
Rapport de stage En binôme

4^{ème} année

L'étude des différentes filières de l'eau Le cas de la zone périurbaine de Pondichéry (Inde)

Institut Français de Pondichéry
11, Saint Louis Street, 605 001
Pondichéry, INDE



Tuteur entreprise :
Frédéric LANDY
Directeur

Tuteur académique :
Laura VERDELLI

Calyse BONAMY
Marie-May PAUGET
UIT

2018-2019

Remerciements

Nous désirons remercier toute l'équipe pédagogique de l'école d'ingénieurs Polytech Tours du département aménagement et environnement pour leur accompagnement ; et plus particulièrement Laura VERDELLI, notre enseignante référente pour ce stage, sans qui ce stage n'aurait pu avoir lieu.

Nous souhaitons également remercier notre maître de stage Frédéric LANDY, qui nous a permis de réaliser notre stage au sein de l'Institut Français de Pondichéry et de découvrir cet extraordinaire pays, ainsi que de nous avoir encadré et accompagné durant ce stage. Un grand merci à toute l'équipe de l'Institut Français de Pondichéry pour leur accueil, leur sympathie et leurs conseils et en particulier aux personnels du département Sciences sociales. Merci à Antony, notre traducteur qui nous a accompagné sur toutes les sorties terrain, sans qui la communication et la collecte de données pour nos études n'auraient pas été possible.

Nous tenons remercier les autres stagiaires, Arnaud NATAL, Lisa NGUYEN, Soufiane KHAÏT, Yoan ROULEAU, Sara BEAUVALLON, présents dans la structure qui ont facilité notre intégration tout comme les chercheurs Coline LEFRANCQ et Nicolas BAUTÈS.

Toutes ces personnes ont contribué à l'excellent déroulement de notre stage dans une ambiance de travail constructive, mais aussi de bonne convivialité.

Nous souhaitons également remercier notre famille et nos amis pour leurs encouragements dans la recherche de stage et dans la rédaction de ce rapport mais surtout pour leur soutien présent même à 8000 km.

Glossaire

- IFP : Institut Français de Pondichéry
- PIPDIC : Pondicherry Industrial Promotion Development and Investment Corporation Limited (Régie de développement et d'investissement pour la valorisation industrielle de Pondichéry)
- TRPP : Tank Rehabilitation Projet Pondichery (Projet de réhabilitation des tanks à Pondichéry)
- WPP : Water Pondi Project (projet de recherche sur l'eau à Pondichéry financé par la Région Centre-Val de Loire)

Table des matières

Remerciements	- 2 -
Glossaire	- 2 -
Table des matières	- 3 -
1 Présentation de la structure et du cadre d'étude	- 5 -
2 Un contexte de pénurie d'eau et problématiques liées	- 6 -
2.1 <i>Les tanks d'irrigation à la recherche de nouvelles fonctions</i>	- 6 -
2.2 <i>Cadre d'étude : le bassin-versant d'un lac périurbain</i>	- 8 -
2.3 <i>Problématiques liées à la gestion de l'eau dans le bassin-versant</i>	- 10 -
3 Production des données d'étude : matériels et méthodes	- 11 -
3.1 <i>Des acteurs variés pour des enjeux variés</i>	- 11 -
3.2 <i>Méthodes de réalisation de questionnaires adaptés</i>	- 12 -
4 Analyse socio-écologique des filières de l'eau et ouverture vers de nouveaux concepts	- 15 -
4.1 <i>Cas de la zone industrielle de Sedarapet : une gestion commune de l'eau</i>	- 15 -
4.1.1 Approvisionnements en eau dans la zone industrielle de Sedarapet	- 15 -
4.1.1.1 Approvisionnement interne par la PIPDIC	- 15 -
4.1.1.2 Autres approvisionnements externes	- 16 -
4.1.2 Un traitement des eaux usées lacunaires	- 17 -
4.1.2.1 Des eaux usées non traitées	- 17 -
4.1.2.2 Des innovations au sein des industries	- 17 -
4.2 <i>La filière complexe de l'eau potable du "producteur" au consommateur</i>	- 18 -
4.2.1 L'approvisionnement en eaux potables	- 18 -
4.2.1.1 Réseau municipal et PIPDIC	- 18 -
4.2.1.2 Entreprises privées	- 19 -
4.2.2 Les nombreux intermédiaires de la filière de l'eau potable	- 20 -
4.2.2.1 Les grossistes	- 20 -
4.2.2.2 Les détaillants	- 20 -
4.2.3 Les consommateurs de l'eau : tous concernés	- 21 -
4.2.3.1 Des distinctions sociales liés à la disparité des approvisionnements	- 21 -
4.2.3.2 Des différences de qualité d'eau entre les fournisseurs	- 22 -
4.3 <i>Les prélèvements incontrôlés d'eau souterraine pour un usage agricole le long du canal</i>	- 23 -
4.3.1 Abandon du canal au profit du pompage	- 23 -
4.3.2 Prélèvements de l'eau en fonction des cultures	- 24 -
4.3.2.1 Étude des forages dans les villages aux alentours d'Ousteri	- 24 -
4.3.2.2 Absence de conscience environnementale	- 26 -

<i>4.4 Des constats pour aller vers de nouveaux concepts et systèmes afin de préserver la ressource en eau ?</i>	<i>- 27 -</i>
4.4.1 Risques sur la ressource en eau	- 27 -
4.4.1.1 Prise de conscience des risques	- 28 -
4.4.1.2 Une vision sur l'avenir de la ressource	- 29 -
4.4.2 Systèmes de régulation directe	- 30 -
4.4.2.1 Aspect réglementaire des régulations directes	- 30 -
4.4.2.2 Aspect technique de ces régulations	- 31 -
4.4.3 Systèmes de régulations indirectes	- 31 -
4.4.3.1 Aspect réglementaire de ces régulations	- 31 -
4.4.3.2 Aspect technique de ces régulations	- 32 -
Conclusion	- 33 -
Bibliographie	- 34 -
Table des annexes	- 37 -
Annexes	- 38 -

1 Présentation de la structure et du cadre d'étude

Ce stage de trois mois s'inscrit dans le cadre global de notre quatrième année d'étude à l'école d'ingénieurs Polytech de l'Université de Tours en Génie de l'Aménagement et de l'Environnement. Au cours de notre parcours scolaire, nous sommes amenées à la pratique de la recherche scientifique et la conception d'un projet de fin d'étude.

Afin d'effectuer ce travail de recherche, nous avons pu bénéficier du chaleureux accueil de l'Institut Français de Pondichéry (IFP). Créé en 1955, cet établissement fait partie du réseau mondial des Instituts français de recherche à l'étranger (IFRE). L'IFP est un organisme rattaché au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et au Ministère des Affaires Étrangères (MAE) en France. Il se focalise sur trois axes : l'indologie, l'écologie et les sciences sociales. Notre sujet de stage fait partie du département des Sciences sociales qui cherche à étudier les grandes questions de la société et les relations entre les sociétés humaines et leur environnement. Cet institut nous a ouvert ses portes pendant trois mois afin de nous permettre de profiter du personnel et des chercheurs présents, mais aussi pour profiter de la proximité de notre terrain d'étude et des acteurs concernés pour avoir une approche concrète et non seulement littéraire du projet de recherche qui est mené sur place.

Notre stage s'est réalisé en parallèle de notre projet de fin d'étude, intitulé "Évolution des systèmes traditionnels de gestion de l'eau dans les pays émergents". Les recherches menées s'inscrivent dans le cadre d'un projet conduit par l'Institut Français de Pondichéry concernant la prospective de la gestion sociale de l'eau à l'horizon 2040. Notre stage s'inscrit dans le Water Pondi Project (WPP) ou "Water Risk Assessment in Pondicherry" (évaluation des risques liés à l'eau à Pondichéry), un projet porté par l'université de Tours et comprenant 16 partenaires mobilisant différents acteurs du territoire en région Centre-Val-de-Loire, au Tamil Nadu et à Pondichéry. Ce projet est destiné à préciser le fonctionnement du cycle de l'eau sur l'aire urbaine de Pondichéry et ses enjeux en termes de politiques publiques.

Le terrain d'étude est situé sur la zone frontalière entre le District de Pondichéry (une ancienne colonie française indienne de 20 km² comptant 250 000 habitants en 2011) qui fait partie du Territoire¹ de Pondichéry enclavé par le Tamil Nadu (un État du sud-est de l'Inde de 130 000 km² comptant 72 millions d'habitants en 2011) (**Annexe I**). Le District est situé sur la côte à environ 160 km au sud de Chennai, il a l'un des revenus par habitant les plus élevés de l'Inde d'après Marsh (1999). Cela peut en partie être attribué à sa politique fiscale avantageuse qui a favorisé un taux d'industrialisation rapide et une migration entrante. Cette urbanisation augmente donc le PIB par habitant car les villes sont plus riches que les campagnes.

Ces dernières années, le territoire qui a subi l'expansion urbaine, le développement industriel, les modifications des pratiques agricoles et autres changements territoriaux voit sa ressource en eau évoluée suite à un espace de stockage qui diminue, à une dégradation de sa qualité et à une forte pression. En effet, la population a augmenté de 30% entre 2001 et 2011 sur le District qui compte aujourd'hui un peu moins d'1 million d'habitants. Actuellement, les niveaux des nappes souterraines sont en baisse alors que l'intrusion saline augmente. On y retrouve de plus en plus de polluants comme des métaux lourds, des perturbateurs endocriniens ou des déchets solides. Cependant, les espaces en eau sont davantage

¹ Territoire fait référence au Territoire fédéral de Pondichéry (Pondichéry, Karikal, Mahé et Yanam) alors que territoire fait référence au territoire d'étude localisé à cheval entre le Territoire de Pondichéry et le Tamil Nadu

considérés comme des sites du patrimoine naturel et culturel offrant des services écosystémiques tels que les loisirs et le tourisme, la conservation de la faune...

Le projet vise à proposer un inventaire des bonnes pratiques garantissant l'accès à une ressource naturelle en quantité et qualité suffisantes dans une région où le climat et les activités les contraignent. Le but du WPP est d'établir un diagnostic précis de la circulation du cycle de l'eau (de surface et souterraine) dans le territoire de Pondichéry et en particulier dans le bassin versant de deux lacs : Ousteri (en zone périurbaine) et Kanagan (en zone urbaine). Ce projet conduit des acteurs locaux à revoir leur fonctionnement économique afin d'introduire une amélioration des conditions sociales et environnementales. Ainsi, nous avons pris connaissance d'une part du travail déjà réalisée par certains auteurs, chercheurs ou étudiants qui se sont impliqués comme nous dans ce projet. En ce qui concerne le contexte général, la définition des enjeux et la compréhension des problématiques du terrain, les articles de Olivia AUBRIOT nous ont été d'une aide précieuse. D'autres doctorants et chercheurs ont ensuite lancé des investigations plus précises sur les questions de la mobilisation citoyenne, des approches habitantes, de l'accaparement des tanks sur notre terrain d'étude. Les études que nous avons menées se sont faites en parallèle de plusieurs autres qui traitent les plans écologique et environnemental, pédologique et hydrologique avec précision au sein même du Water Pondi Project.

Nos apports personnels concernant ce projet se tournent principalement autour de deux grands axes : la question sociale et la question environnementale. Nous allons essayer d'expliquer le rôle de chaque acteur aussi bien industriel, agriculteur, qu'individuel dans la gestion de l'eau. Dans chacune de ces études, nous prendrons en compte les enjeux sociétaux, politiques et économiques et tenterons de comprendre leurs conséquences. Ainsi, nous présenterons le contexte précis de nos études puis l'approfondissement et leur mise en place ainsi que les conclusions que nous pouvons en tirer.

2 Un contexte de pénurie d'eau et problématiques liées

2.1 Les tanks d'irrigation à la recherche de nouvelles fonctions

L'eau est un enjeu mondial depuis toujours. Mais il a fallu attendre 2000, pour que cet enjeu soit au cœur des politiques de ce siècle en tant que "Révolution Bleue". Ce terme est annoncé en corrélation avec la fin de la "Révolution Verte" prônant le développement de l'agriculture ces dernières décennies qui a engendré des bouleversements sur la gestion de l'eau. En 2008, 884 millions de personnes n'avaient pas accès à un réseau d'eau potable et encore moins d'assainissement dans le monde. Ce taux risque d'augmenter dans les années à venir car de nombreuses études prévoient des pénuries d'eau de plus en plus importantes et courantes à cause du changement climatique et de la croissance de la population mondiale. C'est donc en 2000 que les Nations Unies ont établi l'objectif de « réduire de moitié la proportion de personnes qui n'ont pas accès à l'eau potable ou qui n'ont pas les moyens de s'en procurer » d'ici 2015. Selon l'Organisation Mondiale pour la Santé, avoir accès à l'eau potable signifie pouvoir en disposer d'une quantité minimale de 20L/hab/jour à moins de quinze minutes de marche. En l'occurrence, la moitié des personnes n'ayant pas cet accès à l'eau potable vivent en Inde ou en Chine. Ainsi d'après Bied-Charreton *et al* (2006), les pays et régions concernés doivent prendre en compte au plus vite les inquiétudes concernant entre

autres l'approvisionnement en eau potable, la pollution des eaux douces, la gestion des eaux usées ou les enjeux géopolitiques du contrôle de l'eau.

L'Inde, qui subit tout particulièrement cette "crise de l'eau" est composée de 29 États et 7 Territoires. Pondichéry est l'un de ces derniers. Aubriot (2004) a indiqué que selon la Constitution, ce sont ces États et Territoires qui gouvernent la gestion de l'eau de manière relativement autonome, bien que les politiques générales soient imposées par l'État central de l'Union indienne, basé à New Delhi, la capitale du pays. Par exemple, la gestion de l'eau agricole dépend des contraintes associées à l'irrigation souterraine et aux techniques d'irrigation par eaux de surface en fonction des politiques agricoles qui sont appliquées dans chaque administration. Il en va de même pour la gestion des eaux industrielles. En effet, dans certaines zones industrielles, les forages sont interdits, les entreprises doivent donc se fournir en eau selon les moyens mis à leur disposition.

Les indiens utilisaient traditionnellement des étangs ("tanks") qui constituent, encore aujourd'hui pour certains, des réservoirs d'eau. Apparus avant la colonisation (qui commence au XVIII^{ème} siècle), les tanks sont des bassins construits par l'homme ayant pour but premier de stocker l'eau en récupérant les eaux pluviales, fluviales ainsi que les eaux de ruissellement et d'éviter les inondations en saison des pluies. Ces bassins permettent du même coup d'irriguer par gravité et à travers des vannes et des canaux, les champs en saison sèche principalement ou quand les cultures en ont besoin. Les tanks sont devenus des lieux clés au sein des villages permettant de créer des relations sociales, religieuses et économiques. Cependant, d'après Aubriot (2010) dans le cadre de la Révolution verte des années 70, le gouvernement indien a encouragé l'utilisation de l'eau souterraine en favorisant l'agriculture irriguée, l'utilisation d'engrais et de variétés à haut rendement afin de rendre le pays autosuffisant alimentaires. L'extraction de l'eau par des forages s'est donc développée avec un fort soutien de l'État car l'utilisation de pompes individuelles électriques était alors présentée aux habitants comme plus simple et plus sûre que l'usage de tanks. En effet, ces réservoirs nécessitent une gestion collective et dépendent de la pluviométrie ainsi que de leur situation géographique, ce qui explique en grande partie leur marginalisation. De plus, le gouvernement a fourni des subventions pour les forages ainsi que des approvisionnements en électricité quasi gratuits pour leurs utilisateurs comme l'indique Marsh (1999). Aujourd'hui, la moitié de la surface cultivée en Inde est irriguée, et pour l'essentiel par des forages. L'agriculture contribue pour 40% au PNB et occupe quelques 70% de la main-d'œuvre d'après la commission européenne.

