



HAL
open science

Entre urbanisation et patrimonialisation : le lac d'Oussudu en devenir (Pondichéry, Tamil Nadu), Inde du Sud

Raphaël Mathevet, Simon Targowla, Munisamy Anbarashan, Govindan Venkatasubramanian, Narayanan Ayyappan, Nicolas Bautès

► To cite this version:

Raphaël Mathevet, Simon Targowla, Munisamy Anbarashan, Govindan Venkatasubramanian, Narayanan Ayyappan, et al.. Entre urbanisation et patrimonialisation : le lac d'Oussudu en devenir (Pondichéry, Tamil Nadu), Inde du Sud. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, 2020, 73 (281), pp.129-162. 10.4000/com.11082 . hal-03135732

HAL Id: hal-03135732

<https://hal.science/hal-03135732v1>

Submitted on 21 Feb 2025

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Les Cahiers d'Outre-Mer

Revue de géographie de Bordeaux

281 | Janvier-Juin

Environnement : perspectives indiennes

Entre urbanisation et patrimonialisation : le lac d'Oussudu en devenir (Pondichéry, Tamil Nadu), Inde du Sud

Raphaël Mathevet, Simon Targowla, Munisamy Anbarashan, Govindan Venkatasubramanian, Narayanan Ayyappan et Nicolas Bautès



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/com/11082>

DOI : 10.4000/com.11082

ISSN : 1961-8603

Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 2020

Pagination : 129-162

ISSN : 0373-5834

Ce document vous est fourni par INIST - Centre national de la recherche scientifique (CNRS)



Référence électronique

Raphaël Mathevet, Simon Targowla, Munisamy Anbarashan, Govindan Venkatasubramanian, Narayanan Ayyappan et Nicolas Bautès, « Entre urbanisation et patrimonialisation : le lac d'Oussudu en devenir (Pondichéry, Tamil Nadu), Inde du Sud », *Les Cahiers d'Outre-Mer* [En ligne], 281 | Janvier-Juin, mis en ligne le 01 janvier 2022, consulté le 21 février 2025. URL : <http://journals.openedition.org/com/11082> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/com.11082>



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-ND 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.



Entre urbanisation et patrimonialisation : le lac d'Oussudu en devenir (Pondichéry, Tamil Nadu), Inde du Sud

Raphaël Mathevet^{1,2,*}, Simon Targowla¹,
Munisamy Anbarashan¹, Govindan Venkatasubramanian¹,
Narayanan Ayyappan¹ et Nicolas Bautès¹

Résumé

Cet article propose d'explorer l'articulation entre conservation de la biodiversité, gestion de l'eau, patrimonialisation et urbanisation dans le sud de l'Inde. L'histoire socio-environnementale d'une zone humide située aux franges de l'agglomération de Pondichéry montre comment un lac réservoir pour l'irrigation est devenu progressivement un lac support de biodiversité à des fins récréatives. Cette étude met en évidence des visions planificatrices divergentes et la place des collusions institutionnelles et politiques. Elle souligne le besoin d'adopter une approche basée à la fois sur la gestion des communs et une analyse multi-scalaire, socio-écologique, hydrologique et multi-acteurs.

Mots-clés : aire protégée, zone humide, gestion de l'eau, political ecology, système socio-écologique, biodiversité, planification régionale et environnementale, systèmes socio-écologiques.

1. French Institute of Pondicherry (IFP) – UMIFRE 21 CNRS-MAEE/USR 3330 – 11, St. Louis street, P.B. 33 – Pondicherry 605001, India.

2. CEFE, CNRS, Univ. Montpellier, Univ. Paul Valéry Montpellier 3, EPHE, IRD, Montpellier, France.

* Correspondence: Raphaël Mathevet, French Institute of Pondicherry (IFP) – UMIFRE 21 CNRS-MAEE/USR 3330 – 11, St. Louis street, P.B. 33 – Pondicherry 605001, India. Courriel: raphael.mathevet(at)cefe.cnrs.fr.

| **Abstract** |

This paper aims to explore the articulation between biodiversity conservation, water management, heritage and urbanization in South India. The socio-environmental history of a wetland located at the margins of the Pondicherry metropolitan area shows how a reservoir lake for irrigation gradually became a lake supporting biodiversity for recreational purposes. This study highlights divergent planning visions and the place of institutional and political collusion. It underlines the need to adopt an approach based both on the management of the commons and a multi-scalar, socio-ecological, hydrological and multi-stakeholder analysis.

Keywords: *protected area, wetland, water management, political ecology, social-ecological system, biodiversity, regional and environmental planning.*

Introduction

Définies comme des « étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres », les zones humides abritent une grande diversité de paysages, d'habitats et d'espèces (Barnaud et Fustec, 2007). Elles figurent parmi les écosystèmes les plus riches en biodiversité et les plus productifs de la planète (Moore, 2006 ; Ghermandi *et al.*, 2010 ; Russi *et al.*, 2012). Partout dans le monde et quelles que soient leurs situations, à proximité des grands pôles urbains ou d'espaces à faible densité humaine, elles sont aujourd'hui soumises à des pressions croissantes, subissant les effets d'une urbanisation galopante et d'une industrialisation qui en font les écosystèmes les plus menacés au monde avec les forêts tropicales (Turner *et al.*, 2000 ; Maly et Barker, 2009). Au cours du xx^e siècle, les zones humides ont vu leur superficie se réduire de 64 à 71 % selon leur nature et localisation (Davidson, 2014). En dépit de la création et la mise en œuvre en 1971 de la Convention Ramsar visant la reconnaissance de zones humides d'importance internationale pour les oiseaux d'eau, leur protection et la promotion de modes de gestion durable au moyen d'un vaste arsenal juridique désormais opératoire dans la plupart des pays du monde, les zones humides continuent de se dégrader, leur superficie déclinant inexorablement. Ce mouvement est particulièrement marqué dans le continent asiatique, qui a vu la disparition d'environ 2,65 millions de km² depuis le début du siècle passé (Hu *et al.*, 2017 ; Davidson, 2014).

Dans ce domaine, l'Inde fait figure d'exemple paradigmatique : d'une superficie totale de quelque 58 millions d'hectares au début du xxi^e siècle,

les zones humides du pays sont de plus en plus menacées (Foote *et al.*, 1996 ; Prasad *et al.*, 2002). Les principales causes de dégradation sont bien identifiées : l'urbanisation rapide à l'œuvre dans l'ensemble du pays, outre de se traduire par une augmentation de la demande en eau souterraine à des fins de consommation domestique, conduit à une demande grandissante en espaces industriels et commerciaux (Sahu et Sikdar, 2011 ; Bassi *et al.*, 2014 ; Denis et Zérah, 2017). À cela s'ajoute une tendance marquée vers une mise en patrimoine tournée vers le développement d'infrastructures touristiques et de loisirs venant transformer et fragiliser ces milieux (Cormier-Salem *et al.*, 2002). Malgré le nombre de réglementations, programmes et politiques mises en œuvre pour prévenir de tels effets et assurer la régulation de leurs usages visant notamment à répondre aux objectifs de développement durable³, des crises environnementales multiples continuent aujourd'hui de questionner l'efficacité de l'action publique pour la protection de la nature. La collusion d'intérêts divergents, des faits de corruption et le manque de moyens d'action locaux sont souvent désignés comme les principales causes de l'échec des programmes de conservation dans le monde (Smith *et al.*, 2003). Ces causes combinées sont particulièrement saillantes dans le contexte indien. Elles relèvent à la fois de tendances lourdes observées dans le fonctionnement général de l'action publique d'État et de ses bureaucraties locales (Gupta 2012) et dans celui, plus spécifique, des transactions foncières urbaines et rurales. Lenteurs administratives, corruptions et collusions d'intérêts s'expriment ainsi dans la gestion des espaces à forts enjeux que constituent zones humides et autres espaces de nature (Doshi et Ranganathan 2017). Partant de ces constats généraux, cet article propose d'explorer l'articulation entre conservation de la biodiversité des zones humides, gestion de l'eau, patrimonialisation et urbanisation dans le sud de l'Inde.

Le Tamil Nadu est le troisième État le plus urbanisé de l'Inde, avec plus de 35 millions de personnes vivant dans des espaces considérés comme urbains, ce qui représentait environ 48 % de la population lors du dernier recensement officiel (Census of India, 2011)⁴. Les espaces ruraux du Tamil Nadu abritent un réseau unique de zones humides artificielles – qualifiées localement de réservoirs (*tank* en anglais) – progressivement érigé au cours des siècles à des fins d'irrigation des terres agricoles (Adiceam, 1966). Ces

3. Par exemple, les lois nationales sur les zones humides de 2010 et 2017, qui excluent toutefois de leur définition les rizières et cultures inondées, contrairement à la définition généralement admise ailleurs.

4. Ce chiffre est ici proposé à titre indicatif. Il décrit pour le cas du Tamil Nadu un phénomène doublement sous-estimé à l'échelle du pays, à la fois par son caractère daté (2011), et en raison de problèmes de classification statistique. Selon Pradhan (2017), une partie importante de l'urbanisation rapide observée dans les dernières décennies est liée à la croissance et la densification de petites agglomérations villageoises (classifiées comme rurales) qui répondaient déjà aux critères de définition des espaces urbains par le Census of India en 2011.

lacs réservoirs, dont la superficie varie de quelques centaines de m² à plusieurs dizaines ou centaines de km² selon la topographie et les régions, sont associés à de nombreuses pratiques sociales : on y pêche, on y chasse (malgré les interdictions) ; on y collecte des plantes médicinales ; on y récolte les scirpes pour les couvertures en chaume traditionnelles ; on en exporte les sédiments pour amender les terres agricoles ; on utilise l'étendue et la richesse de leur sol pour le pâturage du bétail où des cultures pluviales ; enfin, selon les saisons, on y plante des arbres ou récolte du bois de feu. Cette diversité de pratiques mises en œuvre dans un seul et même espace explique que dans cette région, les lacs réservoirs aient été érigés en véritables *institutions du quotidien*, participant pleinement de l'organisation sociale et politique des villages (Aubriot, 2013). Cependant, depuis plusieurs décennies, cette institution a été profondément remodelée, notamment par une crise de la gestion de l'eau observée à tous les niveaux de la structure sociale agraire (Nagendra et Ostrom, 2014).

Sur la base d'une reconstitution de la trajectoire historique du lac d'Oussudu sur un siècle (*Ousteri* en tamoul, *eri* signifiant indifféremment lac, étang ou réservoir), cet article analyse la combinaison des enjeux d'ordre environnementaux, spatiaux et sociopolitiques qui caractérise cette zone humide sur une période de trois siècles. L'histoire socio-environnementale d'un espace situé aux franges de l'agglomération urbaine de Pondichéry et partagé entre deux entités territoriales – celle que recouvre l'*Union Territory* de l'ancien comptoir français et celle de l'État Tamil Nadu – met en évidence la place des collusions institutionnelles et politiques qui prévalent dans la gestion environnementale, qui relèvent tant de conflits d'usage, de jeux de pression et de velléités d'appropriation et de contrôle de l'espace (Ripoll et Veschambre 2005) que de visions planificatrices divergentes.

L'étendue de la superficie des hautes eaux du lac est distribuée presque également entre les deux territoires, et Ousteri est le plus grand lac réservoir de Pondichéry, ce qui en fait une ressource environnementale et touristique unique dans la région, et un lieu nouvellement convoité pour l'approvisionnement en eau potable de la ville (Figure 1). C'est dire combien cet espace figure au cœur de stratégies multiples d'appropriation et d'aménagement portées par les gouvernements des deux entités territoriales et leurs instances opérationnelles, qu'elles relèvent des départements des forêts (*Forest Department*), du tourisme (*Tourism Department*) ou des travaux publics (*Public Work Development*).

