par manque de ressources en forêt, sont de plus en plus attirés par les espaces cultivés. Si tout le périmètre agricole du bassin-versant est concerné, ce sont surtout les zones de cultures pluviales à proximité de la forêt qui sont touchées. La mise en place par le Département Forestier d'une clôture électrique et le creusement d'une tranchée délimitant ce périmètre a limité les intrusions ces dernières années. Mais cela n'a pas résolu le problème. Les agriculteurs les plus aisés et tous ceux qui possèdent des champs irrigués ont clôturé leurs parcelles avec des barbelés ou des clôtures électriques. Pour ce faire, il a été nécessaire d'arracher les haies vives qui préexistaient. Les cultivateurs les plus pauvres essaient de faire face, en effrayant les animaux sauvages. Mais souvent ils découvrent au matin les dégâts causés aux cultures durant la nuit (photo 3).

L'irrigation, considérée à l'échelle de la parcelle peut apparaître comme un moyen d'ascension sociale fondé sur le domaine économique, non seulement pour les populations locales, mais aussi pour les agriculteurs keralais venus cultiver à Maddur. L'irrigation s'accompagne cependant de rétroactions négatives d'un point de vue environnemental contribuant à la dégradation de l'environnement à l'échelle du bassin-versant, comme par exemple la baisse du niveau de la nappe phréatique et la pollution de celle-ci par l'emploi croissant d'engrais et produits phytosanitaires chimiques. Cette pression accrue sur les ressources forestières, notamment par le développement de l'élevage, entraîne une diminution des surfaces en pâturages, du fait du nombre croissant de parcelles irriguées clôturées et de l'arrachage concomitant des haies vives, ces dernières étant elles-mêmes sources de fourrage. De telles interactions, observables à l'échelle du bassin-versant, existent bien entendu à d'autres échelles spatiales, par exemple lorsqu'on replace le système irrigué



Photo 3 - Récolte de maïs saccagée par des éléphants dans une zone de cultures pluviales proche de l'espace forestier
Les agriculteurs postés dans leur cabane de guet située en haut du buisson de bambou (à l'arrière-plan) n'ont rien pu faire pour épargner leurs cultures
(Photographie S. Guillerme, 2008)

dans le contexte plus large de l'État du Karnataka, et même de l'Inde. C'est par la prise en compte d'un emboîtement d'échelles spatiales que peuvent s'appréhender les forces économiques et politiques étatiques ou nationales, celles qui orientent localement les choix des agriculteurs et impactent les pratiques paysannes (Guillerme *et al.,* 2011). Ainsi, la situation agricole actuelle à Maddur est par exemple influencée par les conditions économiques et foncières du Kerala. Là, la taille moyenne très réduite des parcelles agricoles et le coût élevé de la main-d'œuvre en particulier font qu'il est plus rentable pour certains cultivateurs de louer des terres agricoles dans d'autres États, ou encore, de profiter qu'il n'existe aucune loi limitant réellement l'irrigation. L'équilibrage du système est donc continuellement remis en question, en fonction de l'évolution des usages et des pratiques, conditionnées par différents facteurs tels que les contraintes environnementales, économiques, politiques, démographiques et sociétales.

3 - Des défis à relever

Les principaux éléments moteurs des changements paysagers sont la pression sur les écosystèmes naturels engendrée par la croissance de la population agricole, le développement des bassins-versants qui repose sur une dépendance des ressources naturelles, l'investissement que représentent la