Concernant le Tamil Nadu, l'irrigation souterraine alimente aujourd'hui 60% des terres, ce qui représentent 30% des terres cultivées (35% des cultures sont en riz). D'après Aubriot (2010), la région compte 19 millions de puits utiles pour l'irrigation mais aussi pour l'apport d'eau potable, rendant ainsi les nappes souterraines surexploitées. Par ailleurs, comme la propriété de l'eau est considérée comme rattachée à la propriété foncière, cela a introduit un véritable marché de l'eau, rendant les trois quarts de la population dépendante des eaux souterraines. De plus, il n'existe actuellement aucune réglementation des quantités prélevées par les habitants, les agriculteurs ou les industriels. D'après Bied-Charreton *et al* (2006) et un rapport gouvernemental de Juin 2008, l'état d'urgence de la "crise de l'eau" et la nécessité d'agir au plus vite doivent faire face à cette crise d'un bien à la fois privé, public, commun et libre ; en prenant en compte les différents contextes politiques et sociaux qui font les diverses difficultés du pays. La propriété de l'eau est en effet quelque chose de ambiguë, elle peut être

vue sous quatre régimes : le régime de la propriété privée (pour un usage personnel et socialement accepté comme la revente ou l'irrigation), de la propriété publique (dans le respect des règles définies par une Agence ou un Office public), de la propriété commune (avec le droit aux propriétaires d'exclure les non-membres d'une association ou d'un regroupement de personnes, l'eau est soumise à des notions de droits et devoirs) ou du libre accès (en considérant l'eau comme un privilège mais sans aucun droit sur les ressources).

2.2 Cadre d'étude : le bassin-versant d'un lac périurbain

Pour notre stage, nous nous sommes particulièrement intéressées aux environs du lac d'Ousteri ("eri" signifiant tank en tamoul) aussi appelé Osudu Lake. D'une superficie de 390 hectares, il est constitué d'eau, de marais et de vasières. Il est situé dans la zone périurbaine de Pondichéry, à une dizaine de kilomètres à l'ouest du centre-ville (**Figure 1**). Il s'agit d'un réservoir d'eau créé artificiellement il y a près de 300 ans par les Anglais comme nous l'a indiqué Mr Pethaperumal, du Département des eaux souterraines de Pondichéry. À l'origine, il n'était rempli que par les eaux liées aux précipitations et aux étangs en amont (système de "tanks en cascade") mais les Français ont construit un canal le reliant à la rivière Gingee, il y a environ 200 ans, afin de permettre de maintenir un bon niveau d'eau annuellement. Dans son bassin versant qui s'étend sur plus de 800 hectares, les agriculteurs y cultivent essentiellement du riz ou de la canne à sucre, toutes deux des cultures à forte demande en eau ; mais on retrouve également des cultures de manioc, d'arbres fruitiers, de céréales... On estime à plus de 3800 hectares, la surface possiblement irriguée par l'utilisation du réservoir d'Ousteri. Comme il est situé à cheval sur deux territoires, celui de Pondichéry et celui du Tamil Nadu (**Figure 2**), les logiques d'acteurs sont multiples notamment étatiques mais également entrepreneuriales car les lois y sont différentes. Par exemple, les pompeurs d'eau situés au Tamil Nadu sont légaux alors qu'ils sont interdits sur le Territoire de Pondichéry, ce qui fait que les échanges commerciaux de l'eau ne se font que dans un sens.

Depuis 2008, Ousteri est déclaré Sanctuaire d'oiseaux, par le Territoire de Pondichéry, comme nous l'indique Bhaduri (2011). Cet espace est considéré comme l'un des plus importants marécages d'Asie, peuplé par plus de 40 espèces d'oiseaux migrateurs mais également par de nombreuses espèces de poissons et de crabes. Malgré cette récente protection, les marécages proches des villes sont toujours exploités et le lac est vide en saison sèche. Certaines activités altèrent les caractéristiques du marécage et donc sa composition car la zone de protection n'est applicable que pour la partie de Pondichéry, le Tamil Nadu ne l'ayant pas approuvée.

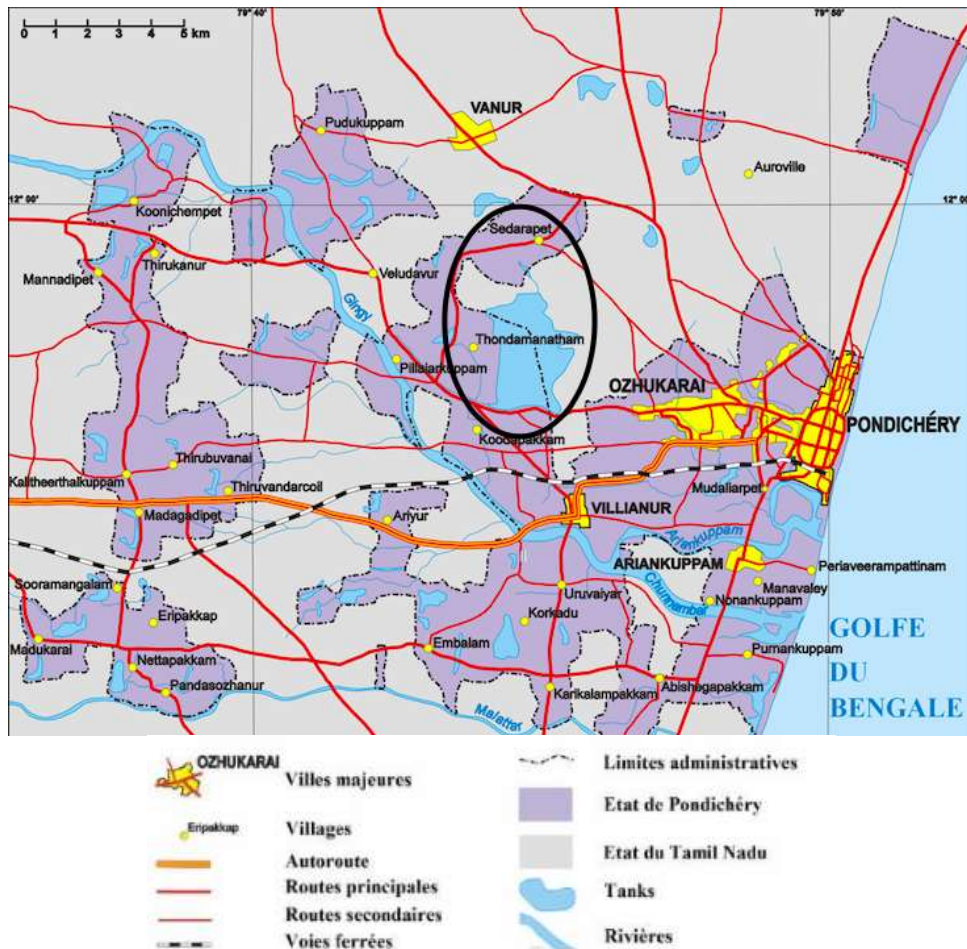


Figure 1 : Carte de l'urbanisation de Pondichéry en 2006 (entouré en noir : zones d'étude). Source : Wikimedia commons.

Avec l'abandon de l'irrigation par les eaux de surface, beaucoup de tanks se sont retrouvés comme simples points d'eau stagnante eutrophisés (suite à la modification des changements de pratiques agricoles qui conduit à un excès d'éléments nutritifs) ou alors ils ont vu leur surface diminuer suite à l'étalement urbain. Ousteri a la chance d'être classé réserve de biodiversité, ce qui empêche théoriquement tout projet d'urbanisation mais il est tout de même situé en aval de la zone industrielle de Sedarapet (**Figure 2**). Cette dernière a été créée par le Territoire de Pondichéry en 1982 pour pallier le manque d'emplois dans cette région. En effet, comme cette zone a la particularité d'être située en amont de tout point d'eau, sa topographie a rendu l'agriculture dépendante des précipitations car elle reposait sur de l'irrigation gravitaire de surface, ce qui faisait que les terres n'étaient cultivées que trois mois sur douze par rapport aux terres en aval où l'agriculture était possible toute l'année. Les locaux pouvaient donc y trouver un emploi plus stable tout en étant à proximité de l'aire urbaine de Pondichéry. De plus, Ousteri est entouré de villages et de terres agricoles et est alimenté en eau par un canal le reliant à la rivière Gingee, lui permettant de se remplir quand son niveau est considéré comme insuffisant et que l'eau est disponible dans la rivière (**Figure 2**). Par ailleurs, le lac se remplit également avec les eaux de pluie et les eaux de ruissellement car il est en aval du bassin-versant.

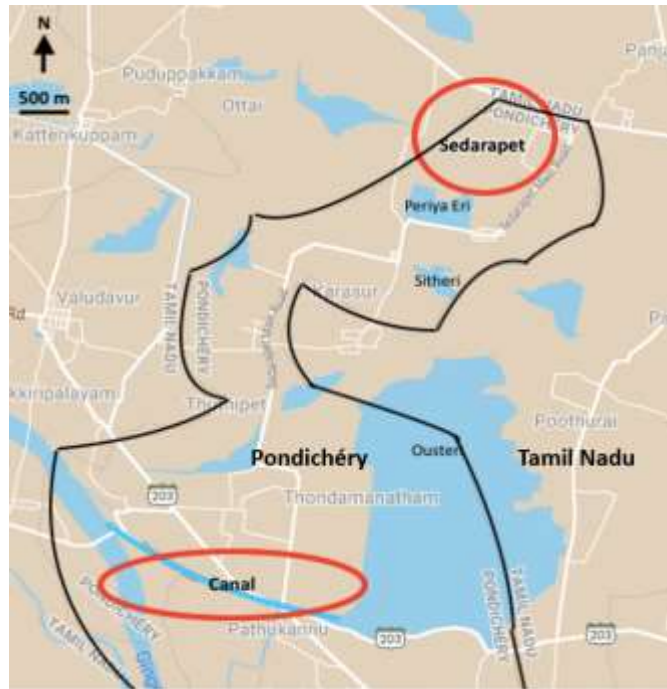


Figure 2 : Location des zones d'études (en rouge) et des frontières administratives (en noir). Source : Google maps.

2.3 Problématiques liées à la gestion de l'eau dans le bassin-versant

Nous nous sommes donc intéressées aux menaces pouvant impacter le bassin-versant d'Ousteri. En effet, l'eau est une ressource globale et transversale, qui doit être pensée avec une certaine continuité. C'est dans cette perspective que les villages voisins et les affluents du tank ne doivent pas être négligés. Baduri (2011) a montré que les objectifs soulevés par l'urbanisation et la protection du tank sont multiples : évaluer l'état de l'environnement aux environs d'Ousteri, examiner les menaces probables pour l'écologie du tank, développer un plan d'actions et de management pour la conservation du lac et de ses environs en établissant une relation entre le réservoir et les aquifères... Il s'agit donc de comprendre les différents enjeux et usages de l'eau à l'échelle d'une zone périurbaine qui puise forcément dans la nappe située en dessous d'Ousteri.

De plus, Aubriot (2010) a annoncé que dans les années 1990, il y avait plus de 7000 puits à ciel ouvert dans la région de Pondicherry, ce qui a entraîné une chute rapide du niveau de la nappe phréatique (on estime qu'aujourd'hui 15% des nappes superficielles sont considérées comme surexploitées et leur niveau d'eau ne fait que diminuer, en 2018 la nappe est considérée comme exploitée à 135%). Cette surexploitation conduit également à une intrusion d'eau de mer dans l'aquifère souterrain et à une baisse des rendements. Marsh (1999) ajoute que la situation a été aggravée par l'augmentation rapide des prélèvements d'eau dans la nappe à des fins industrielles et domestiques dans un territoire déjà vulnérable, suite au développement démographique et économique ces dernières décennies.

C'est pourquoi nous nous sommes intéressées à la quantité et à la qualité de l'eau prélevée dans et aux alentours du lac d'Ousteri. Pour cela, notre objet de recherche a été divisé en trois thématiques : les usages industriels, les usages d'eau potable et les usages agricoles. Nous avons cherché à savoir si la gestion de l'eau dans les industries à proximité d'Ousteri, notamment celles présentes dans la zone industrielle de Sedarapet, pouvaient être

soutenable écologiquement et socialement. Nous avons aussi voulu définir la filière de l'eau potable, du producteur au consommateur, afin d'en comprendre les enjeux. Et finalement, nous avons cherché à comprendre les usages de l'eau par les agriculteurs.

Effectuer cet état de l'art nous a permis de mieux comprendre les enjeux de notre territoire d'étude et d'élaborer des questionnaires pertinents en fonction des usages que les différents acteurs de l'eau pouvaient avoir. En effet, nos rencontres préliminaires nous ont permis de nous rendre compte que ni les industriels, ni les agriculteurs, ni les populations n'utilisaient directement l'eau d'Ousteri. Chacun de ces utilisateurs utilise des systèmes secondaires d'approvisionnement en eau ou ils puisent dans les nappes phréatiques grâce à des forages. L'objectif est donc de reconstituer les différentes filières de l'eau, du fournisseur au consommateur en fonction des cas.

3 Production des données d'étude : matériels et méthodes

L'obtention de nos données d'étude a nécessité du temps et de nombreuses étapes. Tout d'abord, il fallait un traducteur disponible pour se déplacer sur le terrain avec nous. En effet, beaucoup de personnes rencontrées ne possédaient que quelques notions d'anglais et l'échange était plus facile en tamoul. Ces traductions français-anglais-tamoul et vice-versa, sont un important biais dans notre étude car n'ayant aucune notion de leur langue maternelle, nous ne pouvions avoir que confiance en notre traducteur sur les bonnes traductions et l'absence d'omissions. De plus, certains mots n'existent pas en tamoul, comme nature ou patrimoine, il a fallu que le traducteur décrive notre demande tout en étant objectif.

Il s'est cependant avéré que les indiens sont très ouverts et accueillants ce qui a facilité la récupération de données même si ce n'était pas toujours évident car nous avons peu d'expériences dans la réalisation de questionnaires et le déroulement d'entretiens, encore moins dans un pays où la culture et les coutumes sont bien différentes des nôtres.

3.1. Des acteurs variés pour des enjeux variés

L'utilisation et la gestion de l'eau implique de nombreux acteurs et enjeux que nous devons identifier pour nous permettre de répondre à nos questionnements. C'est pourquoi nous avons listé les acteurs mis en jeu afin de pouvoir les rencontrer. Pour récupérer les données, nous nous sommes donc rendues dans des administrations, dans la zone industrielle de Sedarapet, dans les villages aux alentours d'Ousteri, dans les terres agricoles aux alentours du canal entre la rivière et le réservoir et aux endroits où nous emmenait notre filière de l'eau. Un tableau des différents acteurs rencontrés est disponible en **Annexe II**.

Dans un premier temps, nous avons cherché à rencontrer les populations locales pour comprendre leurs relations, leurs rapports avec les autorités publiques, avec la politique, les chefs de villages, les associations habitantes... En effet, parmi les gens rencontrés, certains étaient les propriétaires directs des terres, d'autres n'étaient que les ouvriers agricoles. Il faut donc distinguer les discours dans ces deux situations puisque certaines populations n'ont pas toujours pu donner leur avis car "elles n'ont pas le droit de s'exprimer devant les élites et les chefs de castes", comme nous en informe Aubriot et Ignatius (2011). De plus, les fermiers n'ont pas systématiquement accès à toutes les informations car les autorités publiques hésitent souvent à partager l'autorité et le contrôle sur les ressources et les installations

nécessaires à une véritable participation. Tous les utilisateurs de l'eau ne sont pas pris en compte dans la gestion publique de l'eau. Le discours de ces ouvriers est néanmoins primordial puisqu'il est nettement moins filtré et orienté que le discours des propriétaires de terres car ils n'ont rien à dissimuler.

Nous nous sommes également rendues directement dans les industries et dans les commerces d'eau dans l'espoir de rencontrer des personnes susceptibles de pouvoir répondre à nos questions. Les organisations non gouvernementales (ONG) sont aussi très importantes dans les démarches pour la protection des ressources et le développement. Ainsi, la rencontre avec la MS Swaminatan Foundation, dont une installation est située le long du canal nous a paru primordiale. Cette fondation s'occupe de la formation, du conseil pour les cultures, l'élevage et autres usages agricoles pour des groupes d'entraide de 12 membres d'agriculteurs, de femmes, de pêcheurs. Comprendre son rôle et son point de vue sur les usages de l'eau est donc un point clé de notre recherche. Nous avons également eu l'occasion de rencontrer Ramalingam, membre du comité de gestion d'un tank dans un village voisin d'Ousteri, dont le but est de le réhabiliter et de l'entretenir.