L'histoire récente de ce réservoir et de ses environs s'apparente à bien des égards à celle de nombreux lacs urbains ou périurbains. Communs ruraux⁵, ils

5. La notion de « communs ruraux », traduction adaptée de celle de *Rural common property resources (CPR)*, désigne en Inde toute ressource susceptible d'être utilisée par les populations rurales, dont elles assurent la gestion collective par l'intermédiaire des *villages panchayats* ou conseils villageois :



sont, en Inde, confrontés à des pressions urbaines sans précédent (D'Souza et Nagendra, 2011 ; Surya, 2016 ; Lele et Sengupta, 2018 ; Hettiarachchi *et al.*, 2019). La croissance de la population de Pondichéry a été de 28 % durant la décennie 2001-2011 (derniers chiffres officiels publiés), l'agglomération ayant aujourd'hui dépassé le million d'habitants (Census of India, 2011). La reconnaissance du lac comme « sanctuaire d'oiseaux » (*Bird Sanctuary*, équivalent d'une réserve naturelle nationale en France) en 2008 pour la partie pondichérienne et en 2015 pour la zone située dans le Tamil Nadu, dans le but premier de protéger l'environnement et la faune sauvage, a rapidement ouvert la voie à la difficile recherche d'un compromis entre irrigation, conservation de la biodiversité, développement touristique et demande en eau potable. Cette position, défendue au plus haut des instances publiques, s'avère critique dans un contexte de forte expansion urbaine sur les terres agricoles et de la demande associée en eau potable.

Dans la mesure où l'urbanisation rapide constitue une préoccupation mondiale majeure pour le devenir d'un grand nombre de zones humides, l'étude de la trajectoire socio-écologique du lac d'Oussudu nous semble pouvoir contribuer à mettre en évidence les problèmes typiques de gestion et de gouvernance auxquels sont confrontées les zones humides urbaines et périurbaines.

Dans un premier temps nous proposons une brève description de notre méthode et du contexte socio-écologique de notre étude de cas. Nous explorons ensuite l'histoire de cette zone humide depuis le XVII^e siècle pour révéler la dynamique des interdépendances, en accordant une attention particulière à la manière dont les politiques de planification et de développement antérieures ont entraîné des boucles de rétroaction et des conséquences inattendues. Nous terminons ce voyage par les enseignements conceptuels et pratiques que cette étude de cas fournit.

Méthode

Dans le contexte des changements environnementaux planétaires, un nombre croissant d'études environnementales mobilisent le cadre d'analyse des systèmes socio-écologiques (SSE) pour comprendre les effets des interdépendances et des rétroactions sur la résilience et la vulnérabilité de ces systèmes (Berkes et Folke, 1998 ; Steffen *et al.*, 2004 ; Nagendra et Ostrom, 2014), appréhendés pour leurs caractères complexes et adaptatifs impliquant

pâturages, forêts et bois, forêts gouvernementales protégées et non classées, terrains vagues, aires de battage communes, étangs et réservoirs, rivières, ruisseaux, réservoirs d'eau, et canaux d'irrigation (NSSO 1999).

des processus multi-niveaux et multi-échelles avec des rétroactions non linéaires caractérisées par des niveaux élevés d'incertitude (Anderies *et al.*, 2013 ; Mathevet et Bousquet 2014). Pour embrasser cette complexité, divers outils conceptuels ont été développés dans différentes disciplines et domaines de recherche, en particulier dans les sciences de la durabilité (Kates, 2011). Comme les zones humides sont généralement composées de paysages situés et produits par les activités humaines et issus de jeux de pouvoir changeant (Mathevet, 2004 ; Nagendra et Ostrom, 2014), il semble pertinent de compléter ce type d'analyse par une exploration de la façon dont le pouvoir façonne la dynamique de ce SSE. La source des problèmes environnementaux réside souvent dans les changements passés d'utilisation et de contrôle des différentes ressources, et dans leurs impacts systémiques à long terme (Blaikie et Brookfield, 1987 ; Robbins, 2012). Dès lors, étudier les problèmes de conservation de la biodiversité dans les zones humides artificielles dans toute leur complexité conduit à prendre en compte les facteurs sociaux, politiques, économiques et écologiques dans toute leur épaisseur historique. En effet, les conflits sociaux contemporains sont souvent le résultat d'un tissu historique de relations sociales, de droits d'accès et de politiques de contrôle (Neumann, 2005). Bien que ceci puisse être observé pour tout type d'espace, les écologies des zones humides demeurent trop peu analysées sous l'angle des interactions entre les décisions et les actions humaines dans et autour de la zone humide elle-même. Ce positionnement inscrit notre analyse dans une démarche interdisciplinaire, notamment située à l'articulation de la géographie humaine, de l'écologie des zones humides et de l'écologie politique historique (Mathevet *et al.*, 2015).

L'étude de cas présentée mobilise un corpus de données secondaires et primaires permettant d'envisager de manière combinée tous les aspects de la dynamique de cette zone humide au fil du temps : observations et mesures de terrain provenant du suivi écologique (cartographie de la végétation, suivi des niveaux d'eau), enquête compréhensive conduite sur la base d'observations et d'entretiens, données d'archives, rapports et anciennes cartes de la région. Dans le but de mettre en contexte le corpus collecté, nous avons conduit une revue systématique de la littérature scientifique et institutionnelle, écumant rapports d'expertise et articles de presse, et croisant le tout avec les données relatives aux systèmes et pratiques agricoles, à l'irrigation et à la planification régionale collectées au sein de l'Institut Français de Pondichéry sur une période de 30 ans. À cela s'ajoutent 23 entretiens réalisés avec des spécialistes des ressources naturelles (écologues et chercheurs en sciences sociales) qui ont étudié la région de manière approfondie au sein de l'université de Pondichéry, des militants locaux impliqués dans la protection de la nature et son étude, des représentants des départements des forêts, des travaux publics et du tourisme,

des propriétaires fonciers locaux, des pêcheurs et des chasseurs. Les entretiens compréhensifs ont conduit à restituer de brèves trajectoires professionnelles et à collecter des récits d'acteurs relatifs à la compréhension de la dynamique socio-écologique actuelle et passée du lac, l'identification des principales tendances et des principaux moteurs et leviers de changement, en interrogeant nos interlocuteurs sur ce que pourraient être les attributs (et les valeurs) des zones humides à l'avenir. Par ailleurs, nous avons engagé en septembre 2017 un recensement mensuel des oiseaux d'eau présents et circulant sur la zone humide afin d'évaluer les changements dans la composition des espèces, comparant ensuite ces données avec les tendances identifiées par les principaux acteurs eux-mêmes dans une autre publication. Le travail de terrain a été l'occasion de croiser ces avis d'experts avec ceux des parties prenantes locales telles que pêcheurs, éleveurs de bétail ou propriétaires fonciers à proximité du lac d'Oussudu.

Le cas d'étude et les principaux enjeux observés

Pondichéry est l'un des territoires indiens les plus urbanisés, disposant d'une couverture urbaine atteignant environ 68 % de sa superficie totale (*Ministry of Housing and Urban Affairs*, 2018). Les eaux de surface de la région sont alimentées par deux fleuves principaux : Gingee et Pennaiyar. 84 réservoirs, dont 59 réservoirs-systèmes (associés à un système de remplissage à partir d'un cours d'eau plus ou moins éloigné) et 25 réservoirs (sans système de prise d'eau en amont) ont été signalés en 2004 (TRPP, 2004 ; Figure 2). Situé à 10 km à l'ouest du centre historique de Pondichéry, près du village d'Oussudu, le site se présente comme une zone humide d'eau douce périurbaine établie à partir d'un lac réservoir construit sous l'empire Vijayanagar (XIV-XVI^e siècles) à des fins d'irrigation des terres agricoles (Perennou, 1990). Le réservoir d'Oussudu se trouve au fond d'une légère dépression naturelle. Le lac est peu profond : le niveau de l'eau oscille entre l'assèchement estival et un maximum de 3,5 m. Le plan d'eau a une superficie totale d'environ 850 ha, dont 390 ha relèvent de Pondichéry, le reste étant sur le territoire du Tamil Nadu (Figure 1). Il est bordé par deux digues qui portent une route goudronnée au trafic très dense, au sud, et à l'ouest, par une route très dégradée principalement utilisée par les villageois se rendant à leurs champs. Les autres rives résultant de la pente naturelle du terrain sont bordées de cultures et de plantations. Lorsque le réservoir n'est pas complètement rempli, le secteur nord est susceptible d'être cultivé par les villageois tandis que les autres secteurs sont habituellement utilisés pour le pâturage du bétail. L'espace environnant est constitué de villages, de terres agricoles et de plantations forestières dans la partie du Tamil Nadu, tandis que la portion

pondichérienne est dominée par une occupation essentiellement urbaine et industrielle.

Le réservoir d'Oussudu doit être pensé comme un système d'irrigation complet composé du canal de Suthukanni relié à Suttukannianicut, barrage construit sur le fleuve Gingee à la fin du XIX^e siècle (Antony, 1982), d'un petit bassin-versant d'environ 40 km² prolongé par plusieurs petits réservoirs supérieurs, et des canaux d'irrigation de la zone agricole irriguée appelée également « zone de commandement » (*command area* ou *ayacut*) de 1 538 ha, principalement utilisés pour la production de riz (Figure 1). Ainsi, le lac est respectivement alimenté par les eaux du fleuve via le long canal de Suthukanni (65 %), par les eaux de ruissellement du bassin-versant (30 %) et enfin, par les déverses aval des réservoirs supérieurs (5 %) (Atkins, 2001).

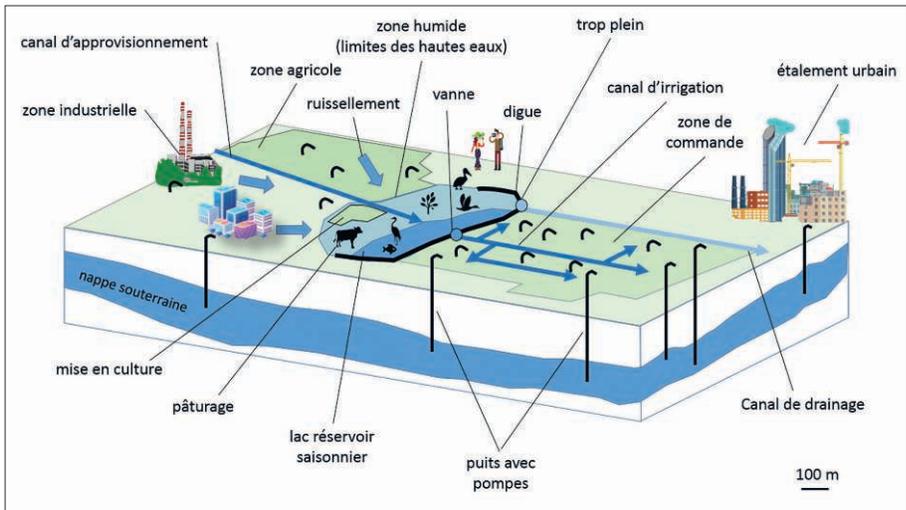


Figure 2 – Schéma d'un lac réservoir et son système d'irrigation, montrant les usages des eaux de surface et souterraines, ainsi que les enjeux de conservation des zones humides

Source : Adapté de Aubriot and Prabhakar 2011, Réalisation : RM, IFP

De mousson tropicale, son régime climatique est caractérisé par une pluviométrie moyenne de 1 338 mm/an et par des températures annuelles moyennes allant de 24,1 à 33,1 °C (Prusty *et al.*, 2011). Le lac d'Oussudu présente donc des variations saisonnières de surface (en moyenne 320 ha) et de profondeur (1,2 m), principalement dues à la mousson du nord-est, et l'eau est caractérisée par une légère alcalinité (Sharma, 1997). Cette pluie saisonnière est la principale source d'eau de la région, remplissant les réservoirs et rechargeant les eaux souterraines. La mousson du nord-est qui s'étend d'octobre à décembre fournit 63 % des précipitations annuelles (Barrat, 1999). Dans ce contexte climatique, les réservoirs et leurs systèmes de collecte des eaux de

pluie jouent historiquement un rôle clé en tant que ressource pour l'irrigation mais aussi pour les usages domestiques et industriels. Aujourd'hui, ce sont principalement les eaux souterraines qui sont utilisées pour l'irrigation dans la région (Venkatasubramanian *et al.*, 2017). Des puits de forage l'extraient des trois principaux aquifères de la région de Pondichéry : aquifères alluviaux, aquifères de grès de Cuddalore et aquifères de grès de Vanur-Ramanathapuram. Si les aquifères supérieurs peuvent être rechargés par les eaux de surface dans la région, les plus profonds sont rechargés par des sources situées beaucoup plus en amont (TRPP, 2004).

