



CHANTIER COSTEA "REUSE - REUTILISATION DES EAUX USEES EN AGRICULTURE"



RAPPORT DE SYNTHÈSE 'BOLIVIE'

AVRIL 2022



PRESENTE PAR LE BINOME : SERGIO ALVAREZ ET PAOLA RIVEIRO

RESUME

La réutilisation formelle et informelle des eaux usées pour l'agriculture est une pratique courante et croissante qui englobe environ 32 % de l'eau produite dans le monde. Dans les régions soumises à un stress hydrique, la réutilisation est un élément clé de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) qui peut contribuer à l'adaptation au changement climatique ; puisque l'eau traitée est une source permanente et croissante d'eau et de nutriments qui profite à divers acteurs, tant en milieu urbain que rural.

Bien qu'en Bolivie, il n'existe pas de cadre réglementaire spécifique pour la réutilisation de l'eau, il existe un cadre réglementaire pour la conservation, la protection et l'utilisation des ressources en eau. La récente Constitution Politique de l'État (CPE), approuvée en février 2009, reconnaît l'accès à l'eau comme un droit humain fondamental pour la vie, étant une ressource stratégique relevant du Domaine de l'État. Cependant, le cadre réglementaire pour la planification, la gestion et l'utilisation des ressources en eau dans le pays est très dispersé. Par conséquent, chaque secteur a sa propre réglementation, ce qui ne permet pas une planification intégrée de la gestion de la ressource en eau.

Concernant les eaux usées, il n'y a pas de réglementation sur leur utilisation et leur gestion pour l'irrigation agricole. Les règlements actuels de la loi 1333 sur l'environnement sont très restrictifs en termes de normes de qualité, ce qui représente un goulot d'étranglement pour le développement de la réutilisation.

Cependant, ces dernières années, certains outils stratégiques et réglementaires ont favorisé la réutilisation dans le pays comme alternative pour augmenter la production agricole sous irrigation.

Certains des plus pertinents sont : L'Agenda Patriotique 2025, le Plan Sectoriel de Développement Intégral (PSDI) du Ministère de l'Environnement et de l'Eau (MMAyA) et la stratégie nationale de traitement des eaux usées (ENTAR). Il reste encore du travail à faire dans le pays pour rendre la réutilisation opérationnelle, par exemple en comblant les lacunes réglementaires et en favorisant la coordination entre les différents secteurs et acteurs, aux niveaux national et infranational.

L'approche de la Gestion Intégrale des Ressources en Eau (GIRE) a été adoptée dans le pays comme fondement de la stratégie du Programme Pluriannuel du Plan National des Bassins Hydrographiques (PNC), qui a été formulé sur la base de la Constitution Politique de l'Etat et des réglementations en vigueur. Le PNC englobe les Plans Directeurs de Bassin (PDC) comme instruments de planification à moyen et long terme pour générer et guider une vision articulée, coordonnée et simultanée des ressources en eau. Les PDC ont pour fonction d'établir une coordination intergouvernementale et intersectorielle pour développer la gouvernance des ressources naturelles dans les bassins stratégiques du pays.

Cependant, à propos de la réutilisation, le Programme Pluriannuel 2017-2020 du PNC ne fait référence qu'au soutien du développement d'un cadre technico-réglementaire pour la réutilisation des eaux usées. De la même manière, seuls quelques PDC incluent une ligne stratégique sur la réutilisation, principalement en raison du contexte particulier du bassin, où le problème de la contamination et le besoin d'irrigation sont très évidents (par exemple, le PDC Rio Rocha). Dans la pratique, la planification et la mise en œuvre sont toujours effectuées de manière sectorielle avec une coordination interinstitutionnelle limitée. Ainsi, les sous-secteurs de l'assainissement, de l'irrigation et de l'agriculture, importants pour le développement de la réutilisation dans le pays, ne disposent pas d'un cadre de travail articulé en la matière. De plus, les outils de planification ne sont pas nécessairement complémentaires les uns des autres. En outre, bien que certains règlements nationaux et outils de

planification tels que la Loi de la Décennie de l'Irrigation, le PDES 2016-2020 et le PSDI-MMAyA correspondant mentionnent un programme pour promouvoir la réutilisation à des fins agricoles, ce programme n'a toujours pas été élaboré.

Dans le cas des stations d'épuration des eaux usées (STEP), selon l'ensemble des données GEOPTAR du MMAyA (2022), seulement 21% des STEP existantes sont en bon état visuel-. La plupart des eaux usées ne reçoivent aucun traitement. La couverture de l'assainissement amélioré est d'environ 63 %, ce qui est nettement inférieur à celle de l'accès à des sources d'eau améliorées, qui est d'environ 87 %. De même, il y a un grand écart entre la couverture de l'assainissement en milieu urbain et en milieu rural avec 71 et 45 %, respectivement. Par ailleurs, et selon la même source, les systèmes de lagunage et les technologies anaérobies sont les plus utilisés pour le traitement des eaux usées dans le pays.

Les eaux usées urbaines sont un mélange d'origine domestique et industrielle, ce qui affecte l'efficacité des stations d'épuration. Les composants industriels dangereux ne sont pas traités correctement car les STEP sont conçues pour traiter les eaux usées domestiques. De même, le principal facteur qui réduit la durabilité des STEP du pays est le tarif, qui, normalement, ne suffit pas à couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance.

Traditionnellement, les systèmes de traitement en Bolivie se sont concentrés sur le recours à des systèmes centralisés ; cependant, certaines expériences pertinentes ont favorisé la connaissance et la mise en œuvre d'un assainissement durable décentralisé (SSD) alternatif, comme le nœud de connaissances sur l'assainissement durable décentralisé (NSSD) (2009-2015), une initiative qui a travaillé en soutenant les STEP semi-décentralisées et les toilettes sèches.

La réutilisation des eaux usées se fait principalement à des fins agricoles. Selon l'inventaire national des systèmes d'irrigation de 2012 préparé par le MMAyA (2013a), plus de 7 000 ha, (2%) de la surface de production irriguée du pays, proviennent directement et indirectement des eaux usées traitées et brutes. La majeure partie de la réutilisation à des fins agricoles est concentrée à Cochabamba et à La Paz. En outre, environ 26 % des STEP du pays sont réutilisées à des fins d'irrigation agricole (MMAyA, 2022).

La majorité des eaux usées sont réutilisées sans aucun traitement préalable, tandis qu'une petite fraction de l'eau réutilisée provient de stations d'épuration qui ne fonctionnent pas correctement. Par conséquent, la réutilisation actuelle de l'eau représente un risque pour la santé publique, principalement parce qu'elle est informelle et présente une faible qualité bactériologique et physicochimique.

En ce qui concerne les tarifs de réutilisation, il n'existe pas encore de critères pour établir un quelconque type de tarif pour la réutilisation des eaux usées. La gestion des systèmes d'irrigation avec eau réutilisée est la même que celle des autres systèmes d'irrigation en Bolivie. Les systèmes d'irrigation sont autogérés, ce qui signifie que l'infrastructure, les droits d'eau, l'organisation, le fonctionnement et la maintenance sont assurés par les agriculteurs. Par conséquent, les paiements ou les contributions en nature ou en travail pour l'E&M des systèmes d'irrigation sont des contributions axées sur la réparation et l'entretien correctif des infrastructures uniquement et ne sont pas considérés comme des tarifs.

Concernant la qualité de l'eau pour la réutilisation, comme mentionné ci-dessus, les règlements nationaux actuels¹ établissent d'une part une classification des cours et des plans d'eau, en fonction

¹ Les normes en vigueur dans le pays comprennent le règlement sur la pollution de l'eau (RMCH) de la loi 1333 sur l'environnement.

de leur qualité et de leur aptitude à l'utilisation (et à la réutilisation) doit être effectuée dans le strict respect de 80 paramètres et de leurs valeurs maximales admissibles respectives. D'autre part, les rejets liquides des stations d'épuration doivent respecter les limites admissibles de 25 paramètres. En outre, la norme actuelle ne prend en compte que la réutilisation pour la production de cultures maraichères, et non la réutilisation pour la production de cultures céréalières.

À propos de la gestion et la réutilisation des boues, l'expérience dans le pays est encore limitée, il n'y a pas de comptabilité de leur production. De même, selon l'Inventaire national des stations d'épuration de 2017, sur 217 STEP, 128 (59%) n'ont pas de ligne de boues, 88 ont des lits de séchage et seulement 1 a des zones humides artificielles. Malheureusement, même dans ces cas, le degré de stabilisation n'est pas suivi. La principale technologie de gestion des boues est le lit de séchage. La plupart des boues sont réutilisées en agriculture, mais sans évaluation préalable de leur qualité ou de leur teneur en agents pathogènes.

Selon l'examen des études et de la documentation relatives à la réutilisation dans le pays, la majorité des documents s'attachent généralement à décrire et à analyser la situation nationale de la réutilisation, y compris les réglementations et les outils techniques liés à l'environnement et à l'eau. Pour le sujet spécifique de la réutilisation, il a été constaté que la plupart des documents se concentrent sur la diffusion d'expériences qui envisagent les sujets suivants : traitement, réutilisation des eaux usées et des ressources en eau en général. En outre, les informations provenant d'études universitaires et de recherche sont principalement axées sur les systèmes de traitement et leur efficacité. En ce qui concerne le traitement et la réutilisation des boues, on a trouvé peu d'informations générées dans le pays.

Sur la base du développement de ce document, réalisé dans le cadre des quatre thèmes de COSTEA et à travers l'examen de la documentation relative à la question de la réutilisation, ainsi que la rencontre avec les points focaux, les acteurs nationaux et locaux, et une analyse multicritère, les expériences suivantes peuvent potentiellement contribuer au développement de la question de la réutilisation, tant pour la Bolivie que pour les autres pays qui font partie de cette initiative :

1. Réutilisation des eaux usées traitées Communauté de Huerta Mayu. Municipalité de Sacaba

Le système utilise les effluents de la station d'épuration ABRA, qui comprend deux lignes de traitement, des bassins sédimentaires et des filtres à ruissellement, ainsi qu'un lit de séchage des boues et un hangar de désinfection. La réutilisation agricole consiste en une superficie de 12 hectares physiques, y compris les rotations, l'irrigation pourrait atteindre 41 hectares.

2. El Carmen, municipalité de Cliza-Cochabamba, avec un accent sur la réutilisation agricole

La STEP de 10 000 habitants a été conçue selon le paradigme de l'économie circulaire, dans le cadre d'un modèle semi-décentralisé et pour la réutilisation agricole. Traitement utilisant un système anaérobie, combiné à un biofiltre (RAFA-HGF). Environ 10 à 15 irrigants avec 40 ha de réutilisation autour de la STEP pour des cultures à haute tige.

3. Villa Lourdes, Municipalité de Tolata-Cochabamba avec un accent sur la réutilisation agricole

La STEP de 5 000 habitants a été conçue selon le paradigme de l'économie circulaire, dans un modèle semi-décentralisé et pour la réutilisation agricole. La STEP est équipée d'un système anaérobie, combiné à un filtre biologique (HGF-VGF). Environ 30 agriculteurs irriguent dans un rayon de 100 mètres autour de la STEP. Réutilisation pour les cultures à haute tige.

4. Colque Rancho, municipalité de Punata-Cochabamba, avec un accent sur la réutilisation agricole.

La STEP de 26 000 habitants a été conçue selon le paradigme de l'économie circulaire, dans le cadre d'un modèle semi-décentralisé et pour la réutilisation agricole. STEP avec réacteur compact et lagune anaérobie. Environ six syndicats avec environ 200 irrigants. La réutilisation est pour les cultures à haute tige.

Sur la base de l'information existante et de l'analyse réalisée, les expériences qui pourraient être approfondies dans la troisième phase sont : 1) Huerta Mayu - El Abra, 2) El Carmen-Cliza, 3) Villa Lourdes-Tolata et 4) Colque Rancho-Punata. De même, il est nécessaire de collecter plus d'informations concernant le traitement, l'E&M et la gestion de la réutilisation des cas sélectionnés.

LISTE D'ACRONYMES

AE	Accion Estruturante (Action structurante AS)
AFD	Agence française de développement
AAPS	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (Autorité de taxation et de contrôle social de l'eau potable et de l'assainissement de base)
CGE	Contraloría General del Estado (Bureau du Contrôleur Général de l'État)
CPE	Constitución Política del Estado (Constitution Politique de l'État)
EMAGUA	Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (Entité Chargée de l'Environnement et de l'Eau)
GAD	Gobierno Autónomo Departamental (Gouvernement Autonome Départemental)
GAM	Gobierno Autónomo Municipal (Gouvernement Autonome Municipal)
GIRH	Gestion Intégrée des Ressources en Eau GIRE
MIC	Gestion Intégrée des Bassins Versants GIBV
MMAyA	(Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Ministère de l'Environnement et de l'Eau)
O&M	Operacion y Mantenimiento (E&M Exploitation & Maintenance)
PDC	Plan Director de Cuenca (Plan Directeur de Bassin Versant)
PDES	Plan de Desarrollo Económico y Social (Plan de Développement Economique et Social)
PMM	Plan Maestro Metropolitano (Schéma Directeur Métropolitain)
PSDI	Plan Sectorial de Desarrollo Integral (Plan Sectoriel de Développement Integral)
PTAR	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Stations d'Épuration des Eaux Usées STEP)
SENASBA	Servicio Nacional para la Sostenibilidad de los Servicios en Saneamiento Básico (Service National pour la Durabilité des Services de Base)
SPIE	Sistema de Planificación Integral del Estado (Système de Planification Intégrale de l'État)
SSD	Saneamiento Sostenible Descentralizado (Assainissement Durable Décentralisé)
VAPSB	Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (Vice-ministère de l'Eau Potable et de l'Assainissement)

VRHR	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (Vice-ministère des Ressources en Eau et de l'Irrigation)
VMABCCGDF	Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal (Vice-ministère de l'environnement, de la biodiversité, du changement climatique et de la gestion et du développement forestier)

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	11
1.1	OBJECTIFS.....	12
1.2	TERMINOLOGIE.....	13
2	ANALYSE DU CONTEXTE.....	14
2.1	CADRE POLITIQUE ET STRATEGIQUE.....	16
2.2	GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU.....	26
2.3	ÉTAT DES STATIONS D'EPURATION.....	28
2.4	STATUT DE REUTILISATION.....	30
2.5	GESTION DES BOUES.....	38
2.6	PERSPECTIVES.....	38
2.6.1	DOCUMENTS POUR LA PLANIFICATION ET PRIORISATION.....	38
3	BIBLIOGRAPHIE.....	44
3.1	ETUDES STRUCTURANTES AU NIVEAU NATIONAL.....	44
3.2	ÉTUDES SCIENTIFIQUES.....	48
3.3	ÉTUDES DE PROJETS SPECIFIQUES.....	50
3.4	RESUME.....	52
4	SITUATION NATIONALE SELON LES 4 THEMES DE L'APPROCHE COSTEA....	55
4.1	TH1 : REUTILISATION NON PLANIFIEE, SYSTEMES DE TRAITEMENT DECENTRALISES ET GESTION DES BOUES.....	55
4.2	TH2 : GOUVERNANCE DE L'EAU, ASSOCIATIONS D'USAGERS, ACCEPTABILITE SOCIALE ET RENFORCEMENT DES CAPACITES.....	61
4.2.1	CADRE INSTITUTIONNEL.....	61
4.2.2	UTILISATEURS DE L'IRRIGATION EN BOLIVIE.....	65
4.3	TH3 : GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU ET ECONOMIE DE LA REUTILISATION.....	66
4.4	TH4 : EFFICACITE ET ADAPTATION DU MATERIEL D'IRRIGATION, GESTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES.....	70
4.5	ANALYSE MULTICRITERES DU DIAGNOSTIC PAYS ET RECOMMANDATIONS.....	78
5	ANALYSE MULTICRITÈRE POUR LE CHOIX DES ÉTUDES DE CAS.....	84
5.1	PRESENTATION DU CADRE D'ANALYSE.....	84
5.2	IDENTIFICATION DE SITES POTENTIELS POUR LA PHASE 3 - ÉTUDES DE CAS.....	84
5.3	AUTRES INITIATIVES PERTINENTES DE REUTILISATION AGRICOLE.....	89
5.4	VERIFICATION DES INFORMATIONS DISPONIBLES.....	90
6	REFERENCES.....	91

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Le schéma de réutilisation : une approche nécessairement multithématique	14
Figure 2 PDES 2021-2025 lié à l'Agenda Patriotique	22
Figure 3 Statut des stations d'épuration des eaux usées dans le pays.....	28
Figure 4 Principaux problèmes des stations d'épuration.....	29
Figure 5 Nombre de systèmes et superficie avec réutilisation agricole	30
Figure 6 Localisation des centres de réutilisation des eaux en Bolivie	32
Figure 7 Répartition des stations d'épuration avec et sans réutilisation pour l'irrigation agricole	33
Figure 8 Nombre de STEP avec réutilisation des eaux usées pour l'irrigation.....	34
Figure 9 Indice de qualité de l'eau (ICA) dans la rivière Rocha.....	37
Figure 10 Système intégré de planification de l'État.....	38
Figure 11 Calendrier des plans et de la hiérarchie	39
Figure 12 Orientation des initiatives d'assainissement durable décentralisé (DSS) dans le pays..	55
Figure 13 Stations d'épuration avec filière boue par département.....	59
Figure 14 Niveaux d'échelle et gestion des bassins versants	67
Figure 15 Évolution de la couverture de l'accès à des sources d'eau améliorées et à un assainissement amélioré (2012-2021).....	72
Figure 16 Couverture de l'accès à des sources d'eau améliorées en milieu urbain et rural (2012-2021).....	73
Figure 17 Amélioration de la couverture de l'assainissement urbain et rural (2012-2021)	73
Figure 18 Amélioration de l'accès aux sources d'eau améliorées par le département d'ici 2021 .	73
Figure 19 Amélioration de la couverture sanitaire par département d'ici 2021	74
Figure 20 Couverture de traitement par département, 2017	75
Figure 21 Sites identifiés avec une réutilisation en cours	85

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 Comparaison des composants entre le PNC1 et le PNC2	27
Tableau 2 Exploitation des STEP par département	28
Tableau 3 Classification des masses d'eau en fonction de leur aptitude à l'utilisation (loi 1333, annexe A)	35
Tableau 4 Objectifs de l'axe de durabilité technique et environnementale du traitement des boues et des eaux en vue de leur réutilisation	41
Tableau 5 Liste de la littérature pertinente sur la réutilisation de l'eau et des boues	52
Tableau 6 Organisation des fiches de synthèse (entre parenthèses) et de la bibliographie consultée sur la base des thèmes prioritaires par COSTEA	54
Tableau 7 Production de boues par type de traitement	59
Tableau 8 Gestion paysanne indigène de l'eau et de l'irrigation dans trois régions de Bolivie	65
Tableau 9 Critères de désignation des bassins versants stratégiques	68
Tableau 10 Bassins stratégiques prioritaires pour le développement du PDC dans le PC 2017-2020	68
Tableau 11 Estimation de la production d'eaux usées dans le pays.....	71
Tableau 12 Type d'assainissement et couverture urbaine et rurale	75
Tableau 13 Principales technologies de traitement des eaux usées utilisées en Bolivie	76
Tableau 14 Résumé des sites d'étude de cas identifiés avec réutilisation à des fins agricoles	86

1 INTRODUCTION

La demande d'eau douce dans le monde a augmenté, non seulement en raison de la croissance de la population urbaine, mais aussi en raison des niveaux élevés de prélèvement d'eau pour différents usages ; en Bolivie, comme dans de nombreux pays, l'utilisation des eaux usées des zones urbaines pour l'irrigation agricole est devenue une pratique courante face à la pression de la pénurie d'eau.