Les administrations jouent également un rôle primordial dans l'élaboration des études, des règles et dans la communication citoyenne. En effet, elles regroupent les données des études précédentes qui peuvent nous être utiles. L'objectif est donc de comprendre leur point de vue sur ces usages de l'eau et sur l'avenir des nappes pourtant déjà menacées. Nous avons donc décidé de rencontrer l'Office d'Hydrogéologie, des Eaux Souterraines et de la Conservation des sols² ; l'Office des Commerces et des Industries³ ; le Département des Sciences et des Technologies⁴ et le Département des Travaux Publics⁵. Chacune de ces entités gouverne d'une manière ou d'une autre l'utilisation et la gestion de l'eau ainsi que l'entretien et la manutention des tanks, ce qui rend difficile la collecte d'informations. Ainsi, nous avons pu soulever plusieurs points essentiels de notre recherche tels que le renouvellement et l'agencement des nappes de la région, l'utilisation et la protection du tank, l'organisation des forages, l'utilisation de l'eau, la gestion des déchets et des pollutions, la sensibilisation citoyenne...

3.2 Méthodes de réalisation de questionnaires adaptés

Nous avons élaboré un questionnaire différent en fonction de l'acteur rencontré afin de cibler nos recherches, disponible en **Annexe III**. Le questionnaire a été inspiré de celui utilisé par Chandu (un stagiaire de l'IFP du début d'année 2019, travaillant également sur le WPP), pour des études de quantités d'eau prélevées pour un usage domestique autour du réservoir de Kanagan (dans le centre-ville de Pondichéry), tout en étant modifié pour répondre à notre étude sur les usages industriels, agricoles et potables de l'eau. Les premières visites sur le terrain nous ont permis de l'adapter en fonction de nos retours d'expérience. Par exemple, lors des rencontres avec des ouvriers, nous nous sommes rendues compte qu'ils n'avaient souvent aucune idée de leur consommation d'eau mais qu'il fallait plutôt parler de durée d'ouverture de leur robinet. De plus, quand nous nous sommes intéressées aux industries de la zone de Sedarapet, peu de personnes se sentaient concernées par les eaux pouvant atteindre Ousteri car elles se considéraient trop éloignées pour avoir un impact. Il a

² Office of groundwater unit and soil conservation

³ Directorate of industries and commerces

⁴ Department of sciences, technology and environment

⁵ Public Work Department

donc fallu orienter les questions sur les tanks situés davantage à proximité comme Periya Eri ou Sitheri (situés en amont d'Ousteri). De même pour les rencontres avec les travailleurs agricoles, s'agissant souvent de personnes de basses castes qui craignent de s'exprimer ou qui n'ont simplement pas les informations que l'on cherchait à obtenir, il a fallu "faciliter" le questionnaire pour qu'il soit adapté à tout individu. Notre traducteur se chargeait de parler dans leur langue de prédilection que ce soit en anglais ou en tamoul. Par ailleurs, les questions posées dans les différents organismes gouvernementaux rencontrés étaient préparées dans les grandes lignes en fonction de leurs missions, ce qui permettait de les faire évoluer en fonction du déroulement de la conversation.

Malgré la bonne volonté de notre traducteur, nos entretiens et notre étude ont rencontré plusieurs obstacles. Dans un premier temps, nous avons été freinées par le manque de moyens et surtout par le manque de communication entre les différents acteurs. En effet, pour récolter toutes les données nécessaires il faut passer par une multitude d'organismes sans jamais savoir à quoi nous attendre, qui nous renvoient bien souvent vers d'autres faisant penser à un cercle sans fin. Comme en Inde il est difficile de programmer des rendez-vous, on se rendait souvent sur le terrain sans jamais savoir si on allait rencontrer des gens ou non. C'est pourquoi, dans certaines administrations officielles nous avons dû revenir plusieurs fois avant de rencontrer quelqu'un. De plus, la vision des acteurs est une vision dite "en silo" ou sectorielle ; les problèmes ne sont donc pas gérés de manière intégrée et globale. Ainsi, il semble manquer un outil permettant de rassembler tous les savoirs et notions au même endroit. Le manque de moyens souvent humain peut être lié à des problèmes de financement ou d'organisation qui font que les organismes ne peuvent pas employer des nouvelles personnes chargées de récupérer des données pour réaliser des cartes par exemple. En effet, des cartes topographiques nous permettant de déterminer les lignes de partage des eaux pour limiter des bassins versants nous aurait été utiles. Mr Manohar, un hydrogéologue nous a indiqué que le département des eaux souterraines était en train de réaliser une carte géologique permettant de connaître la localisation et la profondeur des nappes phréatiques, mais nous n'avons pas pu avoir de délai de réalisation. Nous avons également détecté des lacunes dans les travaux effectués. Par exemple, ils connaissent le nombre de forages déclarés en fonction des usages mais il n'existe pas encore de cartographie permettant de les localiser. Dans un second temps, nous avons fait ressortir un problème majeur lors de nos entretiens avec les autorités : celui des statistiques. En effet, il n'existe aucune liste concernant notre terrain, aucune carte qui donne des informations sur les différents forages, les pompes, les châteaux d'eau et encore moins sur les quantités d'eau qu'ils pompent dans les nappes et leur profondeur. Si les informations existent, elles sont souvent à petite échelle. La cartographie la plus récente que les autorités semblent posséder date de 1931 et ne représente donc pas les forages, ni même les exploitations agricoles ou les différentes industries (**Annexe IV**). En effet, ces données sont plutôt variables car les propriétaires changent rapidement et elles ne sont pas mises à jour. Les industries par exemple, pour des raisons de subventions limitées dans le temps, changent généralement de lieu tous les 10 ans, or la carte disponible au Département des Industries date des années 2000 et n'est pas mise à jour avec ce qu'on a pu observer sur le terrain (**Annexe V**). En effet, les industries étaient venues s'installer à Pondichéry car il y avait des politiques fiscales avantageuses or ce n'est plus le cas actuellement donc beaucoup sont parties vers des terres plus propices aux investissements. En ce qui concerne les terres agricoles, les communes possèdent des listes des exploitations mais pas de liste des forages ni des quantités d'eau effectives pompées. La trame de fond de ce travail consistait donc à

essayer de réaliser une carte ou une liste des pompes afin de déterminer l'impact quantitatif de l'utilisation des pompages pour l'usage agricole le long du canal d'Ousteri.

De plus, en 1931, les villageois consommaient encore l'eau des tanks principalement. Or de nos jours comme la qualité est insuffisante dans les tanks et que l'eau provenant du réseau d'eau de la ville s'il y a une connexion n'est pas considérée comme potable, beaucoup se fournissent en bonbonnes d'eau auprès de différents intermédiaires pour assouvir leurs besoins comme on peut le voir sur la **Figure 3**. La filière de l'eau pour les industries à Sedarapet est également complexe car elles s'alimentent en eau auprès du réseau gouvernemental dédié, qui a mis en place quelques restrictions pour limiter la surconsommation. Les entreprises ayant besoin davantage d'eau doivent se fournir auprès de fournisseurs privés possédant leurs propres pompages dans le Tamil Nadu car ce n'est pas autorisé sur le Territoire de Pondichéry. Par ailleurs, pour les agriculteurs, la filière est simplifiée car ils pompent directement dans leurs forages ce qu'ils ont besoin pour leurs cultures.

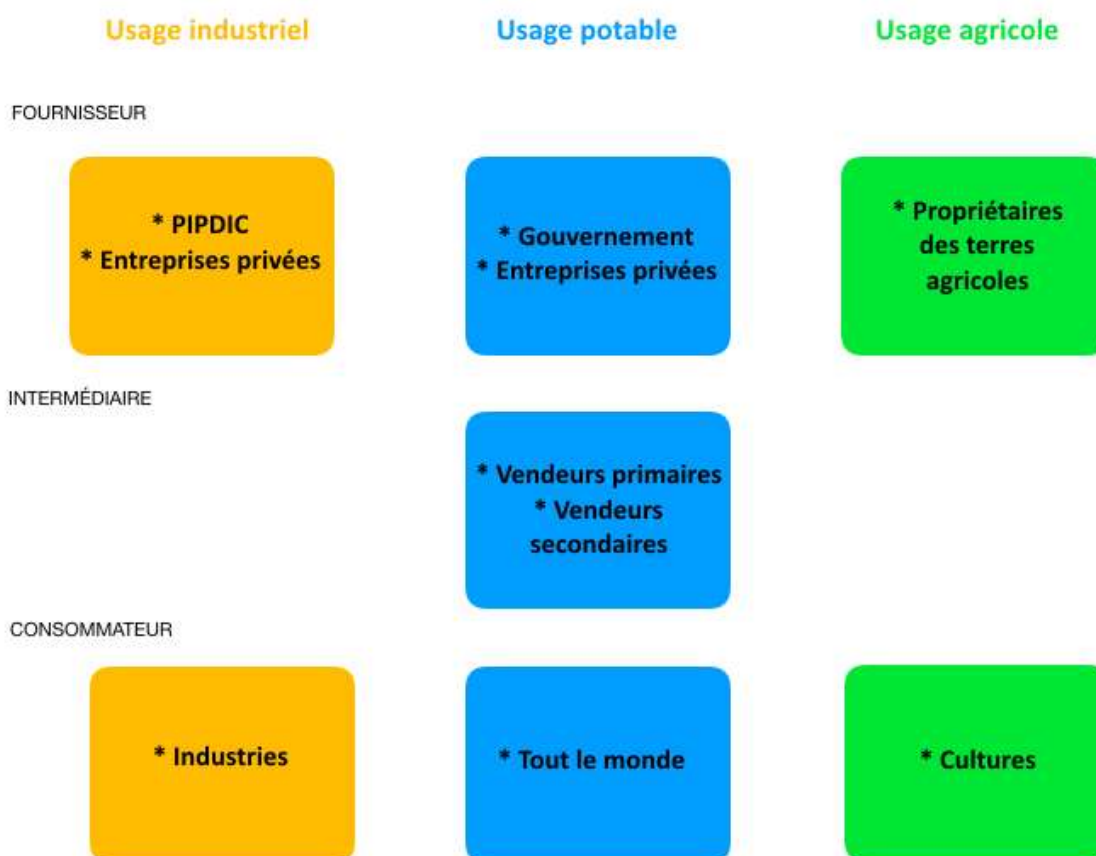


Figure 3 : Bilan simplifié des filières de l'eau pour les usages industriels, agricoles et potable de l'eau sur le territoire de Pondichéry. Réalisation : C. BONAMY.

4 Analyse socio-écologique des filières de l'eau et ouverture vers de nouveaux concepts

4.1 Cas de la zone industrielle de Sedarapet : une gestion commune de l'eau

Le Territoire de Pondichéry encourage le développement industriel depuis les années 1950 par une forte disponibilité de terrains et de main d'œuvre ainsi que par la mise en place d'avantages fiscaux comme nous l'explique le plan de développement (2005). 9000 unités de production étaient enregistrées en 2015. D'après Mr Mohan KUMAR, l'assistant du directeur du Bureau des industries et du commerce⁶ sur Pondichéry, toute personne qui souhaite ouvrir une entreprise sur le territoire doit respecter une procédure entre différents organismes pour obtenir le droit d'ouvrir et un terrain à occuper. Cette procédure permet de limiter l'installation d'industries trop polluantes et trop consommatrices d'eau et d'électricité. Les ressources étant insuffisantes dans le territoire, cela nous amène à nous questionner sur la gestion de l'eau dans la zone industrielle.

4.1.1 Approvisionnements en eau dans la zone industrielle de Sedarapet

4.1.1.1 Approvisionnement interne par la PIPDIC

La société para-publique de développement et d'investissement pour la valorisation industrielle de Pondichéry, PIPDIC, est un organisme public du Territoire de Pondichéry, qui a pour rôle de fournir de l'eau aux entreprises. En effet, les forages individuels sont interdits dans la zone industrielle. Ainsi, pour avoir de l'eau, toutes les industries sont reliées à un réseau géré par la PIPDIC.

Mr Jothi, un responsable des travaux au bureau situé dans la zone industrielle de Sedarapet nous a indiqué que la PIPDIC peut fournir de l'eau aux 87 entreprises installées en fonction de leur demande qui dépend de leur type de production. Les tarifs varient en fonction des quantités fournies. Jusqu'à 100 m³ par mois, l'unité de 1 m³ coûte 15 RS soit moins de 0,20€/m³ selon le taux de change actuel. Pour les industries consommant entre 100 et 300 m³ par mois, le forfait est de 1500 RS + 20 RS l'unité soit minimum 20€. Enfin, pour les entreprises ayant besoin de plus de 300 m³ par mois, le taux est de 5 500 RS + 25 RS l'unité soit minimum 70€. Par exemple, sur la période de Janvier à Mars 2019, la PIPDIC a fourni plus de 21 000 m³ d'eau aux 87 entreprises (soit 84 000 m³ par an) en fonction de leur demande qui est très hétérogène (comme on peut le voir sur l'**Annexe VI**). Certaines industries reliées au réseau n'ont pas demandé de l'eau alors qu'une autre a consommé à elle seule plus de 1 000 m³.

L'eau fournie provient de 3 forages, 2 à 120 m construits en 1972 et en 1985, et le dernier construit en 2004 est situé à 150 m de profondeur. Cependant, au vu du niveau des nappes de plus en plus bas, la PIPDIC est dans l'obligation d'approfondir ses forages pour avoir accès à l'eau. Elle a mis en place des restrictions sur la quantité d'eau qu'elle fournit à chaque entreprise. Ainsi, par jour, une entreprise ne peut recevoir que 6 m³ d'eau de leur part. C'est pourquoi, comme l'eau n'est disponible que de 6 à 21h et pendant les jours travaillés, les entreprises disposent de réservoir d'eau d'une capacité de 20 m³ afin d'avoir toujours de l'eau disponible. Les entreprises ayant besoin de plus d'eau pour leur production doivent en acheter auprès d'entreprises privées.

⁶ Directorate of industries and commerces

4.1.1.2 Autres approvisionnements externes

Certaines industries ont besoin de plus d'eau que ne peut leur fournir la PIPDIC, c'est pourquoi elles en font venir de l'extérieur de la zone industrielle, les forages étant interdits au sein de Sedarapet. Il existe des fournisseurs d'eau un peu partout en Inde. Il suffit de posséder un terrain et de faire un forage si la réglementation de l'État le permet. Commercialiser de l'eau n'est pas autorisé à Pondichéry contrairement au Tamil Nadu. Or Sedarapet se situe à la frontière, c'est pourquoi il existe de tels fournisseurs d'eau. Les propriétaires de ces forages peuvent la vendre à différents acteurs, comme à des industries par le biais de camion-citerne. Le prix d'un "tanker" dépend de la société qui revend l'eau mais également de l'éloignement à celle-ci.

L'entreprise Rayar Water Supply alimente deux entreprises industrielles par jour en vendant son eau 850 RS les 12 m³ soit moins d'1€/m³. Son prix est fixé par rapport à ses coûts de fonctionnement (employés, électricité, essence, loyer ...) qui ne cessent d'augmenter comme nous l'a indiqué son propriétaire. En effet en 1990, pour remplir son camion-citerne, il pompait seulement 15 min avec une pompe de puissance 7HP dans son forage situé à 47 m de profondeur. Aujourd'hui, alors que son forage est situé à 200 m de profondeur et qu'il possède une pompe de 25 HP, il a besoin de minimum 30 min pour remplir le camion, ce qui augmente forcément le coût de l'électricité (**Figure 4**). AlphaTech industrie, située à Sedarapet, qui produit des pièces métalliques, nous a dit acheter un camion-citerne uniquement quand la PIPDIC ne leur fournit pas d'eau à 1500 RS les 5m³ soit presque 4€/m³, ce qui est assez élevé par rapport aux autres tarifs évoqués mais qui s'explique par le fait que la commande n'est pas régulière contrairement à d'autres. En effet, il y a aussi des entreprises qui ont décidé de ne pas se servir de l'eau de la PIPDIC car elles la trouvent trop chère. C'est le cas pour KingFa, qui produit essentiellement des thermoplastiques. Elle nous a dit acheter toute son eau à des entreprises privées à 900 RS les 12 m³ soit 1€/m³.