La variabilité climatique a une profonde influence sur l'hydrologie du réservoir. Ainsi, la date et l'heure de remplissage, le volume et la profondeur de l'eau, ainsi que la date et la durée de l'assèchement varient considérablement. Historiquement, le réservoir concentrait les pluies de septembre-décembre et avait, jusqu'à récemment, deux objectifs (Perennou, 1990) : d'une part, celui d'irriguer les cultures et en particulier les rizières environnantes entre décembre et juin-juillet en fonction de la disponibilité de l'eau et de la demande des agriculteurs de la zone de commandement ; d'autre part, celui de permettre la recharge par infiltration de la nappe phréatique qui alimente en eau potable la ville de Pondichéry, bien que les travaux récents en hydrogéologie aient montré que ce phénomène n'a lieu en réalité que sur les marges du lac en période de hautes eaux, puisqu'il s'agit d'une cuvette d'argile (A. Selles, com. pers., BRGM, Hyderabad, WaterPondy project).

Selon les archives du Département des travaux publics de Pondichéry (PWD), au cours des années 1970 et 1980, le réservoir commence à se remplir entre septembre et décembre (Figure 3). Les niveaux maximums sont observés entre novembre et février et l'assèchement se fait progressivement entre février et août et se produit presque chaque année. La période d'assèchement peut être très différente selon que le PWD attribue l'eau aux agriculteurs ou, au contraire, choisit de la réserver pour recharger la nappe phréatique ou à des fins de conservation de la biodiversité et de tourisme. De plus, le remplissage est généralement très rapide, complété en 1 ou 2 semaines selon les précipitations et les débits du canal d'alimentation. Les données hydrologiques disponibles (Figure 3) montrent qu'avant 2004, le réservoir d'Oussudu était une zone humide saisonnière dynamique, temporairement inondée et principalement sèche de mai à septembre, disposant de quelques pièces d'eau résiduelles ici et là. De 2004 à 2018, le débit restreint à des fins d'irrigation en aval (d'une durée d'environ 15 jours/an) a limité le processus d'assèchement. Le lac, qui n'avait jamais été complètement asséché depuis 2003, le fut à nouveau en 2018, 2019 et 2020.

Le plan d'eau, les franges et les rizières et forêts environnant le lac d'Oussudu constituent une unité écologique fonctionnelle abritant une grande diversité d'habitats pour la faune, marquée par l'influence des activités humaines (Sharma, 1997; Manimekhalan *et al.*, 2005). Du point de vue écologique, le lac est également lié à d'autres zones humides clés de la région, telles que Kaliveli (située à 20 km au nord) et Bahour (située à 17 km au sud) et participe au réseau mondial d'habitats pour les oiseaux d'eau. C'est une halte migratoire et une zone d'hivernage importante pour un grand nombre de migrateurs (en particulier les échassiers et les canards), également très riche en flore (Jhunjhunwala, 1998; Davidar, 2011; Prusty *et al.*, 2011; Kumaran *et al.*, 2012).

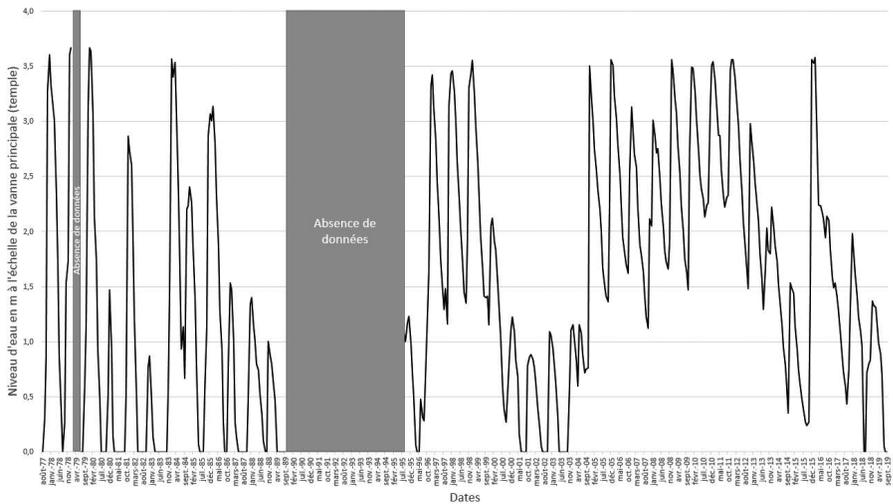


Figure 3 – Évolution des niveaux d'eau saisonniers du lac d'Oussudu, Pondichéry, Inde du Sud

Source : données compilées à partir des archives et cahiers du PWD. Réalisation : RM & AM, IFP.

Cet écosystème offre par ailleurs d'importantes possibilités de subsistance aux populations environnantes (eau pour l'irrigation, baignade, lavage des vêtements, pâtures, pêche, chasse, loisirs et tourisme). Le lac d'Oussudu et la zone humide qui l'entoure (en incluant les rizières) sont ainsi identifiés comme très importants par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), et reconnu comme zone remarquable pour les oiseaux (IBA) par la Société d'Histoire Naturelle de Bombay (BNHS). La zone humide est également signalée dans le cadre du programme national de conservation des zones humides (NWCP) par le ministère indien de l'environnement et des forêts (*Ministry of Environment and Forest*). Le Bureau asiatique des zones humides (AWB) a inclus le lac dans sa liste de 115 zones humides d'importance en Asie. Il a été déclaré premier sanctuaire d'oiseaux de Pondichéry en 2008

(Prusty *et al.*, 2011) (Figure 4). Le périmètre du sanctuaire a été limité au plan d'eau et aux rives du lac. La protection juridique et l'interdiction de toute activité humaine, à l'exception de l'écotourisme, ont été étendues en 2015 aux 331,79 ha appartenant au district de Villupuram dans le Tamil Nadu (SER, 2016). Le sanctuaire est à ce jour sous la gestion conjointe des départements des forêts et de la faune des gouvernements de Pondichéry et du Tamil Nadu. Les eaux de surface et les installations d'irrigation sont toujours contrôlées par le Département des travaux publics (PWD) du Gouvernement de Pondichéry en coordination avec son Département du tourisme. Récemment, le lac et ses environs sont confrontés à une pression grandissante sous l'effet de l'expansion urbaine des localités environnantes, matérialisée par l'établissement de plusieurs équipements d'envergure: école de médecine, hôpital, parc d'attractions et quatre zones industrielles⁶. Selon les communiqués de presse et les rapports d'experts, la population locale et les militants écologistes, la pêche et la chasse illégales, les déversements industriels et domestiques, la pollution agricole et industrielle de l'eau ont en effet un impact sur le lac lui-même et ses environs immédiats, tandis que la zone de commandement est confrontée à une expansion urbaine croissante.

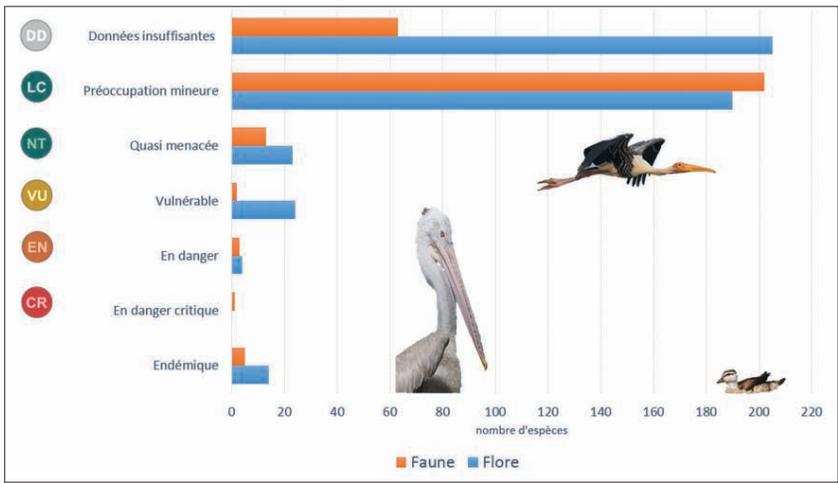


Figure 4 – Schéma de synthèse des changements de modèles de développement et des régimes de gestion du lac d'Oussudu en interactions avec les ressources naturelles et ses environs au cours des 60 dernières années, Pondichéry, Inde du sud

Source: observations pers. (2017-2020), Alexandar et Sivasankar (2013), Murugesan *et al.* (2013), Padmavathy *et al.* (2010), SACON (2011), Chari et Abbasi (2003). Réalisation : RM & AM, IFP.

6. La principale zone industrielle, située dans la partie nord-ouest du lac, est composée d'unités industrielles de verre, de caoutchouc et de cuivre, tandis que la seconde, située sur les marges du lac le long de la route de Puducherry, forme un cluster composé d'une usine de production cosmétique, d'une école vétérinaire, d'une brasserie et d'une laiterie, (Figure 1).

Trajectoire socio-écologique du lac réservoir d'Oussudu

Reconstituer l'histoire des dynamiques socio-écologiques de la région et montrer comment les changements dans l'utilisation des terres, les infrastructures publiques, la gestion de l'eau et les principes prévalant à sa gestion ont eu un impact sur l'écologie des zones humides, fournit des indications clés sur les origines des problèmes découlant des récents projets visant à la fois à utiliser l'eau et à conserver la biodiversité. En proposant un récit de l'histoire environnementale de cette zone humide, notre analyse détaille la création d'une aire protégée et la manière dont la dynamique socio-écologique a changé au fil du temps. Ce récit se concentre aussi sur les effets de la politique de conservation de la biodiversité sur les différentes parties-prenantes, mettant en évidence leurs différentes visions des dimensions sociales et écologiques de cet espace singulier. Sur cette base, il est alors possible de synthétiser et de dresser quelques tendances générales de cette dynamique à partir d'une périodisation (Figure 5). Quatre périodes sont ainsi caractérisées, chacune étant définie par des modes de développement et des régimes de gestion spécifiques à ce SSE. L'activité humaine dominante structurant l'espace social et écologique et guidant l'exploitation des ressources naturelles constitue ce que nous appelons un modèle de développement (MD). Le régime de gestion est ici entendu comme l'ensemble des principes, normes, règles et processus décisionnels implicites ou explicites autour desquels convergent les attentes des acteurs en matière de gestion des terres et des ressources naturelles (Mathevet *et al.*, 2018a).

Période 1. Un commun rural : le lac réservoir pour l'irrigation durant l'occupation française (1670-1950)

Le modèle de développement agricole de Pondichéry et du Tamil Nadu (MD1) est historiquement basé sur l'usage des eaux de surface à des fins d'irrigation (Figure 5). L'espace agricole a longtemps été façonné par la construction de réservoirs pour récolter et stocker l'eau de pluie (lac Oussudu et réseau d'irrigation associé). Les principaux travaux d'entretien des réservoirs consistaient à enlever régulièrement la vase. Plusieurs documents font état des nombreuses tentatives de l'administration française coloniale pour rationaliser la gestion de l'irrigation. Les travaux de rénovation et d'agrandissement du réservoir d'Oussudu, entrepris en 1860 (Glaux, 1972), ont donné lieu à la construction d'un vaste système de canaux d'irrigation (Abassi, 1997). Le régime de gestion du réservoir d'irrigation était alors collectif, structuré par des institutions coutumières et concernait l'entretien des infrastructures d'irrigation ainsi que le partage des terres et de l'eau de

la zone de commandement (Antony, 1982; Aubriot, 2013). Les autorités publiques dirigeaient l'entretien du réservoir, tandis que les groupes de gestion collective de l'irrigation dans chaque village de la zone de commandement étaient spécifiquement chargés des canaux d'irrigation.