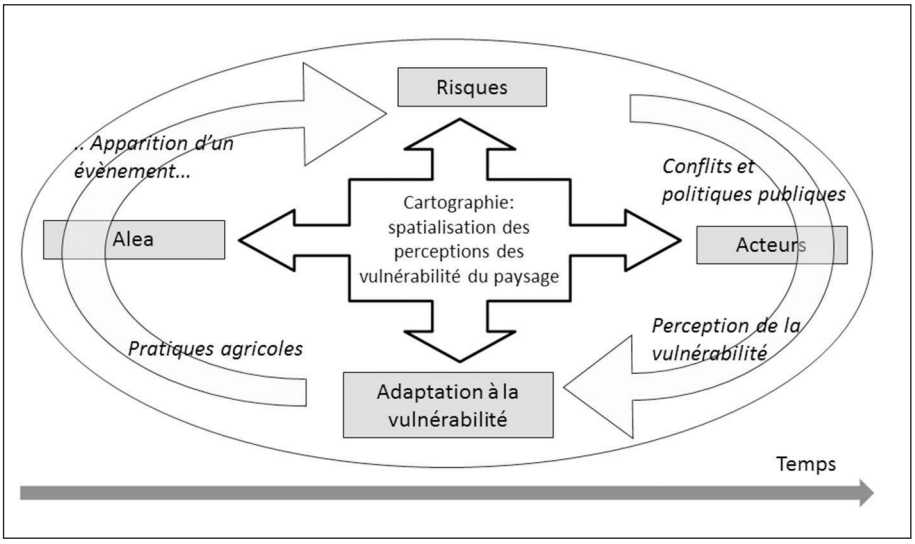
protection et l'amélioration des fonctions éco-systémiques naturelles, et la mise en œuvre de politiques agricoles (Liu et Wang, 2008). En ce qui concerne le bassin-versant de Maddur, dans les conditions actuelles, l'agrosystème pluvial demeure une option intéressante pour bon nombre de cultivateurs. Certes l'agriculture pluviale, qui fut délaissée par les programmes de recherche lors des débuts de la Révolution Verte, a pu ensuite bénéficier d'investissements à travers différents programmes intégrés, touchant les zones semi-arides, tels que le *Drought Prome Areas* en 1972, le *Watershed Development Programme* dans les années 1980. Ils vulgarisent des variétés à haut rendement comme plus récemment le *National Watershed Program for Rainfed Area*. Mais la faible amélioration de l'agriculture pluviale, qui pourtant représente 70 % des superficies agricoles à l'échelle de l'Inde, accentue la quête d'eau, en particulier de l'eau souterraine (Aubriot, 2006).

Or le développement de l'irrigation par puits tubés contribue à accentuer les déséquilibres ou à en créer de nouveaux. Dans un processus de gestion durable des ressources, quelle place accorder à l'irrigation ? Où doit-elle être localisée et comment la gérer ? Les villageois n'ont pas d'alternative que de s'adapter pour couvrir les besoins quotidiens de leur famille et vivre quelles que soient les conséquences sur l'environnement. Quels moyens pourraient-ils envisager pour assurer leur quotidien tout en respectant l'environnement ? Quelles seraient les conséquences si de plus en plus d'agriculteurs pouvaient investir et développer l'irrigation sur leurs parcelles ? Le gouvernement devrait-il soutenir cette tendance pour favoriser l'économie, ou au contraire la limiter afin de préserver l'environnement face à une demande en augmentation ?

Améliorer l'approvisionnement en eau et la productivité agricole pour faire face aux besoins croissants devient pour l'avenir un défi que les gestionnaires et décideurs ont à relever dans le contexte actuel d'une vulnérabilité de l'environnement et des sociétés rurales. Celle-ci sera probablement aggravée par les effets attendus du changement climatique global sur les ressources en eau. Mais prendre en compte les interactions entre dynamiques environnementales, économiques, politiques et sociales rend difficile l'élaboration de normes de gestion de l'irrigation. Souvent, seules quelques variables modelant et simulant les processus hydrologiques sont mesurées comme par exemple la recharge des nappes phréatiques, les pollutions, l'évapotranspiration, etc., pour servir d'outil d'aide à la décision (Bormann, Diekkruger *et al*., 1999). Le choix de ces mesures n'est pas neutre et peut influencer les choix politiques, eux-mêmes contribuant aux changements d'utilisation des terres agricoles et de la ressource en eau.

En effet, la vulnérabilité peut prendre plusieurs formes. Elle peut être appréhendée d'un point de vue « physique », en termes de dégâts

environnementaux ou de risques, mais également d'un point de vue « social », en termes de résilience et de capacité des sociétés à résister aux événements (Léone et Vinet, 2006 ; Reghezza, 2006 ; Beccera, 2002). Une approche globale permettrait de considérer une vulnérabilité systémique, qui analyserait les interactions et les effets domino, et qui prendrait en compte simultanément les dégâts structurels aussi bien que socio-économiques ou fonctionnels impactant la société dans son ensemble, et à différentes échelles spatiales et temporelles (fig. 4).



Le risque peut être l'impact du changement climatique. L'aléa peut être un glissement de terrain dû à une pluie diluvienne. L'adaptation à la vulnérabilité peut être l'adoption du système des puits tubés ou la promotion de cultures faiblement consommatrices en eau. La cartographie est alors un moyen de contribuer à évaluer les menaces socio-économiques encourues par les populations et les paysages par le croisement des enjeux.