Figure 4 : Remplissage d'un camion-citerne. Réalisation : C. BONAMY.

Par ailleurs, certaines entreprises ont besoin d'une eau plus pure que celle fournie par la PIPDIC, c'est pourquoi elles s'alimentent auprès de revendeurs spécialisés car la mise en place d'un purificateur ne suffit pas pour leur production. Un des revendeurs d'eau pure est l'entreprise Mercury, qui alimente 6 entreprises différentes mais qui sont toutes dans le

domaine des produits chimiques. Cette eau est revendue à 0,25 RS le litre, ce qui signifie que l'industriel revend son tanker de 10 m³, 2500 RS soit plus de 3€/m³.

4.1.2 Un traitement des eaux usées lacunaires

Pour beaucoup d'entreprises, l'eau est un élément essentiel de production. Alors que pour d'autres, l'eau n'entre pas dans la chaîne de fabrication et ne sert que pour un usage "domestique" (lavage et sanitaires). Il est logique de se demander comment les eaux usées sont traitées.

4.1.2.1 Des eaux usées non traitées

Les eaux usées industrielles sont récupérées par un réseau de canaux géré par la PIPDIC. Les employés les nettoient des déchets solides principalement. Ces canaux secondaires se jettent dans le canal primaire situé sur la route principale qui rejoint par la suite directement la rivière. Les industries doivent participer au paiement de ces charges supplémentaires pour la PIPDIC mais beaucoup refusent car elles n'ont pas les moyens ou alors elles trouvent que le service rendu est moyen (absence d'entretien des routes, mauvaise alimentation électrique...). Ce responsable des travaux de la PIPDIC (Mr. Jothi) a d'ailleurs aussi soulevé des sujets compliqués à aborder en Inde concernant les politiques et les problèmes de corruption. En effet, il nous a indiqué que 87 entreprises étaient en fonctionnement aujourd'hui contre 125 à l'ouverture de la zone en 1972. Beaucoup d'industries auraient fermé pour des raisons économiques et politiques, bien que les deux soient liées. Nous avons aussi entendu des rumeurs à propos de certaines personnes politiques qui abusaient de leur fonction en menaçant les industriels si ces derniers ne leur fournissaient pas de l'argent. Cet argent servirait par la suite pour leur campagne. Même si ce n'est plus d'actualité aujourd'hui, les entreprises ayant déménagées depuis une quinzaine d'années ne vont pas revenir dans la zone puisqu'elles se sont habituées à d'autres endroits et ont pu bénéficier de nouvelles subventions pour s'installer. Par ailleurs, certaines entreprises bénéficieraient de ces appuis politiques car comme les élus veulent conserver les emplois dans ces zones industrielles, ils ont tendance à fermer les yeux sur les défauts de paiements concernant les charges. Nous constatons donc que notre étude des filières de l'eau soulève des questions plus vastes que nous l'imaginions.

La difficulté à percevoir les charges dues dans ce cercle vicieux limite encore les possibilités d'investissements de la PIPDIC qui pourraient être nécessaires pour des centres de traitement des eaux usées avant leur remise dans un milieu naturel comme un tank. Les eaux usées utilisées pour les sanitaires ou le lavage sont bien souvent rejetées dans le jardin ou dans la cour, sans traitement préalable. Pour beaucoup d'industriels, les eaux ne présentent pas de danger et permettent au contraire d'arroser le jardin ou la cour.

4.1.2.2 Des innovations au sein des industries

Nous nous sommes intéressées au cas de l'entreprise Rishad Intermediates car la PIPDIC nous avait informé qu'ils avaient mis en place un système de traitement de leurs eaux usées. Il s'agit d'une usine qui produit de la poudre de sulfate de chrome utilisée dans les tanneries de cuir. Cette poudre est issue du traitement des eaux usées d'une usine de produits pharmaceutiques, suivant de nombreux procédés et réactions chimiques. Ces eaux sont acheminées en camion jusqu'à l'industrie située à Sedarapet (à 10 km de l'usine de médicaments) avant de suivre le processus de traitement qui nécessite beaucoup d'eau. Jusqu'en 2016, les 30m³ d'eau nécessaires par jour provenaient de la PIPDIC essentiellement.

La PIPDIC a ensuite mis en place des réglementations qui n'autorisaient que 6 à 7m³ d'eau par jour. Ainsi, pour continuer son exploitation, Rishad Intermediates a dû s'adapter. Ils ont investi dans des nouveaux procédés permettant à leur usine de fonctionner en circuit fermé et de se satisfaire de la quantité d'eau fournie par la PIPDIC. D'après le dirigeant, toutes les eaux utilisées dans l'entreprise sont traitées et recyclées et aucune n'est en contact avec le sol pour éviter toute infiltration et ainsi toute pollution.

4.2 La filière complexe de l'eau potable du "producteur" au consommateur

Une des questions principales dans cette seconde filière de l'eau est l'assainissement et l'accès à l'eau. En effet, la filière de l'eau potable se définit par une importante quantité d'intermédiaires et de fournisseurs, sans pour autant permettre un accès optimal à l'eau, que ce soit en zone rurale ou en zone urbaine. L'accès à l'eau en Inde subit les mêmes problématiques que toutes les autres ressources : les besoins du pays augmentent plus vite que les moyens. L'objectif est donc de comprendre le trajet de l'eau afin de mêler notre étude à celles déjà menées sur l'utilisation de l'eau notamment dans le cadre du WPP ou bien celle de Bajpai et Bhandari (2001), afin de nous éclairer sur la faisabilité des propositions d'aménagements et des politiques soumises.

4.2.1 L'approvisionnement en eaux potables

D'après le ministère des statistiques et de la programmation, en 2012, en Inde, 88,5% des ménages ruraux et 95,3% des ménages urbains avaient une source d'eau potable en quantité suffisante. 52,4% des ménages ruraux utilisaient des forages comme source d'eau potable et seulement 14,3% des robinets contre 54,3% des ménages urbains. La majeure partie des ménages urbains en Inde dépend de l'approvisionnement en eau des municipalités pour leurs besoins quotidiens selon Bajpai et Bhandari (2001) et les forages représentent la source supplémentaire d'eau potable la plus répandue. Les autres sources d'approvisionnement sont les réservoirs, les étangs, les sources, les rivières, les canaux mais c'est insignifiant en ville. En plus de ces différentes sources d'approvisionnement, d'autres distinctions existent autour de l'accessibilité exclusive à l'eau. En effet 46,7% de la population rurale partagerait l'eau avec leurs voisins car l'approvisionnement est communautaire. Seulement 46,8% de la population urbaine a un accès exclusif à l'eau. Nous verrons donc le parcours mené par cette eau pour aller du fournisseur au consommateur.

4.2.1.1 Réseau municipal et PIPDIC

L'État régional possède de nombreux châteaux d'eau sur le territoire de Pondichéry, qui permettent de fournir de l'eau aux habitants directement à travers un réseau de tuyaux. De plus en plus de ménages ont donc accès à un robinet. Dans certains villages, cette eau est directement utilisée pour boire mais c'est rare car le réseau est bien souvent de mauvaise qualité. C'est pourquoi, les habitants sont obligés de la faire bouillir ou d'en acheter auprès de vendeurs dans des boutiques, ou directement dans la rue auprès de camions qui traversent les villages.

Depuis 3 ans, un des forages de la PIPDIC possède également un centre de potabilisation (**Figure 5**), ce qui leur permet de vendre de l'eau aux habitants intéressés car elle est de bonne qualité. Pour 20L d'eau produits, 4L sont rejetés au cours du processus d'osmose inverse dans les jardins aux alentours, ce qui représente un ratio de 17% de pertes.

Les habitants peuvent directement venir remplir leurs bonbonnes de 20L pour 10 RS soit 0,12€. Par jour, il y a environ 110 bonbonnes de remplies, ce qui représente un gain de 1100 RS/j soit 14€ pour la PIPDIC. Sur l'année, environ 950 m³ d'eau sont prélevés de ce forage.



Figure 5 : Centre de potabilisation de la PIPDIC. Réalisation : C. BONAMY.

4.2.1.2 Entreprises privées

Nous avons rencontré différents “producteurs” d’eau potable, tous possèdent des forages, une usine de potabilisation de l’eau ainsi que de mise en bouteilles pour la revente auprès des consommateurs (différents formats sont disponibles de la bouteille de 0,3L à la bonbonne de 20L). Cette notion de production est à relativiser car il s’agit simplement de propriétaires qui ont décidé de faire un forage sur leurs terres pour extraire l’eau et pouvoir la commercialiser alors qu’il s’agit d’un bien commun.

Health Care Water Production, dont le nom marque la volonté de s’inscrire dans le discours de la santé, possède deux forages situés à 180 et 60 m de profondeur qui lui permet de remplir ses commandes. Son taux de production est de 50/50, ce qui signifie que pour 100L qui sont acheminés dans l’usine de potabilisation, 50L sont embouteillés et 50 autres vont servir aux sanitaires ou aux eaux de nettoyage avant d’être relâchés dans les jardins. Il est nettement plus faible que pour la PIPDIC mais les quantités extraites ne sont pas les mêmes car c’est entre 80 et 180 m³ embouteillés par mois soit 2160 m³ par an d’eau prélevés. Quant à Aqua Green, il possède deux forages à 150 et 180 m de profondeur, qu’ils alternent en fonction du niveau d’eau. Leur taux de production est de 56%, pour 100L d’eau extraits, seuls 56L vont finir en bouteilles. Ils produisent environ 20m³ d’eau potable par jour, soit environ 1100 m³ par an.

Ces entreprises sont soumises à des contrôles de qualité réguliers afin d’assurer une bonne eau sans risque pour la santé des consommateurs. À Aqua Green, comme il n’y a pas de ventes directes, n’est produit que ce qui est commandé, ce qui permet de répondre à la demande des clients en évitant le gaspillage. En fonction des entreprises, les bouteilles sont

soit achetées sur place par le consommateur, soit vendues à des intermédiaires qui les revendent à des magasins ou directement dans des villages.

4.2.2 Les nombreux intermédiaires de la filière de l'eau potable

4.2.2.1 Les grossistes

Nous avons pu obtenir des adresses de grossistes (appelés “dealers”) auprès de l'entreprise d'eau potable Aqua Green. Ce sont ces grossistes qui sont chargés de revendre la production de l'usine principale. Sri Sakthi Ganapathi agencies, située dans le quartier de Venkata, est un des revendeurs principaux de cette industrie. Le propriétaire s'est installé ici en 2017 car l'eau provenant du réseau public n'est pas de bonne qualité, ce qui fait que, pour reprendre ses mots, il y avait et qu'il y a toujours des clients tant que la qualité du réseau ne s'améliore pas. De plus, contrairement à d'autres quartiers de la ville de Pondichéry, il n'y a pas de concurrence ici car il est le seul, ce qui facilite les affaires. Ainsi, il revend donc des bouteilles de 1, 2 et 20 L d'eau, soit environ 1250 L d'eau par jour, à des consommateurs directs ou à des dealers secondaires. Les consommateurs viennent directement au magasin acheter de l'eau pour leur propre consommation tandis que les dealers secondaires viennent en acheter pour pouvoir les revendre par la suite.

4.2.2.2 Les détaillants

Les semi-grossistes ou détaillants (appelés “dealers secondaires”) s'approvisionnent soit chez un dealer principal soit directement à une entreprise de production d'eau potable. Suivant les quantités dont ils ont besoin (souvent faibles car ils ne possèdent pas d'espaces de stockages), les entreprises les livrent directement à domicile. Ensuite, ils vendent cette eau directement aux consommateurs dans leur boutique s'ils en ont une ou directement en passant dans les villages en fonction de la demande.

Ce réseau d'eau potable semble relativement développé et soulève des questions sociétales importantes. En effet, à chaque étape du réseau, cette eau prend de la valeur. Ainsi, les personnes possédant un accès exclusif et direct à l'eau (robinets) paient l'eau moins chère (car celle-ci est fournie directement par la municipalité, **Figure 6**) que les personnes souvent plus pauvres qui ne peuvent faire venir l'eau chez eux, se déplacer jusqu'à l'usine de production ou jusqu'au “dealer” principal, qui se retrouvent à payer une eau plus chère, passée par au moins 3 vendeurs.

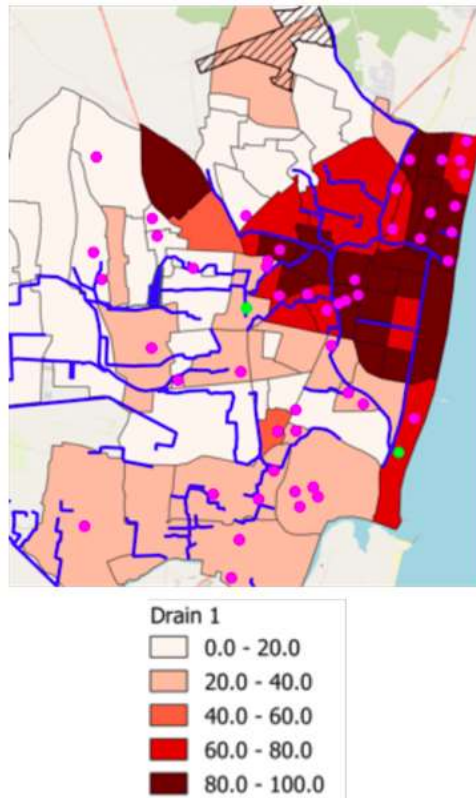


Figure 6 : Réseau fermé d'eau (en bleu) et pourcentage de canalisations dans les différents quartiers de Pondichéry. Source : P. Maillet et D. Andrieu, *Census of India 2011*.

4.2.3 Les consommateurs de l'eau : tous concernés

4.2.3.1 Des distinctions sociales liés à la disparité des approvisionnements

Concernant l'approvisionnement en eau, la grande disparité des systèmes d'accessibilité conduit forcément à des inégalités notamment sur la distance à parcourir pour avoir accès à de l'eau potable (**Tableau 1**). D'après le ministère des statistiques et de la programmation, en 2012, le temps de déplacement moyen d'une personne par jour pour aller chercher de l'eau potable à l'extérieur de son domicile était de 20 minutes en Inde rurale et de 15 minutes en Inde urbaine. Pour beaucoup de ménages, ce sont aux femmes d'aller chercher de l'eau (à 84 %). Bien que les ménages soient à 70% féminins, se pose tout de même la question des égalités entre les sexes. En effet, le temps nécessaire pour aller chercher de l'eau empêche la femme d'étudier ou de travailler.

Tableau 1 : Distance des ménages au premier point d'accès d'eau en Inde (Bajpai et Bhandari, 2001)

	Nombre de ménages (Millions)	%
<i>Habitation</i>	18.4	38.6
<i>Immeubles</i>	12.9	27.1
<i><0.2 km</i>	15.0	31.5
<i>0.2-0.5</i>	0.8	1.7
<i>0.5-1.0</i>	0.4	0.7
<i>1.0-1.6</i>	0.1	0.3
<i>>1.6 km</i>	0.0	0.1
<i>Pas disponible</i>	0.0	0.1
<i>Total</i>	47.6	100.0

En effet, les collectivités locales ne possèdent pas les fonds nécessaires pour lancer des aménagements à grande échelle ou elles n'en ont pas la volonté. Ainsi, les personnes ayant le plus les moyens, habitant généralement en ville, peuvent avoir un accès personnel à l'eau et sont dans ce cas ravitaillées par le réseau municipal où l'eau coûte moins chère qu'en bouteille. Les personnes les plus pauvres, susceptibles d'habiter en campagne ou loin des zones de ravitaillement, doivent quant à elles laisser intervenir plusieurs intermédiaires entre le fournisseur d'eau et elles. Elles se retrouvent à payer donc l'eau plus chère, agrandissant ainsi les écarts sociaux-économiques.