La gestion des réservoirs doit être comprise comme le résultat d'une concurrence à la fois entre institutions formelles et informelles, et entre différents groupes sociaux (castes et organisations villageoises), chacun cherchant à assurer le contrôle de la gestion des lacs (Prabhakar, 2007; Aubriot, 2013). Des activités telles que la chasse, la pêche, le pâturage et la récolte de plantes aquatiques étaient historiquement pratiquées librement par les villageois (Scott, 1989). Le bois de chauffage et de construction, les plantes médicinales, le limon et les hélophytes, mais aussi l'eau douce à usage domestique étaient des ressources précieuses assurées par la zone humide.

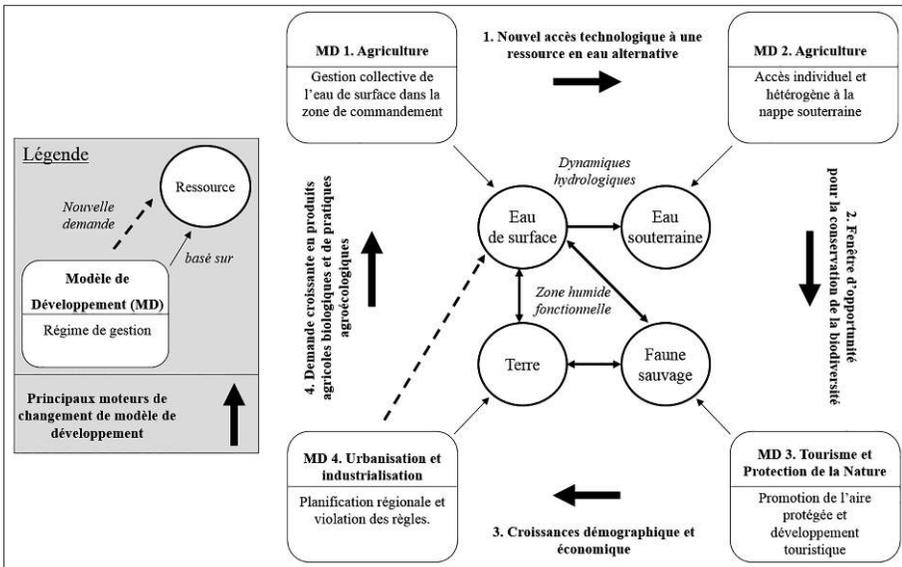


Figure 5 – Schéma de synthèse des changements de modèles de développement et des régimes de gestion du lac d'Oussudu en interactions avec les ressources naturelles et ses environs au cours des 60 dernières années, Pondichéry, Inde du sud

Source : Réalisation : RM & ST, IFP

Période 2. Exploitation des eaux souterraines et déconnexion de l'agriculture des eaux de surface (1950-1990)

Après l'Indépendance (1947) et la rétrocession de Pondichéry à l'Union indienne (1954), dans une période par ailleurs marquée par la Révolution verte (1960-1970), les innovations techniques (puits, pompes submersibles), l'accès

à l'électricité (extension du réseau électrique dans les villages, électricité gratuite pour les agriculteurs) et les politiques d'incitation ont favorisé le passage à un nouveau modèle de développement agricole (MD2, Figure 5) basé sur une ressource alternative pour l'irrigation : les eaux souterraines (Anthony, 1982 ; Marius, 1992). Depuis 1985, l'irrigation par les eaux de surface a fortement régressé, si bien qu'en 1992, plus de 99 % des terres irriguées de la région de Pondichéry dépendaient des eaux souterraines (TRPP, 1999). Le lac d'Oussudu et ses installations d'irrigation (écluses, canaux d'alimentation et d'irrigation) tombent progressivement en désuétude (Atkins, 2001). En conséquence, les agriculteurs ne peuvent plus compter sur les eaux de surface, plaçant les populations sans terre et les petits propriétaires n'ayant pas les moyens d'installer des puits de forage pour l'irrigation sous l'influence dominante des *seigneurs de l'eau* pour l'irrigation. Ces riches agriculteurs, capables d'investir dans des forages et des pompes, ont en effet utilisé leur libre accès à la ressource en eau souterraine pour la vendre aux petits agriculteurs sur les marchés informels de l'eau (Palanisami et Balasubramanian, 1998 ; Balasubramanian et Selvaraj, 2003). Ce faisant, ils ont étendu leur mainmise économique et leur influence socio-politique, pouvoirs dont ils disposaient par leur capacité à s'imposer comme décideurs clés dans la gestion collective des lacs réservoirs. Plusieurs auteurs ont souligné combien le déclin rapide de la gestion des lacs était lié à l'effondrement des institutions locales, lui-même dû à la diffusion massive des motopompes et à l'urbanisation des villages (Janakarajan, 2004 ; Shaktivadivel *et al.*, 2004 ; Aubriot et Prabhakar, 2011). Ainsi, le régime de gestion s'est fortement individualisé, l'accès à la ressource en eau souterraine étant dès lors réglementé par la propriété foncière et la capacité économique individuelle (Aubriot, 2013). Ce second modèle de développement a progressivement remplacé le précédent, ouvrant une fenêtre d'opportunité pour la conservation de la nature. La faune associée à ces zones humides pourrait dès lors être considérée comme une externalité positive de la construction de lacs réservoirs en général. Tandis que leur fonction d'irrigation était en train de disparaître, l'accent pourrait alors être mis sur le tourisme et la conservation de la nature.

Période 3. Un lac réservoir en déclin devient un sanctuaire pour les oiseaux (1990-2015)

Plusieurs politiques gouvernementales ont transformé les modes d'utilisation de l'eau du lac réservoir d'Oussudu. Lorsqu'en 1998, un projet de réhabilitation des lacs et étangs réservoirs à Pondichéry (TRPP) est lancé sous l'égide du Département de l'agriculture de Pondichéry et d'institutions communautaires villageoises bénéficiant d'un financement de la Commission

européenne, l'enjeu consistait à réhabiliter les systèmes d'irrigation par réservoirs en créant des « associations de réservoirs » (*Tank association*) permettant de transférer les moyens de gestion des réservoirs aux agriculteurs. Le lac d'Oussudu figure alors parmi les 80 réservoirs ciblés, soumis à deux séries d'opérations de réhabilitation, l'une finalisée en 2004 (TRPP, 2004) l'autre en 2008. Malgré ces efforts, l'agriculture locale reste dominée par l'irrigation à partir des eaux souterraines. Dans la région, les lacs réservoirs sont maintenant de plus en plus considérés comme un héritage culturel, symbolisant l'identité villageoise et assurant la permanence des pratiques rituelles depuis les temples qui les bordent. Depuis le milieu des années 2000, le lac réservoir d'Oussudu est aussi promu par les autorités locales comme *Oussudu Lake Bird Sanctuary*, zone protégée pour la vie sauvage, patrimoine naturel et destination touristique de la proche banlieue de la ville de Pondichéry (Figure 1).

La création du sanctuaire d'oiseaux, respectivement en 2008 pour sa partie située à Pondichéry et en 2015 pour celle située dans l'État voisin, est le résultat de l'interaction de quatre facteurs : (1) la demande croissante des naturalistes et du public pour la création d'une aire protégée suite au déversement d'importants déchets industriels en 1993 et 1998 (Abbasi et Chari, 2008). En effet, les naturalistes locaux ont contribué à faire progresser de manière significative les connaissances sur les valeurs écologiques et sociales du lac et de ses environs, sensibilisant la population et les médias aux problèmes écologiques régionaux pour une meilleure protection environnementale de la zone humide ; (2) la diminution de la demande en eau de surface utilisée à des fins d'irrigation, qui a entraîné une augmentation de la période de submersion du lac et donc celle de sa capacité de charge pour une concentration spectaculaire d'oiseaux d'eau dans un contexte régional où les autres zones humides s'assèchent généralement rapidement après la période de mousson ; (3) la demande croissante d'activités de loisirs aux alentours d'une ville qui apparaît de plus en plus sur les cartes touristiques régionales, nationales et internationales. Avec près d'un million de touristes en 2010 (Devabalane, 2016) et un record observé en 2017 (1,6 million), le tourisme est un secteur en pleine croissance et une source importante de revenus pour Pondichéry (Devi, 2013 ; Tourism Department 2017).

La société de développement touristique de Puducherry (*Puducherry Tourism Development Corporation*, issue du département du tourisme) exploite des bateaux de plaisance sur le site depuis la fin des années 1990. L'accueil et l'embarcadère (*boat-house*) sont situés sur la rive sud du lac. Cette activité en pleine expansion permet d'identifier un troisième modèle marqué par l'influence du tourisme et de la protection de la faune (MD3, Figure 5) sur

le modèle agricole, jusque-là dominant. La coexistence de ces deux modèles renforce aujourd'hui les menaces qui pèsent sur la faune (empiètement agricole, destruction de l'habitat, pollution, déversement de déchets solides par le tourisme et perturbations). Le sanctuaire d'oiseaux est une tentative d'accommoder les deux modèles de développement (MD2 et MD3), dans le contexte où deux activités traditionnelles, le pâturage et la pêche, ont été officiellement interdites dans le sanctuaire d'oiseaux, bien que demeurant toujours ponctuellement pratiquées (Alexandar et Siva Sankar, 2013; obs. pers.). Le braconnage, quant à lui, est considéré par un nombre croissant de scientifiques et de naturalistes comme une menace majeure pour la biodiversité (Prusty *et al.*, 2011; Murugesan *et al.*, 2013; Ramachandran *et al.*, 2017). Le groupe des *Narikkuravars* (litt. « chasseurs de renards » en tamoul) est la principale communauté locale de chasseurs. Il s'agit d'une ancienne caste de nomades (qui n'a pas le statut officiel de population tribale, *adivasi*) vivant généralement de la chasse et de la vente de petit gibier. Si les autorités pensent que ces groupes ont été intégrés et acculturés, les *Narikkuravars* installés au sud du lac d'Oussudu se considèrent toujours comme marginalisés par le reste de la société (Bruckert, 2017) en raison de leur manque d'accès à la propriété foncière et de l'interdiction de chasser, ordonnée par la loi de 1972 sur la protection de la faune. Une application plus stricte de cette loi sur le lac et ses environs au cours de la dernière décennie semble avoir eu un impact important sur l'économie morale de ce groupe. À ce jour, aucune donnée solide ne permet de mesurer l'effet de ces interdictions sur la survie de ce groupe, ni de quantifier l'impact du braconnage sur les populations d'oiseaux.