On estime qu'environ 80 % des eaux usées dans le monde ne sont pas traitées. Cette pollution ne nuit pas seulement à l'environnement, mais entraîne également des risques pour la santé. Les eaux usées ont généralement été identifiées comme une source de pollution, mais cette conception est en train de changer. Ces dernières années, l'importance de la collecte, du traitement et de la réutilisation des eaux usées est considérée comme une source alternative pour l'irrigation.

En septembre 2018, le Comité scientifique et technique de l'eau agricole (COSTEA) a organisé un atelier sur la réutilisation des eaux traitées avec la participation de six pays (Bolivie, Algérie, Palestine, Maroc, Sénégal et Tunisie). L'objectif de l'événement était de promouvoir l'échange de connaissances et d'expériences entre les acteurs de l'irrigation afin de soutenir les politiques publiques et les projets liés à l'eau agricole. Les participants comprenaient des représentants de différentes institutions gouvernementales et universitaires, des sociétés de conseil, ainsi que l'Agence française de développement (AFD).

À la suite de l'échange entre les pays, quatre thèmes ont été classés par ordre de priorité lors de l'atelier :

- a) Réutilisation de l'eau brute, procédés de traitement autonomes et extensifs, assainissement en milieu rural ;
- b) Gouvernance locale, arrangements institutionnels multi-acteurs et multi-échelles, acceptabilité sociale des populations concernant les questions de réutilisation des eaux usées, renforcement des capacités, processus de consultation ;
- c) Intégration de la réutilisation dans les approches de la GIRE, rentabilité et création de valeur dans les périmètres d'irrigation à partir de la réutilisation ;
- d) Efficacité, adaptation des équipements et des pratiques, irrigation au champ, traitement tertiaire, gestion des risques sanitaires techniques, gestion de la matière organique et de la salinité.

L'Action Structurante (AS) "Réutilisation des eaux usées en agriculture", financée par l'AFD à travers COSTEA, a été créée pour étudier les conditions de réussite de la réutilisation des eaux usées des projets existants ou prévus dans chacun des pays, afin de fournir aux acteurs impliqués des outils clés dans le processus de décision publique pour identifier les opportunités et, si nécessaire, développer ou améliorer des schémas de réutilisation durables, efficaces et innovants.

Dans le cadre de ce travail, l'élaboration de documents de synthèse par pays a été envisagée, dont le but est de synthétiser, par le biais d'une revue bibliographique des travaux développés dans chaque pays, la situation actuelle et les expériences concernant les questions identifiées dans la CE. Tout cela, dans le but d'identifier et de qualifier les expériences de réutilisation existantes afin d'alimenter la réflexion. Ces résumés se concentreront sur les expériences pilotes, qui seront documentées plus en détail dans la prochaine étape du travail "Systématisation des expériences pilotes sur le terrain".

Ce document résume l'état de la situation des eaux usées en Bolivie, en tenant compte de la méthodologie de travail établie en coordination avec le groupe consultatif de COSTEA pour les six pays impliqués dans l'AS.

Cinq chapitres décrivent le contexte actuel dans lequel la gestion des eaux usées est développée en Bolivie. Le premier chapitre présente les objectifs de l'action structurante (AS) et de cette étude. Le deuxième chapitre décrit le contexte dans lequel la réutilisation des eaux usées est développée en Bolivie, en considérant le cadre réglementaire de la réutilisation des eaux usées² Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), Gestion Intégrée des Bassins Versants (GIBV) et Plans Directeurs des Bassins Versants (PGBV). Ce chapitre décrit également l'état actuel de la réutilisation de l'eau et des boues pour l'irrigation dans le pays. Le troisième chapitre passe en revue les principales études nationales structurantes qui ont contribué au développement de la réutilisation dans ses composantes de traitement et d'irrigation pour la production agricole, telles que les Schémas Directeurs métropolitains pour l'eau et l'assainissement (PMM). Le quatrième chapitre détaille la gouvernance des ressources en eau, ainsi que l'analyse des Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces (diagramme AFFOM) de la réutilisation des eaux usées. Finalement, le chapitre cinq présente une courte liste d'expériences pertinentes en matière de traitement et de réutilisation des eaux usées et des boues à des fins agricoles, informations qui permettront de sélectionner et de hiérarchiser les projets étudiés pour la prochaine étape du travail.

1.1 OBJECTIFS

L'objectif de l'action structurante (AS) est de fournir aux principales parties prenantes des outils clés dans le processus de décision publique afin d'identifier les opportunités et, le cas échéant, de développer ou d'améliorer les schémas de réutilisation qui visent à être durables, efficaces et innovants, en abordant toutes les facettes du problème et en se concentrant sur toutes les parties prenantes concernées.

L'objectif de ce document est d'élaborer une synthèse par pays afin d'identifier et de qualifier les expériences existantes de réutilisation urbaine et rurale (< 2000 équivalents habitants) pour alimenter la réflexion. Il contient essentiellement des informations sur la situation actuelle du pays en termes de réglementation, d'outils techniques, etc. sur l'utilisation des eaux usées à des fins agricoles.

La méthodologie utilisée pour l'élaboration de ce travail s'inscrit dans le cadre d'une structure documentaire commune établie pour les 6 pays qui font partie de l'action structurante, et consiste en la compilation de la documentation pertinente provenant des institutions et d'autres partenaires (universités, cabinets de conseil, ONG, etc.) sur les thèmes suivants :

1. Réutilisation non planifiée, traitement extensif et gestion des boues.
2. Gouvernance, acceptabilité, consultation et formation.
3. Gestion Intégrée des Ressources en Eau et impact économique de la réutilisation.
4. Efficacité, adaptation des équipements et des pratiques d'irrigation.

² Bien que le cadre réglementaire actuel ne dispose pas encore d'une réglementation spécifique pour la réutilisation de l'eau dans le pays, il existe un cadre réglementaire pour la conservation, la protection et l'utilisation des ressources en eau et une description de la planification des ressources en eau considérant l'Agenda 2025 du pays avec des objectifs qui envisagent la réutilisation des eaux usées.

La synthèse se concentrera sur les expériences pilotes qui seront documentées plus en détail dans l'étape suivante.

1.2 TERMINOLOGIE

- **Système d'assainissement centralisé** : il s'agit d'un réseau d'eaux usées (généralement de grande taille) qui collecte et achemine les eaux usées brutes vers un seul site de traitement, comme c'est souvent le cas dans les zones urbaines.
- **Système d'assainissement décentralisé** : composé de plusieurs réseaux de collecte desservant plusieurs sites de traitement, il est plus adapté aux zones rurales.
- **Réutilisation planifiée de l'eau** : utilisation des eaux usées dans le cadre d'un projet planifié. Elle est toujours façonnée intentionnellement par l'utilisation d'eau recyclée.
- **Réutilisation non planifiée de l'eau** : utilisation ultérieure d'eaux usées traitées ou non traitées après leur déversement dans des eaux de surface ou des ressources en eau souterraine qui font l'objet de prélèvements pour des usages domestiques ou à toute autre fin. Au départ, cette réutilisation est toujours une activité subconsciente ; avec le temps, elle peut se faire consciemment, mais en dehors d'un projet planifié dans lequel les eaux usées sont correctement traitées et la qualité de l'eau contrôlée, à cette fin.
- **Réutilisation des eaux usées traitées** : désigne l'utilisation des eaux usées après leur collecte et leur traitement dans une usine.
- **Réutilisation des eaux usées brutes** : désigne l'utilisation des eaux usées sans aucun traitement.
- **Réutilisation directe de l'eau** : les eaux usées sont prélevées dans la production du système d'assainissement, quel que soit le niveau de traitement (collecteur d'eaux usées brutes, station de traitement primaire, secondaire ou tertiaire).
- **Réutilisation indirecte de l'eau** : les eaux usées sont déversées dans les eaux de surface traditionnelles, diluées puis pompées dans la rivière pour être utilisées dans un système organisé ou non.

2 ANALYSE DU CONTEXTE

La réutilisation formelle et informelle des eaux usées pour l'irrigation agricole est une pratique courante qui s'est établie et développée dans le monde entier ces dernières années. Environ 32 % des eaux usées produites dans le monde sont réutilisées en agriculture. (GWI, 2012). Cette pratique affecte plusieurs acteurs et institutions ; et nécessite d'aborder les connaissances de différents domaines tels que la réglementation, la technique, la santé, l'agronomie, le social et l'économie, comme le montre la figure ci-dessous.

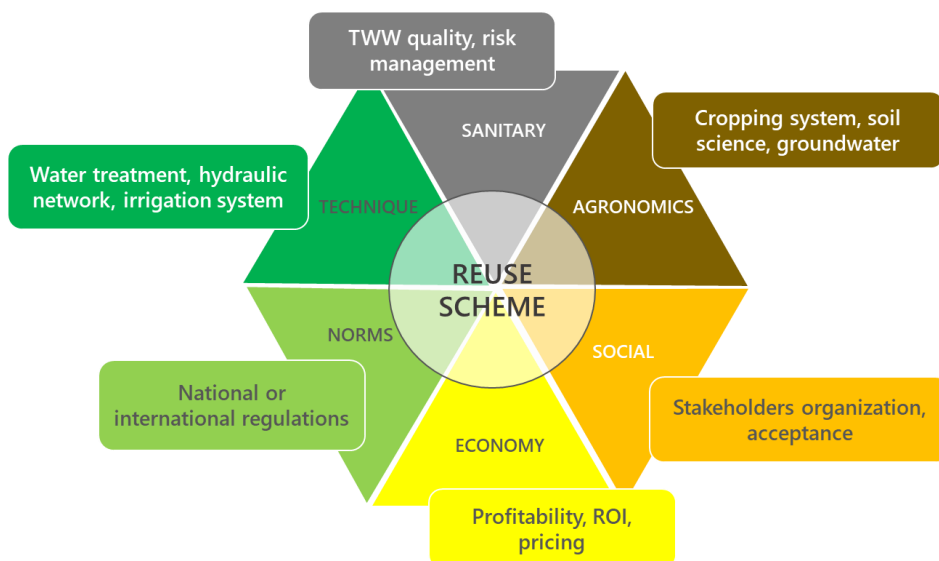


Figure 1 Le schéma de réutilisation : une approche nécessairement multithématique

De même, dans les pays soumis à un stress hydrique, la réutilisation de l'eau est désormais considérée comme une composante essentielle de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), et ce d'autant plus dans le contexte actuel du changement climatique (CC). Lorsque l'eau est traitée, l'eau devient une source permanente et croissante d'eau et de nutriments dans les milieux urbains et ruraux. Cependant, sans réutilisation planifiée, cette pratique est associée à des risques sanitaires, agronomiques et environnementaux.

La réutilisation des eaux usées non traitées est une question qui doit être abordée, car il s'agit d'une pratique en plein essor dans le monde. Principalement dans les pays en développement, l'eau brute ou partiellement traitée est rejetée dans l'environnement et réutilisée en aval pour différents usages tels que la consommation humaine, agricole et industrielle. Afin de réduire les risques inhérents à ces pratiques pour la plupart non contrôlées, ces dynamiques de réutilisation doivent être mieux comprises par les décideurs et analysées de manière plus approfondie.

Il existe toute une série de documents relatifs à la réutilisation des eaux usées. L'AFD est actuellement engagée dans des projets de réutilisation dans des régions telles que l'Amérique latine pour relier la production agricole et les stations d'épuration des eaux usées, ainsi que pour développer des programmes visant à améliorer la réutilisation des eaux mal traitées.

Début 2018, un travail exploratoire et une réflexion sur la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation ont été menés dans le cadre du projet COSTEA 1. L'un des produits a été un rapport sur les défis et les solutions opérationnelles pour l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole dans les zones

périurbaines des pays en développement, sur lequel une table ronde a été organisée pour élargir les expériences, analyser, capitaliser et dialoguer avec les acteurs internationaux de la réutilisation, ce qui a conduit aux conclusions suivantes :

1. Le succès des projets de réutilisation dépend de plusieurs facteurs, selon l'équation de durabilité présentée ci-dessous. Il est important de souligner que tous les éléments qui composent l'équation doivent être considérés à partir d'une vision intégrale dans laquelle l'importance de la production de connaissances et de sa capitalisation est prise en compte.

Durabilité d'un projet Reuse	=	Sécurité sanitaire agronomique environnementale	X	Rentabilité économique financière	X	Faisabilité technique (process) réglementaire	X	Acceptabilité politique sociale	X	Efficience organisationnelle juridique institutionnelle
------------------------------	---	--	---	---	---	---	---	---------------------------------------	---	---

2. La mise en œuvre de projets de réutilisation est compliquée, principalement par le nombre d'acteurs et de décideurs impliqués dans de tels processus.
3. On constate un manque d'outils d'évaluation adaptés aux conditions locales et le manque d'intégration de la réutilisation de l'eau dans la stratégie de gestion des ressources en eau.

Reconnaissant les aspects susmentionnés, l'action de réutilisation de COSTEA est basée sur les éléments suivants :

- Définir la portée des différents sujets impliqués dans la réutilisation
- Incorporer des pays cibles qui ne correspondent pas uniquement à la Méditerranée.
- Renforcer l'implication des partenaires du Sud dans la préparation des actions
- Modifier le processus de sélection des actions

L'approche à 360° de COSTEA en matière de réutilisation

Cette approche est basée sur la prise en compte de la gouvernance et de la régulation entre les différents acteurs impliqués dans la réutilisation, avec une place essentielle aux agriculteurs en analysant leurs stratégies et mesures d'adaptation. Elle évalue également l'efficacité réelle du système et les solutions proposées en termes de réduction des risques. D'autre part, la réutilisation est analysée en termes de valeur économique de la ressource y compris les chaînes de valeur, la création d'emplois et la durabilité ; en considérant la réutilisation comme une mesure d'adaptation au changement climatique. Dans ce schéma, les eaux usées sont positionnées, dans le cadre de la GIRE, comme une ressource locale qui, une fois traitée, peut être utilisée pour l'agriculture et à d'autres fins.

Le plan d'action de COSTEA se concentre sur trois objectifs spécifiques : générer des connaissances, capitaliser le retour d'expérience et créer des réseaux de connaissances entre les acteurs nationaux et régionaux.

Les pays d'action dans la zone méditerranéenne où les activités sont menées sont les suivants : Maroc, Tunisie, Algérie et Palestine. En Amérique latine, il est développé en Bolivie. En Afrique de l'Ouest, elle est développée au Sénégal.

En se concentrant sur le cas de la Bolivie, selon l'inventaire national des systèmes d'irrigation de 2012, sur plus de 303 000 hectares produits sous irrigation, environ 7 000 (2 %) sont irrigués avec des eaux usées qui, dans la plupart des cas, manquent d'un certain type de traitement et, dans d'autres, les STEP ne fonctionnent pas correctement (MMAyA, 2013). En outre, seule une petite partie des eaux usées générées est traitée. Quant aux STEP, environ 53% sont en fonctionnement, mais selon leur état visuel, seulement 21% sont en bon état, 30% en état moyen et 42% en mauvais état (MMAyA, 2013).