4.2.3.2 Des différences de qualité d'eau entre les fournisseurs

D'autres disparités sociales peuvent être observées dans le choix direct des fournisseurs d'eau. Même si, qu'importe le fournisseur d'eau, les eaux correspondent aux critères imposés de potabilité, elles n'ont pas pour autant les mêmes qualités et donc apports nutritifs. En effet, nous avons entendu que l'eau fournie par la PIPDIC était de meilleure qualité que l'eau fournie par d'autres fournisseurs extérieurs, qui coûtaient cependant moins cher. Ainsi, comme dans les pays européens, la qualité des produits consommés peut servir de marqueur social. Ce qui est déroutant c'est que pour un pays pauvre comme l'Inde, l'eau minérale naturelle représente actuellement 15% de l'eau potable conditionnée vendue dans le pays. Si certaines marques indiennes (Vedica de Bisleri, Himalayan de Tata) ont le monopole du marché (avec près de 60% des parts), d'autres marques importées se font petit-à-petit une place (Coca-Cola, Pepsi, Nestlé) comme le révèle Caroline (2006). Ces marques affirment leur présence sur le marché indien de l'eau embouteillée. Cette eau n'est cependant pas toujours de source minérale. La plupart du temps elle est pompée dans la nappe souterraine puis traitée. Le consommateur pense boire une eau de qualité mais les normes de qualité imposées ne sont pas systématiquement respectées par manque de contrôle. Cette consommation est dangereuse pour la santé quand on sait que les taux de pollution notamment par les nitrates (liés aux intrants agricoles) ne cessent d'augmenter dans les nappes. Si la consommation d'eau embouteillée est vouée à augmenter en Inde, sa qualité risque de se dégrader et son prix risque d'augmenter à cause de la baisse du niveau des nappes. Cette augmentation risque donc d'éloigner encore les moins aisés du bien vital que constitue l'eau.

4.3 Les prélèvements incontrôlés d'eau souterraine pour un usage agricole le long du canal

Pour déterminer le fonctionnement de notre troisième filière de l'eau concernant les eaux agricoles, nous avons rencontré certains exploitants qui travaillent les terres qui longent le canal alimentant Ousteri par la rivière Gingee. Cette rivière traverse le territoire d'Ouest en Est sur une distance de 35 km.

L'objectif premier était de comprendre les enjeux de l'eau du point de vue des agriculteurs vis-à-vis du canal et ce qu'il représente pour eux. L'étude d'Ousteri lors des premières semaines de stage, nous a montré que le tank n'était plus utilisé de manière directe pour l'irrigation, qu'il était pollué mais protégé par une zone de sanctuarisation pour le maintien des espèces d'oiseaux migratoires. Il semblerait que les autorités locales et les populations aient compris les intérêts économiques, écologiques et sociaux au maintien d'un tank en bon état. Cependant, nous avons remarqué qu'aucune action n'est menée pour préserver les affluents du tank, qui apportent directement l'eau de l'extérieur vers le réservoir. En effet, la rivière Gingee, située à l'Ouest d'Ousteri, remplit le canal pendant la saison des pluies, donc entre Octobre et Décembre, lorsque les vannes sont ouvertes. Ce canal, à son tour, se déverse ensuite dans le tank. Nous voulions ainsi savoir si ce canal était considéré de la même manière que le tank en termes d'usage de l'eau et d'accaparement des terres.

Les difficultés rencontrées nous ont amené à nous concentrer sur les systèmes de pompage et de cultures mis en place. Cette étude des terres du canal d'Ousteri s'inscrit donc dans une étude généralisable de la consommation d'eau et des pratiques agricoles dans cette troisième filière de l'eau qu'est l'agriculture. Il s'agit d'un secteur en pleine évolution quand on sait qu'entre 2007 et 2016, les superficies nettes cultivées ont diminué de 26,3% environ, passant de 12950 ha à 9538 ha d'après le rapport de récolte de saison (2017).

4.3.1 Abandon du canal au profit du pompage

Si d'après les cartographies de 1931 (**Annexe IV**), Pondichéry est équipée d'un système de canaux, celui-ci est aujourd'hui inutilisé. Les canaux principaux se remplissent par les pluies mais ne servent pas à irriguer des terres ou à remplir les canaux secondaires. Les usages initiaux des canaux primaires ont été abandonnés au même titre que les canaux secondaires même s'ils font toujours partis du paysage local. Aujourd'hui on y retrouve de nombreux déchets solides car par manque de systèmes de collecte de déchets efficaces sur le territoire, les usagers se débarrassent comme ils peuvent des leurs. Jeter les déchets dans ce canal s'avère facile puisqu'il se situe à proximité des entreprises et qu'il est sec pendant la saison sèche. Les usagers ne voient donc pas de raison à le maintenir en bon état. Ainsi, en saison des pluies, lorsque le canal se remplit, tous les déchets se trouvent emportés vers l'aval.

Nos rencontres et entretiens nous ont permis de nous rendre compte qu'aucun système n'était mis en place pour subvenir aux besoins des habitants dans les villages qui dépendaient essentiellement de ces canaux pour l'approvisionnement en eau. Ce sont bien les pompes électriques et les forages qui ont pris le dessus et qui dessinent aujourd'hui les géométries et les couleurs des terres exploitées. Ainsi, les habitants possédant des terres à irriguer se voit dans l'obligation de réaliser à leur tour des forages car le canal ne peut être utilisé ni pour l'agriculture de part cette absence de canaux d'irrigation, ni pour l'artisanat ou les usages domestiques. La potière que nous avons rencontrée le long du canal, nous a affirmé

qu'elle n'était pas là pour se servir du canal comme source d'eau, essentielle à sa production, mais qu'elle s'approvisionnait grâce à un petit forage personnel.

L'abandon du canal constitue le point essentiel de cette filière de l'eau. En effet, nous pensions que ce canal était la source d'approvisionnement en eau des terres avoisinantes, ainsi, nous envisagions de questionner les intermédiaires entre ce canal et les exploitants de l'eau. Il s'est avéré que ce canal était vide une bonne partie de l'année (hors saison des pluies) et surtout inexploité. Les agriculteurs possèdent des forages individuels qu'ils utilisent pour irriguer directement leurs terres. Les exploitants sont installés à cet endroit car ils héritent des terres ou parce que les terres sont proches de leurs villages et non comme on pourrait le penser parce que les terres sont proches d'une source d'eau. Il ne semble pas y avoir de corrélation entre leur situation géographique et leur consommation d'eau. En effet, si d'après Sathiyavari, une potière, l'eau de ce canal peut atteindre le même niveau que la route pendant la saison des pluies, il n'est cependant pas utilisé par les habitants, ni par les artisans ou les exploitants agricoles. Le seul lien qui est fait entre les agriculteurs et le canal est que quand il y a de l'eau dans le canal, il est plus facile d'avoir accès à l'eau dans leur forage individuel, en effet, le niveau de la nappe est alors plus haut.

Ainsi, nous avons interrogé plusieurs agriculteurs qui nous mènent tous vers la même conclusion : ils irriguent leurs terres par forages et adaptent leurs cultures à la quantité d'eau qu'ils peuvent capter. D'après Mr Manohar, hydrogéologue au Département des eaux souterraines et de la conservation des sols, sur le territoire de Pondichéry la nappe phréatique est profonde de 50m mais l'eau n'y est pas de bonne qualité tandis que la nappe profonde descend jusqu'à 700m et contient de l'eau potable. L'eau souterraine est accessible dès 7m de profondeur mais elle n'est pas de bonne qualité, elle ne peut être utilisée que pour un usage agricole. Toujours d'après l'hydrogéologue, le District de Pondichéry contient 7500 forages enregistrés (mais non cartographiés) pour un usage agricole, en plus des 450 pour un usage potable, 4 pour la PIPDIC et 450 pour la revente à des industries. Nous pouvons donc imaginer qu'il y en a beaucoup de localisés qui se situent sur les abords d'Ousteri et le long du canal.

4.3.2 Prélèvements de l'eau en fonction des cultures

4.3.2.1 Étude des forages dans les villages aux alentours d'Ousteri

Au Département des Eaux Souterraines, nous avons récupéré des données concernant les forages identifiés dans 6 villages sur 12 situés aux alentours d'Ousteri, ainsi que ceux d'un village situé le long de la rivière Gingee (**Figure 7**). Sur chaque fiche de référencement d'un forage, nous avons analysé sa date de construction, la puissance de pompage, la superficie irriguée et les cultures en fonction de ce qui était disponible. En effet, l'absence de données ne signifie pas forcément qu'il n'y a pas de forages dans ces endroits mais qu'on n'y a pas eu accès ou bien que les relevés n'ont pas été effectués.

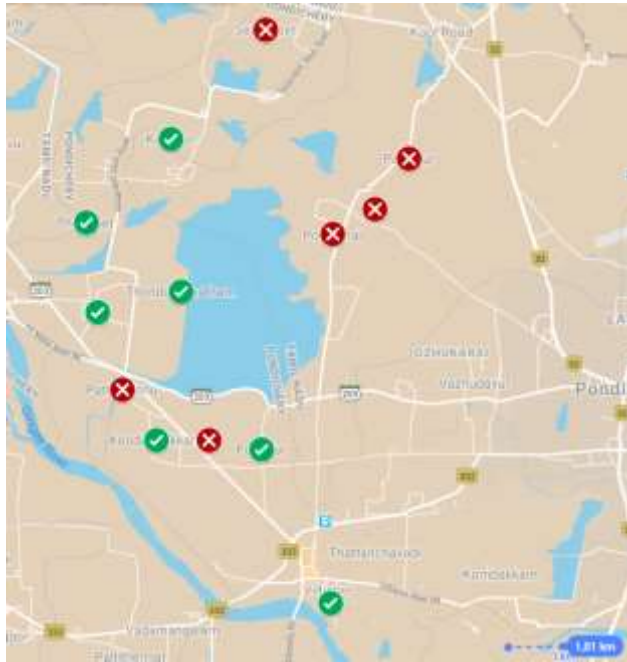


Figure 7 : Localisation des villages aux alentours d'Ousteri (en vert : données récupérées, en rouge : absence de données). Source : Google maps, plan IGN. Réalisation : C. BONAMY.

Nous avons analysé ces données dans le **Tableau 2**. Nous voulions par exemple mettre en évidence des liens entre la puissance de la pompe et la profondeur du puits qui sont étroitement liées. De plus, nous avons essayé d'analyser la consommation d'eau moyenne en mm/ha en fonction des cultures réalisées dans les champs car il en existe de plus consommatrices que d'autres.

Tableau 2 : Bilan des données sur les forages situés aux alentours d'Ousteri. Source : Département des eaux souterraines et L'Internaute ; Deluzarche (2005) ; Chevalier (1949). Réalisation : C. BONAMY & M. PAUGET.

Nom du Village	Nombre de forages identifiés	Forage le moins profond				Forage le plus profond				Moyenne des forages			
		Prof (m)	Année	P (HP)	Surf cult. (ha)	Prof (m)	Année	P (HP)	Surf cult. (ha)	Prof (m)	Année	P (HP)	Surf cult. (ha)
Pathukanu	Pas de données récupérées												
Ramanathapuram	59	10	1985	16	1	279	1990	15	2	36	1986	9	1,2
Thondamanatham	100	3	1965	5	1	213	1996	10	0,8	30	1989	6	1,4
Thuthipet	22	9	1980	5	0,3	229	2000	7,5	1,6	136	1997	14	1,9
Karasur	15	9	1969	5	?	230	?	25	8,1	145	1986	14	3,4
Sédérappet	Pas de données récupérées												
Pattanur	Pas de données récupérées												
Manaveli	Pas de données récupérées												
Poothurai	Pas de données récupérées												
Poraiyur	29	12	2000	?	0,6	55	2006	7,5	1,2	65	1998	14	1
Agaram	Pas de données récupérées												
Koodappakkam	67	9	?	5	0,5	177	1981	15	4	35	1990	8	1
Kanuvapet	8	10	1998	7,5	1	110	1999	12,5	1,2	54	1992	9	1

Nom du Village	Nombre de cultures comptabilisées par village								Surface cultivée (ha)	Approximation de l'eau nécessaire pour les cultures (mm/ha)
	Riz	Canne à sucre	Arachides	Noix de coco	Manioc	Filao	Bananes	Autres		
Pathukanu	Pas de données récupérées									
Ramanathapuram	45	29	15	3	5	3	1	4	70,3	1810,2
Thondamanatham	78	46	6	2	1	7	6	6	132,5	774,4
Thuthipet	12	5	6	0	2	2	3	0	33,5	2016,0
Karasur	1	1	3	3	5	6	0	0	43,8	512,5
Sédérpet	Pas de données récupérées									
Pattanur	Pas de données récupérées									
Manaveli	Pas de données récupérées									
Poothurai	Pas de données récupérées									
Poraiyur	22	5	0	3	0	0	9	4	43,1	2286,8
Agaram	Pas de données récupérées									
Koodappakkam	52	13	3	4	4	6	2	4	82,5	1040,9
Kanuvapet	6	0	2	2	1	0	0	2	8,0	17250,9

Pour réaliser ce tableau, nous avons donc utilisé les données concernant les forages des villages répertoriés dans la carte (**Figure 7**) ainsi que des données concernant la consommation en eau des cultures issues principalement d'une étude de Deluzarche (2005). Ainsi, d'après la moyenne des consommations d'eau par hectare, nous avons pu estimer qu'en moyenne, un hectare de culture, quelle qu'elle soit, réclame 101 370 L d'eau par jour. Or en moyenne, un agriculteur possède 1,3 ha de culture, soit 131 781 L par jour par exploitant sur ces 6 villages. Notre hypothèse concernant la corrélation entre le choix des cultures et la profondeur des forages ou la puissance des pompes s'est révélée infondée. En effet, la culture de canne à sucre, la plus gourmande en eau, qui consomme 1250 mm d'eau par an et par hectare, est cultivée par des agriculteurs possédant des pompes d'une profondeur moyenne de 49 m et de 8,5 HP en moyenne, alors qu'en moyenne les pompes descendent à 51 m de profondeur et font 9 HP. Ainsi, nous pouvons affirmer qu'il y a peu de règles concernant l'accessibilité à l'eau par forages. La nappe a une morphologie inconnue qu'il est impossible de prévoir sans cartographie. La puissance des forages dépend des capacités d'investissement des agriculteurs mais elle ne représente pas leurs cultures puisqu'il suffit qu'ils pompent plus ou moins longtemps pour avoir l'eau nécessaire à leurs cultures. Si nous pouvons considérer que l'eau agricole (pompée en quantité importante dans ce domaine) est réutilisable en partie, si elle n'est pas polluée, il est néanmoins étonnant que celle-ci ne soit pas optimisée afin d'irriguer plus de terres ou de consommer moins d'eau.

Des problématiques de propriété des ressources mondiales, de distinctions sociales, d'économie globale et de sauvegarde environnementale sont ainsi soulevées par ces constatations quant à l'utilisation agricole de l'eau.

4.3.2.2 Absence de conscience environnementale

Cette irrigation par forages a plusieurs conséquences qui nous ramènent aux problématiques propres d'Ousteri. En effet, ces agriculteurs n'ont visiblement pas de soucis particuliers concernant l'accessibilité de l'eau, ce qui leur laisse la possibilité d'entretenir des cultures gourmandes en eau même en saison sèche. Certains réalisent jusqu'à trois cultures de riz et beaucoup exploitent la canne à sucre qui met 12 mois à mûrir. Cela a donc des conséquences sur le niveau des nappes puisque qu'aucune conscience de l'épuisement des ressources ne semble être présente car dès qu'ils n'ont plus accès à l'eau, ils réalisent des

forages plus profonds. Lors de nos visites de terrain, nous nous sommes souvent retrouvées au milieu de rizières, une culture qui nécessite beaucoup d'eau alors que nous étions en saison sèche (Avril-Mai). Ainsi, tant que les agriculteurs ont accès à l'eau, ils ne donnent pas l'impression de se soucier du type de leurs cultures. Seul compte l'apport financier, car le riz est une culture qui rapporte beaucoup d'argent contrairement à des cultures qui nécessitent moins d'eau et qui devraient être utilisées en période sèche comme les arachides.

De plus, d'après Gomathi, une femme que nous avons interrogé du côté Sud du canal, le propriétaire de la ferme pour laquelle elle travaille utilise des fertilisants et des composts, qui, étant donné la localisation de la ferme, ruissellent directement dans le canal, situé en contrebas des parcelles.