Période 4. Devenir une zone humide urbaine à vocation récréative (2015 et le futur proche)

La croissance urbaine, économique et démographique dans et autour de la zone humide permet d'identifier un nouveau modèle de développement basé sur l'urbanisation et l'industrialisation (MD4, Figure 5) qui, sans aujourd'hui se substituer aux précédents, vient complexifier la dynamique d'ensemble du SSE. Ce modèle, en concurrence avec les précédents, pourrait avoir un impact important sur la totalité des ressources et sur leurs usages associés. Pour la plupart des utilisateurs, l'eau de surface n'est plus perçue comme une ressource clé. Les agriculteurs, autrefois puissants acteurs de la gestion des lacs réservoirs, sont désormais dépendants des eaux souterraines pour l'irrigation, entraînant une déconnexion progressive des activités humaines avec les eaux de surface. L'empiètement des réservoirs eux-mêmes, de leurs canaux d'alimentation, les problèmes d'entretien combinés à une faible pluviométrie rendent l'utilisation des réservoirs pour l'irrigation de plus en

plus difficile. L'urbanisation rapide à la périphérie de la ville a aujourd'hui atteint la zone de commandement. En 2019, le PWD estimait que plus de 35 % (soit 550 ha) du périmètre irrigué avaient déjà été transformés en industrie ou lotissement (PWD, étude en cours). L'augmentation spectaculaire du marché immobilier local depuis le milieu des années 2000 facilite la conversion de l'occupation et de l'utilisation des sols à des fins non agricoles, telles que les expansions commerciales et résidentielles (Venkatachalam et Begam, 2016; Venkatasubramanian *et al.*, 2017). Comme ailleurs dans le pays, les terres agricoles sont converties en lotissements, en bâtiments publics et en zones industrielles (Roy, 2009). En 2006, un collège médical et un hôpital ont été construits aux abords directs du lac, malgré les protestations du Comité de coordination de la protection d'Ousteri (OPCC), un groupe composé de 21 ONG ayant déposé une plainte auprès de la Haute Cour du Tamil Nadu (Haute Cour 2006, CSE, 2012, Figure 1). Venkatachalam et Begam (2016) ont estimé que depuis 2004, ce sont environ 1 100 ha de terres autour du lac qui ont été convertis à des fins commerciales et non agricoles, décourageant toute nouvelle utilisation de l'eau du lac à des fins d'irrigation. Bien entendu, l'utilisation du lac comme zone de loisirs et lieu touristique pourrait contrebalancer ce processus inquiétant. En 2015, plusieurs économistes ont estimé à quelque 5,7 millions INR (environ 80 000 €, Venkatachalam et Begam, 2016) les bénéfices récréatifs annuels des visiteurs du lac d'Oussudu. Actuellement, l'urbanisation a lieu principalement dans la zone de commandement, tandis que les plantations d'arbres (*Casuarina*, *Eucalyptus* et *Acacia sp.*) gérées par des fonds privés et des villages (*panchayats*) se multiplient au nord-ouest et que la restauration de forêts naturelles sur les terres dégradées et l'agriculture biologique sur la rive orientale du lac pourrait permettre d'assurer le rôle de zone tampon face à l'étalement urbain. Grâce à cela et dans ce contexte, il semble possible d'envisager un compromis, voire de penser un équilibre entre urbanisation et tourisme (Figure 5).

Et après ? Devenir un réservoir d'eau potable ?

Si la principale ressource de ce modèle de développement est la terre, l'augmentation de la population humaine provoque une poussée de la demande en eau potable. Comme les eaux souterraines sont surexploitées, menaçant ces fragiles aquifères côtiers d'intrusions salines et d'épuisement de la ressource d'eau douce, les eaux de surface (re)deviennent une source potentielle d'approvisionnement complémentaire en eau potable (Sridharan et Nathan, 2017; Vincent et Violette, 2017). Une enquête menée à ce sujet en 2002 par WAPCOS (société gouvernementale indienne de conseil en matière d'eau et d'électricité) a souligné que les eaux de surface disponibles dans le lac d'Oussudu pouvaient être utilisées pour l'eau domestique après avoir subi

un traitement approprié. Bien que le Conservateur des forêts de Pondichéry se soit opposé à l'utilisation de l'eau du lac à des fins de consommation, le gouvernement de l'État a décidé de le faire, invoquant l'intérêt public. En 2015, le Département des travaux publics (PWD) a ainsi été autorisé à entreprendre des travaux d'ingénierie pour pomper 20 000 m³ d'eau de surface par jour du lac d'Oussudu dans le but de sécuriser la consommation domestique urbaine (Schéma urbain pour l'approvisionnement en eau, 2015) menaçant ainsi potentiellement ses valeurs de conservation de la biodiversité promues par l'industrie du tourisme et les organisations de conservation de la nature. L'Association pour la protection de l'environnement de Pondichéry, soutenue par les institutions villageoises établies au nord du réservoir, a alors déposé plainte auprès du Tribunal national vert (*National Green Tribunal*) en vue d'empêcher le PWD de pomper l'eau du lac, défendant l'argument que cette pratique constituerait une violation de la loi de 1972 sur la protection de la vie sauvage et de la loi sur la biodiversité. Le Tribunal a alors émis une injonction permanente interdisant le prélèvement d'eau du lac d'Oussudu à des fins d'eau potable (ordonnance du NGT issue de la demande n° 154 de 2015). Ces multiples objectifs de gestion pour les eaux de surface ont conduit à raviver des conflits latents, inscrivant dans le débat public la délicate question du partage de l'eau entre États mais aussi entre activités : un compromis est-il possible entre tourisme, protection de la faune et de la flore et besoins croissants en eau potable ?

En 2020, le PWD propose à nouveau de prélever 20 000 m³/jour pour l'eau potable. Le projet est soumis à une étude d'impact en cours, diligentée par la BNHS. La capacité de stockage du lac est estimée en 2019 à quelque 24 hm³ (A. Selles, BRGM, com. pers.). Selon nos premières estimations extrapolées des travaux de modélisation hydrologique du BRGM Hyderabad, un prélèvement mensuel de 0,6 hm³ tel qu'envisagé par le PWD aurait relativement peu d'impact sur la surface en eau libre (moins de 10 %) les années de remplissage maximal du lac en janvier sous réserve de maintenir peu de prélèvements pour l'irrigation des terres agricoles. Par contre, les années comme 2019 où le remplissage a été de moitié, le prélèvement pourrait avoir des effets dès le mois d'avril (entre 15 et 20 %) et réduire fortement la surface en eau (de plus de 70 %) du mois de mai. Cela pourrait avoir un impact sur l'écoulement éventuel de l'eau en aval dans les terres agricoles. Il en est de même au niveau de la réduction rapide des niveaux d'eau du lac et de l'augmentation de la durée de l'assèchement dès le printemps et éventuellement au début de la mousson si les pluies tardaient à venir. Un tel processus pourrait certes, avec la prochaine saison des inondations, stimuler la production et la diversité de la végétation aquatique et attirer les oiseaux d'eau, tout en fournissant des habitats aux poissons et à d'autres espèces.

Néanmoins, du point de vue de l'activité touristique, il serait aussi susceptible de réduire la période navigable en diminuant les niveaux d'eau et les plans d'eau libres, remettant en cause l'intérêt pour l'observation des oiseaux si toute la zone est à sec pendant plusieurs mois.

Du point de vue des actions de gestion, les périodes de sécheresse permettent un curage mécanique des vases, l'élimination des espèces de poissons ou de plantes envahissantes (*Ipomea carnea*, *Prosopis juliflora*). Elles favorisent aussi la création ou le maintien de lieux de reproduction des oiseaux tels que les îles. Si les départements des forêts en charge de la gestion du sanctuaire décident de transformer le lac d'Oussudu en un lieu de nidification régional majeur pour les pélicans à bec tacheté (*Pelecanus philippensis*), le Tantale indien (*Mycteria leucocephala*) et les hérons arboricoles, créant un ensemble d'îles plantées d'arbres (comme ils ont entrepris de le faire en juillet 2019 en profitant de l'assèchement exceptionnel du lac à la mi-juin pour construire soudainement pas moins de dix îles plantées immédiatement de végétation), le niveau de nutriments dans l'eau pourrait augmenter de façon spectaculaire, offrant l'occasion de reconnecter les agriculteurs à leur réservoir en leur fournissant une eau riche en nutriments pour l'irrigation. Un tel processus pourrait, comme c'est le cas dans le *Vedanthangal Bird Sanctuary* du Tamil Nadu (Stairmand, 1971), garantir l'engagement des populations locales dans la conservation des oiseaux et le développement du tourisme, dès lors qu'elles n'auraient plus besoin d'engrais dans leurs champs. Mais ce processus aurait pour conséquence d'augmenter de manière significative le coût du traitement de l'eau pour l'usage domestique et menacer la valeur esthétique de cette vaste étendue en eau libre, avec la création d'un ensemble d'îles artificielles boisées. Elle entraînerait aussi la perte relative des échassiers migrateurs et des canards hivernants, espèces d'oiseaux d'eau jusqu'ici déterminantes dans les critères utilisés pour définir la valeur de conservation nationale et internationale du lac d'Oussudu. Globalement, il apparaît que l'utilisation de l'eau du lac réservoir pour l'approvisionnement en eau potable ou pour l'irrigation pourrait avoir un ensemble d'effets différenciés sur l'écosystème de la zone humide elle-même et sur la composition et la taille de la population d'oiseaux selon les saisons. Enfin, la demande sociale croissante en aliments issus de l'agriculture biologique et l'agroécologie promue par les environnementalistes et les militants écologistes (de Pondichéry et d'Auroville) serait susceptible de contraindre l'expansion urbaine et l'approvisionnement en eau potable en opérant localement un changement vers un système agricole correspondant à des pratiques traditionnelles collectives (irrigation de surface) et à un mode de gestion agricole durable. Le passage à un tel modèle agricole pourrait être soutenu par une meilleure planification urbaine. À ce jour, et en dépit d'une rhétorique de sensibilisation à la conservation de la nature et à la qualité de

vie, les orientations générales des gouvernements et, tout particulièrement, celles portées dans le cadre de la Pondichéry Smart City Mission, attribuent une place centrale à l'amélioration des infrastructures urbaines (alimentation en eau et en électricité), dans une vision très largement orientée vers les consommateurs urbains. En dépit de l'organisation d'ateliers de planification de scénarios ponctuellement menés avec les acteurs locaux (Venkatasubramanian *et al.*, 2017) ou d'ateliers participatifs inscrits sous l'égide d'une coopération bilatérale⁷, cette démarche comme plus largement le *modus operandi* de la gouvernance urbaine demeurent éloignés des principes progressistes d'un urbanisme négocié tourné vers l'ambition, certes d'envergure, de dépasser les effets d'annonce et de tacler les dérives d'intérêts privés, pour déployer une vision tout à la fois intégrée, multiscalaire et participative des problématiques urbaines et écologiques. De même que les efforts en direction d'une planification régionale, portée à bout de forces par la société civile (PVAC, 2012), demeurent peu relayés par les instances publiques, la réflexion d'ensemble sur de possibles sorties de crises semble à ce jour plus que limitée.

Discussion

En s'appuyant sur l'analyse du SSE et sur l'écologie politique historique de cette zone humide, nous avons identifié cinq enjeux clés face auxquels se trouvent les politiques, et que les pratiques et projets futurs de conservation et de développement intégrés semblent devoir prendre pleinement au sérieux. Si ces orientations sont trop peu relayées pour être en mesure de peser face à l'envergure des enjeux et de la prégnance de logiques clientélistes et de modes d'action dominés par des ambitions politiques, elles s'appuient sur des constats et observations empiriques susceptibles de mener à des micro-interventions pouvant influencer la dynamique socio-écologique du lac d'Oussudu.

Un outillage juridique et une veille scientifique à l'échelle régionale

Premièrement, le sanctuaire d'oiseaux établi uniquement sur le périmètre du plan d'eau ne constitue pas un écosystème fonctionnel et participe

7. La question de la gestion durable de la ressource en eau et, de manière plus spécifique, le traitement et l'alimentation de l'agglomération urbaine de Pondichéry en eau potable fait l'objet depuis 2017 d'un accord de coopération engageant à la fois un prêt et une assistance technique de la part de l'Agence Française de Développement. Articulant un volet technique lié à la gestion de l'eau et un volet relevant de la planification urbaine stratégique, cet accord de coopération a donné lieu à l'organisation de plusieurs ateliers organisés sous l'égide de la *Puducherry Smart City Development Limited*, organe chargé de la mise en œuvre de la mission *Smart City*. À ce jour (octobre 2020), la phase opérationnelle de cette coopération n'a pas été engagée.