Dans le cadre de son plan d'action, COSTEA se concentre sur quatre thèmes principaux. La première ligne thématique concerne l'utilisation non planifiée des eaux usées, les systèmes de traitement décentralisés et la gestion des boues. La deuxième ligne thématique est liée à la gouvernance et à l'acceptation sociale. La troisième ligne thématique porte sur la gestion intégrée des ressources en eau et l'économie de la réutilisation. Enfin, la quatrième ligne thématique s'intitule efficacité et adaptation des équipements et gestion des risques environnementaux et sanitaires.

Sur la base de l'approche de COSTEA, de ses thèmes, et grâce à un atelier organisé en septembre 2018, au cours duquel les délégations représentant chacun des 6 pays ont indiqué leurs besoins liés à la thématique de la réutilisation, l'action structurante a été lancée.

Voici les besoins identifiés par la délégation bolivienne qui a participé à l'atelier de septembre 2018. Il convient de noter que si certains besoins entrent clairement dans le cadre de l'intervention de COSTEA, d'autres ne le sont pas.

Les thèmes de COSTEA sur la réutilisation	Besoins de la Bolivie
Thème 1 - REUSE informelle, gestion des boues (9)	Mise en place de projets pilotes de gestion des boues
Axe 2 – GIRE, économie de la REUSE (11)	Appui à la structuration des agences de bassin Retour d'expérience sur les modèles économiques et financiers adoptés pour les opérations de REUSE
Axe 3 – Gouvernance et gestion sociale de la REUSE (11)	Appui à la formation technique et à la mise en œuvre d'une équipe projet 'REUSE' pluridisciplinaire Appui à la révision des normes de qualité
Axe 4 - Filières technologiques de REUSE, gestion du risque sanitaire (5)	Mise en place de projets pilotes de REUSE

2.1 CADRE POLITIQUE ET STRATEGIQUE

Bien que la Bolivie n'ait pas de cadre réglementaire spécifique pour la réutilisation de l'eau, elle dispose d'un cadre réglementaire pour la conservation, la protection et l'utilisation des ressources en eau.

Plusieurs études ont élaboré une compilation et une analyse du cadre normatif et réglementaire relatif aux eaux usées³ ; vous trouverez ci-dessous un résumé des normes à partir desquelles des politiques, des plans et des instruments pour la réutilisation de l'eau ont été générés dans le pays.

a. Constitution Politique de l'État

La Constitution Politique de l'État plurinational (CPE) de Bolivie, promulguée en 2009⁴, reconnaît le droit des personnes à vivre dans un environnement sain, protégé et sûr.

Voici un résumé des articles correspondant au CPE, à partir desquels des politiques et des plans pour la réutilisation de l'eau ont été générés.

³ Un certain nombre de documents ont été consultés, dont les plus importants :

- Systématisation sur le traitement et la réutilisation des eaux usées, Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 2013.
- Stratégie nationale en matière d'eaux usées, Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 2020
- Guía para la aplicación de herramientas e instrumentos de seguimiento, monitoreo y control de la operación y mantenimiento de las PTAR en Bolivia, Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2018.

⁴ Cadre juridique suprême qui établit les principes, les droits et les devoirs des Boliviens.

- **Environnement**

Article 342

Il est du devoir de l'État et de la population de conserver, protéger et **utiliser durablement les ressources naturelles** et la biodiversité, et de **maintenir l'équilibre de l'environnement**.

Article 345

Les politiques de gestion de l'environnement doivent être fondées sur :

1. Planification et gestion participatives, avec contrôle social.
2. L'application de systèmes d'évaluation des impacts sur l'environnement et de contrôle de la qualité environnementale, sans exception et de manière transversale, à toutes les activités de production de biens et de services qui utilisent, transforment ou affectent les ressources naturelles et l'environnement.
3. La responsabilité de l'exécution de toute activité qui cause des dommages à l'environnement et sa sanction civile, pénale et administrative en cas de non-respect des règles de protection de l'environnement.

Article 347

I. L'État et la société favoriseront l'atténuation des effets néfastes sur l'environnement et des responsabilités environnementales affectant le pays.

- **Ressources en eau**

Article 373

- I. L'État favorisera l'utilisation et l'accès à l'eau sur la base des principes de solidarité, de complémentarité, de réciprocité, d'équité, de diversité et de **durabilité**.
- II. Les ressources en eau dans tous leurs états, qu'il s'agisse des eaux de surface ou des eaux souterraines, constituent des **ressources limitées, vulnérables et stratégiques et remplissent une fonction sociale, culturelle et environnementale**. Ces ressources ne pourront faire l'objet d'une appropriation privée, elles et leurs services ne seront pas concédés et sont soumis à un régime de licences, d'enregistrements et d'autorisations conformément à la loi.

Article 374

- I. L'État reconnaîtra et garantira l'utilisation prioritaire de l'eau pour la vie. Il est du devoir de l'État de gérer, réglementer, protéger et planifier l'utilisation adéquate et durable des ressources en eau, avec la participation sociale, en garantissant l'accès à l'eau à tous ses habitants. La loi fixe les conditions et les limites de toutes les utilisations.
- II. L'État reconnaîtra, respectera et protégera les usages et coutumes des communautés, de leurs autorités locales et des organisations paysannes autochtones et indigènes en matière de droit, de gestion et de gestion durable de l'eau.
- III. Les eaux fossiles, glaciaires, humides, souterraines, minérales, médicinales et autres sont une priorité pour l'État, qui doit garantir leur conservation, leur protection, leur préservation, leur restauration, leur utilisation durable et leur gestion intégrale ; elles sont inaliénables, insaisissables et imprescriptibles.

b. Loi 031, loi-cadre des autonomies et de la décentralisation Andrés Ibáñez

Cette loi définit l'organisation territoriale de l'État et les compétences en matière de gestion du développement aux différents niveaux territoriaux.

L'article 132 de la loi sur l'autonomie crée les conseils de coordination sectorielle en tant qu'organes de consultation, de proposition et de concertation entre le gouvernement central et les gouvernements autonomes pour la coordination des questions sectorielles. Les Conseils de coordination sectorielle sont composés du ministre en charge du secteur concerné, qui les préside, et de l'autorité compétente du secteur gouvernemental autonome.

La loi développe les compétences attribuées dans la Constitution Politique de l'État dans différents domaines, notamment l'eau potable et l'assainissement, les ressources en eau et l'irrigation.

c. Loi 1333 sur l'environnement et ses règlements

La loi 1333, en vigueur dans le pays depuis 1992, a pour objet la protection et la conservation de l'environnement et des ressources naturelles, la réglementation des actions de l'homme par rapport à la nature et la promotion du développement durable afin d'améliorer la qualité de vie de la population. Il existe deux règlements de la loi relatifs aux eaux usées : les règlements sur la pollution de l'eau et la prévention et le contrôle environnementaux. Ce règlement régit les aspects inhérents à la gestion de l'environnement, en établissant les procédures d'examen, d'approbation et d'application des Instruments de Réglementation de Portée Particulière (IRAP) pour toute activité, ouvrage ou projet (AOP), dans le cadre de l'évaluation de l'impact environnemental et du contrôle de la qualité environnementale pour l'obtention du permis environnemental correspondant, ainsi qu'en définissant les attributions et les compétences des organes gouvernementaux impliqués dans le processus de traitement de l'IRAP.

L'objectif des deux règlements est présenté ci-dessous.

• Règlement sur la pollution de l'eau (RMCH)

Elle établit une série de dispositions relatives à la prévention et au contrôle de la pollution de l'eau et détermine les types de masses d'eau et les limites de rejet autorisées auxquelles un effluent doit se conformer pour pouvoir être déversé dans une masse d'eau en fonction de sa classification.

Au chapitre 5 « de la réutilisation de l'eau », il est établi :

Article 67.

La réutilisation des eaux usées brutes ou traitées par des tiers sera autorisée par le préfet⁵ lorsque l'intéressé démontrera que ces eaux satisfont aux conditions de qualité établies dans le règlement.

Article 68.

Les boues produites dans les stations d'épuration des eaux usées qui ont été séchées dans des bassins d'évaporation, des lits de séchage ou par des moyens mécaniques, sont analysées et si elles répondent aux exigences de l'utilisation agricole, elles sont stabilisées avant leur utilisation ou leur élimination finale, le tout sous le contrôle de la préfecture.

• Règlement sur la prévention et le contrôle de l'environnement (RPCA)

Elle établit des dispositions relatives à l'Évaluation des Impacts sur l'Environnement (EIA) et au Contrôle de la Qualité de l'Environnement (CCA), dans le cadre du développement durable.

⁵Actuellement, le nom est Gouverneur de département.

Article 14.

Les objectifs de l'EIA sont :

a) identifier et prévoir les impacts qu'un projet, un ouvrage ou une activité peut avoir sur l'environnement et sur la population afin d'établir les mesures nécessaires pour éviter ou atténuer ceux qui sont négatifs et encourager ceux qui sont positifs. De même, prévoir les principes environnementaux, par le biais de l'EIA stratégique, dans la prise de décision sur les plans et les programmes ;

b) appliquer des instruments préventifs tels que : le Dossier Environnemental (FA), l'Etude d'Evaluation des Impacts sur l'Environnement (EEIA) et la Déclaration d'Impact sur l'Environnement (DIA), à travers les procédures administratives, des études et des systèmes techniques établis dans le présent règlement.

Le 2 mai 2018, a été promulgué le DS N°3549, qui modifie, complète et incorpore de nouvelles dispositions pour cette réglementation, en ajustant les Instruments de Réglementation de Portée Particulière (IRAP) et les procédures technico-administratives, en priorisant les fonctions d'inspection et de contrôle environnemental, dans le cadre de la réglementation environnementale en vigueur.

d. Loi 2878 sur la promotion et le soutien au secteur de l'irrigation pour la production agricole et forestière.

Cette loi, promulguée en 2004, établit les normes qui régissent l'utilisation durable des ressources en eau dans les activités d'irrigation pour la production agricole et forestière, son cadre politique, institutionnel, réglementaire et de gestion de l'irrigation, l'octroi et la reconnaissance des droits, l'établissement des obligations et des procédures de résolution des conflits, la garantie de la sécurité des investissements communautaires, familiaux, publics et privés.

e. Loi 745, de la Décennie de l'Irrigation 2015-2025

Selon cette loi promulguée en 2015, la période 2015 à 2025 est déclarée la Décennie de l'Irrigation, vers un million d'hectares, dans le cadre de l'Agenda Patriotique du Bicentenaire, dans le but de promouvoir la production agricole à travers des investissements du niveau central de l'État et des entités territoriales autonomes, orientés vers le développement de l'irrigation dans le pays. Afin de contribuer à l'expansion des terres irriguées, la réutilisation à des fins d'irrigation agricole est incluse dans cette loi à travers la ligne stratégique suivante "d) Réutilisation des eaux usées pour l'irrigation, traitées conformément à la réglementation en vigueur".

f. Loi 300, de la Terre Mère

La présente loi, promulguée en 2013, vise à établir la vision et les fondements du développement intégral en harmonie et en équilibre avec la Terre Mère pour le Bien Vivre, en garantissant la continuité de la capacité de régénération des composants et des systèmes de vie de la Terre Mère, en récupérant et en renforçant les connaissances locales et les savoirs ancestraux, dans le cadre de la complémentarité des droits, des obligations et des devoirs ; ainsi que les objectifs du développement intégral comme moyen de parvenir au Bien Vivre, les bases de la planification, de la gestion publique et des investissements et le cadre institutionnel stratégique pour sa mise en œuvre.

Un article spécifique est établi se référant aux bases et orientations de Bien Vivre à travers le développement intégral dans l'eau.

Article 27

1. Garantir le droit à l'eau pour la vie, en donnant la priorité à son utilisation, son accès et son exploitation en tant que ressource stratégique, en quantité et qualité suffisantes pour satisfaire de manière globale et indistincte la conservation des systèmes de vie, la satisfaction des besoins domestiques des personnes et les processus productifs pour garantir la souveraineté et la sécurité alimentaires.
4. Réglementer, protéger et planifier l'utilisation, l'accès et l'exploitation adéquats, rationnels et durables des composantes de l'eau, avec la participation de la société, en établissant des priorités pour l'utilisation de l'eau potable pour la consommation humaine.
5. Réglementer, surveiller et contrôler les paramètres et les niveaux de qualité de l'eau.
6. Promouvoir l'utilisation durable de l'eau pour la production alimentaire en fonction des priorités et du potentiel productif des différentes zones.
7. Assurer la conservation, la protection, la préservation, la restauration, l'utilisation durable et la gestion intégrée des eaux fossiles, glaciaires, humides, souterraines, minérales, médicinales et autres, en donnant la priorité à l'utilisation de l'eau pour la vie.
11. Adopter, innover et développer des pratiques et des technologies pour l'utilisation, la collecte, le stockage, le recyclage et le traitement efficaces de l'eau.

g. **Loi 071, sur les droits de la Terre Mère**

Son objectif est de reconnaître les droits de la Terre Mère, ainsi que les obligations et les devoirs de l'État plurinational et de la société pour garantir le respect de ces droits.

Article 7 (Droits de la Terre Mère)

3. **A l'eau** : le droit à la préservation de la fonctionnalité des cycles de l'eau, à son existence en quantité et qualité nécessaires au maintien des systèmes de vie, et à sa protection contre la pollution pour la reproduction de la vie de la Terre Mère et de tous ses composants.

Article 8 (Obligations de l'État plurinational)

2. Développer des formes équilibrées de production et de consommation pour satisfaire les besoins du peuple bolivien en matière de Bien Vivre, en sauvegardant les capacités régénératrices et l'intégrité des cycles, des processus et des équilibres vitaux de la Terre Mère.

h. **Loi 2066, Loi sur la fourniture et l'utilisation des services d'eau potable et d'assainissement**

Il établit les normes qui régissent la fourniture des services d'eau potable et d'assainissement de l'État bolivien. Les articles 15 et 23 détaillent les fonctions et les attributions de l'ancienne Surintendance de l'assainissement de base, actuellement assumées par l'Autorité de contrôle et d'inspection sociale de l'eau potable et de l'assainissement de base (AAPS), et établissent l'obligation de l'entité prestataire de services d'eau potable et d'assainissement (EPSA) de protéger l'environnement et de réaliser un traitement et une évacuation adéquats des eaux usées.

i. **Guide pour l'application des outils et instruments de suivi, de surveillance et de contrôle de l'exploitation et de la maintenance des STEP en Bolivie.**

Bien que ce guide ne fasse pas partie du cadre réglementaire des eaux usées, il est important de le mentionner car il établit des procédures pour la génération et la communication d'informations techniques sur les conditions actuelles d'exploitation et de maintenance des STEP à l'AAPS, ce document a été approuvé par la résolution administrative n° 300 du 09/11/2018.

Il fournit des directives, des orientations techniques et des procédures pour que les fournisseurs de services d'eau potable et d'assainissement sanitaire génèrent et communiquent des informations techniques sur les conditions actuelles d'exploitation et d'entretien des stations de traitement des eaux usées, afin de permettre à l'Autorité de Contrôle Social et de Surveillance de l'Eau Potable et de l'Assainissement de Base (AAPS) de les traiter et d'obtenir des indicateurs de performance des STEP comme outils de contrôle et de régulation sectorielle au niveau national.

j. Guide technique pour la réutilisation des eaux usées en agriculture

Comme dans le cas précédent, plutôt que de faire partie du cadre réglementaire, le Guide susmentionné est un instrument d'orientation pour la formulation de projets de pré-investissement pour l'irrigation avec des eaux traitées ; ce document, qui a été élaboré dans le cadre de la coopération triangulaire entre la Bolivie, le Mexique et l'Allemagne, a été approuvé par la résolution ministérielle N°583 du 12/10/2018.

Analyse du cadre réglementaire de la gestion des eaux usées en Bolivie

La récente Constitution Politique de l'État (CPE), approuvée en février 2009, envisage une nouvelle approche de la gestion des ressources en eau en Bolivie, qui détermine l'accès à l'eau comme un droit humain fondamental pour la vie, étant une ressource stratégique sous le contrôle de l'État. À cette fin, des plans d'utilisation, de conservation, de gestion et d'exploitation durables des bassins hydrographiques doivent être élaborés sur la base d'une évaluation technique des eaux de surface et souterraines, ainsi que des besoins de la population à des fins de production et de sécurité alimentaire, en tenant également compte de sa fonction écologique. De même, le cadre normatif pour la planification, la gestion et l'utilisation des ressources en eau en Bolivie est très dispersé entre différents secteurs, différentes institutions, différents cadres stratégiques, différents programmes, etc. Chaque secteur a sa propre réglementation en la matière ; cette dispersion normative ne permet pas une planification intégrée de l'eau dans les territoires (bassins et autres) basée sur des projections globales de développement de l'eau et des bilans hydriques cohérents, notamment en ce qui concerne l'offre et la demande futures en eau, etc.

En ce qui concerne les eaux usées, il n'existe pas de réglementation régissant l'utilisation des eaux usées traitées et leur gestion pour l'irrigation agricole ; la formalisation de la réutilisation des effluents pour l'irrigation, par le biais de systèmes d'irrigation qui utilisent directement les effluents des STEP, n'a pas pu être mise en œuvre dans le cadre de la loi 1333, car principalement cette loi n'a pas été conceptualisée en tenant compte des exigences de l'irrigation. À titre d'exemple, on peut mentionner que la loi 1333 est stricte en termes d'élimination de l'azote et du phosphore, qui sont des éléments bénéfiques pour l'agriculture (Analyse des compétences et attributions et obligations des ETA et des irrigants dans l'attribution et la réutilisation des eaux usées, juin 2019, BM, MMAyA).