Figure 4 - Schéma systémique du cycle des vulnérabilités sur un bassin-versant à vocation agricole entre adaptation, risques encourus et politiques publiques afférentes

La modélisation a commencé à s'intéresser à l'évolution des paramètres environnementaux. Mais l'intégration de *scenarii* sociaux reste très limitée (Bury, Mark *et al.,* 2013). Les modèles courants n'intègrent pas non plus les événements historiques. Il conviendrait donc, comme le suggèrent Bury *et al.* (2013) d'envisager des analyses plus globales combinant des facteurs de changement environnementaux et sociaux afin d'appréhender au mieux l'évolution hydrique à l'échelle des bassins-versants (Bury, Mark *et al.,* 2013). Pour Barlow *et al.* si les différentes communautés scientifiques partageaient davantage informations et connaissances, et étaient plus conscientes des défis interdisciplinaires afin d'apporter des réponses adéquates et informer au mieux

les décideurs, cela permettrait de développer une recherche de haute qualité et plus efficace (Barlow, Ewers *et al.,* 2011). Inciter la communauté scientifique à se concentrer sur un espace géographique spécifique pourrait aussi contribuer à accroître la sensibilisation à la diversité des questions de recherche que cet espace soulève, tant au sein des différentes disciplines qu'entre ces dernières. Cela permettrait notamment de révéler des opportunités qui pourraient exister, pour promouvoir l'acquisition de données fiables (Barlow, Ewers *et al.,* 2011).

*

La perspective de l'impact d'un changement climatique sur le système hydrique dans le Sud de l'Inde est un facteur qui incite à se soucier de la suffisance des ressources en eau à l'avenir. Au-delà du facteur économique, les changements environnementaux et les forces sociales vont jouer un rôle vital dans une future gouvernance de l'eau.

Les approches sectorielles de l'irrigation se font généralement dans le cadre de recherches destinées à dégager des mesures précises. Étudier l'irrigation sous l'angle de la systémique, en considérant ses multiples enjeux à différentes échelles spatiales et temporelles, s'avère essentiel pour envisager une gestion des ressources sur le long terme. Mais cela introduit un niveau supérieur de complexité.

Proposer des solutions afin de satisfaire les besoins de la population tout en préservant l'environnement implique que les décideurs fassent des choix non en se basant uniquement sur la seule irrigation mais en considérant l'ensemble du système en concertation avec les acteurs locaux. L'analyse systémique, reposant sur des échelles spatiales emboîtées, peut dans ce cadre s'avérer un bon outil d'aide à la décision. Une re-contextualisation à une échelle plus large de résultats spécifiques pourrait ainsi contribuer à dépasser des politiques trop sectorielles, ayant des impacts indirects négatifs au niveau local.

Bibliographie

Aspinall R. & **Pearson D.**, 2000 - Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modelling and GIS. *Journal of Environmental Management*, vol. 59, n° 4, p. 299-319.

Aubriot O., 2006 - Baisse des nappes d'eau souterraine en Inde du Sud : forte demande sociale et absence de gestion de la ressource. *Géocarrefour*, vol. 81, n° 1, mis en ligne le 21 décembre 2007, consulté le 10 février 2014. URL : http://geocarrefour.revues.org/1805

Barbiero L. ***et al.,*** 2004 -Understanding natural soil erosion vulnerability with dense electromagnetic mapping. Example of the Moole Hole forested

watershed, South India. In: *GEORISK-2004 : International Workshop on Risk Assessment in Site Characterization and Geotechnical Design*, Bangalore, India, November 26-27, 8 p.

Barbiero L., **Parate R.H.**, **Descloitres M.**, **Bost A.**, **Furian S.**, **Kumar M.S.**, **Mohan Kumar C.** & **Braun J.-J.**, 2007 - Using a structural approach to identify relationships between soil and erosion in a semi-humid forested area, South India. *Catena*, n° 70, p. 313.

Barlow J., **Ewers R. M.**, ***et al.,*** 2011 - Using learning networks to understand complex systems: a case study of biological, geophysical and social research in the Amazon. *Biological Reviews,* vol. 86, n° 2, p. 457-474.

Bart F., 2010 - Introduction. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, Pessac, n° 249, Janvier-Mars, mis en ligne le 01 janvier 2013, consulté le 05 janvier 2014. Disponible sur Internet à l'adresse http://com.revues.org/5837

Becerra S., 2002 - Vulnérabilité, risques et environnement : l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 12, n° 1, mis en ligne le 25 juin 2012, consulté le 27 janvier 2014. Disponible sur Internet à l'adresse http://vertigo.revues.org/11988

Bury J., **Mark B. G.** ***et al.,*** 2013 - New Geographies of Water and Climate Change in Peru: Coupled Natural and Social Transformations in the Santa River Watershed. *Annals of the Association of American Geographers,* vol. 103, n° 2, p. 363-374.