à dissimuler les enjeux fonctionnels du bassin-versant et de la zone de commandement. Les liens écologiques entre le lac et le paysage agricole environnant ne sont pris en considération par aucune mesure juridique. Le lac d'Oussudu et les rizières, étangs, canaux, villages et réservoirs environnants constituent un système hydro-écologique interconnecté (Manimekhalan *et al.*, 2005). Si le sanctuaire d'oiseaux est une protection juridique susceptible de protéger le lac lui-même contre la pression de l'urbanisation, les terres agricoles environnantes ne résistent pas à la pression de l'urbanisation et à la forte demande de terres, au déversement de déchets, etc. Ce processus pourrait éroder l'attrait du sanctuaire pour les oiseaux d'eau en détruisant leurs zones d'alimentation associées situées dans les terres cultivées et les pâturages (surtout pour les canards granivores et les hérons).

Le lac d'Oussudu est également dépendant de l'apport d'eau provenant du barrage de Veedur sur le fleuve Gingee, situé 20 km en amont dans le Tamil Nadu. Cette connexion hydrologique peut affecter la qualité de l'eau et la dynamique écologique du lac (Abbasi et Chari, 2008). On constate que les principaux problèmes de gestion de l'eau à l'échelle du bassin-versant ne sont pas abordés, alors que les menaces directes, telles que le braconnage, l'empiètement, la destruction de l'habitat, le déversement de déchets solides, la pollution industrielle, l'invasion de mauvaises herbes et l'envasement, sont souvent mises en avant (Dhanam *et al.*, 2016; Padmavathy *et al.*, 2010; Murugesan *et al.*, 2013). Si des mesures de protection immédiates axées sur le lac, telles que des zones interdites au dépôt de déchets et de plastique, des clôtures pour empêcher l'empiètement et l'application de la loi contre le braconnage, sont recommandées (Prusty *et al.*, 2011), il est également urgent d'adopter une approche à l'échelle régionale pour faire face aux autres menaces : urbanisation et pénurie d'eau. La nécessité d'une approche holistique et multi-échelle au niveau du bassin-versant, prenant en considération une zone humide fonctionnelle incluant les habitats de la faune sauvage, les cycles hydrologiques et la dynamique sociale, est affirmée par de nombreux scientifiques (Abbasi et Chari, 2008; Prusty *et al.*, 2011; Bassi et Kumar, 2012; Kumar, 2013). Cependant, le sanctuaire d'oiseaux pourrait apparaître comme un échec de spécialisation de l'usage des terres et de ségrégation (*land sparing*) dans un système où les composantes humaines et environnementales sont fortement liées. Pour évaluer l'impact des activités humaines et mieux comprendre les dynamiques à l'échelle régionale, un suivi scientifique à long terme est recommandé et reste à mettre en place. On constate en effet que des données robustes sur la dynamique de l'occupation des sols, les inondations et sur les changements de biodiversité font défaut. Un tel suivi pourrait fournir des informations clés pour les décisions futures dans le cadre d'un plan de gestion intégrée du lac.

La voix des acteurs vulnérables

Deuxièmement, il semble nécessaire de donner une voix aux communautés vulnérables qui dépendent encore du lac d'Oussudu pour leur subsistance. Selon les scientifiques, les observateurs d'oiseaux et les militants écologistes interrogés au cours de notre étude, le braconnage est un problème majeur pour la conservation des oiseaux dans cette région. Il a été constaté que les *Narikkuravars* chassent plusieurs espèces d'oiseaux au lac d'Oussudu, qu'ils soient migrateurs ou résidents (Prusty *et al.*, 2011 ; obs. pers.). Si le statut du lac influence les choix des chasseurs, l'application de la loi dans le sanctuaire d'oiseaux ne semble pas avoir totalement découragé la chasse illégale. Bien que causant des dommages directs à la faune, l'impact réel de ces pratiques sur la biodiversité reste peu étudié.

Étant donné que les agriculteurs dépendent désormais des eaux souterraines pour l'irrigation, aucune partie prenante puissante ne semble exprimer la volonté de maintenir sa fonction hydrologique, exposant d'autant plus le lac aux pressions extérieures. Il est urgent de donner la parole aux acteurs vulnérables tels que les *Narikkuravars*, privés de leur activité principale sans aucune contrepartie (Bruckert, 2017), les éleveurs de bétail et les utilisateurs d'eau locaux. L'exclusion systématique des activités humaines des aires protégées repose souvent sur une perception erronée du rôle des populations locales dans le maintien des fonctions des zones humides (par exemple en exportant des matières organiques avec la récolte des scirpes ou le pâturage). Leur interdiction peut entraîner une mauvaise gestion de l'aire protégée (Gopal, 1991 ; Mathevet *et al.*, 2015). Les approches participatives sont un moyen d'organiser le processus de prise de décision de manière à inclure les communautés locales. La transition vers des politiques environnementales implique une interaction entre les organisations sociales, les croyances, les valeurs et les connaissances, d'une part, et les institutions qui façonnent les choix individuels et collectifs, d'autre part (Ostrom, 2005 ; Nagendra et Ostrom, 2014). Ces interactions constituent la base d'un nouveau contrat social entre les citoyens, les États et les entreprises, fondé sur leurs devoirs et leurs responsabilités. Conserver la biodiversité nécessite non seulement de porter un intérêt sur les points chauds de la biodiversité et aux aires protégées, mais aussi sur les espaces productifs et urbains qui abritent une grande partie de la biodiversité. Il est donc primordial de mettre en place des systèmes de production et d'échange alternatifs. En outre, le fait de lier la compréhension des dynamiques socio-écologiques à plusieurs niveaux à des études participatives pourrait générer des solutions socialement solides et écologiquement pertinentes (Venkatasubramanian *et al.*, 2017 ; Mathevet *et al.*, 2018b ; Murphy *et al.*, 2019). Les scientifiques de la conservation

peuvent aider à identifier ces solutions dans un cadre pleinement intégré avec les décideurs et les utilisateurs des ressources naturelles renouvelables.

Coordonner l'action publique pour concilier les usages

Troisièmement, l'histoire de cette zone humide montre comment la mise en label « sanctuaire d'oiseaux » d'un site pour stimuler le tourisme peut entraîner des gains économiques difficiles à saisir et avoir des impacts évidents sur la biodiversité, c'est-à-dire des perturbations entraînant une réduction de la présence des oiseaux, alors que la nourriture et les habitats sont présents en abondance pendant les saisons d'hivernage et de reproduction (*obs. pers.*). Les restrictions à l'intérieur de l'aire protégée – notamment la zone sans navigation ni activités de chasse et de pêche – ne sont pas respectées, ce qui fait dire à certains de nos interlocuteurs que le lac d'Oussudu est un “parc de papier”, c'est-à-dire une aire protégée qui existe sur les cartes et dans la législation mais dont les activités humaines locales continuent d'avoir un impact significatif sur la protection réelle de la nature sur le terrain. Le passage d'une gestion communautaire (irrigation collective et utilisations associées) à une gestion étatique a mis en retrait les utilisateurs traditionnels du lac et de ses ressources naturelles. Les deux services gouvernementaux (les départements des forêts et de la faune) responsables de l'entretien et du contrôle du lac semblent souffrir d'un manque de coordination à la fois entre eux, et avec les départements des travaux publics et du tourisme des deux entités territoriales distinctes et en concurrence (Tamil Nadu et territoire de l'Union de Pondichéry⁸). Dans un tel contexte, le sanctuaire d'oiseaux apparaît avant tout comme un label pour attirer les visiteurs et développer le tourisme dans la région de Pondichéry, même avec le renforcement de la loi concernant la pêche et le braconnage. La réglementation de l'activité touristique pour trouver un compromis avec les objectifs de conservation est cruciale pour la qualité de la zone humide et sa contribution à la conservation des oiseaux migrateurs en Asie, en particulier les canards hivernants.

8. En 2019, l'accueil du *Bird Sanctuary* au niveau de l'embarcadère a été l'objet d'un aménagement (création de barrières et portail, plantation arborée et pavement du sol) en complément de la création d'un centre d'interprétation inauguré en 2020 dans les bâtiments du *Forest Department* de Pondichéry (*Oussudu Bird Interpretation Centre*). Les départements des forêts et du tourisme du Tamil Nadu ne sont pas en reste, ils ont lancé en 2020 des travaux de défrichage à la lisière orientale de la zone humide. Un centre d'interprétation est également envisagé, un portail monumental annonçant le *Bird Sanctuary* et des tranchées bétonnées pour la mise en défens du site ont été réalisés.

Re-renverser la rhétorique: du parc métropolitain à l'espace de nature

Quatrièmement, comme d'autres travaux sur les zones humides américaines (Hollander, 2005), européenne (Mathevet, 2004) ou indienne (Lele et Sengupta, 2018), notre étude met en évidence la manière dont la qualification d'un lieu comme « espace naturel » ou d'une ressource naturelle comme « ressource clé » a un impact sur son utilisation, sa conservation et sa gestion. Le changement récent des termes utilisés par les autorités, les journalistes ou naturalistes, pour désigner la zone humide, de réservoir à lac ou sanctuaire (*Ousteri tank vs Oussudu lake or Ousteri Sanctuary*), illustre le changement de perception du plan d'eau et de ses utilisations associées. Au cours de la dernière décennie, le lac est passé d'un lac-réservoir multi-usage à un espace rural urbanisé, un lieu sauvage préservé sans usage extractif, un espace vert périurbain tel un parc urbain ou un square, un lieu de promenade dominicale en famille ou lieu d'activité sportive et d'ablution au petit matin et en soirée en semaine mais aussi d'observation et de photographie des oiseaux comme d'autres lacs urbains et périurbains en Inde (D'Souza et Nagendra, 2011 ; Murphy *et al.*, 2019) ou au Sri Lanka (Hettiarachchi *et al.*, 2014). Cette patrimonialisation, dans le sens où elle fait du lac et de sa biodiversité une ressource naturelle à préserver, le transforme dans le même temps en une ressource urbaine pour les citoyens locaux et en un argument d'attractivité métropolitaine (Arnould *et al.*, 2011). Il bascule dans le cadre normatif à la fois de la gouvernamentalité verte occidentale (Agrawal, 2005) et celui de l'urbanisme contemporain, au sein duquel ses origines anthropiques, son caractère artificiel et l'entretien nécessaire à sa bonne gestion sont mis sous silence. Il est pleinement inscrit dans le marketing urbain assuré dans le cadre des orientations de la *Smart City Mission* et du département du tourisme, qui promeuvent les principes de la ville compétitive, où les messages publicitaires assignent à la nature ordinaire comme remarquable une place bien contrôlée afin de nourrir l'image d'une ville attractive car respectueuse de la biodiversité. Le lac urbanisé et ses grands oiseaux deviennent ici un moyen destiné au rayonnement international indispensable pour toute ville désireuse d'être reconnue comme un haut lieu de villégiature, une métropole « verte » dans le contexte de la mondialisation (Lussault, 2009).

Dans l'ensemble, nous pouvons souligner que le pouvoir sur la gestion des ressources naturelles de cette zone humide est passé du département des travaux publics et des agriculteurs de la zone irriguée aval aux départements des forêts et du tourisme. Ce transfert de responsabilité dessine le passage de la vision d'un « lac pour les agriculteurs et les utilisateurs des ressources naturelles » à celle d'un « lac pour la biodiversité et les touristes » qui

domine actuellement, en dépit du retour en force du PWD avec la question de l'adduction en eau potable. Cependant, dans l'ombre de cette dernière représentation figure une autre vision : celle d'un « un lac sans humain pour les oiseaux » promue par les naturalistes et les environnementalistes quel que soit le niveau d'intensité des actions de gestion qu'ils recommandent. Ces visions coexistent et se nourrissent des modèles de développement, contribuant à leur tour à alimenter le discours prédominant sur la gestion des ressources et à affirmer son glissement vers de nouveaux régimes de gestion qui excluent chaque fois les acteurs les plus marginalisés (la tribu de chasseurs) ou réduisent le bien-être des plus vulnérables en limitant l'accès aux bénéfices que leur procurent les ressources de la zone humide (les pêcheurs, les éleveurs) sans aucune considération pour leurs contributions positives potentielles dans la dynamique de la zone humide. Ces transformations du pouvoir façonnent le système socio-écologique, qui passe d'une zone humide à usages multiples constituée d'une grande diversité et d'habitats naturels changeants à une zone humide spécialisée pour la conservation des oiseaux et le tourisme, constituée d'habitats naturels sous contrôle destinés à favoriser le spectacle des grands oiseaux (pélicans, tantes, ibis, hérons) aux dépens des limicoles et anatidés voire des amphibiens, reptiles, insectes et poissons ou encore de la flore autochtone.