Bien que la loi 2878 sur la promotion et le soutien du secteur de l'irrigation encourage l'utilisation durable des ressources en eau dans les activités d'irrigation pour la production agricole et forestière, il existe des lacunes réglementaires en ce qui concerne la réutilisation des eaux usées et leur application dans l'irrigation agricole, et une source d'eau alternative comme les eaux usées n'est pas spécifiquement stipulée à cette fin.

Une autre des lacunes réglementaires identifiées est l'autorisation du droit d'utiliser les effluents des STEP ; les responsabilités des irrigants concernant l'utilisation de ces effluents ne sont pas définies.

(Banque mondiale, 2017 ; MMAyA et al., 2020).

Concernant le cadre stratégique lié à la réutilisation des eaux usées, deux documents ont été identifiés comme des documents prioritaires contenant les lignes stratégiques à partir desquelles les actions axées sur la réutilisation doivent être générées. Ces documents sont décrits ci-dessous :

a. Agenda Patriotique et Plan de Développement Economique et Social (PDES 2021-2025)

Dans le cadre de la Constitution Politique de l'État plurinational de Bolivie, l'Agenda Patriotique 2025 (Bolivie digne et souveraine) établit 13 piliers fondamentaux, à partir desquels est généré le Plan de Développement Economique et Social 2021-2025⁶. Ce document établit les orientations stratégiques pour le développement global du pays dans le contexte du Bien Vivre, sur la base des axes stratégiques, des objectifs, des résultats et des actions à développer.

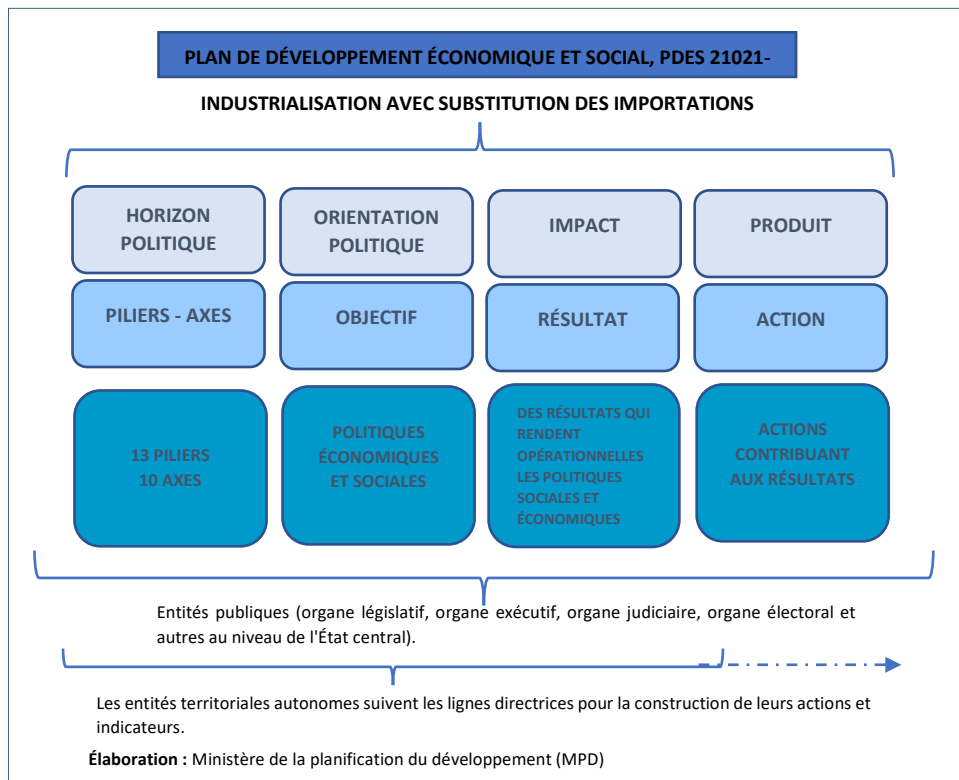


Figure 2 PDES 2021-2025 lié à l'Agenda Patriotique

Contrairement au PDES 2016-2020, où des actions spécifiques liées à la réutilisation étaient établies, dans le PDES actuel 2021-2025, il n'y a pas d'actions spécifiques visant la réutilisation ; le tableau suivant présente une comparaison des deux plans avec les objectifs et les actions établis.

⁶ Le plan de développement économique et social 2021-2025, donne une continuité aux activités développées dans le cadre de l'Agenda Patriotique 2025.

Pilier 2 : Universalisation des services de base (eau, égouts et assainissement de base)			
PDES 2016-2020	PDES 2021-2025		
Résultat			
1. 95 % de la population urbaine a accès à l'eau potable. 2. 80 % de la population rurale dispose de services d'eau potable. 3. Les services d'égouts et d'assainissement sont disponibles pour 70% de la population urbaine. 4. Les services d'égouts et d'assainissement sont accessibles à 60% de la population rurale.	Des progrès ont été réalisés en matière d'universalisation des services de base.	AXE 1 : RECONSTRUCTION DE L'ÉCONOMIE, RETOUR À LA STABILITÉ MACRO- ÉCONOMIQUE ET SOCIALE	
Actions liées à la réutilisation			
<ul style="list-style-type: none"> Augmenter la couverture des services d'<i>assainissement et de traitement des eaux usées dans les zones urbaines en mettant l'accent sur la réutilisation (culture restreinte ou énergie)</i> et la coresponsabilité de la population dans l'utilisation et le bon entretien du système. <i>Réhabiliter et moderniser les stations d'épuration des eaux usées en mettant l'accent sur la réutilisation (culture restreinte ou énergie).</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Gérer et mettre en œuvre des programmes dans les zones urbaines et rurales, en coordination avec tous les niveaux de l'État. Gérer et mettre en œuvre des programmes d'assainissement dans les zones urbaines et rurales, en coordination avec tous les niveaux de l'État. 		

Pilier 6 : Souveraineté productive avec diversification		
PDES 2016-2020	PDES 2021-2025	
Résultat		
Il a atteint 700 000 ha de surface irriguée, avec la participation des entités territoriales autonomes et du secteur privé, avec une expansion de 338 000 ha jusqu'en 2020, y compris la production de riz sous irrigation par inondation, les systèmes d'irrigation revitalisés, l'irrigation technicisée des légumes et des arbres fruitiers, le système d'irrigation avec barrages, <i>l'irrigation par réutilisation des eaux usées</i> , la récolte de l'eau et les projets polyvalents.	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la productivité agricole grâce à la mise en œuvre de l'irrigation avec l'innovation technologique. Augmentation de la production et de la productivité avec diversification de la production agricole pour l'industrie et l'approvisionnement alimentaire, en tenant compte de l'économie plurielle. 	AXE 3 : SÉCURITÉ ALIMENTAIRE AVEC SOUVERAINÉTÉ ALIMENTAIRE, PROMOTION DES EXPORTATIONS À VALEUR AJOUTÉE ET DÉVELOPPEMENT DU TOURISME
Actions liées à la réutilisation		
<ul style="list-style-type: none"> Promouvoir des plateformes territoriales consultatives pour la coordination des questions relatives à l'irrigation et à la Gestion Intégrée des Bassins versants, en mettant <i>l'accent sur l'adaptation au changement climatique</i>. Mettre en œuvre <i>différents mécanismes de collecte d'eau pour l'irrigation</i> et d'équipement pour la distribution (barrages, réservoirs, coupures et autres) avec une forte implication des entités territoriales autonomes. 	<ul style="list-style-type: none"> Fournir une assistance technique aux systèmes d'irrigation. Générer des innovations technologiques pour accroître la productivité. 	

Pilier 9 : Souveraineté environnementale avec développement intégral		
PDES 2016-2020	PDES 2021-2025	
Résultat		
1. Les stations de traitement des eaux usées (STEP) ont été construites dans les villes les plus peuplées.	<ul style="list-style-type: none"> Une plus grande capacité de gestion environnementale a été promue pour un environnement sain, de qualité et moins pollué. 	



<p>2. Au moins 14 bassins mettent en œuvre des plans et des actions de gestion intégrée.</p> <p>3. 2. Au moins 225 micro-bassins versants intervenus ont des actions de Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de Gestion Intégrée des Bassins versants.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La Gestion Intégrée des Ressources en Eau et la Gestion Intégrée des Bassins versants (GIRH/MIC) ont été renforcées. 	
Actions liées à la réutilisation		
<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre des usines et des centres de récupération des déchets pour l'élimination et le traitement des déchets. • Concevoir des politiques et développer des programmes et des projets de Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de Gestion Intégrée des Bassins versants pour permettre des utilisations multiples de l'eau, comme l'eau pour l'irrigation, l'industrie et la consommation humaine. • Promouvoir des plateformes de coordination pour la Gestion Intégrée des Bassins versants et des micro-bassins versants, avec des systèmes d'information et de connaissance pour soutenir ces actions. • Intervenir sur les micro-bassins versants pour augmenter la capacité de stockage de l'eau, assurant ainsi des activités de développement productif. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolider la gestion de l'environnement afin de protéger et de conserver l'environnement, et de prévenir et de maîtriser les incidences négatives sur l'environnement (nombre de stations d'épuration des eaux usées domestiques nouvelles, agrandies, modernisées ou réhabilitées) • Intervenir avec des mesures structurelles et non structurelles pour la Gestion Intégrée des Bassins versants afin d'améliorer la résilience aux effets du CC. 	



a. Plan Sectoriel de Développement Intégral (PSDI) du MMAyA

Le Plan Sectoriel de Développement Intégral du Ministère de l'Environnement et de l'Eau est un instrument de planification et de gestion du secteur, qui a pour but d'articuler ses actions ; ce document est élaboré sur la base des lignes directrices établies dans le PDES.

Sous la direction du Ministère de l'Environnement et de l'Eau (MMAyA) en tant que responsable du secteur, le nouveau PSDI est en cours d'élaboration, dans lequel des actions concrètes pour la réutilisation devraient être incorporées, étant donné que dans le nouveau PDES elles ont été laissées invisibles.

a. Stratégie nationale de traitement des eaux usées (ENTAR)

L'ENTAR (document actuellement en cours d'adaptation et de mise à jour) fournit des orientations stratégiques pour améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution, en éliminant le rejet de liquides résiduels et en réduisant l'émission de produits chimiques et de matières dangereuses, afin de réduire de moitié le pourcentage d'eaux usées non traitées dans le pays.

Il est considéré comme prioritaire pour les agglomérations de plus de 2 000 habitants, mais il établit qu'il ne laissera pas sans traitement et qu'il promouvra les politiques, normes et instruments nécessaires pour améliorer les systèmes de prétraitement sur place dans les zones urbaines et rurales.

Les piliers d'ENTAR sont i) l'universalisation de l'accès au traitement des eaux usées et ii) la durabilité des services ; piliers qui sont définis en tenant compte de la législation environnementale en vigueur dans le pays, et articulés avec des contenus importants tels que l'approche par bassin versant et le changement climatique.

2.2 GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU

Face à la nécessité d'améliorer la gestion de l'eau en réponse aux problèmes liés aux sources et aux utilisations de l'eau et dans le cadre des nouvelles politiques de l'État plurinational de Bolivie, en 2006, le ministère de l'eau de l'époque a promu l'élaboration du "**Plan National des Bassins Versants (PNC1)**", qui constitue une politique publique consolidée à partir du développement de nouvelles expériences liées à la gestion de l'eau et des ressources naturelles dans les bassins, en tenant compte des pratiques et des connaissances locales dans la gestion sociale et interculturelle de l'eau, des ressources naturelles, du territoire, des technologies et des systèmes et moyens de subsistance qui coexistent dans le bassin. Le PNC1 a été conçu dans le but de promouvoir et de renforcer la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) et la Gestion Intégrée des Bassins Versants (GIBV) avec la participation de toutes les parties prenantes du point de vue des cultures locales et des systèmes de subsistance. (MMAyA, 2015). Le cadre stratégique et opérationnel de sa mise en œuvre est donné par le "**Programme Pluriannuel pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau et la Gestion Intégrée des Bassins versants**" qui est développé sur une base quinquennale.

Le **Programme Pluriannuel GIRE et MIC 2017-2020** a été élaboré dans le cadre de la nouvelle Constitution Politique de l'État de 2009. Dans ce document, le bassin est considéré comme l'unité de base de la planification et de la gestion des ressources en eau et intègre les plans directeurs de bassin (PDB), comme instrument de planification à moyen et long terme dans les grands bassins stratégiques, permettant de générer et de guider une vision articulée, coordonnée et concomitante, basée sur un processus de diagnostic complet, technique et participatif, visant à prévoir et à résoudre les problèmes majeurs associés au cycle hydrologique. La phase suivante du PNC (PNC 3) est en cours de préparation.

Tableau 1 Comparaison des composants entre le PNC1 et le PNC2

Composants PNC2	Composantes PNC1	Aclaraciones
1. Elaboration et mise en œuvre des Plans directeurs de bassins		Le développement du PDC inclus comme composante du PNC comme mécanisme de planification intersectorielle des usages et de protection des sources d'eau au niveau des bassins stratégiques
2. Mise en œuvre des projets GIRE/GIBV	1. Projets d'investissement dans des initiatives locales de GIRE et GIBV	
3. Gestion des risques hydrologiques et climatiques	5. Suivi des enjeux stratégiques	Les enjeux des risques hydrologiques, de la qualité de l'eau, du développement productif, de la gestion des conflits et autres ont été regroupés dans le PNC1 sous le volet des enjeux stratégiques. Dans le PNC2, les questions de qualité de l'eau et les risques de CC sont considérés comme des composantes spécifiques pour approfondir leurs impacts
4. Gestion de la qualité de l'eau	5. Suivi des enjeux stratégiques	
	6. Gestion des bassins transfrontaliers	Compte tenu des pouvoirs limités du VRHR en matière d'eaux internationales, sa fonction dans la gestion des bassins transfrontaliers est d'appui et assumée à travers les autres composantes.
5. Mise en place de bassins pédagogiques		Le thème des bassins pédagogiques faisait partie du volet formation dans la 1ère étape, mais il n'a pas été développé de manière programmatique en tant que composante du PNC2.
6. Gestion de l'information et des connaissances sur les bassins hydrographiques et GIRE/GIBV	3. Information, connaissance et communication sur la GIRE et la GIBV	
7. Développement et renforcement des capacités pour la GIRE et la GIBV	2. Renforcement institutionnel pour la mise en œuvre et le développement de la PNC	Dans le PNC1, les aspects de renforcement institutionnel et de formation ont été différenciés en tant que composantes distinctes.
	4. Renforcement des capacités des professionnels, des responsables et des gestionnaires de l'eau	Dans le PNC2, la stratégie globale de développement des capacités est adoptée, combinant les deux dimensions.
	7. Développement des mécanismes d'administration et de financement	Les mécanismes d'administration et de financement font partie de la stratégie de mise en œuvre du PNC, et non plus comme une composante, puisqu'ils ont été établis à la suite du premier programme pluriannuel.

Source : MMAyA, 2018

Les schémas directeurs de bassin (PDC) ont pour fonction d'établir une coordination intergouvernementale et intersectorielle pour développer la gouvernance des ressources naturelles au niveau des bassins stratégiques. Ces bassins permettent de concentrer les efforts pour la priorisation des ressources économiques du PNC vers les bassins régionaux où la promotion de la GIRE/GIBV et de la gouvernance de l'eau ont une plus grande urgence et priorité dans des circonstances de risque et de conflit environnemental lié à l'eau ou dans des situations d'opportunités pour obtenir des résultats (MMAyA, 2018).

Cependant, en termes de réutilisation, le Programme Pluriannuel 2017-2020 du PNC mentionne seulement comme l'une de ses stratégies dans la composante Gestion de la qualité de l'eau (GCH) " soutenir le développement d'un cadre technique et réglementaire pour la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation et d'autres fins, après traitement ". Cela suggère qu'il existe encore des lacunes techniques et réglementaires qui entravent le développement de projets et d'initiatives de réutilisation pour l'irrigation agricole. De même, peu de PDC incluent une ligne stratégique sur la réutilisation. Par exemple, le schéma directeur du bassin de la rivière Rocha à Cochabamba inclut la réutilisation comme ligne d'action au sein de la ligne stratégique 1 : Gestion de l'eau, mais cela est dû au contexte particulier du bassin où le problème de la pollution de la rivière Rocha et de l'irrigation avec des eaux usées est très évident.

Dans la pratique, la planification et la mise en œuvre des projets et programmes de développement, y compris ceux liés aux ressources en eau, sont toujours réalisées de manière sectorisée avec une coordination interinstitutionnelle limitée. Ainsi, les sous-secteurs de l'assainissement de base, de l'irrigation et de l'agriculture, qui sont importants pour le développement de la réutilisation dans le pays, **n'ont pas d'horizon de travail articulé sur le sujet.**

2.3 ÉTAT DES STATIONS D'EPURATION

Traditionnellement, le traitement des eaux usées est assuré par des systèmes de traitement centralisés. La plupart des STEP sont situées dans les départements de La Paz, Cochabamba et Santa Cruz. En général, ces stations d'épuration sont conçues pour des populations de 2 000 à 10 000 habitants.