4.4 Des constats pour aller vers de nouveaux concepts et systèmes afin de préserver la ressource en eau ?

Les tanks sont de moins en moins utilisés et sont parfois convertis pour de nouveaux usages comme la construction, les routes ou simplement laissés à l'abandon. La fonction de recharge des nappes est alors perdue. De plus, certains tanks sont reliés les uns aux autres ou à des rivières par des canaux (comme c'est le cas pour Ousteri), ces derniers deviennent cependant des égouts à ciel ouvert lorsqu'ils ne sont plus utilisés. Il s'agit donc de comprendre à quel niveau ces transformations sont prises en comptes et dans quelles perspectives des mesures pourraient être mises en place. En effet, pour remédier aux pertes de fonctions des tanks, des projets sont mis en place pour les réhabiliter comme celui du projet de réhabilitation des réservoirs de Pondichéry (TRPP) financé par la Commission Européenne dans l'État du Tamil Nadu et à Pondichéry, dont ont bénéficié les tanks Periya Eri et Sitheri au nord d'Ousteri entre 2003 et 2006 (d'après le chef de Sedarapet). L'objectif de ce financement était d'accroître la production agricole grâce à une meilleure gestion de l'eau à travers la réhabilitation des réservoirs d'eau (couvrant 1,1 millions d'hectares dans le Tamil Nadu) sur une période de 7 ans (1999 à 2006). Il visait à préserver les revenus agricoles, à améliorer la recharge des nappes d'eaux souterraines et à arrêter le processus de salinisation des aquifères. L'argent a servi à accomplir différentes missions comme le nettoyage des berges, le désensablement du fond des lacs, la dépollution des eaux (collecte de ramassage de plastiques...).

De plus, contrairement à l'Etat du Tamil Nadu, le District de Pondichéry interdit de puiser l'eau pour la vendre ensuite, l'eau ne peut donc pas devenir un bien privé par propriété foncière. Ainsi, il existe plusieurs orientations dans les régulations à adopter : la régulation directe, qui porte directement atteinte aux ressources en eau, ou la régulation indirecte, qui touche les moyens de production ou d'utilisation de l'eau. Ces régulations ne sont pas mises en place à Pondichéry, à Sedarapet ou autour d'Ousteri, nous allons donc chercher des exemples ailleurs en Inde ou à l'étranger. La question sera de savoir si ces régulations se révèlent vraiment efficaces ou si la solution ne réside pas ailleurs.

4.4.1 Risques sur la ressource en eau

Tout d'abord, nous avons essayé de quantifier la prise de conscience autour des problématiques de l'eau chez toutes les personnes interrogées : de l'agriculteur au fonctionnaire des différents départements gouvernementaux pour savoir s'ils pouvaient envisager l'avenir dans cette situation.

4.4.1.1 Prise de conscience des risques

Les variations observables de mousson, ainsi que leur imprévisibilité en termes de fréquence et de quantité qui rendent les périodes extrêmes de plus en plus longues et de plus en plus nombreuses sont au cœur des préoccupations de notre siècle. Avec 1200 mm de pluies par an, le territoire de Pondichéry est sous un climat tropical qui connaît deux saisons des pluies : la mousson de Sud-Ouest de juin à septembre qui est beaucoup moins importante que la pseudo-mousson de Nord-Est d'octobre à décembre, qui apporte 62% des précipitations. La période sèche dure donc en moyenne 8 mois mais peut s'étendre à 11 mois en cas de grande sécheresse comme l'appuie Aubriot (2013). Les périodes de mousson sont de plus en plus courtes, ou du moins à des dates souvent imprévues, ce qui rend la situation de plus en plus difficile pour les agriculteurs et pour la recharge des nappes. En effet, les nappes sont rechargées par les précipitations, les apports des rivières mais également par les infiltrations liées aux tanks, aux canaux et à l'irrigation des cultures. Tous ces types de recharge sont donc liés, c'est pourquoi les nappes aquifères ne se rechargent pas comme elles le devraient et continuent d'être vidées par les différents consommateurs.

La diminution du niveau des nappes entraîne une baisse de la qualité de l'eau. Pour beaucoup de fonctionnaires, la ressource ne va pas s'épuiser maintenant et le seul problème à gérer est l'intrusion saline. Ce phénomène de pénétration de l'eau de mer dans les terres est aggravé par le fait de puiser davantage d'eau, en effet cette place disponible dans le sous-sol est remplacée par de l'eau de mer. Cette eau, riche en sel, pollue donc les nappes. L'augmentation de la salinité des eaux souterraines est réversible mais est plus rapide dans le sens de la contamination que dans celui de décontamination du milieu. Pour limiter cette intrusion qui est déjà mesurée à 4 km dans les terres, il faudrait réduire les pompages d'exploitation des forages et augmenter la recharge de la nappe par les précipitations ou les pertes de rivières comme l'indique le BRGM (2005). En cas de grave contamination saline dans des zones où les besoins en eau sont élevés, il est possible de mettre en œuvre des techniques dont le but est d'isoler l'aquifère exploitée de la partie salée. Une des techniques est par exemple la mise en place d'un barrage hydraulique par recharge artificielle qui a pour but d'injecter de l'eau douce directement dans l'ouvrage comme c'est le cas de certains barrages aux États-Unis.

De plus, pour les scientifiques interrogés, il ne sert à rien de s'intéresser à d'autres sources de pollutions qu'ils considèrent comme "mineures" comme la pollution plastique, celle liée aux effluents industriels, celle provenant des intrants agricoles... Or comme on sait que beaucoup d'industries ne traitent pas leurs effluents et que la PIPDIC ne gère que les déchets solides, ne pas se sentir concerné par ces pollutions "mineures" est une erreur. L'eau chargée en particules polluantes s'infiltre donc directement le long de son trajet ou ruisselle jusqu'à atteindre un tank comme Ousteri situé en aval du bassin versant de notre zone étudiée. Certes, l'infiltration dans ce réservoir est mineure car le sol est très argileux ce qui le rend imperméable mais toute la faune et flore est impactée. De plus, les concentrations en polluants sont de plus en plus importantes car le taux de dilution se réduit. Selon Chauffour (2017), les concentrations en chlorures, fluors et nitrates dans les eaux souterraines de Pondichéry sont supérieures à la limite d'acceptabilité pour son exploitation notamment comme apport d'eau potable pour la ville. La présence de ces polluants à des concentrations supérieures aux limites d'acceptabilités pose questions quant au mode de gestion par le gouvernement de Pondichéry, notamment en termes de santé environnementale, puisque ces polluants représentent des dangers pour la santé humaine mais également sur la

biodiversité car de moins en moins de poissons sont présents, ce qui à l'avenir pourrait impacter le sanctuaire d'oiseaux mis en place sur le lac.

Si les gens ont bien conscience que l'épuisement de la ressource est une possibilité d'avenir, ils n'ont pas pour autant conscience de l'anticipation dont il faudrait faire preuve pour l'éviter. Il est essentiel que tous se sentent concernés, peu importe leur échelle d'action, afin de garantir un accès à l'eau et qui plus est à une eau non polluée dans les années à venir. Beaucoup, nous ont affirmé que la situation était loin d'être aussi grave qu'à Chennai. En effet, selon un article paru dans The Wire en Juin 2019, la crise de l'eau à Chennai ne montre aucun signe de relâchement, ces derniers jours, la pénurie a conduit à de violents affrontements dans la ville. Les autorités ont réduit de 40 % l'approvisionnement en eau courante dans la ville, ce qui rend les gens plus dépendants des fournisseurs privés qui ont quant à eux augmentés leurs tarifs de 100% car ils savent que la population n'a pas le choix. Mais justement il est important d'agir maintenant avant que cela devienne similaire dans l'aire urbaine de Pondichéry... Malheureusement, les sociétés ont tendance à gérer le problème une fois qu'il existe. Il nous est difficile d'anticiper bien que l'on connaisse les conséquences dramatiques qu'une mauvaise gestion de l'eau à l'heure actuelle peut avoir dès demain.

4.4.1.2 Une vision sur l'avenir de la ressource

Comme le WPP porte sur la gestion de l'eau à l'horizon 2040, il était normal de demander aux différents acteurs interrogés leur vision du futur de la disponibilité de la ressource. Pour Mr Manohar, un hydrogéologue du Département des eaux souterraines et de la conservation des sols, s'il n'y a plus d'eau dans un forage alors la solution est de creuser plus profond. C'est ce qui est fait dans de nombreuses exploitations agricoles notamment. Les agriculteurs engagent des travaux permettant de puiser plus profond car il devient de plus en plus difficile de pomper en saison sèche. Cependant, cette solution a une limite car on ne peut pas creuser indéfiniment, il faut que les conditions géologiques le permettent et surtout que le niveau d'eau dans la nappe ciblée soit suffisant comme le précise Aubriot (2014). Il est important de casser l'image prédominante du fait que "tant que tu as de l'argent, tu peux avoir de l'eau". L'eau devrait être un bien commun et ne pas se monétariser afin que tout le monde puisse y avoir accès. Pour ça, il faut que les entreprises et les agriculteurs prennent conscience que l'eau est une ressource en voie d'extinction et que l'on doit protéger de manière urgente malgré les réticences que certains propriétaires peuvent avoir à propos de la rentabilité de leur production sans une utilisation démesurée de l'eau. En effet, même si la demande en eau augmente, les quantités disponibles font partie du cycle de l'eau et reste inchangées.

Par ailleurs, comme l'eau d'Ousteri n'est plus utilisée pour les usages domestiques, nous sommes parties de l'hypothèse quand nous intéressant qu'aux prélèvements agricoles et industriels, nous allions pouvoir avoir une idée précise des quantités d'eau qui ne remplissaient pas le lac. Nous avons donc récupéré des données concernant la quantité d'eau utilisées par les industries dans la zone de Sedarapet et par certaines entreprises en fournissant, bien qu'elles soient variables en fonction des besoins liés à la production. Cependant, nous ne pouvons les estimer totalement. Nous n'avons pas par exemple la quantité d'eau prélevée par la municipalité pour alimenter son réseau. De plus, les prélèvements des agriculteurs sont impossibles à chiffrer tant que les forages ne sont pas totalement identifiés.

Ces quantités “manquantes” pourraient être additionnées aux quantités d’eau présentes dans le lac afin d’envisager dans les prochaines années que le lac puisse servir d’apports en eau potable pour le Territoire de Pondichéry. En effet, un des scénarios d’avenir présenté par Mr Pethaperumal du Département des eaux souterraines est de se servir de l’eau d’Ousteri comme un apport d’eau potable pour la ville. Un réseau de tuyaux pourrait donc relier le lac à un centre de traitement et de potabilisation puis alimenter les usagers de la ville en eau potable. Ce projet semble irréalisable étatique ment parlant car les deux administrations étant propriétaires d’Ousteri, il est normal que le Tamil Nadu soit contre le fait que le réseau d’eau alimente seulement Pondichéry. De plus, nous avons vu que les agriculteurs creusaient de plus en plus profond pour avoir accès à de l’eau or ils en ont à disposition directement dans le lac en saison des pluies. Il serait donc logique de revenir à un usage initial du tank et laisser les eaux souterraines en apport d’eau potable plutôt que de devoir traiter des eaux de surface.

4.4.2 Systèmes de régulation directe

Afin de limiter la baisse du niveau des nappes, des régulations doivent être mises en place pour diminuer les consommations d’eau souterraine et sensibiliser les populations à l’économie de la ressource. Dans un premier temps, les régulations peuvent donc être directes, limiter directement le pompage et la consommation de l’eau.

4.4.2.1 Aspect réglementaire des régulations directes

Concernant la régulation directe autour de l’extraction de l’eau, le Tamil Nadu a édicté ses propres lois en 2003 mais n’a pas établi de décret d’application. Ainsi, dans les textes, les nouveaux puits devaient être enregistrés et nécessiter un permis, et donc des restrictions, pour ceux situés en zone dites “critique”. Néanmoins, nous avons pu voir que cette régulation ne pouvait pas être mise en place car elle nécessite une agence de contrôle et aucun organisme ne s’est encore chargé de cette tâche. Le Bureau Central des Eaux souterraines a pour projet d’établir cette liste des différents pompages mais le système est sans cesse ralenti par les changements politiques. En effet, à chaque nouvelle élection, les activités et les prises de décisions sont stoppées pour empêcher les démarches inutiles et les changements de point de vue des autorités en place. De plus, nous pouvons imaginer que les citoyens ne changeront pas d’habitudes sans des changements de politiques publiques. Par exemple, le riz est rentable pour les agriculteurs puisque sa culture est entièrement mécanisée et subventionnée donc encouragée par l’Etat. Si les changements politiques et purement réglementaires peuvent avoir des impacts, ils sont cependant critiqués car elle est assez inefficace seuls. En plus des questions de quantité d’eau prélevée, se pose aussi la question de la qualité de l’eau. En effet, beaucoup de substances utilisées dans le territoire de Pondichéry sont interdites d’utilisation en Europe car considérées comme dangereuses et/ou nocives pour l’Homme et l’Environnement. D’après la liste des pesticides disponibles dans le District de Pondichéry et leurs statuts en Europe selon la commission européenne d’après Chauffour (2017), près de la moitié des substances utilisées dans le District de Pondichéry sont interdites en Europe pour cause de toxicité, de risques pour les eaux souterraines, pour les consommateurs... Si ces substances étaient prises en compte, il serait évident que des régulations devraient être mises en place et contrôlées afin d’être réellement appliquées pour éviter les soucis qu’elles peuvent engendrer.

D’autres régulations peuvent aussi exister dans beaucoup de situations, notamment en ce qui concerne les effluents industriels. Peu d’industries possèdent des stations de

traitement et les contrôles censés être effectués par le gouvernement sont inexistantes ou trop rares comme l'a indiqué un membre du Comité de contrôle des pollutions à Pondichéry, interrogé par Chauffour (2017). Ainsi, les entreprises que nous avons rencontrées n'avaient pas conscience de leurs effluents. Seule une entreprise fonctionnait en circuit fermé afin de réutiliser ses eaux usées.

4.4.2.2 Aspect technique de ces régulations

De plus, il semblerait que ces régulations réglementaires doivent être accompagnées d'innovations techniques comme celle développée au Madhya Pradesh où les pluies sont en moyenne légèrement plus faibles qu'au Tamil Nadu (entre 751 et 1000 mm/an au Madhya Pradesh et entre 683 et 1733 mm/an ces 10 dernières années à Pathukannu, Tamil Nadu). Cette technique agricole avait pour but d'améliorer les productions et de créer un impact économique positif comme nous l'indique Verma (2011). Ainsi, plusieurs techniques ont été testées pour mettre en place une irrigation au compte-goutte dans les champs mais aucune n'était réellement efficace jusqu'à ce qu'un agriculteur utilise du *pepsee*, un poly-tubage mince pour sucettes de fruits surgelés et que ce produit soit développé par une ONG locale dans une version durable et standardisée appelée aujourd'hui *Easy Drip*. Ce système, s'il n'est pas des plus durables et efficaces, correspond bien aux possibilités économiques dont disposent les agriculteurs. Ils peuvent ainsi investir et se rendre compte de l'économie financière et écologique que représentent ce genre de systèmes. Ces systèmes ont toutefois des limites puisqu'ils permettent, de part l'économie réalisée, d'irriguer plus de terres de rendre cette économie plutôt relative.

Sans changer les techniques d'irrigation des agriculteurs, qui sont habitués aux pompes électriques, la restauration des tanks pourra permettre aux agricultures de pomper l'eau directement dedans. Il resterait à savoir si la stagnation de l'eau dans les tanks permet plus le remplissage des nappes par infiltration que l'évaporation de surface.

4.4.3 Systèmes de régulations indirectes

Les régulations peuvent être, comme nous l'avons vu précédemment, directes, mais elles peuvent aussi être indirectes, en agissant sur les habitudes des gens, sur les coutumes et les mœurs mais aussi sur les facteurs de production.