Des transferts de vulnérabilités économiques et environnementales

Cinquièmement, le changement des objectifs de gestion du lac d'Oussudu entraîne des transferts de vulnérabilité (Barreteau *et al.*, 2020) à trois niveaux : social, environnemental et régional. Le transfert social de la vulnérabilité s'est produit lorsque le sanctuaire d'oiseaux a été déclaré et que les chasseurs et les pêcheurs des communautés tribales locales sont devenus des braconniers. La zone protégée et le renforcement de la loi sur le lac ont mis une population vulnérable (les chasseurs) dans une situation socio-économique encore plus précaire. Un second transfert, en lien avec le précédent, porte sur le changement d'échelle des usages et donc des usagers. Lorsque le lac avait une vocation de réservoir d'eau agricole et de multiples usages des ressources naturelles connexes il était géré tel un *commun rural* principalement par les acteurs locaux (même si les États et leurs services intervenaient aussi). Avec sa nouvelle urbanité, le lac voit des acteurs nationaux et internationaux – services de l'État en charge de la nature et du tourisme, ONG de conservation de la nature comme la BNHS, Wetland International ou BirdLife, touristes internationaux – devenir les nouveaux puissants usagers – sinon des décideurs directs ou indirects – véhiculant de nouvelles normes

et systèmes de valeurs. Alors que le lac a historiquement vocation à capter toutes les eaux de ruissellement – polluées ou non – pour les stocker à des fins agricoles, la tentation est désormais d'abord de réduire les pollutions industrielles, agricoles et domestiques du bassin-versant et à défaut de trouver le moyen de les transférer sans façon vers l'aval pour préserver la qualité de la zone humide, peu importe si les eaux polluées rendent plus vulnérables les populations ou la nature en aval, comme cela a pu être observé ailleurs (Lele et Sengupta, 2018 ; Murphy *et al.*, 2019). Un transfert de vulnérabilité, cette fois environnementale, pourrait se produire à l'avenir si le lac devient un réservoir d'eau potable. En allouant toutes les ressources en eau à des fins d'usage domestique (eau potable), la biodiversité de la zone humide pourrait changer de façon spectaculaire. Une telle décision pourrait également entraîner une vulnérabilité régionale concernant l'importance des conflits liés à l'eau à l'échelle du bassin-versant. Depuis des décennies, un conflit autour de l'appropriation de la ressource en eau oppose les États du Tamil Nadu et du Karnataka. Dans ce bras de fer pour le partage de l'eau qui tombe en tête de bassin-versant lors de la mousson davantage que sur le littoral, et qui est retenue au fil des cours d'eau par de nombreux barrages dans les États situés en amont, Pondichéry se trouve dans une position vulnérable car située en aval du Tamil Nadu et moins puissante économiquement que celui-ci. La situation s'aggrave en période de pénurie d'eau. L'allocation des ressources en eau déterminera *qui* est en mesure d'utiliser l'eau, *comment*, *quand* et *où*. Par ailleurs, quelle gestion durable de l'eau existe-t-il localement pour répondre au besoin croissant d'eau potable ? Quelles modalités d'attribution peuvent être conçues pour s'adapter à l'évolution des conditions environnementales face à la montée des valeurs économiques, écologiques et socioculturelles des zones humides et de la faune associée ?

Conclusion. Penser la gestion de l'eau et des zones humides comme des systèmes socio-écologiques

Les changements d'institutions, la crise des réservoirs et le passage de systèmes d'irrigation communs à des systèmes privés appellent à repenser la gestion de l'eau. Les eaux souterraines sont surexploitées et les eaux de surface sont à l'origine de conflits interétatiques. Si le sanctuaire d'oiseaux offre une protection juridique à la faune sauvage, l'accent est mis sur les grands oiseaux aquatiques plutôt que sur l'eau, qui constitue pourtant la ressource principale rendant possible cette fréquentation faunique. Certes, les oiseaux sont un fleuron de la conservation des zones humides, mais la dynamique hydrologique et la qualité de l'eau demeurent aussi les moteurs principaux de l'écosystème. Repenser la gestion de l'eau consiste à concevoir l'eau comme

un élément central de préoccupation. Quelle qualité et quelle quantité d'eau voulons-nous pour les humains et la biodiversité? Un compromis sur l'eau entre les différents usagers doit être trouvé à différentes échelles: comment distribuer et partager la ressource dans le lac réservoir et au niveau du bassin-versant? Si l'eau potable devient le problème majeur dans un avenir proche, sera-t-elle encore compatible avec un tourisme réglementé et répondra-t-elle encore à des objectifs de conservation?

La zone humide du lac d'Oussudu a subi une transformation socio-écologique majeure qui met l'accent sur un ensemble d'enseignements pouvant avoir une application plus large dans la gestion des zones humides situées à proximité de villes en expansion rapide, en Inde comme en Asie du Sud-Est. Ainsi, scientifiques de la conservation, ONG et décideurs publics devraient prêter attention à de tels enseignements. Cette étude contribue à identifier les obstacles à l'adaptation ou à la transformation. En l'absence d'approches systémiques (multi-échelles et multi-réseaux) et régionales et multidisciplinaires du changement environnemental, il semble difficile d'aborder les causes structurelles socio-culturelles et politiques de la vulnérabilité ou leurs transferts vers d'autres zones, groupes sociaux ou la biodiversité. Nous appelons à la mise en œuvre d'un suivi robuste des dimensions écologiques et sociales et à la poursuite des travaux de recherche sur la manière de concevoir et de mettre en œuvre une politique publique efficace et une gestion communautaire des zones humides dans les contextes périurbains et urbains.

Remerciements

Les auteurs remercient les membres des Départements des forêts du Tamil Nadu et de Pondichéry pour l'autorisation de travail sur le terrain, l'Institut Français de Pondichéry et l'Agence Française de Développement pour la subvention de recherche et le soutien logistique de ce travail (projet RUSE). Les opinions exprimées dans cet article sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'IFP ou de l'AFD. Nous remercions également les personnes interrogées, les scientifiques locaux, Adrien Selles (BRGM Hyderabad) pour nos échanges relatifs à l'hydrologie du site dans le cadre du projet WaterPondy, les ONG et les usagers locaux, qui nous ont toujours très bien accueillis.

Bibliographie

Abbasi S.A., 1997 – *Wetlands of India: ecology and threats. vol. 1: the ecology and the exploitation of typical South Indian wetlands*. New Delhi, Discovery Publishing House.

Abbasi S.A., Chari K.B., 2008 – *Environmental Management of Urban Lakes: With Special Reference to Oussudu*. New Delhi, Discovery Publishing House.

Adiceam E., 1966 – *La géographie de l'irrigation dans le Tamilnad*. Paris, Publications de l'École Française d'Extrême-Orient.

Agrawal A., 2005 – *Environmentality: technology of government and the making of subjects*. Durham, Duke University Press.

Alexandar R., Siva Sankar R., 2013 – “Diversity of Fish Fauna and Their Threats in Ousteri Lake, Puducherry, India”, *World Journal of Zoology*, vol. 8, n° 2, 124.

Anderies J.M., Folke C., Walker B., Ostrom E., 2013 – “Aligning key concepts for global change policy: robustness, resilience, and sustainability”. *Ecology and society*, vol. 18(2) : p. 8.

Antony F.C., 1982 – *Agriculture and Irrigation in Gazetteer of India – Union Territory of Pondicherry. Volume-I*. Pondicherry, Administration of Union Territory of Pondicherry. p. 408-446.

Arnould P., Le Lay Y.F., Dodane C., Méliani I., 2011 – « La nature en ville : l'improbable biodiversité », *Géographie, Économie, Société*, vol. 13, n° 1, p. 45-68.

Atkins W.S., 2001 – *Tank Rehabilitation Project Puducherry Baseline Survey*. Chennai, Tamil Nadu.

Aubriot O., 2013 – *Tank and well irrigation crisis: spatial, environmental and social issues. Cases in Puducherry and Villupuram districts (South India)*. Delhi, Concept Publishing Company.

Aubriot O., Prabhakar I., 2011 – “Water institutions and the ‘revival’ of tanks in South India: what is at stake locally?” *Water Alternatives*, vol. 4, n° 3, p. 325-346.

Balasubramanian R., Selvaraj K.N., 2003 – *Poverty, Private Property and Common Pool Resource Management: The Case of Irrigation Tanks in South India*. (Working Paper N° 2). Kathmandu, South Asian Network for Development and Environmental Economics.

Barnaud G., Fustec E., 2007 – *Conserver les milieux humides : pourquoi ? Comment ?* Versailles, EducAgri, Quae éditions.

Barrat J.M., 1999 – *Part 1 – Hydrogeological Study - Report on Hydrogeologist Expert Mission 24 March - 8 April 1999*. Pondicherry, Tank Rehabilitation Project, Unpublished.

Barrat J.M., 1999 – *Tank Rehabilitation Project, Pondicherry – Phase I, Hydrogeological Study*. Puducherry, PWD, Government of India.

Barreteau O., Anderies J.M., Guerbois C., Quinn T., Therville C., Mathevet R., Bousquet F., 2020 – “Transfers of vulnerability through adaptation plan implementation : An analysis based on networks of feedback control loops”, *Ecology and Society*, vol. 25 (2) : 3, <https://www.ecologyandsociety.org/vol25/iss2/art3/>.

Bassi N., Kumar M.D., 2012 – “Addressing the civic challenges: perspective on institutional change for sustainable urban water management in India. Environ”. *Urban Asia*, 3, p. 165-183.

Bassi N., Kumar M.D., Sharma A., Pardha-Saradhi P., 2014 – “Status of Wetlands in India: A Review of Extent, Ecosystem Benefits, Threats and Management Strategies”, *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2, November, p. 1-19.

Berkes F., Folke C., 1998 – *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, Cambridge University Press.

Blaikie P., Brookfield H., 1987 – *Land degradation and society*. London, Methuen.

Bruckert M., 2017 – *Animal sacrifice and hunting in contemporary India*. Activity Report & Preliminary results. Puducherry, Fondation Maison des Sciences de l'Homme (FMSH), École Française d'Extrême-Orient (EFEO).

Chari K.B., Abbasi S.A., 2003 – “Assessment of impact of land use change on the plankton community of a shallow freshwater lake in south India by GIS and remote sensing”, *Chemical and Environmental Research*, vol. 12, n° 1&2, p. 93-112.

Cormier-Salem M.C., Juhé-Beaulaton D., Boutrais J., Roussel B., 2002 – *Patrimonialiser la nature tropicale. Dynamiques locales, enjeux internationaux*. Paris, IRD Éditions.

Davidar P., 2011 – *Wetland birds of Pondicherry Region. A pictorial field guide*. Puducherry, ECOS.

Davidson N.C., 2014 – “How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area”, *Marine and Freshwater Research*, vol. 65, n° 10, p. 934-941.

Denis E., Zérah M.-H., 2017 – *Subaltern Urbanisation in India: An Introduction to the Dynamics of Ordinary Towns*. New Delhi : Springer India, 614 p.

Devabalane E., 2016 – *Lake Tourism in Ousteri. The great experience*. Puducherry, Puducherry Co-op. Book Society Ltd.

Devi R.U., 2013 – “An evaluative study of tourism industry in Puducherry, U.T. of India”, *International Journal of Innovative Research & Development*, vol. 2, n° 6, p. 80-103.