D'après la base de données GEOPTAR du MMAyA (2022), sur 217 STEP inventoriées, montre que 116 (53%) sont en fonctionnement. Par contre, en ce qui concerne l'état visuel des STEP, 21% sont en bon état, 30% sont en état moyen et 42% sont en mauvais état visuel.

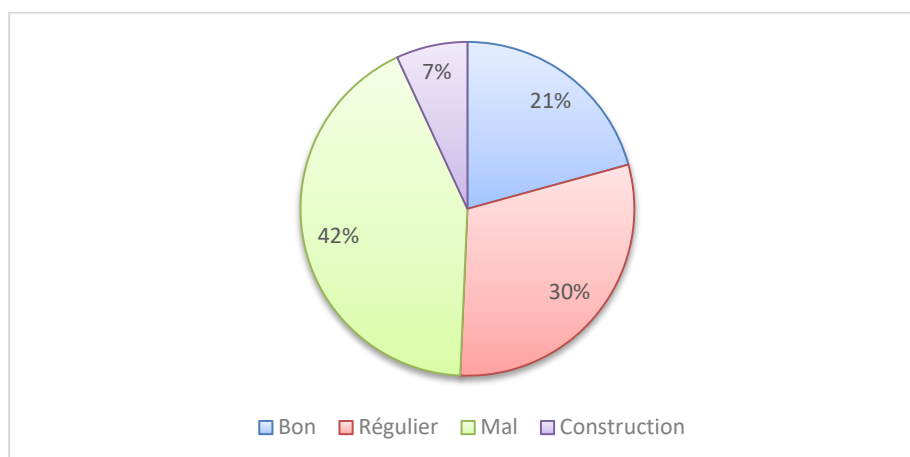


Figure 3 Statut des stations d'épuration des eaux usées dans le pays

Source : MMAyA (2022)

Au niveau départemental, Santa Cruz et Cochabamba sont les départements qui comptent le plus grand nombre de STEP fonctionnelles ; au contraire, La Paz est le département qui compte le plus grand nombre de STEP non fonctionnelles. Un cas particulier est celui de Pando, où la seule station d'épuration dont elle dispose ne fonctionne pas.

Tableau 2 Exploitation des STEP par département

Source : MMAyA (2022)

Département	En fonctionnement		Total
	Oui	Non	
Beni			
Chuquisaca			
Cochabamba			45
La Paz			
Oruro			
Pando	0	1	1
Potosi			30
Santa Cruz	33		
Tarija		5	
Total		101	217

Sur les principaux problèmes liés à l'exploitation des STEP, le MMAyA (2013b) a constaté que le principal problème était l'exploitation et la maintenance (E&M), essentiellement en raison du manque de ressources économiques et de personnel qualifié, ce qui se répercute sur les faibles niveaux d'élimination des polluants et sur le fonctionnement des systèmes de STEP eux-mêmes.

Les autres problèmes identifiés sont : la faible corrélation entre la technologie de traitement et les capacités techniques des stations d'épuration ; l'aspect social, lié à la stigmatisation de certaines technologies et aux mauvaises odeurs ; et enfin, la conception et la construction, qui ne tiennent pas compte de certains aspects pertinents pour l'exploitation, comme la construction de stations d'épuration dans des zones sensibles aux inondations.

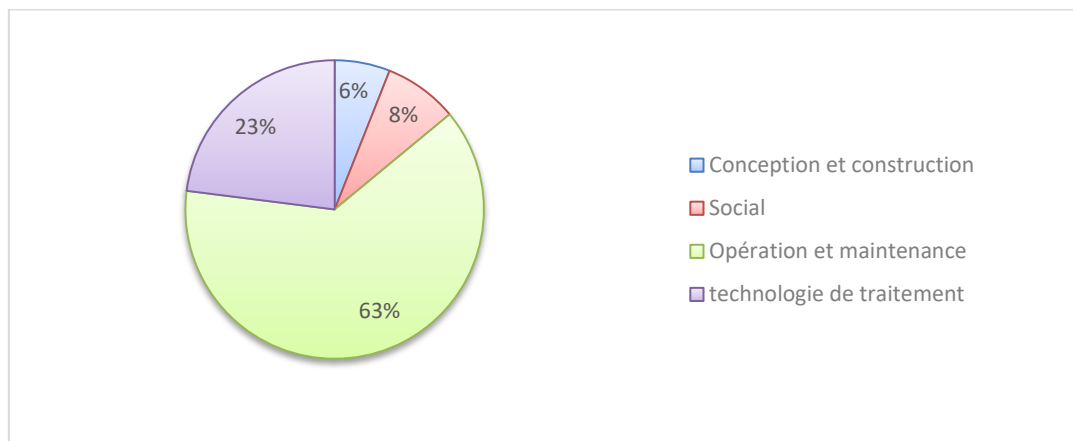


Figure 4 Principaux problèmes des stations d'épuration
Source : MMAyA, 2013b

En outre, seul un quart environ des STEP (59 STEP) font l'objet d'un suivi de leur fonctionnement, car elles sont sous l'administration de 39 EPSA, entités chargées de la fourniture de services d'eau potable et d'assainissement. (AAPS et al., 2021). Toutes les EPSA sont réglementées par l'AAPS.

Au niveau national, la production d'eaux usées est d'environ 275 hectomètres cubes. (Delgadillo, 2010). Il faut souligner que ce volume généré est fortement lié à la taille de la population urbaine et à sa croissance. Dans ce sens, les régions métropolitaines de Santa Cruz, La Paz et Cochabamba sont les plus grands centres de génération d'eaux usées.

Selon le INE (2020) la majorité des eaux usées du pays ne reçoivent aucun type de traitement ; la couverture de l'assainissement amélioré est inférieure à celle des sources d'eau améliorées ; il existe également une grande différence entre la couverture de l'assainissement amélioré en milieu rural et en milieu urbain, la couverture urbaine étant nettement supérieure à la couverture rurale. Concernant les technologies les plus utilisées pour le traitement des eaux usées dans le pays, selon la base de données GEOPTAR du MMAyA (2022), les systèmes de lagunage sont les plus courants, suivis des systèmes anaérobies. Le lagunage est le plus populaire, principalement en raison de son coût relativement faible et de sa facilité d'exploitation et d'entretien. Dans le cas des technologies anaérobies, celles-ci sont plus courantes dans les populations jusqu'à 10 000 habitants.

Il convient de noter que les STEP des zones urbaines sont conçues pour le traitement des eaux usées domestiques ; malheureusement, la plupart des eaux usées de ces zones sont composées d'un mélange de déchets domestiques et industriels. (MMAyA, 2013b). Cela affecte leur efficacité car certains composants industriels dangereux ne sont pas traités.

Sur les tarifs d'assainissement des eaux usées, Saldías (2016) ont constaté que leurs estimations, pour la plupart, ne sont pas le résultat d'une étude appropriée et qu'elles ne couvrent donc pas les coûts d'exploitation et de maintenance des stations d'épuration. Par conséquent, cela représente un problème pour la durabilité des stations d'épuration. Tout ce qui précède suggère que ces systèmes ne sont pas durables.

Parmi les coordinations institutionnelles pertinentes réalisées dans le pays autour du traitement, on peut citer la constitution du nœud de connaissances sur l'assainissement durable décentralisé (NSSD) en Bolivie (2009-2015), soutenu techniquement et administrativement par le Service néerlandais de coopération au développement (SNV) et par la plateforme appelée Répertoire national des espaces sectoriels de l'assainissement de base et du logement (DINESBVI⁷). Cette initiative a permis de promouvoir la connaissance et la mise en œuvre de systèmes alternatifs décentralisés d'assainissement durable (SSD) en Bolivie.

Actuellement, avec le développement de la stratégie nationale de traitement des eaux usées (ENTAR), il est prévu d'améliorer le fonctionnement et l'exploitation des systèmes de traitement afin de réduire la contamination des sources d'eau et des aliments produits par l'irrigation de réutilisation. ENTAR devrait fournir des lignes directrices pour la formulation d'actions prioritaires pour un traitement durable des eaux usées et une réutilisation accrue. Cependant, cette stratégie, en ne considérant pas l'assainissement pour les populations de moins de 2000 habitants, laisse en suspens la promotion du développement de ces systèmes pour la réutilisation agricole.

2.4 STATUT DE REUTILISATION

Les systèmes d'irrigation par les eaux usées ont été signalés pour la première fois dans l'inventaire de l'irrigation⁸ 2012 où 81 systèmes⁹ ont été enregistrés où plus de 7 000 [ha] sont irrigués avec des eaux usées, ce qui représente environ 2% de la superficie totale du pays. (MMAyA, 2013a). Malheureusement, la plupart de ces expériences ne disposent d'aucune forme de traitement ; les autres ont des stations d'épuration qui ne fonctionnent pas correctement.

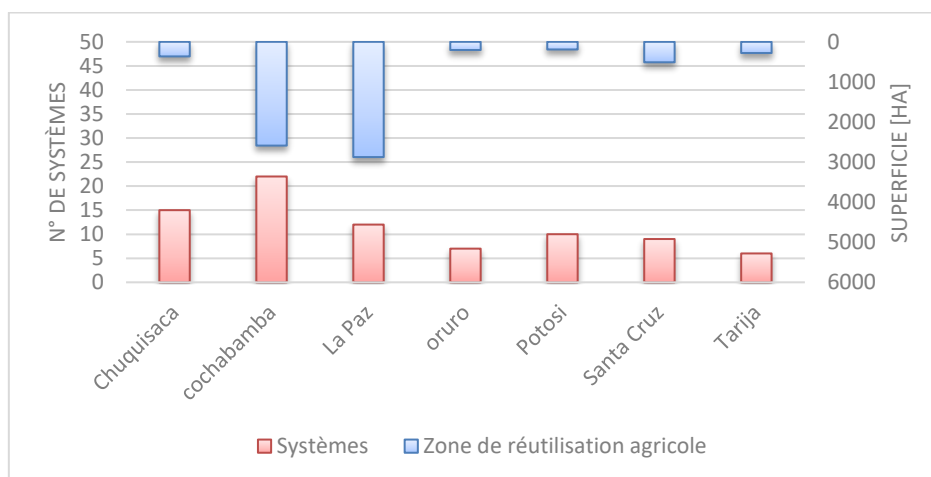


Figure 5 Nombre de systèmes et superficie avec réutilisation agricole

⁷ Organisme de coordination nationale de 9 espaces au niveau régional, chaque espace étant composé de représentants du gouvernement régional et de ses municipalités ; mécanismes de coordination collégiale pour faciliter la communication et la collaboration multidimensionnelle entre les entités publiques nationales, les sous-nationales, les ONG, les agences multilatérales et le secteur privé. Cette plateforme n'est actuellement pas active

⁸ Dans l'inventaire national des irrigations de 2012, il est précisé que la zone ne comprend pas d'informations sur les systèmes individuels irriguant moins de 2 ha et reconnaît l'existence d'au moins un millier de systèmes d'irrigation présentant ces caractéristiques, comme les atajados (petits bassins en terre imperméabilisés avec de l'argile ou de la géomembrane), qui n'ont pas été inclus. En ce sens, il est probable que le nombre de systèmes et la surface de réutilisation rapportés soient plus élevés.

⁹ Dans la plupart des cas, ces systèmes ne disposent d'aucun traitement, tandis que dans d'autres cas, les stations d'épuration ne fonctionnent pas correctement.

Source : MMAyA, 2013a

Les départements avec la plus grande réutilisation sont La Paz et Cochabamba avec environ 78%¹⁰ de la surface irriguée avec 41% et 37%, respectivement. (MMAyA, 2013a). La réutilisation est généralement informelle et indirecte, et a lieu principalement dans les zones agricoles périurbaines et rurales, généralement situées en aval des villes ; ces zones ne disposent pas nécessairement d'une STEP en amont. En ce sens, cette utilisation des eaux usées brutes et (partiellement) traitées est essentiellement informelle et de faible qualité bactériologique et physico-chimique, ce qui comporte un risque potentiel pour la santé publique. Les zones urbaines présentant la réutilisation la plus élevée sont situées près des régions métropolitaines les plus peuplées dans les zones semi-arides de Bolivie, telles que les vallées supérieures, moyennes et inférieures de Cochabamba, La Paz et El Alto (Figure 6 et Figure 7).

¹⁰ Selon une systématisation sur le traitement et les eaux usées (2013), il a été estimé que 5700 [ha] cultivés sont irrigués avec des eaux usées, la plus grande surface se trouve à Cochabamba (46%), suivie de La Paz (32%).

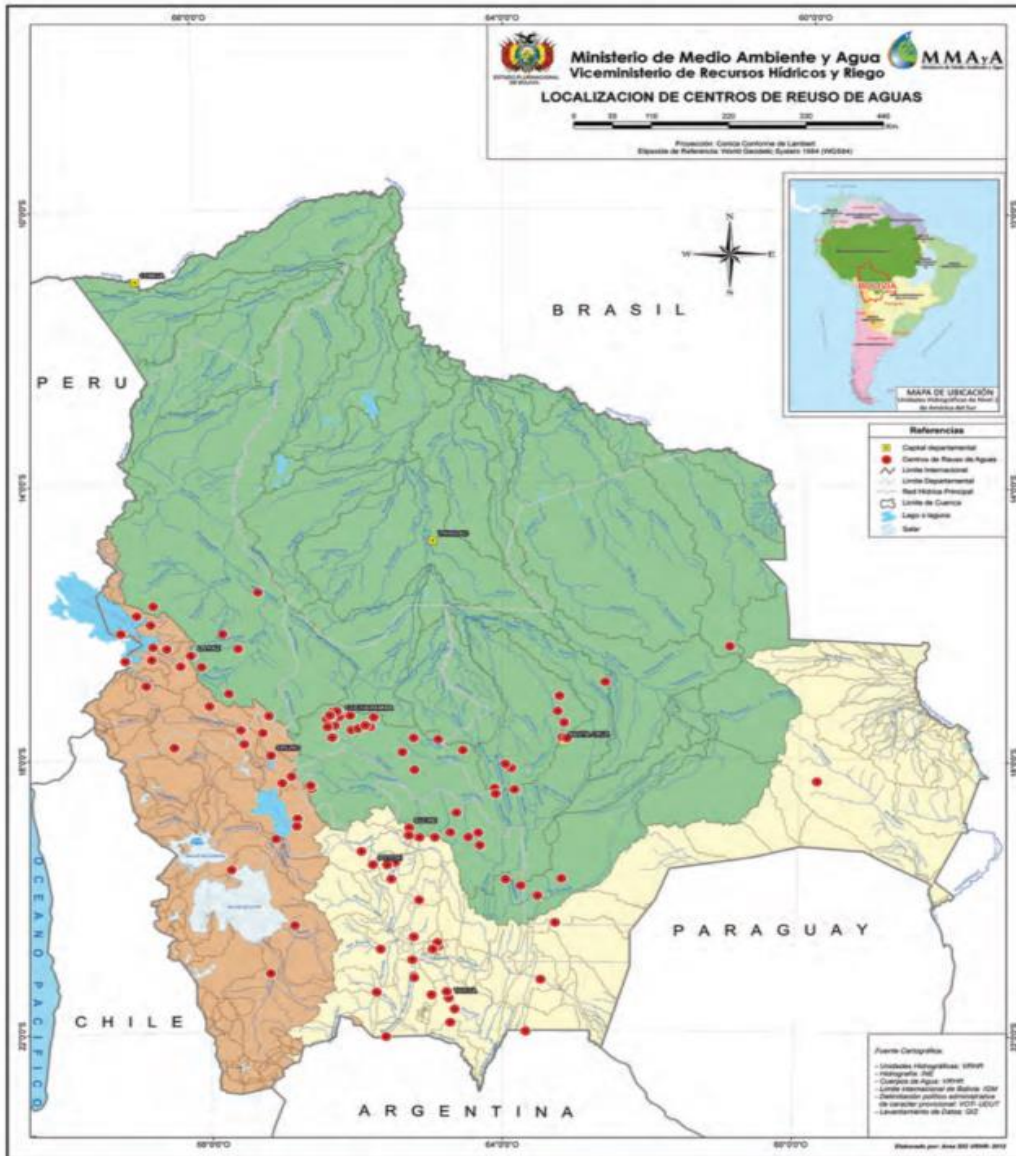


Figure 6 Localisation des centres de réutilisation des eaux en Bolivie¹¹
 Source : MMAyA (2013b)

Comme le montre le Figure 7 y Figure 8 (MMAyA, 2022), la réutilisation à des fins d'irrigation a lieu dans 56 (26%) des STEP¹², Cochabamba étant le département avec le plus grand nombre de STEP (45), et le plus grand nombre de STEP avec réutilisation pour l'irrigation dans le pays (21).(MMAyA, 2022).

¹¹ Les informations utilisées couvrent un univers de 111 sites. Ces sites comprennent des sites avec réutilisation mais sans STEP, comme c'est le cas dans la zone de la ville de La Paz.

¹² Les informations fournies par le VAPSB-MMAyA le 13/12/2021 portent sur un univers de 217 STEP.