4.4.3.1 Aspect réglementaire de ces régulations

Les facteurs de production peuvent aussi être un moyen, indirect, de limitation de l'utilisation de la ressource en eau. Comme nous l'avons vu, l'État en Inde est un fournisseur d'eau et non un protecteur de la ressource car la République Fédérale oriente la politique générale et chaque État formule ses propres lois. Si ces lois ne sont pas révolutionnaires, nous pouvons cependant constater une certaine évolution. Certains écrits indiquaient que le Tamil Nadu offrait l'électricité aux irrigants afin d'encourager la mise en place des pompes électriques lors de la Révolution Verte. Or, nous avons constaté que ce n'était plus le cas, même si cette électricité est à moindre coût, elle est quand même payante, ce qui régule peut-être quelque peu les consommations d'eau. Si, d'après nos échanges, l'électricité ne semble pas être un moyen de restriction volontairement choisi par le gouvernement pour limiter les pompages, les coupures d'électricité restent courantes et les agriculteurs luttent contre ça en laissant leurs pompes allumées jour et nuit puisque l'électricité ne coûte presque rien. Régler les problèmes techniques concernant l'électricité -afin d'en limiter les coupures- inciterait

donc les entreprises à s'installer durablement, et les agriculteurs à faire attention à leur consommation d'électricité et donc d'eau.

Une fois que les problèmes techniques seront réglés, il sera plus simple de limiter et de contrôler les utilisations d'électricité et donc d'eau. Le système électrique est relié à des compteurs permettant de déterminer la consommation et donc de facturer en fonction. Il serait donc intéressant de mettre en place des compteurs métriques à la sortie des puits afin de calculer les quantités réellement puisées pour les réguler. En effet, les propriétaires des forages sont actuellement propriétaires de l'eau située en dessous et gagnent de l'argent grâce à un bien commun qui devrait être accessible à tous de la même manière. Les réglementations peuvent en effet toucher l'électricité ou bien le traitement des effluents afin de protéger la ressource sans pour autant priver vraiment les gens de manière brutale.

4.4.3.2 Aspect technique de ces régulations

Concernant l'approvisionnement, la qualité de l'eau inquiète cependant un peu les populations qui, pour les plus aisés, choisissent leur eau afin qu'elle soit de la meilleure qualité possible. Ainsi tous les nouveaux bâtiments destinés à accueillir du public doivent mettre en place un système de collecte et de traitement des eaux de pluie (gouttière, tanks...). Certains particuliers ou industriels ont aussi rajouté ces systèmes de purification pour réduire leurs coûts.

Sur le plan agricole aussi, des améliorations et des concepts de participation peuvent être apportées. D'après l'UNCCD, dans l'Andhra Pradesh, une collaboration a été mise en place entre les chercheurs et les agriculteurs pour réaliser un suivi hydrologique et permettre une planification judicieuse de l'utilisation des eaux souterraines, pour avoir une approche innovante des changements de comportements des utilisateurs, pour diffuser les informations sur les eaux souterraines et permettre des prises de décisions de la part des agriculteurs. De manière concrète, les cultures gourmandes en eau ont été remplacées par des cultures plus économiques (arachides, gramme rouge et vert, okhra), les systèmes d'irrigation ont été modifiés pour mettre en place des sillons, arroseurs et goutteurs, la formation d'organisation locales et la location de matériel agricole a été encouragée, les installations d'eau potable ont été améliorées.

Conclusion

Ces dernières années, l'Inde subit de plus en plus fort ce qu'on peut appeler "crise de l'eau", la croissance démographique importante implique la nécessité d'extraire plus d'eau pour un usage potable mais également pour l'irrigation afin de produire davantage de nourriture. Dans le cadre de notre étude sur l'aire urbaine de Pondichéry, nous avons considéré un maximum de consommateurs d'eau possible. En effet, nous devons considérer tout ce qui peut approvisionner la ville en terme d'eau, pour l'alimentation, la consommation directe, le développement économique et industriel. Le développement économique conduit lui aussi à augmenter la pression sur la ressource hydrique. Qu'il soit touristique, industriel ou autre, le développement réclame de l'eau en quantité ou en qualité suffisantes. Il ne faut pas oublier que toutes les utilisations de l'eau ou des espaces qui la contiennent peuvent la polluer ou en diminuer sa qualité et donc son optimalité. La disparition de l'usage des tanks a donc des conséquences sociales, environnementales et économiques non négligeables que notre étude des filières de l'eau nous permet de comprendre.

Ainsi, nous avons retracé ces trois usages de l'eau : agricole, industriel et d'eau potable pour soulever les inefficacités politiques, réglementaires et techniques qui conduisent vers la baisse importante du niveau des nappes. En effet, le cadre politique flou et dispersé permet des lacunes dans les systèmes de régulations et de contrôles. Toutes les autorités sont centralisées, gérées par l'Etat et séparées dans leur système de gestion. Alors que la gestion de l'eau concerne plusieurs domaines, nous n'avons pas trouvé de données mises en commun ou de gestion concertée de la ressource. Tous les domaines d'action sont gérés séparément et sont influencés par les changements politiques réguliers. L'Etat se place donc dans une position d'encouragement vis-à-vis de l'utilisation de l'eau, qui s'avère inéquitable (dans la propriété même de l'eau) et non durable. Sur le plan technique, les acteurs de la consommation qu'ils soient industriels ou agricoles, travaillent seuls, de manière libre et sans réelle conscience des risques que leur utilisation fait peser sur la ressource. Ainsi, très peu de propositions techniques et rentables leur sont faites. La prise de conscience doit certainement venir d'eux mais dans ces conditions il est difficile de la faire remonter jusqu'aux autorités pour plus d'implication. Il est nécessaire de mettre en œuvre des moyens de sensibilisations efficaces et d'améliorer les systèmes actuels pour préserver la ressource vitale qu'est l'eau.

Bibliographie

AUBRIOT Olivia. Eau souterraine et eaux de surface en Inde du Sud : des politiques hydrauliques disparates. In : RICHARD-FERROUDJI Audrey, CARON Patrick, JAMIN Jean-Yves, RUF Thierry. *Coordinations hydrauliques et justices sociales*. [en ligne]. 4e Séminaire international et interdisciplinaire : Cirad, Montpellier - France, 2006, 10 p. Disponible sur : <cirad- 00153878> (18/06/2019)

AUBRIOT Olivia. Quel partage des responsabilités dans la gestion de l'eau souterraine en Inde du Sud ? (cas du Tamil Nadu et de Pondichéry). *Science et changements planétaires / Sécheresse* John Libbey Eurotext, [en ligne], 2010, pp.28-33. Disponible sur : <halshs-01694868> (18/06/2019)

AUBRIOT Olivia, P. PRABHAKAR Ignatius. Water institutions and the "Revival" of tanks in South India: What is at stake Locally?. *Water alternatives*, [en ligne], 2011, p.325-343. Disponible sur : <hal-01053934> (18/06/2019)

AUBRIOT Olivia. Tank and well irrigation crisis: spatial, environmental and social issues. Cases in Puducherry and Villupuram districts (South India). Delhi: Concept Publishing Company, 2013. 405 p. (978-8180697869)

AUBRIOT Olivia. L'eau souterraine en Inde du sud : Un savoir réservé aux nouveaux maîtres de l'eau?. *Construire les savoirs dans l'action : Apprentissages et enjeux sociaux en Asie du Sud*, Edition de l'EHESS, collection Purusartha 29,[en ligne], 2011, pp.237-262. Disponible sur : <hal-01053415> (21/06/2019)

BAJPAI Peeyush et BHANDARI Laveesh. Ensuring Access to Water in Urban Households. *Economic and Political Weekly* [en ligne]. 29 Septembre 2001, p. 3774-3778. Disponible sur : <https://www.epw.in/system/files/pdf/2001_36/39/Ensuring_Access_to_Water_in_Urban_Households.pdf> (18/06/2019).

BHADURI Amita (The Department of Forests and Wildlife, Government of Puducherry). Comprehensive Management Action Plan for Conservation of Ousteri Lake, Puducherry [en ligne]. Projet de rapport : Sálím Ali Centre for Ornithology and Natural History (SACON). Tamil Nadu : Coimbatore, 2011, 116 p. Disponible sur : <https://www.indiawaterportal.org/sites/indiawaterportal.org/files/Conservation_of_Ousteri_lake_in_Puducherry_Draft_Comprehensive_Management_Action_Plan_SACON_2011.pdf> (18/06/2019)

BIED-CHARRETON Marc, MAKKAOUI Raoudha, PETIT Olivier et al. La gouvernance des ressources en eau dans les pays en développement : enjeux nationaux et globaux. *Mondes en développement*, [en ligne], mars 2006, n° 135, p. 39-62. Disponible sur : <<https://www.cairn.info/revue-mondes-en-developpement-2006-3-page-39.htm>> (18/06/2019)

BRGM. *Le phénomène d'intrusion saline à La Réunion : état des connaissances et synthèse des données disponibles* [en ligne]. Rapport Final. Décembre 2005, 65p. Disponible sur : <<http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-54330-FR.pdf>> (21/06/2019)

CAROLINE. L'eau en bouteilles : un business qui rapporte. *L'eau et la société* [en ligne]. 9 juillet 2006. Disponible sur : <<http://eau-fait-en-inde.over-blog.com/article-3238213.html>> (18/06/2019)

CHAUFFOUR Mathilde. *Pollution de l'eau et santé environnementale : quelles gestions par les services de l'état dans le district de Pondichéry ?*. Mémoire Master 1 : Master géographie aménagement environnement développement spécialité gestion de l'eau et développement local. Paris : Université de Paris-Nanterre, 2017, 110 p.

CHEVALIER Auguste. Plantes oléagineuses annuelles à cultiver dans les Pays tropicaux et spécialement en Afrique noire. *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, [en ligne], Mai-juin 1949, 29^e année, bulletin n°319-320, pp. 205-223. Disponible sur : <www.persee.fr/doc/jatba_0370-5412_1949_num_29_319_6228> (21/06/2019)

COMMISSION EUROPÉENNE. *Communiqués de presse* : Projet de en Inde [en ligne]. [réf. du 19 février 2018]. Disponible sur : <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-88-665_fr.htm> (18/06/2019)

COMMISSION EUROPÉENNE. *Base des pesticides* [en ligne]. [réf. de 2019]. Disponible sur : <<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public>> (18/06/2019)

DELUZARCHE Céline. L'eau virtuelle dans les produits que vous consommez. *L'internaute* [en ligne]. Juillet 2005. Disponible sur : <<http://www.linternaute.com/savoir/dossier/eau-virtuelle/produits.shtml>> (21/06/2019)

DEPARTMENT OF AGRICULTURE, COOPERATION & FARMERS WELFARE. *Annual Report* [en ligne]. Government of India : Ministry of Agriculture & Farmers Welfare. 2016-2017, 189 p. Disponible sur : <http://agricoop.nic.in/sites/default/files/Annual_rpt_201617_E.pdf> (18/06/2019)

INSTITUT FRANCAIS DE PONDICHERY. *Water-Pondi Projet (2018-2020)* [en ligne]. [réf. de 2018]. Disponible sur : <<http://www.ifpindia.org/content/water-pondi-project-2018-2020>> (18/06/2019)

MARSH Dan. Estimating the Price of Water in Pondicherry, India : A Framework for Policy Analysis. In Oxley, L. (ed), *MODSIM 1999 International Congress on Modelling and Simulation*. [en ligne]. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 1999. Disponible sur : <<https://www.researchgate.net/publication/233898666>> (18/06/2019)

MINISTRY OF STATISTICS & PROGRAMME IMPLEMENTATION. Drinking water, sanitation, hygiene and housing condition in India [en ligne]. Government of India : National Sample Survey Office. 2012, 120 p. Disponible sur :

<http://mospi.nic.in/sites/default/files/publication_reports/nss_rep_556_14aug14.pdf>
(20/06/2019)

NATIONAL INSTITUTION FOR TRANSFORMING INDIA, Government of India, New Delhi. Composite Water Management Index, a tool for water management. [en ligne]. June 2018, 180 p. Disponible sur :
<https://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/2018-05-18-Water-index-Report_vS6B.pdf>

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *Eau, assainissement et santé* [en ligne]. [réf. de 2019]. Disponible sur : <https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/fr/>
(20/06/2019)

PLANNING COMMISSION, Government of India, New Delhi. *Development Report : Tamil Nadu*. [en ligne]. New Delhi : Academic Foundation, 2005, 330 p. Format PDF. Disponible sur : <http://planningcommission.gov.in/plans/stateplan/sdr/sdr_tamil.pdf>
(18/06/2019).
(81-7188-465-2)

The Wire's journalists. Private Vendors Increase Prices by over 100% as Chennai Water Crisis Continues. *The Wire*, [en ligne]. 19 Juin 2019. Disponible sur :
<<https://thewire.in/environment/chennai-water-crisis-private-vendors>> (21/06/2019)

WOCAT SLM DATABASE, VERMA Shilp. *Pepsee micro-irrigation system* [en ligne]. [réf. du 20 avril 2017]. Disponible sur :
<<https://qcat.wocat.net/fr/wocat/technologies/view/permalink/1478/>> (18/06/2019)

WOCAT SLM DATABASE, UNCCS PRAIS. *Farmer's Manage Ground Water System (Inde)* [en ligne]. [réf. du 15 octobre 2012]. Disponible sur :
<https://qcat.wocat.net/fr/unccd/view/unccd_470/> (25/06/2019)

Table des annexes

Annexe I : Situation géographique du territoire de Pondichéry dans le Tamil Nadu, Inde. Source : Stopeads.	- 38 -
Annexe II : Tableau des différents acteurs rencontrés dans le cadre de notre étude. Réalisation : C. BONAMY.	- 38 -
Annexe III : Questionnaire posé aux différents acteurs rencontrés. Réalisation : C. BONAMY & M. PAUGET.	- 40 -
Annexe IV : Carte du territoire de Pondichéry, 1931. Source : PIPDIC.	- 41 -
Annexe V : Plan de la zone industrielle de Sedarapet, Années 2000. Sources : PIPDIC et Département des Industries.	- 43 -
Annexe VI : Quantités d'eau vendues par la PIPDIC pour les entreprises de Sedarapet. Source : PIPDIC.	- 44 -

Annexes

Annexe I : Situation géographique du territoire de Pondichéry dans le Tamil Nadu en Inde.
Source : Stopeads.

Annexe I : Situation géographique du territoire de Pondichéry dans le Tamil Nadu, Inde. Source : Stopeads.



Annexe II : Tableau des différents acteurs rencontrés dans le cadre de notre étude.
Réalisation : C. BONAMY.

Annexe II : Tableau des différents acteurs rencontrés dans le cadre de notre étude. Réalisation : C. BONAMY.