Dhanam S., Sathya A., Elayaraj B., 2016 – “Study of Physico-Chemical Parameters and Phytoplankton Diversity of Ousteri Lake in Puducherry”, *World Scientific News*, n° 54, p. 153-164.

Doshi S., Ranganathan M., 2017 – “Contesting the Unethical City: Land Dispossession and Corruption Narratives in Urban India”, *Annals of the American Association of Geographers*, vol. 107, n° 1, p. 183-199.

D'Souza R., Nagendra H., 2011 – “Changes in public commons as a consequence of urbanisation: the Agara lake in Bangalore, India”, *Environmental Management*, vol. 47, p. 840-850.

Foote A.L., Pandey S., Krogman N.T., 1996 – “Processes of Wetland Loss in India”, *Environmental Conservation*, vol. 23, n° 1, p. 45-54.

Gallopin G.C., Gutman P., Maletta H., 1989 – “Global impoverishment, sustainable development and the environment – a conceptual approach”, *International Social Science Journal*, vol. 41, p. 375-397.

Ghermandi A., Van den Bergh J.-C., Brander L.M. et al., 2010 – “Values of natural and human-made wetlands: a meta-analysis”, *Water Resource Research*, vol. 46, n° 12, p. 1-12.

Glaux J.-P., 1972 – « Monographie d'un village de l'État de Pondichéry (Inde) ». *Bulletin de l'Association de géographes français*, vol. 49, n° 402, p. 347-49.

Gopal B., 1991 – “Wetland (mis)management by keeping people out: two examples from India”, *Landscape Urban Planning*, vol. 20, p. 53-59.

Gupta A. 2012 – *Red Tape : Bureaucracy, Structural Violence, and Poverty in India*. Duke University Press.

Hettiararchchi M., Morrison T.H, McAlpine C., 2019 – “Power, politics and policy in the appropriation of urban wetlands: the critical case of Sri Lanka”, *The Journal of Peasant Studies*, vol. 46, n° 4, p. 729-746.

Hollander G., 2005 – “The material and symbolic role of the Everglades in U.S. national politics”, *Political Geography*, vol. 24, n° 4, p. 449-475.

Janakarajan S., 2004 – “Irrigation: The development of an agro-ecological crisis”, in Harriss-White B. and Janakarajan S. (eds), *Rural India facing the 21st century: Essays on long term village change and recent development policy*, London, Anthem Press, p. 59-77.

Jhunjhunwala S, 1998 – *The Ornithological importance of Oussudu lake and Bahour lake: A study of the habitat preferences of their waterfowl and waders*. M.Sc. Dissertation. Puducherry, Salim Ali School of Ecology and Environmental Sciences, Pondicherry University.

Kates R., 2011 – “What kind of a science is sustainability science?” *PNAS*, vol. 108, n° 49, p. 19449-19450.

Kumar M.D, 2013 – *Water Insecurity and Climate Variability in India: Theoretical Understanding and Practical Programming*. Hyderabad, Institute for

Resource Analysis and Policy and South Asia Consortium for Interdisciplinary Water Resources Studies.

Kumaran B., Jagannathan I., Nadarajan J., 2012 – “Status of avifauna of Ousudu lake, Puducherry, India”, *International Journal of Research in BioSciences*, vol. 1, n° 2, p. 38-46.

Lele S, Sengupta M.B, 2018 – “From lakes as urban commons to integrated lake-water governance: the case of Bengaluru’s urban water bodies”, *South Asian Water Studies*, vol. 8, n° 1, p. 5-26.

Lussault M., 2009. *De la lutte des classes à la lutte des places*, Paris, Grasset.

Malty E., Barker T., 2009 – *The Wetlands Handbook*. Oxford, Wiley-Blackwell.

Manimekhalan M., Yoganand T.R.K, Rajan V. et al., 2005 – “Biodiversity and ecology of two endangered wetlands of Tamil Nadu coast–Kaluvéli and Osuteri”, *Aquatic Ecosystems: Conservation, Restoration, and Management*, p. 131.

Marius-Gnanou K., 1992 – « La Révolution Verte et la maîtrise de l’espace agricole: le cas de La Région de Pondichéry (Inde Méridionale) », *Cahiers d’Outre-Mer*, vol. 45, n° 178, p. 189-212.

Mathevet R., 2004 – *Camargue incertaine. Sciences, usages et natures*. Paris, Buchet-Chastel.

Mathevet R., Bousquet F., 2014 – *Résilience & Environnement, Penser les changements socio-écologiques*. Paris, Buchet-Chastel.

Mathevet R., Peluso N., Couespel A., Robbins P., 2015 – “Using Historical Political Ecology to Understand the Present: Water, Reeds and Biodiversity in the Camargue Biosphere Reserve (Southern France)”, *Ecology and Society*, vol. 20, n° 4: 17, <https://www.ecologyandsociety.org/vol20/iss4/art17/>.

Mathevet R., Allouche A., Nicolas L., Mitroi V., Fabricius C., Guerbois C., Anderies J.M, 2018a – “A Conceptual Framework for Heuristic Progress in Exploring Management Regime Shifts in Biodiversity Conservation and Climate Change Adaptation of Coastal Areas”, *Sustainability*, vol. 10, n° 11, p. 4171, DOI: 10.3390/su10114171

Mathevet R., Bousquet F., Raymond C.M, 2018b – “The stewardship concept in sustainability science and conservation biology”, *Biological Conservation*, n° 217, p. 63-370.

Moore P. D, 2006 – *Wetlands*. New York, Chelsea House.

Murphy A., Enqvist J.P., Tengö M, 2019 – “Place-making to transform urban social-ecological systems: insights from the stewardship of urban lakes in Bangalore, India”, *Sustainability Science*, n° 14, p. 607-623.

Murugesan M., Rachna Chandra B., Prusty A.K, Arun P.R, 2013 – “Avifauna of the Oussudu Lake and its environs, Puducherry, India and Conservation Concern”, *Bird Populations*, n° 12, p. 19-29.

Nagendra H., Ostrom E., 2014 – “Applying the social-ecological system framework to the diagnosis of urban lake commons in Bangalore, India”, *Ecology and Society*, vol. 19, n° 2: 67 [online].

Neumann R.P., 2005 – *Making political ecology*. London, Hodder Arnold.

NSSO, 1999 – *Common Property Resources in India*. Department of Statistics and Programme Implementation. Government of India. http://mospi.nic.in/sites/default/files/publication_reports/452_final.pdf.

Ostrom E., 2005 – *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press.

Padmavathy A., Alexandar R., Anbarashan M., 2010 – “Diversity of Birds in Ousteri Wetland, Puducherry, India”, *Our Nature*, vol. 8, n° 1, p. 247-253.

Palanisami K., Balasubramanian R., 1998 – “Common property and private prosperity: Tanks vs. private wells in Tamil Nadu”, *Indian Journal of Agricultural Economics*, vol. 53, n° 4, p. 600-613.

Perennou C., 1990 – *Peuplements d'oiseaux aquatiques en milieu anthropisé: un exemple. Les plaines de la Cote de Coromandel (Inde du Sud-Est)*. PhD. Université Claude Bernard, Lyon I, France.

Prabhakar P.I., 2007 – *Socio-cultural intimidation on the emerging irrigation institutions*. Tehran-Iran, The 4th Asian Regional Conference & 10th International Seminar on Participatory Irrigation Management.

Pradhan K.C., 2017 – “Unacknowledged Urbanisation: The New Census Towns in India”, in Denis E. et Zérah M.-H., *Subaltern Urbanisation in India. An Introduction to the Dynamics of Ordinary Towns*, Exploring Urban Change in South Asia. New Delhi: Springer.

Prasad S.N., Ramachandra T.V., Ahalya N. et al., 2002 – “Conservation of Wetlands of India-a Review”. *Tropical Ecology*, vol. 43, n° 1, p. 173-186.

Prusty B.A.K., Arun P.R., Bhupathy S, et al., 2011 – *Comprehensive Management Action Plan for Conservation of Oussudu Sanctuary, Puducherry*. Coimbatore, Tamil Nadu, Sálím Ali Centre for Ornithology and Natural History (SACON), Moongilpallam, Anaikatty (PO).

PVAC, 2012 – *Sustainable regional planning framework for Puducherry, Villupuram, Auroville, Cuddalore*. Pondichéry, Final Report. ADEME, INTACH, PondyCAN.

Ramachandran R., Kumar A., Gopi Sundar K.S, Bhalla R.S., 2017 – “Hunting or Habitat? Drivers of Waterbird Abundance and Community Structure in Agricultural Wetlands of Southern India”, *Ambio*, vol. 46, n° 5, p. 613-620.

Ripoll F., Veschambre V., 2005 – « Introduction. L'appropriation de l'espace comme problématique », *Noréis. Environnement, aménagement, société*, n° 195, p. 7-15.

Robbins P., 2012 – *Political ecology: a critical introduction*. Chichester, Second edition, Wiley.

Roy A., 2009 – “Why India Cannot Plan Its Cities : Informality, Insurgence and the Idiom of Urbanization”, *Planning Theory*, vol. 8, n° 1, p. 76-87.

Russi D., Ten Brink P., Farmer A. et al., 2012 – *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. Hyderabad, Final Consultation Draft. UNEP.

SACON, 2011 – Comprehensive Management Action Plan for Conservation of Ousteri Sanctuary, Puducherry. Final Report. Sálím Ali Centre for Ornithology and Natural History (SACON) to The Department of Forests and Wildlife, Puducherry.

Shaktivadivel R., Gomathinayagam P., Shah T., 2004 – “Rejuvenating irrigation tanks through local institutions”, *Economic and Political Weekly*, vol. 39, n° 31, p. 3521-3526.

Sahu P., Sikdar P.K., 2011 – “Threat of land subsidence in and around Kolkata City and East Kolkata Wetlands, West Bengal, India”, *Journal of Earth System Science*, n° 120, p. 435-446.

Scott D.A., 1989 – *A directory of Asian wetlands*. Gland, IUCN.

Sharma C.B.S.R., 1997 – *Ecography of small water bodies*. Pondichéry, A Pilot study of five irrigation tanks and coastal wetland in Tamil Nadu and Pondicherry, p. 45-55.

Smith R.J, Muir R.D.J, Walpole M.J, Balmford A., Leader-Williams N., 2003 – “Governance and the loss of biodiversity”, *Nature*, n° 426, p. 67-70.

Sridharan M., Senthil Nathan D., 2017 – “Groundwater Quality Assessment for Domestic and Agriculture Purposes in Puducherry Region”, *Applied Water Science*, vol. 7, n° 7, p. 4037-4053.

Stairmand D.A., 1971 – “Vedanthangal”, *Newsletter for Birdwatchers*, vol. 11, n° 7, p. 6-9.

Steffen W., Sanderson R.A, Tyson P.D et al, 2004 – *Global change and the earth system: a planet under pressure*. Berlin, Springer Science & Business Media.

Surya S., 2016 – “Landscape Ecological Urbanism for Restoration of Pallikaranai Marsh Land, Chennai, Tamil Nadu”, *Procedia Technology*, vol. 24, p. 1819-1826.

Turner R.K., Van Der Bergh J.C.J.M, Soderqvist T. et al, 2000 – “Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy”, *Ecological Economics*, n° 35, p. 7-23.

Venkatachalam L., Begam Z.I., 2016. *Economic Valuation of Ecosystem Services: A Case Study of Ousteri Wetland, Puducherry*. Chennai, GIZ, The Economics of Ecosystems and Biodiversity India Initiative.

Venkatasubramanian G., van Klink I., Richard-Ferroudji A., 2017 – Scenarios for water and agriculture in Pondicherry region. Puducherry, French Institute of Pondicherry, Department of Science Technology and Environment.

Vincent A., Violette S., 2017 – “Why Seawater Intrusion Has Not yet Occurred in the Kaluvelli-Pondicherry Basin, Tamil Nadu, India”, *Hydrogeology Journal*, vol. 25, n° 6, p. 1893-1907.