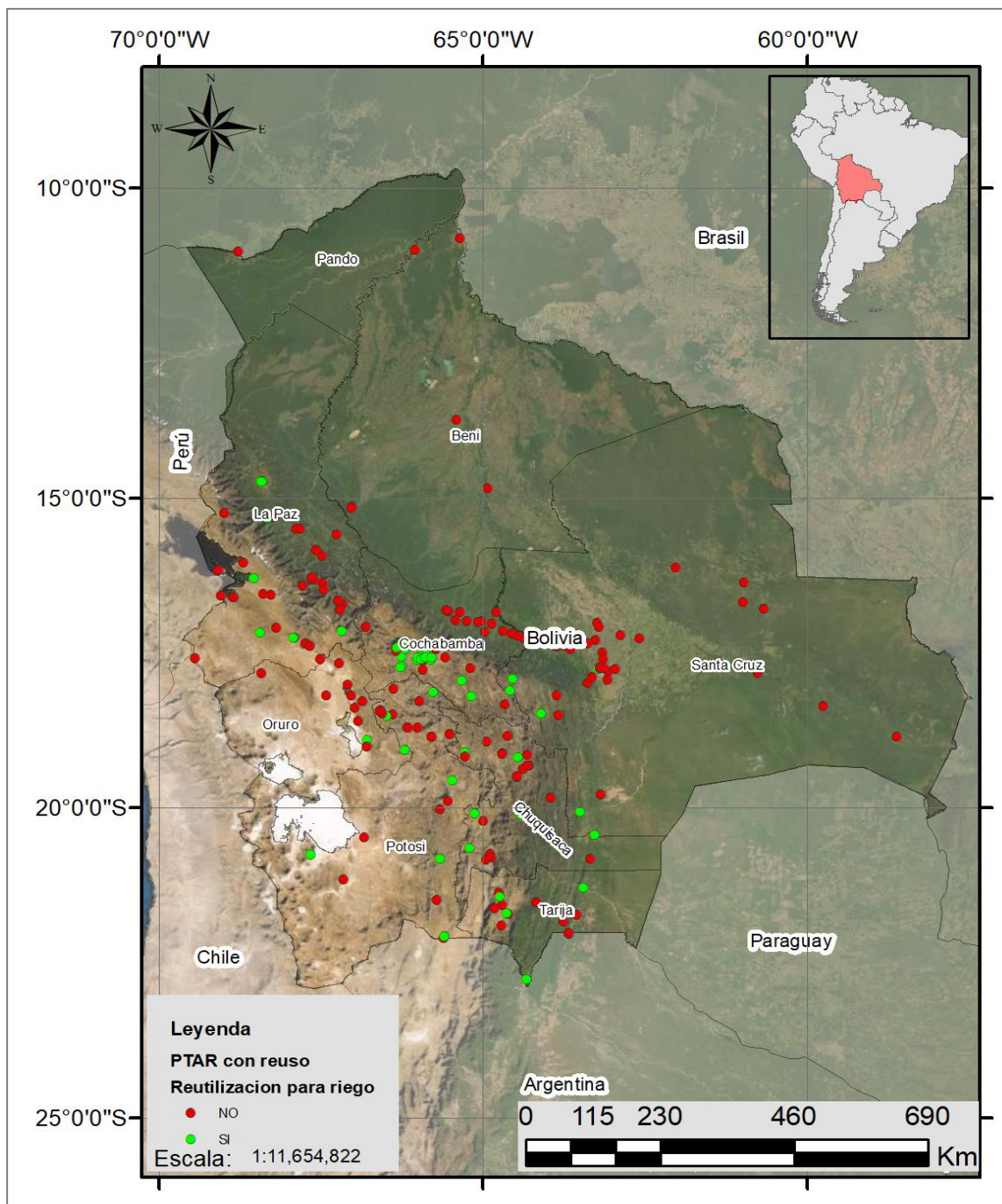


Figure 7 Répartition des stations d'épuration avec et sans réutilisation pour l'irrigation agricole¹³
 Source : Élaboration propre basée sur MMAyA (2021)

¹³ Les données utilisées ne comprennent pas les sites de réutilisation où il n'y a pas de STEP, comme c'est le cas dans la ville de La Paz.

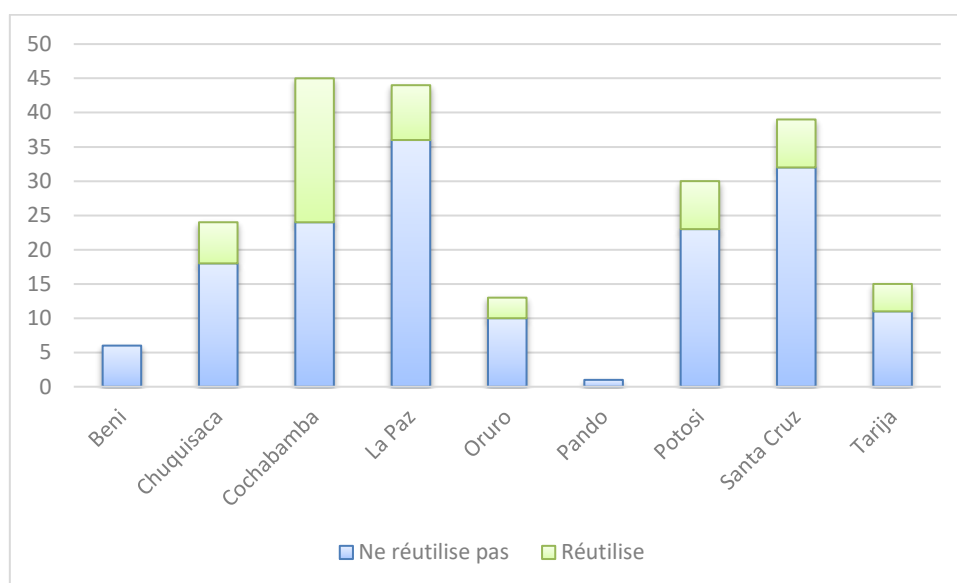


Figure 8 Nombre de STEP avec réutilisation des eaux usées pour l'irrigation

Source : (MMAyA, 2022)

Comme le montre la section sur le cadre institutionnel, la sectorisation des lois rend difficile la coordination interinstitutionnelle, mais la complémentarité sectorielle peut être obtenue par des politiques et des programmes basés sur la loi sur la terre nourricière. En ce sens, la plupart des efforts institutionnels de coordination intersectorielle dans le pays pour promouvoir la réutilisation de l'eau sont concentrés sur les objectifs agro-productifs. (SNV NODO, 2014).

Depuis les années 2010, les actions nationales les plus pertinentes pour la promotion de la réutilisation à des fins agricoles ont été initiées dans le pays, notamment le projet de coopération triangulaire Bolivie, Allemagne, Mexique (COTRIMEX), qui a été mis en œuvre pendant la période de 2011 à 2019 en trois phases : "Soutien à l'amélioration de la réutilisation et du traitement des eaux usées et à la protection des masses d'eau en mettant l'accent sur l'adaptation au changement climatique, COTRIMEX I de 2011 à 2013", "Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation agricole, COTRIMEX II" de 2014 à 2016" et "Gestion intégrée de l'eau pour l'assainissement du bassin de la rivière Rocha COTRIMEX III de 2017 à 2019". Grâce à cette initiative, la formation d'une commission mixte intersectorielle a été encouragée dans le pays et des produits ont été développés au niveau national, tels que la systématisation du traitement et de la réutilisation des eaux usées en 2013, le guide technique pour la réutilisation des eaux usées en agriculture en 2015 et 2018, ainsi que l'échange d'expériences entre les pays et le renforcement par le développement de formations.

La Commission intersectorielle conjointe a été formée au début des années 2010. Elle était initialement composée de représentants du gouvernement des vice-ministères des ressources en eau et de l'irrigation et de l'eau potable et de l'assainissement de base du ministère de l'eau et de l'environnement, ainsi que des programmes de développement agricole durable (PROAGRO), d'eau potable et d'assainissement des petites et moyennes villes (PROAPAC) de la coopération allemande en Bolivie ; par la suite, d'autres entités gouvernementales et de coopération internationale ont rejoint la Commission. (PROAPAC/GIZ, 2011). Cette commission mixte a été créée dans le but de devenir un espace d'échange d'informations, de coordination et de concertation intersectorielle, afin de contribuer au développement de politiques visant à la gestion adéquate des eaux usées dans les stations d'épuration et à leur réutilisation durable à des fins agricoles. Actuellement, cet organisme n'est pas en vigueur.

Comme mentionné ci-dessus, ENTAR est actuellement en cours de développement. Sa mise en œuvre devrait permettre d'améliorer le fonctionnement et l'exploitation des systèmes de traitement et d'accroître l'irrigation agricole avec des eaux usées correctement traitées dans le pays.

Il est important de souligner qu'en plus de la réutilisation des eaux usées à des fins agricoles, il existe d'autres utilisations potentielles telles que l'industrie, la recharge des aquifères ou l'aménagement paysager, l'exploitation minière et les activités pétrolières (MMAyA, 2013b) ; des activités qui ne sont pas encore devenues pertinentes en Bolivie. Cependant, dans la pratique, les eaux usées sont réutilisées pour d'autres activités telles que le lavage des minéraux, la fabrication d'adobe (MMAyA, 2013b), le lavage des voitures et l'arrosage des parcs et des jardins (principalement pendant la saison sèche dans les centres urbains semi-arides tels que Cochabamba). Ce type d'utilisation est dit indirect, car il utilise des cours d'eau qui sont généralement pollués par les eaux usées. Ces pratiques étant caractérisées par une réutilisation informelle, il n'a pas été possible de trouver des informations sur les volumes utilisés pour des usages autres que l'irrigation agricole. Toutefois, il existe un cas rapporté de réutilisation des eaux usées pour la production d'énergie par la capture du méthane dans quatre lagunes anaérobies de STEP gérées par SAGUAPAC à Santa Cruz en Bolivie. L'initiative a été réalisée dans le but de réduire les coûts de traitement grâce à l'énergie générée et de réduire l'émission de gaz à effet de serre générée dans les STEP (World Bank, 2018).

En matière de qualité de l'eau et son aptitude à être utilisée (et réutilisée), les réglementations nationales actuelles sont très exigeantes. L'article 4 du règlement sur la pollution de l'eau (RMCH) de la loi sur l'environnement 1333 définit quatre (4) classes de masses d'eau (A, B, C et D)¹⁴ en fonction de leur aptitude à être utilisées (Tableau 3). En outre, l'annexe A du même règlement fixe 80 paramètres avec leurs valeurs maximales admissibles pour la classification de ces masses d'eau. Enfin, l'annexe A2 définit les limites admissibles de 25 paramètres pour les rejets liquides.

Tableau 3 Classification des masses d'eau en fonction de leur aptitude à l'utilisation (loi 1333, annexe A)

Commandez	Utilisations	Classe "A".	Classe "B".	Classe "C".	Classe "D".
1	Pour l'alimentation en eau potable domestique après :	Oui	Non	Non	Non
	(a) Une seule désinfection et aucun traitement	Non nécessaire	Oui	Non	Non
	(b) Traitement physique et désinfection uniquement	Non nécessaire	Non nécessaire	Oui	Non
	(c) Traitement physico-chimique complet : coagulation, floculation, filtration, désinfection.	Non nécessaire	Non nécessaire	Non nécessaire	Oui
	(d) Stockage prolongé ou pré-décantation ; suivi d'un traitement comme (c).	Oui	Oui	Oui	Non
	Pour les loisirs de contact primaire ; natation, ski, plongée, etc.	Oui	Oui	Oui	Non
	Pour la protection des ressources hydrobiologiques	Oui	Oui	Oui	Non

¹⁴ Les eaux naturelles de classe A de la plus haute qualité ; les eaux d'utilité générale de classe B qui, pour la consommation humaine, nécessitent un traitement physique et une désinfection bactériologique ; les eaux d'utilité générale de classe C qui, pour la consommation humaine, nécessitent un traitement physico-chimique complet et une désinfection bactériologique ; et les eaux de classe D de qualité minimale qui nécessitent des processus complexes et complets de prétraitement, de traitement et de désinfection bactériologique spéciale.

Commandez	Utilisations	Classe "A".	Classe "B".	Classe "C".	Classe "D".
	Pour l'irrigation des légumes consommés crus et des fruits à peau fine, qui sont consommés crus sans enlever la coquille.	Oui	Oui	Non	Non
5	Pour l'approvisionnement industriel	Oui	Oui	Oui	Oui
	Pour l'élevage naturel ou intensif (aquaculture) d'espèces destinées à la consommation humaine	Oui	Oui	Oui	Non
	Pour les abreuvoirs pour animaux	Non (*)	Oui	Oui	Non
8	Pour la navigation (***)	Non (**)	Oui	Oui	Oui

(OUI) Applicable, peut avoir toutes les utilisations indiquées dans les classes correspondantes.

(*) Pas dans les barrages utilisés pour l'approvisionnement en eau potable.

(**) Pas pour la navigation motorisée

(***) Non applicable aux aquifères

En ce qui concerne la qualité de l'eau pour l'irrigation, selon le RMCH, il n'est fait référence qu'aux légumes et aux fruits à peau fine qui sont consommés crus, nécessitant un minimum d'eau de classe "B". En ce sens, il faut prendre les valeurs maximales admissibles des paramètres des corps récepteurs définis pour cette catégorie. Quant aux autres cultures, la réglementation actuelle ne fait pas référence aux paramètres de qualité de l'eau admissibles.

À ce jour, le Bureau du Contrôleur Général de l'État (CGE) a réalisé des audits environnementaux, qui comprennent la catégorisation des masses d'eau dans les bassins suivants : bassin du fleuve La Paz, fleuve Katari et baie de Cohana, fleuve Guadalquivir, fleuve Rocha et sous-bassin de Tumusla et San Juan del Oro. À titre d'exemple, dans le cas du bassin de la rivière Rocha, qui correspond à la région métropolitaine de Cochabamba et à la zone présentant le pourcentage le plus élevé de réutilisation agricole du pays, l'audit environnemental a déterminé que la qualité de l'eau dans la majeure partie de la zone d'étude est classée comme mauvaise à très mauvaise (elle ne convient pas à l'irrigation ; elle provoque également la salinisation des sols et la consommation de produits irrigués avec cette eau provoque des maladies gastro-intestinales) selon l'indice de qualité de l'eau (ICA) utilisé dans l'étude. La figure suivante montre l'ICA pour la rivière Rocha.

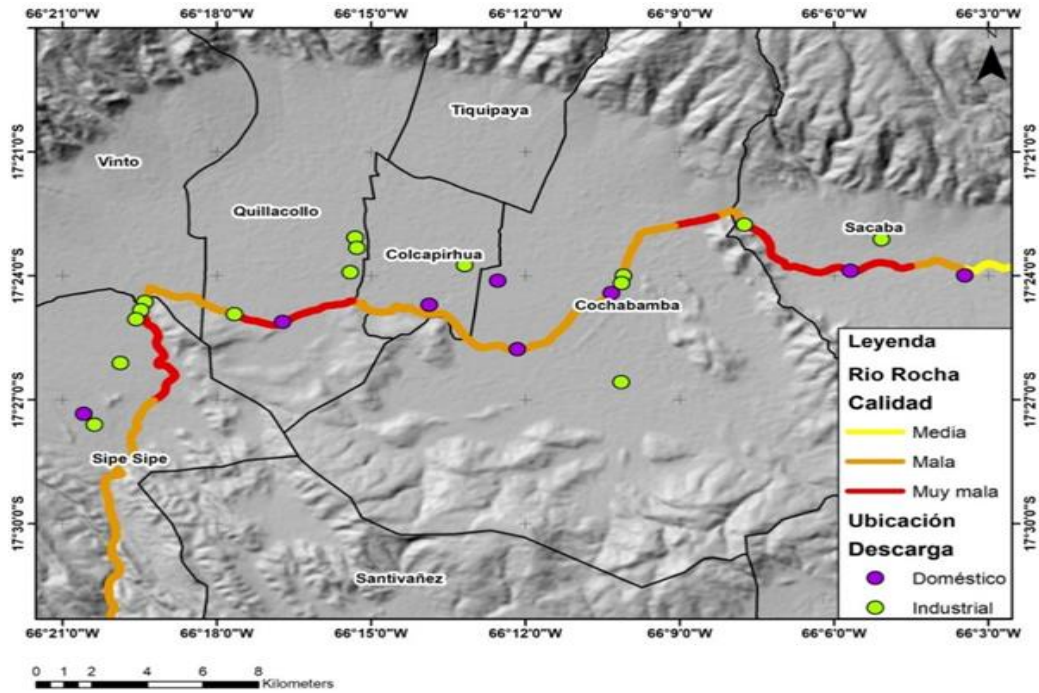


Figure 9 Indice de qualité de l'eau (ICA) dans la rivière Rocha.
 Source : Bureau du contrôleur général de l'État, 2011

Comme on peut le voir sur la figure ci-dessus et selon le rapport du Bureau du contrôleur général de l'État, les valeurs sont supérieures à celles recommandées par le Règlement sur la qualité de l'eau pour l'eau utilisée pour l'irrigation des légumes et des produits agricoles correspondant à la classe B. Ainsi, dans la rivière Rocha, la qualité de l'eau utilisée pour la réutilisation en irrigation est classée comme polluée ou très polluée, avec une salinité élevée et une forte charge organique et bactérienne (coliformes), principalement due au rejet d'eaux usées domestiques. Cela est dû au fait que l'eau réutilisée provient d'une eau brute (non traitée) ou d'usines de traitement qui se sont effondrées ou qui ne fonctionnent pas correctement. En outre, le degré de contamination de ces eaux varie tout au long de l'année, augmentant pendant la saison sèche (de juin à novembre) et diminuant pendant et après la saison des pluies (de décembre à mai), en raison de l'augmentation du ruissellement. (MMAyA & GADC, 2019).