Date	Lieu	Personne rencontrée	Fonction	Personnes présentes
12/04/19	Quartier de Brindavan	Ramalingam	Ancien professeur dans l'environnement / Membre du comité de direction d'une association d'un tank voisin d'Ousteri	Prabhakar, Calysse
17/04/19	Quartier de Poraiyur	Greetha Lakshni & Janagiraman	Riverains au sud d'Ousteri	Prabhakar, Chandu, Antoni, Calysse
30/04/19	Sedarapet	Purushotraman	Chef de Sedarapet / Secrétaire de l'association du bien-être du tank	Antoni, Marie-May, Calysse
03/05/19	Canal d'Ousteri	X	Agriculteur	Antoni, Marie-May, Calysse
03/05/19	Canal d'Ousteri	Pugazh	Agriculteur	Antoni, Marie-May, Calysse
03/05/19	Canal d'Ousteri	Mohan, Subramanian, Saranja	Fabricants de briques	Antoni, Marie-May, Calysse

03/05/19	Canal d'Ousteri	Deepa & Girija	Membre / Manager de projet de MS Swaminatan Foundation	Antoni, Marie-May, Calysse
03/05/19	Canal d'Ousteri	Gomathi	Agricultrice	Antoni, Marie-May, Calysse
03/05/19	Canal d'Ousteri	Sathiyavari	Potière	Antoni, Marie-May, Calysse
07/05/19	Canal d'Ousteri	Subramaniyam	Agriculteur	Bruce Lee, Marie-May, Calysse
07/05/19	Canal d'Ousteri	Vedivelu	Agriculteur	Bruce Lee, Marie-May, Calysse
07/05/19	Sedarapet (A21)	State Fishermen Coop	Industrie de production de filet de pêche	Bruce Lee, Marie-May, Calysse
07/05/19	Sedarapet (A22)	Sheet Metal component	Industrie de production de pièces métalliques	Bruce Lee, Marie-May, Calysse
08/05/19	Department sciences, technology and environment	P. Vipin Badu	Scientifique	Antoni, Marie-May, Calysse
09/05/19	Directorate of industries and commerce	Mohan Kumar	Assistant du directeur	Antoni, Marie-May, Calysse
09/05/19	Office of ground water unit and soil conservation	Manohar	Hydrogéologue	Antoni, Marie-May, Calysse
15/05/19	Department of Groundwater	Pethaperumal	Scientifique	Antoni, Marie-May, Calysse
23/05/19	Sedarapet (A29,30)	AlphaTech Industrie	Industrie de production de pistons métalliques	Antoni, Marie-May, Calysse
23/05/19	Sedarapet	KingFa	Industrie de production de thermoplastiques	Antoni, Marie-May, Calysse
24/05/19	Sedarapet - PIPDIC	V. Jothi	Manager	Frédéric, Krithi, Antoni, Marie-May, Calysse
24/05/19	Sedarapet - Fireworkers	X	Pompier en chef	Frédéric, Krithi, Antoni, Marie-May, Calysse
24/05/19	Aux alentours de Sedarapet	Rayar Water Supply	Fournisseur d'eau à usage industriel	Frédéric, Krithi, Antoni, Marie-May, Calysse
24/05/19	Aux alentours de Sedarapet	Health Care Water Production	Fournisseur d'eau à usage potable	Frédéric, Krithi, Antoni, Marie-May, Calysse
24/05/19	Aux alentours de Sedarapet	Mercury	Fournisseur d'eau à usage industriel	Antoni, Marie-May, Calysse
24/05/19	Sedarapet (A70)	Rishab Intermediates	Industrie de production de sulfate de chrome	Antoni, Marie-May, Calysse
31/05/19	Aux alentours de Sedarapet	Aswin minerals	Fournisseur d'eau à usage potable	Antoni, Marie-May, Calysse
31/05/19	Aux alentours de Sedarapet	Aqua Green	Fournisseur d'eau à usage potable	Antoni, Marie-May, Calysse
04/06/19	Quartier de Venkata	Sri Sakthi Ganapathi	Revendeur d'eau potable	Antoni, Marie-May, Calysse

Annexe III : Questionnaire posé aux différents acteurs rencontrés. Réalisation : C. BONAMY & M. PAUGET.

Annexe III : Questionnaire posé aux différents acteurs rencontrés. Réalisation : C. BONAMY & M. PAUGET.

INTRODUCTION :

We are Calysse and Marie-May. We are French master students and doing an internship in French Institute of Pondicherry on the challenges faced by industries in the territory of PY. We have an academic research project on problems of water supply for industries in PY. Have you 15 minutes for answering our questions ?

- 1) GPS position
- 2) Name / age / community (demander à Antony à la fin) / job / position
- 3) Why are you located here, near of Ousteri / the canal ?

INDUSTRIES :

- 4) For how long have you been here ?
- 5) Do you use water for your production ? What for ? Where from ? Ousteri / Periya Eri / Sitheri water ?
- 6) Do you face problems of water supply ? Why ?
- 7) Do you have borewells ? How many ? At what depth ?
- 8) Can you tell us how much water you consume per day or per week ? How many time you use your pump ?
- 9) Do you have problems with electricity supply ? Do you face power cuts ? How do you cope with ? Does the government restrict electricity in order to limit the using of water ?
- 10) Do you know whether there is some water regulation by the Government of PY ?
- 11) Since your arrival, what are the major changes in this place that you have noticed ? How do you cope with ?
- 12) Where your sewage go after using ?
- 13) Do you have control of industrial effluents about your sewage ?
- 14) If you have borewell, is it registered by Pondicherry Government ?
- 15) According to you, what is the *ideal* scenario regarding your water supply and the water table ? (How challenges should be addressed ?)
- 16) According to you, what is the *probable* scenario regarding your water supply and the water table ? (future : optimistic / pessimistic ?)

FARMERS :

- 4) What crops do you grow presently (name and acreage) ? Which crop was grown before the current ones ?
- 5) What is your total cultivated area (owned or rented) ?
- 6) Do you irrigate your crops ? If yes, how do you get water ? bucket / canal / pomp (diesel / electric) / pipelines / pump house / borewell
- 7) How do you use water ? agriculture / other uses
- 8) If you have borewells : How many ? At what depth is the borewell?
- 10) How much water do you use ? How many time per day ?

- 11) Do you face problems of water supply ? Why ? How do you face the challenges ?
- 12) Do you face power cuts ? How do you cope with ?
- 13) Do you know how many days a year the water is present on the ends of the canal ?

DEPARTMENTS :

- PWD Irrigation ?
- PIPDIC ?
- GVT authority ?
- Dpt agriculture ?

*What is your mission ?

*Do you know what activities exist on and around Ousteri tank ?

*How much does Ousteri come under your responsibility ? Why ?

*Can you explain to me the regulations that exist around the lake regarding water use and water protection ? On the quantities taken and consumed ? Are these regulations direct or indirect (about electricity for example) ?

*Do industrialists have the right to drill in addition to using the lake water ?

*Do you have a map / a list of all the borewells present in the Ousteri area ? the pump house ?

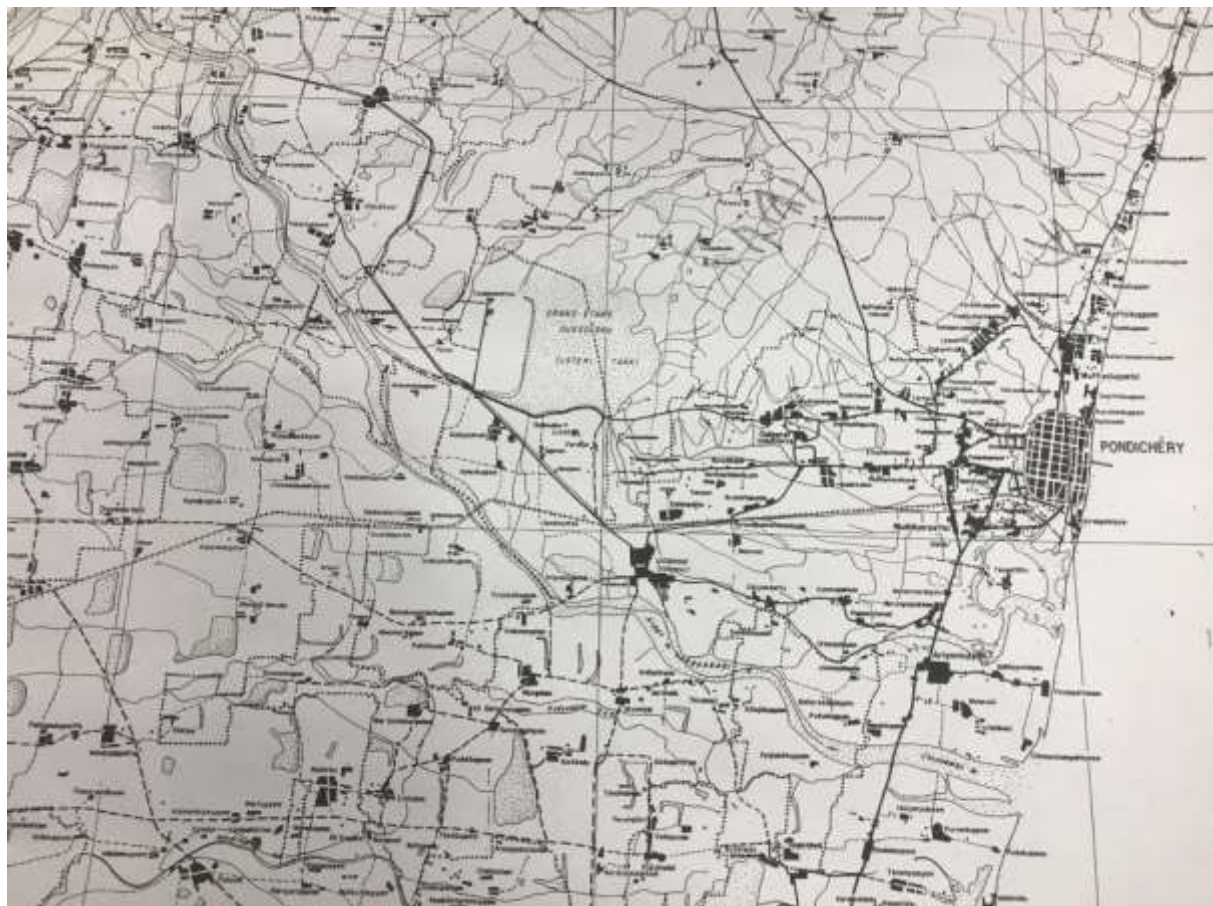
*Do you know if the groundwater is polluted? If yes, because of what? What solutions could be put in place to limit this pollution?

*Do you take care of Periya Eri and Sitheri ? Who should take care of the Ousteri Canal ? *It's the WUAs who are responsible for the maintenance of the tanks. Are they also responsible for the maintenance of the canal ?

*I would need a maximum of addresses and contacts of factories around Ousteri. Is it possible to share them with me ?

Annexe IV : Carte du territoire de Pondichéry, 1931. Source : PIPDIC.

Annexe IV : Carte du territoire de Pondichéry, 1931. Source : PIPDIC.



TERRITOIRE DE PONDICHÉRY
PONDICHERY TERRITORY
(1931)



Etang / Lake



Limites du territoire de Pondichéry
Boundary of Pondicherry territory



Copyright Institut Français de Pondichéry, 1931

ÉCHELLE / SCALE 1:50 000



TP 30

PRINTED BY MASAGO PROCESS (PVT.) LTD., MADRAS - 28.

Annexe V : Plan de la zone industrielle de Sedarapet, Années 2000. Sources : PIPDIC et Département des Industries.



Annexe VI : Quantités d'eau vendues par la PIPDIC pour les entreprises de Sedarapet. Source : PIPDIC.

Annexe VI : Quantités d'eau vendues par la PIPDIC pour les entreprises de Sedarapet. Source : PIPDIC.

	(1000 L)		
1	490	Adithya package Industry	10250
2	187	Adithya Better Containers P Ltd.	3240
3	580	Alpha Tech Industries	12500
4	175	Anand Chemicals	3000
5	175	Aravind paper cone	3000
6	100	Arethi cones	1500
7	610	Balamurugan and Company	13250
8	175	Canteen SIE (Balaji Rstarent)	3000
9	400	Creative apropack Ltd	8000
10	100	Creative apropack Ltd	1500
11	700	Creative apropack Ltd	15500
12	66	D&D Globbex	1500
13	300	D.P.Foam P.Ltd.	5500
14	480	Dee Pee Granites	10000
15	100	Easy Pac Care	1500
16	100	Electricity Department (SIE)	1500
17	0	Enteeyes Pack	0
18	566	F.F. Polymers	12150
19	346	Fine Automotive & Indl.Radiat	6650

38	0	Manakular vinayagar paper work	1500
39	51	Mansio Aluminium	1500
40	154	MBI Chemicals Products	2580
41	100	Novateur Electrical & Digital	1500
42	680	Numa Food Products	15000
43	6	Numeric Power Systems II	1500
44	100	Pattu Industries	1500
45	100	Pdy. State-co-Fishermen-Ltd	1500
46	289	PEP Engineers	5280
47	52	Perunal S	1500
48	805	Pondchy Lab	18125
49	380	Pondy Dic Castings P.Ltd	7500
50	18	Pondy petro products P.Ltd	1500
51	100	Prabhat Publishers P.Ltd	1500
52	100	Primus Enterprises P.Ltd	1500
53	100	Pure Components P.Ltd	1500
54	175	R.V. company	3000
55	125	Ram Granite Entarp (sriram Honda)	2000

20	100	Fine Automotive & Indl.Radiat	1500
21	150	Fire Station (SIE)	2500
22	187	Flomx Polymers P.Ltd	3240
23	100	G.M.Pens International.P.Ltd.	1500
24	359	G.M.Pens International.P.Ltd.	6975
25	225	Gothum Cones	4000
26	616	Hondustan Petroleum Corp Ltd	13400
27	1267	Hydro S&S Industries Ltd	29675
28	100	Indian Radiator Limited	1500
29	132	Industrial package	2140
30	155	Jeevananthan Polymer	2600
31	30	Kaveri Alloy Castings P.Ltd	1500
32	1000	Kaveri Alloy Castings P.Ltd	23000
33	100	Lakshmi Metallurgical India	1500
34	90	Lakshmi Metallurgical India	1500
35	766	Lotus Roofing	17150
36	100	M.S Plastics	1500
37	125	Mahaveer Cartons & containers	2000

56	298	Rana Packers	5460
57	188	Rana Packers	3260
58	333	Rauschert India Pvt.Ltd	6325
59	210	Rauschert India Pvt.Ltd	3700
60	1044	Rishab Intermediates (P) Ltd	24100
61	43	Rishab Intermediates (P) Ltd	1500
62	56	Rayal industrial corporation	1500
63	0	Sbari packaging	0
64	1118	Safaa Food Products	25950
65	238	Sai Plastics Unit II	4260
66	100	Satsha packaging Pvt-Ltd	1500
67	0	Shree E-serve	0
68	100	Shri Jeyyam Frozen Foods	1500
69	52	South India Fbre	1500
70	148	Sree Ayappa Engg. Metal	2460
71	439	Sree Durga Paper & Board Mill	8975
72	478	Sri Gowri & Company	9950
73	218	Sri Lakshmi plastics	3860
74	42	Srivari print pack P.Ltd	1500

75	100	Standard Wire Products	1500
76	87	Standard power distributors	1500
77	146	Stumukka Hitech products Indus.	2420
78	501	Surya Enterprises	10525
79	200	T.G. Tex (P) Ltd	3500
80	100	Telephone Exchange - SIE	1500
81	29	The Pdy-Co.op-Bldg.Cente r Ltd	1500
82	440	United Die Castings P. Ltd	9000
83	42	Velavan Cones	1500
84	31	Vidit Industries	1500
85	58	Vijayalakshmi service center	1500
86	120	Vimal paper packaging	1900
87	297	Wonder Polyflow	5440
	21843	TOTAL	451290
	251	MOYENNE	5187



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Calyse BONAMY
Marie-May PAUGET
2018-2019

L'étude des différentes filières de l'eau Le cas de la zone périurbaine de Pondichéry (Inde)

Résumé :

Nous nous sommes centrées sur les problématiques liées à la gestion de l'eau à travers l'usage des réservoirs d'eau sur le Territoire de Pondichéry (en Inde), puis à travers les différentes filières de l'eau car le tank n'est plus directement utilisé aujourd'hui. Pour cela, nous avons identifié les différents fournisseurs, les multiples vendeurs ainsi que les consommateurs d'eau pour comprendre les différents enjeux que cette ressource soulève au niveau agricole, industriel et eau potable. La filière de l'eau est complexe. Des fournisseurs d'eau pompent les eaux souterraines, la traitent et la revendent à des industriels ou à des commerçants qui la marchandent à d'autres intermédiaires ou bien directement aux consommateurs. Les consommateurs subissent donc des distinctions sociales dépendantes de leur approvisionnement en eau qui est inégal même si peu de restrictions sont mises en place. Les solutions à apporter sont donc multiples, que ce soit de manière directe ou non, réglementaires ou techniques. Une des plus importantes est la sensibilisation sur l'importance de préserver une ressource en quantité et en qualité suffisantes afin de limiter la pénurie à venir ainsi que les problèmes de pollutions car aucun traitement n'est mis en place avant l'infiltration des eaux (chargées d'effluents agricoles, industriels ou domestiques) qui viennent recharger les nappes où tout le monde pompe.

Mots Clés : approvisionnements, filières, forages, gestion de l'eau, qualités, quantités

Institut Français de Pondichéry
11, Saint Louis Street, 605 001 Pondichéry, INDE

Tuteur entreprise :
Frédéric LANDY
Directeur

Tuteur académique :
Laura VERDELLI