Donnadieu G. & **Karsky M.**, 2002 - *La systémique, penser et agir dans la complexité*. Paris : Liaisons, 269 p.

Ferrant S., **Caballero Y.**, **Perrin J.**, **Gascoin S.**, **Dewandel B.**, **Aulong S.**, **Dazin F.**, **Ahmed S.** & **Maréchal J.-C.**, 2014 - Projected impacts of climate change on farmers' extraction of groundwater from crystalline aquifers in South India. *Nature Scientific Reports 4*, Article n° 3697.

Guillerme S., **Kumar B.M.**, **Menon A.**, **Hinnewinkel C.**, **Maire E.** & **Santoshkumar A.V.**, 2011 - Impacts of public policies and farmer preferences on agroforestry practices in Kerala, India. *Environmental Management*, vol. 48, n° 2, p. 351-364.

Kumar R., **Singh R. D.** ***et al.,*** 2005. - Water resources of India. *Current Science*, vol. 89, n° 5, p. 794-811.

Léone F. & Vinet F., **dir.,** 2006. - *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques*. Montpellier : Université P. Valéry - Montpellier 3, équipe GESTER, coll. Géorisques 1.

Mall R. K., **Gupta A.** ***et al.,*** 2006 - Water resources and climate change: An Indian perspective. *Current Science,* vol. 90, n° 12, p. 1610-1626.

Minati G., 2006. - Towards a second systemics. In: G. Minati, Pessa E. & Abram M., (eds) - *Systemics of Emergence. Applications and Development*. New York: Springer, p. 667-682.

Mujumdar P.P., 2008 - Implications of climate change for sustainable water resources management in India. *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 33, n° 5, p. 354-358.

Reghezza M., 2006. - La vulnérabilité, un concept problématique. In : Léone F. & Vinet F., (dir.) - *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques.* Montpellier : Université P. Valéry - Montpellier 3, équipe GESTER, coll. Géorisques 1, p. 35-41.

Résumé

Les activités anthropiques en lien avec l'irrigation ont entraîné une transformation significative de l'environnement dans le bassin-versant de Maddur, situé au sud-ouest de l'État du Karnataka. Ici l'irrigation par puits tubés est devenue une pratique en expansion depuis 2005, dans un contexte climatique semi-aride ne permettant auparavant que des cultures pluviales associées à un élevage extensif.

Le travail mené s'est attaché à identifier spatialement les pratiques agricoles et les perceptions des acteurs concernant l'évolution des ressources et des paysages, pour mettre en évidence le rôle des contraintes économiques, sociales, politiques et environnementales comme facteurs de changements agraires en lien avec le développement de l'irrigation.

L'approche systémique aborde les interactions société/environnement/territoire et leur évolution et montre que les agriculteurs de Maddur sont non seulement devenus très dépendants des forces économiques issues du Karnataka, mais aussi de l'État voisin du Kerala où la forte demande en produits agricoles biologiques, le coût de culture élevé et la pénurie de terres cultivables encouragent les agriculteurs keralais à louer des terres à Maddur, pour y pratiquer une agriculture irriguée intensive.

Mots-clés : Inde, Karnataka, dynamique agraire, irrigation, politiques publiques, pratiques paysannes, environnement, analyse multi-scalaire, approche systémique, perceptions paysannes

Abstract

From finger millet to banana. Interest of a systems approach for understanding farmers' practices and agrarian changes induced by irrigation (Karnataka – India)

Anthropogenic activities linked with irrigation have resulted in significant transformation of environment in Maddur watershed, south-western part of Karnataka State. Here irrigation from bore wells becomes an increasing practice in a context of semi-arid climatic conditions, where rainfed agriculture and extensive livestock farming only were practiced before.

Based on interviews with farmers the survey conducted attempted to spatially identify agricultural practices and perceptions of stakeholders about the development of water resources and agrarian landscapes. This highlighted the factors inducing changes such as economic, social, political and environmental constraints.

Systemic approach, through society/environment/territory interactions and their evolution shows that farmers of Maddur wateshed are very much dependant of economic forces coming not only from the Karnataka State but also from the neighboring Kerala state where the high demand on organic products, the high cost of cultivation and the land scarcity encourage keralite farmers to take on rent lands in Maddur.

Keywords : *India, Karnataka, Agrarian dynamics, irrigation, public policies, farmers' practices, environment, multilevel analysis, systems approach, farmers' perceptions*