Par rapport aux volumes et la recharge des eaux souterraines avec de l'eau réutilisée, aucune information ou expérience de sa pratique dans le pays n'a été trouvée. Actuellement, le secteur des ressources en eau se concentre principalement sur la conservation et la protection des sources d'eau et des zones d'alimentation en eau (les eaux de réutilisation ne sont pas incluses) par des actions visant à promouvoir l'infiltration et à contrôler l'érosion des sols. Un exemple illustratif est le reboisement de queñuas (*Polylepys spp.*) dans le cadre de la gestion intégrée des bassins versants pour promouvoir la recharge en eau dans le bassin versant de Sajama dans le département d'Oruro (MMAyA, 2018).

2.5 GESTION DES BOUES

En ce qui concerne la gestion des boues, l'expérience au niveau national est limitée. Une estimation de Wagner (2013) indique qu'en moyenne 50 [l/hab/an] de boues sont générées dans la région. Cependant, la production annuelle de boues dans le pays n'est pas encore comptabilisée. En outre, peu de stations d'épuration du pays gèrent correctement les boues produites. Malheureusement, même dans ces cas, le degré de stabilisation des boues n'est pas contrôlé. Les lits de séchage constituent la principale technologie de gestion des boues dans le pays. En outre, la plupart des boues sont utilisées pour l'agriculture, mais sans aucune évaluation de leur qualité et de leur teneur en agents pathogènes.

Afin de suivre la performance des STEP qui sont gérées par des EPSA, l'AAPS a élaboré depuis 2018 un guide technique¹⁵ qui comprend un indicateur sur le traitement des boues. Malheureusement, le dernier rapport de suivi de ces indicateurs (deuxième semestre 2019) a montré que moins de la moitié de ces STEP ont communiqué des informations sur leur traitement des boues.

2.6 PERSPECTIVES

2.6.1 DOCUMENTS POUR LA PLANIFICATION ET PRIORISATION

Dans le cadre de la loi N°777 Système intégré de planification de l'État (SPIE) en Bolivie, une nouvelle approche de planification avec participation sociale est générée selon laquelle toutes les entités publiques doivent établir leurs plans à moyen et court terme, en considérant les lignes directrices établies dans l'Agenda Patriotique et dans le Plan de Développement Economique et Social (PDES).

Cette approche de planification intégrée vise à articuler la planification à tous les niveaux de l'État : niveau central, gouvernements autonomes départementaux, gouvernements autonomes municipaux et gouvernements des autonomies autochtones et paysannes. D'autre part, elle prévoit l'articulation entre la planification sectorielle et territoriale et l'articulation entre la planification à court, moyen et long terme ; tous les programmes et projets doivent être exécutés dans le cadre de cette planification.

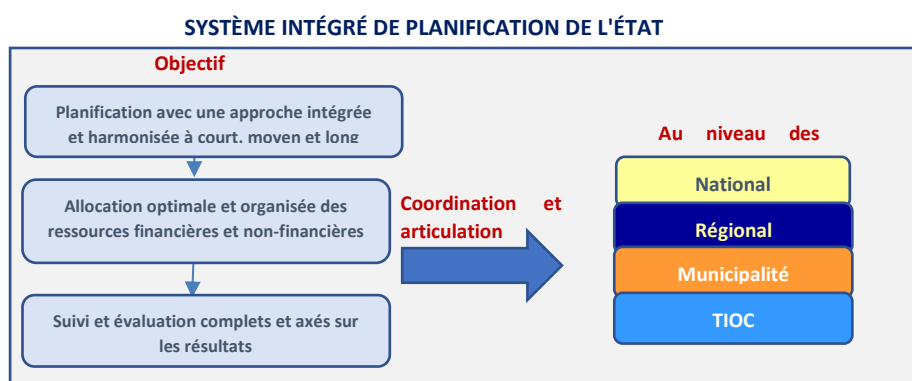


Figure 10 Système intégré de planification de l'État
Source : Présentation de CoTriNEXO, 2018

¹⁵ Guide pour l'application d'outils et d'instruments pour le suivi, la surveillance et le contrôle de l'exploitation et de la maintenance des STEP en Bolivie

Dans le cadre de SPIE, le sous-système de planification (SP) est proposé comme un ensemble de plans à court, moyen et long terme, qui, selon le cas, ont des échéances différentes et des acteurs différents chargés de leur préparation et de leur exécution.

Le Plan Sectoriel de Développement Intégral (PSDI), comme le montre le graphique ci-dessus, fixe ses objectifs dans le cadre du PDES. Il s'agit d'un plan opérationnel qui permet d'intégrer les actions du secteur à moyen terme (5 ans), en établissant des lignes directrices pour la planification territoriale et des orientations pour le secteur privé, les organisations communautaires et sociales, les coopératives, ainsi que pour tous les acteurs sociaux.

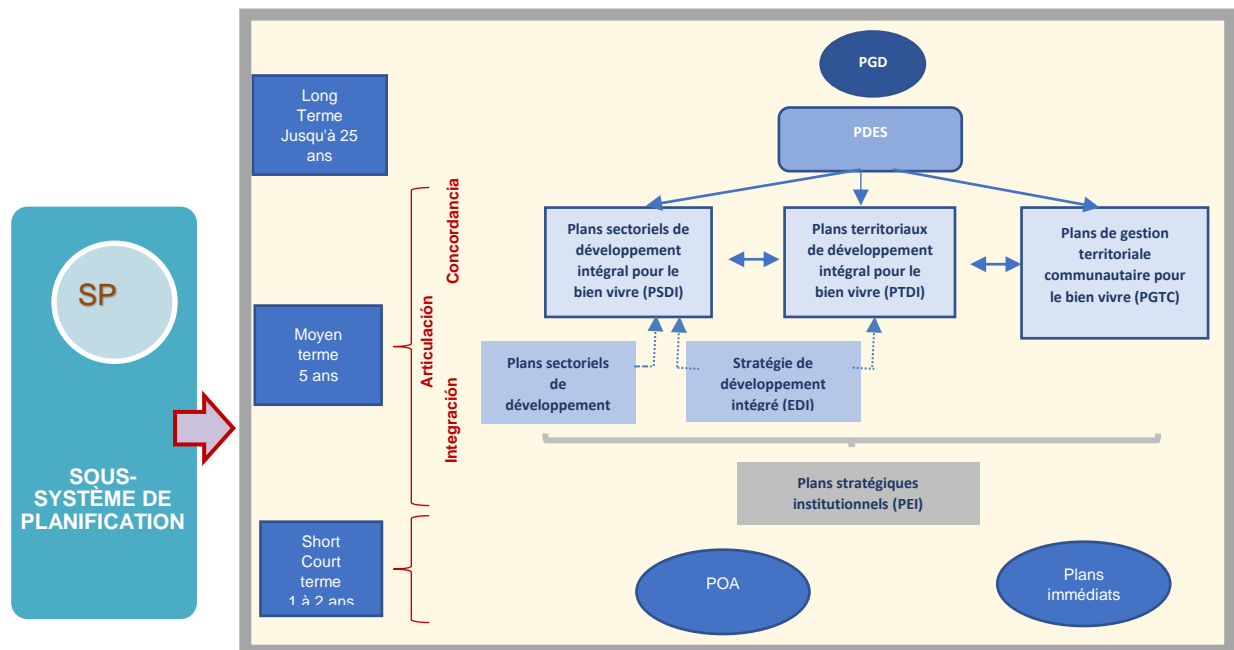


Figure 11 Calendrier des plans et de la hiérarchie
Source : Présentation de CoTriNEXO, 2018

Sur la base de ce mandat, le Ministère de l'Environnement et de l'Eau (MMAyA), a élaboré le PSDI correspondant pour le secteur de l'eau, en intégrant l'environnement de manière transversale ; en établissant des orientations stratégiques et les politiques visant à réaliser l'Agenda Patriotique 2025 et le Plan général de développement économique et social 2016-2020.

Dans la perspective de 2025, le MMAyA encourage l'élaboration du nouveau PSDI. Dans le PSDI précédent (vers 2020), l'orientation des actions en matière d'eaux usées a été définie en deux thèmes:

- 1) Étendre la couverture du traitement des eaux usées, par la réhabilitation, l'amélioration de l'efficacité et la construction de nouvelles STEP, en mettant l'accent sur la réutilisation dans les zones appropriées, afin d'atteindre une couverture de plus de 42 % au niveau national d'ici la fin de 2020.
- 2) Assurer la durabilité des services de traitement des eaux usées afin de garantir les investissements réalisés.

Parmi les défis généraux posés pour atteindre les objectifs du PDES et de l'Agenda Patriotique liés à la réutilisation de l'eau, on peut citer les suivants :

- Développement du cadre juridique du secteur, adaptation (le cas échéant) et création de nouvelles réglementations permettant une Gestion Intégrée des Ressources en Eau, de l'eau potable, de l'assainissement de base et de l'environnement.
- Formulation de la politique nationale des ressources en eau

- Augmentation de l'approvisionnement en eau pour l'irrigation en rendant les systèmes existants plus efficaces, en créant des sources permanentes grâce au stockage dans des barrages de taille moyenne et petite, et en récupérant la qualité des eaux usées des systèmes d'eau potable pour les rendre aptes à l'agriculture grâce à un traitement. Cela inclut également l'utilisation durable des sources d'eau et la protection des bassins versants.

PLAN SECTORIEL DU MMAyA POUR LE DÉVELOPPEMENT INTÉGRAL (vers 2020)	
ORIENTATION STRATÉGIQUE	DESCRIPTION
Sous-secteur de l'eau et de l'assainissement	Traitement durable des eaux usées Réhabilitation, mise à niveau et construction de stations d'épuration des eaux usées en mettant l'accent sur la durabilité et dans le contexte du changement climatique, en permettant le traitement des eaux usées avec un potentiel de réutilisation.
Sous-secteur de l'irrigation	Programme de réutilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole Des projets pilotes de traitement des eaux usées en vue d'une réutilisation agricole seront mis en œuvre. Développement d'instruments et d'études axés sur la réutilisation des eaux usées.

D'autre part, compte tenu de la nécessité de planifier le traitement des eaux dans le pays, la Stratégie nationale de traitement des eaux usées (ENTAR) a été élaborée sous la direction du MMAyA, un document qui, bien que non approuvé officiellement, est cité dans plusieurs études ; il est considéré comme prioritaire pour les centres de population de plus de 2 000 habitants.

La mission d'ENTAR est de "réglementer, articuler, définir, planifier et mettre en œuvre les mesures nécessaires pour se conformer à la législation environnementale par la **gestion des eaux usées et des boues**, en contribuant à améliorer la qualité de vie de la population bolivienne avec des critères d'universalité, responsabilité, accessibilité, continuité, qualité, efficacité, tarifs équitables et couverture nécessaire ; avec une participation et un contrôle social".

L'ENTAR repose sur deux piliers : l'accès universel au service et la gestion durable du service. Sur cette base, les thèmes sont classés par ordre de priorité, des objectifs aux actions stratégiques ; les thèmes prioritaires sont les suivants :

- Cadre réglementaire
- Gouvernance sectorielle
- Économique et financier
- Viabilité financière du service
- Durabilité technico-environnementale
- Participation sociale

Certains des objectifs fixés dans l'axe de durabilité technico-environnementale, en termes de traitement des boues et des eaux usées pour l'irrigation, sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 Objectifs de l'axe de durabilité technique et environnementale du traitement des boues et des eaux en vue de leur réutilisation

OBJECTIF STRATÉGIQUE	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	LIGNES D'ACTION
Développer des innovations technologiques pour le traitement des eaux usées qui contribuent à la valorisation des sous-produits et à l'adaptation au changement climatique.	Développer la "recherche + développement + innovation" (R+D+I) pour le traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Créer un centre de recherche, de développement et d'innovation pour les technologies de traitement des eaux usées et des boues (CIIDAR), y compris l'utilisation de leurs sous-produits. • Créer un réseau de R+D+I pour favoriser le processus de développement technologique dans le domaine du traitement des eaux usées, avec une plateforme virtuelle d'échange d'innovations au niveau national et international.
Promouvoir la gestion des systèmes d'assainissement autonomes	Mettre en œuvre un modèle de prestation de services dans les centres urbains basé sur une gestion adéquate des systèmes d'assainissement autonomes (fosses septiques et toilettes sèches écologiques) assurant le processus de la production au traitement ou à la réutilisation des boues fécales.	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un modèle de gestion pour optimiser les coûts des services et contrôler la mise en œuvre et le fonctionnement des systèmes d'assainissement autonomes. • Développer une proposition pour la reconnaissance des systèmes in-situ comme couverture d'assainissement. • Élaboration d'une politique municipale pour la gestion des systèmes d'assainissement autonomes en tant que mesure de protection des masses d'eau souterraines. • Mise en œuvre de systèmes de réception et de traitement des boues fécales provenant des systèmes d'assainissement autonomes dans les STEP au niveau national. • Réglementation de la collecte et du transport des boues fécales provenant des systèmes d'assainissement autonomes.
Promouvoir la réutilisation sûre des eaux usées traitées	Développer la recherche, la réglementation et les modèles de gestion pour une utilisation sûre des eaux usées traitées, de manière différenciée selon la qualité de l'eau et le type de produit à irriguer.	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre à jour et approfondir les études sur la faisabilité de la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures en Bolivie. • Réglementer l'application des eaux usées dans des systèmes de production différenciés en fonction de la qualité de l'eau. • Promouvoir et encourager le développement de projets de réutilisation des eaux usées traitées. • Développer des modèles de partenariat entre les gouvernements municipaux, l'EPSA et les irrigants pour la réutilisation des eaux usées traitées.
	Identifier et promouvoir la réutilisation des eaux usées traitées dans différents systèmes et secteurs.	<ul style="list-style-type: none"> • Développer la recherche et la promotion de la réutilisation des eaux usées traitées pour d'autres usages. • Promouvoir et encourager l'échange d'eaux usées traitées contre de l'eau de première utilisation.

D'autre part, il existe des documents officiels promus par le MMAyA, dans lesquels des actions stratégiques sont établies pour promouvoir la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation, ceux qui ont été fréquemment cités comme contexte pour le sujet sont résumés ci-dessous.

• **SYSTÉMATISATION DU TRAITEMENT ET DE LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES**

ORIENTATION STRATÉGIQUE	DESCRIPTION
Stratégies de formation	Formation du personnel technique par le biais d'institutions de niveau central telles que l'École Plurinationale de l'Eau (EPA) et l'École Nationale d'Irrigation (ENR), des universités ou des alliances stratégiques.
Stratégie du cadre réglementaire	L'élaboration des réglementations nationales, jusqu'à leur application, il est suggéré d'appliquer des réglementations basées sur les directives de l'OMS (établissement des objectifs de santé, établissement de la protection de la santé, système de surveillance et d'évaluation, système d'information intersectoriel, sélection des technologies appropriées, aspects environnementaux connexes.
Stratégie financière	Des incitations économiques pour la construction, l'exploitation et l'entretien des réseaux d'égouts et des stations d'épuration à des fins de réutilisation, lorsque cela est faisable. Programme de construction et de réhabilitation des STEP avec des mécanismes de subvention et des fonds parallèles.
Stratégie de communication	Sensibilisation au traitement de l'eau et sensibilisation aux effets négatifs de l'utilisation des eaux usées non traitées. Incorporation de sujets liés à la bonne utilisation de l'eau, aux maladies d'origine hydrique et à l'éducation sanitaire dans le programme du secteur de l'éducation.

AXES	DESCRIPTION
Plus d'eau pour l'irrigation	Différentes options d'irrigation, dont la réutilisation des eaux usées, visant à une utilisation plus efficace de l'eau, avec un double objectif : l'élimination des agents pathogènes des eaux usées et leur conversion - grâce à un traitement approprié - en sources supplémentaires d'eau de qualité, garantie pour l'agriculture.
Autonomisation sociale et institutionnelle	Il propose le renforcement des organisations d'irrigation, la formation des spécialistes de l'irrigation, la formation des agriculteurs irrigants, la consolidation du cadre institutionnel et le développement de normes et d'instruments.
Plus de production agricole irriguée	Elle établit l'accès à un ensemble d'aliments qui garantissent une nutrition saine et l'autosuffisance du pays en ce qui concerne les principales denrées alimentaires. Trois aspects sont pris en compte : Technologie pour la production agricole, création

	<p>d'emplois agricoles et plus grande capacité d'adaptation au changement climatique.</p> <p>L'un des programmes proposés est la réutilisation des eaux usées.</p>
--	--

Malgré le potentiel de la réutilisation pour augmenter l'approvisionnement en eau et le lancement d'actions au début de 2010 pour promouvoir la réutilisation planifiée au niveau national, les progrès en matière de coordination et d'initiatives dans le pays sont limités. Le cadre réglementaire et institutionnel actuel entrave la coordination entre les institutions publiques liées à la question, telles que l'assainissement de base, les ressources en eau, l'agriculture, l'environnement et la santé. Par conséquent, les outils de planification existants n'ont pas nécessairement des objectifs complémentaires.

De même, il existe encore des aspects techniques et réglementaires spécifiques non pris en compte ou peu développés sur les rejets d'eaux usées, le traitement des eaux usées et des boues, et la réutilisation des eaux traitées. Un exemple est l'absence d'outils techniques détaillant les compétences des institutions et les rôles des acteurs locaux et nationaux dans les systèmes de réutilisation ou proposant des actions préventives pour les urgences sanitaires potentielles qui y sont liées ; l'absence de critères pour fixer les tarifs de réutilisation des eaux usées ; et l'expérience limitée sur les processus de récupération et la réutilisation des boues générées. De même, malgré l'introduction de la réutilisation dans certains règlements et outils de planification boliviens tels que la loi sur la décennie de l'irrigation, le PDES 2016-2020 et le PSDI-MMAyA (vers 2020) en proposant un programme de réutilisation, malheureusement, un document de programme correspondant qui favorise le développement et le financement potentiel des initiatives de réutilisation prévues n'a pas encore été élaboré.

Avec le développement de l'ENTAR, il est prévu que cette stratégie définisse les lignes directrices pour la formulation d'actions prioritaires et concrètes, tant dans le traitement que dans la réutilisation des eaux usées pour l'agriculture dans les populations de plus de 2 000 habitants. Bien qu'ENTAR soit cité dans différents documents et publications, l'approbation du rapport ENTAR est toujours en cours.

3 BIBLIOGRAPHIE

3.1 Etudes structurantes au niveau national

Cette section détaille les principales études nationales structurantes qui ont contribué au développement de la réutilisation dans ses composantes traitement et irrigation pour la production agricole.

Schémas Directeurs Métropolitains pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement

En Bolivie, il existe 5 Schémas Directeurs métropolitains (PMM) pour l'eau potable et l'assainissement, dont chacun est décrit ci-dessous en termes de réutilisation.

A. Schéma Directeur Métropolitain pour l'eau potable et l'assainissement à La Paz et El Alto

Le PMM vise à établir la meilleure stratégie pour le développement et l'expansion des services d'eau potable et d'assainissement jusqu'en 2036, défini comme l'horizon de planification, dans les municipalités de La Paz et El Alto, en intégrant la zone actuellement couverte par l'opérateur EPSAS ; le PMM dispose d'une stratégie d'assainissement pour la collecte et le traitement des eaux usées.

La zone d'influence du PMM comprend les municipalités de : La Paz, El Alto, Viacha, Pucarani, Laja, Achocalla, Palca et Mecapaca.

Le système d'assainissement de La Paz ne dispose pas actuellement d'une station d'épuration des eaux usées, les rejets sont directs vers toutes les principales masses réceptrices et les affluents, ainsi que les ruisseaux, les cours occasionnels et autres points, de sorte qu'ils se jettent finalement dans la masse principale qui devient la rivière Choqueyapu, qui en aval prend le nom de rivière La Paz.

Le PMM, envisage différentes actions à suivre pour la solution d'assainissement de la ville de La Paz et El Alto, toutes encadrées par les objectifs suivants :

Objectif général

Prévoir un système de collecte et d'acheminement de toutes les eaux usées produites dans la ville en vue de leur traitement ultérieur, avec pour résultat d'isoler les eaux usées du contact avec la population et de réduire la pollution des cours d'eau récepteurs à des niveaux acceptables pour la société.

Objectifs spécifiques

OS1 : Identifier les solutions techniques, économiques, sociales et environnementales optimales pour assurer la couverture des services en fonction des objectifs du PPM de La Paz/El Alto.

OS2 : Assurer le traitement primaire de tous les effluents industriels avant leur rejet dans les systèmes d'égouts.

OS3 : Respecter, de manière échelonnée et en corrélation avec la capacité de l'exploitant, les paramètres de rejet établis dans la réglementation en vigueur.

OS4 : Mettre en œuvre une gestion appropriée des boues

OS5 : Promouvoir la valorisation des effluents et des boues produites par leur réutilisation à des fins agricoles.

OS6 : Renforcer la capacité de l'opérateur à exploiter, entretenir et contrôler la qualité du service d'assainissement.

B. Schéma Directeur Métropolitain de l'eau potable et de l'assainissement de Cochabamba

La zone d'influence du Schéma Directeur est constituée de chacune des municipalités qui composent la zone métropolitaine de Cochabamba, qui a été définie comme la circonscription territoriale géographique et humaine composée de la ville de Cochabamba et de l'agglomération située dans sa zone d'influence, qui d'est en ouest comprend les municipalités situées dans le bassin de la rivière Rocha : Sacaba, Cercado (Cochabamba), Tiquipaya, Colcapirhua, Quillacollo, Vinto et Sipe Sipe.

Au niveau métropolitain, seulement 19% des eaux usées sont traitées, ce qui se produit dans le seul STEP existant, Alba Rancho, dans la municipalité de Cercado.

L'une des prémisses fondamentales du Schéma Directeur est d'envisager la réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation des cultures à haute tige et l'utilisation des boues excédentaires comme engrais dans les zones agricoles situées dans la zone d'influence des cours d'eau récepteurs (la rivière Rocha et les canaux d'irrigation du système d'irrigation de La Angostura). L'incorporation de stations d'épuration au fil du temps est due à la possibilité réelle de collecter les eaux usées en fonction de l'extension du système d'assainissement sanitaire.

Compte tenu de ce qui précède, les eaux usées ne peuvent pas contenir de métaux lourds, et pour s'en assurer, les industries doivent respecter la réglementation en vigueur et prétraiter leurs effluents avant de les déverser dans les égouts sanitaires, car les stations d'épuration ont été conçues en partant du principe qu'elles ne traiteront que les eaux usées d'origine domestique. Une volonté politique, technique et sociale sera nécessaire pour faire respecter les réglementations relatives au déversement des eaux usées industrielles dans le système d'égouts et également dans les cours d'eau de la région, qui sont des affluents de la rivière Rocha.

En raison de la détérioration de l'environnement et de la pollution le long de la rivière Rocha, la "Commission pour la décontamination de la rivière Rocha" a été créée dans le but de réduire le degré très élevé de contamination des eaux de la rivière. Pour atteindre l'objectif, il est nécessaire de réaliser des STEP toujours de l'amont vers l'aval, afin de garantir l'assainissement intégral du fleuve.

C. Schéma Directeur métropolitain pour l'eau potable et l'assainissement dans la vallée centrale de Tarija

Le Schéma Directeur de l'eau et de l'assainissement de la vallée centrale de Tarija (PMIAS – VCT) est composé des localités urbaines de San Lorenzo, Uriondo et Padcaya. La zone d'étude, du nord au sud, comprend les municipalités situées dans les bassins des rivières Guadalquivir, Camacho et Huacanqui.

Les masses d'eaux usées réceptrices sont : le fleuve Guadalquivir, Quebrada El Monte (affluent du fleuve Guadalquivir) et Quebrada San Pedro (affluent du fleuve Guadalquivir). Le manque d'entretien des installations de la STEP de San Luis et les rejets d'eaux usées de certaines villes situées en amont de la ville de Tarija provoquent une charge polluante élevée dans le milieu récepteur.

Objectif général

Augmenter l'accès aux services d'eau potable et d'assainissement, principalement pour la population vivant dans les zones périurbaines de l'aire métropolitaine.

Objectifs spécifiques

OS1. Augmenter la couverture des services d'eau et d'assainissement conformément à l'Agenda Patriotique, couverture universelle à partir de 2025.

OS2. Assurer la pérennité des services, dans les délais prévus par le PMIAS - VCT.

OS3. S'assurer que les investissements identifiés à court, moyen et long terme répondent à l'objectif global du PMIAS - VCT.

OS4. Identifier et proposer la stratégie financière pour atteindre la viabilité pour l'exécution des travaux et des actions de renforcement proposés.

OS5. Que les actions et les propositions s'inscrivent dans le cadre des concepts de Gestion Intégrée des Bassins versants et de Gestion Intégrée des Ressources en Eau, en complément du plan sectoriel de développement de l'assainissement de base.

D. Schéma Directeur de l'eau potable et de l'assainissement de l'agglomération de Santa Cruz

La superficie totale de la zone métropolitaine de Santa Cruz est d'environ 1 600 km². La zone d'influence du plan directeur comprend la ville de Santa Cruz de la Sierra et les municipalités de Warnes, Porongo, Cotoca, La Guardia et El Torno. Le plan directeur prévoit la mise en place de 17 nouvelles stations d'épuration.

L'alternative retenue pour toutes les STEP proposées est la technologie du lagunage, qui consiste en un prétraitement, un traitement biologique qui consistera en des lagunes anaérobies (fermées) et des lagunes facultatives avec équipement de mélange, et un traitement tertiaire qui consistera en des lagunes de maturation avec équipement de mélange.

Actuellement, le service d'assainissement et d'épuration des eaux usées de la zone métropolitaine n'atteint que 49% de couverture. Ce pourcentage démontre le grand effort économique qui doit être fait pour couvrir 100% de la demande dans les plus brefs délais.

Lors de la planification de la mise en œuvre de la collecte des eaux usées par le biais de réseaux d'égouts, il est prévu que les eaux usées doivent être traitées dans des stations d'épuration et que les effluents de ces stations doivent avoir la qualité requise par le cours d'eau récepteur.

L'offre actuelle de services d'assainissement est constituée de réseaux, d'émissaires et de stations d'épuration existants, dont l'extension est envisagée en fonction de la croissance de la demande.

Les réseaux sont prévus pour une croissance sur cinq ans, répondant périodiquement à la demande, tandis que les émissaires sont prévus pour être entièrement construits à court terme et les STEP en deux étapes à court et moyen terme.

La PMM-SC envisage la mise en place de réseaux principaux de collecte des eaux usées pour acheminer les eaux usées vers les stations d'épuration proposées. Dans tous les cas, les propositions sont des alternatives uniques, car les systèmes fonctionnent par gravité en raison de la configuration topographique de chaque commune, qui définit la disposition altimétrique des collecteurs pour un fonctionnement optimal et l'évacuation finale des eaux.

E. Guide pour l'application des outils et instruments de suivi, de surveillance et de contrôle de l'exploitation et de la maintenance des STEP en Bolivie (2018).

Lignes directrices, directives techniques et procédures destinées aux fournisseurs de services d'eau potable et d'égouts sanitaires pour qu'ils génèrent et communiquent des informations techniques sur les conditions actuelles d'exploitation et d'entretien des stations de traitement des eaux usées, permettant à l'AAPS de les traiter et d'obtenir des indicateurs de performance des STEP comme outils de contrôle et de réglementation sectoriels au niveau national.

F. Inventaire national des stations d'épuration (2017)

L'inventaire contient des informations importantes sur les STEP qui sont utilisées par le secteur de l'assainissement du pays, bien qu'elles ne soient pas officiellement publiées, telles que le nombre de STEP, leur taille, la technologie de traitement et le statut opérationnel.

G. Systématisation du traitement et de la réutilisation des eaux usées (2013)

L'étude systématise les informations présentées dans le document sur les systèmes de traitement et de réutilisation des eaux usées, en particulier les systèmes agricoles qui utilisent l'eau traitée, et se base sur les informations de 111 études de cas, portant sur 105 centres de population dans 98 municipalités de Bolivie.

H. Guide technique pour la réutilisation des eaux usées en agriculture (2018).

Le guide vise à mettre en œuvre des mesures et des bonnes pratiques pour réduire le risque posé par l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation dans le cadre d'une approche de Gestion Intégrée des Ressources en Eau en incluant des objectifs multisectoriels liés à l'eau potable et à l'assainissement, à l'irrigation pour la production agricole, ainsi qu'à la préservation et au soin de la qualité de l'eau. Elle est également basée sur l'approche multi-barrières de l'OMS. En outre, il vise à soutenir le technicien et le producteur de terrain pour développer des actions de manière plus responsable, en incorporant les soins et les recommandations nécessaires au cours du processus de réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation.

I. Guide technique pour la sélection et la conception de lignes de traitement des eaux usées (2021)

Cet outil a été développé pour fournir des directives techniques pour la sélection et la conception de lignes de traitement pour les STEP qui tiennent compte des différences de population et des niveaux écologiques dans le pays. En ce sens, il soutient le processus de gestion des projets de traitement des eaux usées, en facilitant leur planification, leur conception, leur mise en œuvre et leur supervision par les administrations municipales, les prestataires de services d'eau et d'assainissement et les autres institutions du secteur de l'eau et de l'assainissement. Le document comprend une section sur certaines actions à définir lorsqu'on envisage une éventuelle réutilisation des effluents traités. Il est également reconnu que la réutilisation peut être un objectif en soi dans l'approche des STEP, il est donc recommandé d'étudier la possibilité de sa mise en œuvre, ainsi que d'analyser les demandes possibles dans la zone d'influence, les risques potentiels et la faisabilité technique et économique.

J. Recommandations pour la sélection de stations d'épuration appropriées pour la Bolivie (2010)

L'ouvrage vise à guider la prise de décision des professionnels et des autorités, afin que "les STEP soient techniquement et économiquement durables, favorisant la préservation de l'environnement". Pour ce faire, divers facteurs tels que la disponibilité des terrains, l'altitude au-dessus du niveau de la mer, les caractéristiques du sol, les caractéristiques des eaux usées, les coûts d'investissement et d'exploitation, la nappe phréatique et les mesures de protection doivent être pris en compte, ainsi que les exigences en matière de qualité des effluents, afin de sélectionner le système de traitement des eaux usées le plus approprié.

3.2 ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Des recherches et des études liées à la réutilisation ont été menées sur le traitement des eaux usées et leur réutilisation pour l'irrigation agricole. Voici quelques études et recherches parmi les plus pertinentes

- **Utilisation des eaux usées pour l'irrigation en Bolivie (2014).**

L'étude présente les principaux enseignements tirés de l'analyse de la dynamique de la réutilisation en Bolivie afin de réorienter la stratégie politique du pays. Parmi les principaux résultats, il a été identifié que les agriculteurs ne sont pas conscients des avantages et des inconvénients de la réutilisation en agriculture, de sorte que dans la plupart des cas, les agriculteurs n'utilisent pas les mesures de protection respectives. D'autre part, un aspect important du document est la question de la durabilité de ce type de systèmes, car bien qu'il existe une prédisposition pour l'utilisation des eaux usées en agriculture, un mécanisme pour l'exploitation et la maintenance de ce type de systèmes n'a pas été identifié.

- **Gestion de l'environnement en Bolivie. Innovations et opportunités : Réutiliser les eaux usées pour atténuer la pénurie d'eau : études de cas à Cochabamba et Tarija (2013).**

L'étude se concentre sur l'analyse de la faisabilité technique et économique des étangs de stabilisation comme source de réutilisation de l'eau à des fins agricoles. Le résultat de l'étude montre que les étangs de stabilisation fournissent une eau sûre pour l'irrigation agricole d'environ 67% de la surface irriguée du pays. Toutefois, il convient de noter que dans ce type de système, il existe des contraintes importantes qui doivent être prises en compte pour une mise en œuvre réussie. La principale limite identifiée est le mécontentement et l'opposition générés autour des stations d'épuration, car une gestion et un entretien inadéquats en ont fait des zones qui dégagent de mauvaises odeurs et suscitent le mécontentement des habitants.

- **Irrigation des eaux usées dans la zone périurbaine de Tiquipaya (Cochabamba, Bolivie) (2006)**

À Tiquipaya, les eaux usées sont utilisées en raison de divers facteurs, parmi lesquels le manque d'eau, la pauvreté, l'urbanisation et la faible attention et action des institutions. Principalement pendant la saison sèche, les eaux usées sont la seule source d'eau potable utilisée par les différents agriculteurs. Cependant, bien que les agriculteurs soient conscients des risques que l'utilisation de cette eau implique pour leur santé et des mesures qu'ils devraient prendre (vêtements de protection), ils ne les appliquent pas. De même, ils ne modifient pas leurs pratiques agricoles (cultures) en fonction de la qualité de l'eau qu'ils utilisent pour l'irrigation, mettant ainsi en danger la santé des consommateurs. Face à cette situation et en attendant la construction de stations d'épuration, les auteurs suggèrent de mélanger les eaux usées avec des eaux plus propres en adaptant l'infrastructure physique des systèmes d'irrigation afin de parvenir à une utilisation plus durable des eaux usées dans l'irrigation.

- **Dimensions socio-économiques associées aux pratiques de réutilisation des eaux usées à des fins agro-productives dans l'Altiplano bolivien (2013).**

L'étude souligne l'une des principales contraintes identifiées pour la réutilisation des eaux usées dans l'agriculture du pays, à savoir la durabilité de ces systèmes. D'après l'étude, la plupart des irrigants sont prêts à contribuer financièrement ou en main-d'œuvre à la gestion des infrastructures de traitement et de distribution. Cependant, malgré cette volonté, il est nécessaire d'envisager d'autres types de mécanismes, car il est évident qu'il existe dans le pays une réutilisation informelle qui met en danger la santé, et que pour la contrer, il est nécessaire d'augmenter la couverture et d'améliorer le rendement des installations existantes.

- **Analyse de la réutilisation des eaux usées en Bolivie (2019)**

L'étude se concentre sur une évaluation de l'état actuel des stations d'épuration existantes dans le pays, identifiant qu'elles sont dépassées dans leur capacité, entre autres facteurs, par les rejets d'eaux usées dans les réseaux d'égouts domestiques. Elle constate également que les coûts d'exploitation et de maintenance des STEP sont élevés, ce qui limite l'amélioration de leur fonctionnement et de leur service. En raison de ces deux facteurs, les auteurs considèrent que la réutilisation de l'eau dans l'agriculture n'est pas viable tant que de nouvelles stations d'épuration ne sont pas construites. Elles doivent disposer de la technologie appropriée, répondre à la demande et à l'offre d'eau traitée et à la qualité de l'eau attendue en fonction de son utilisation.

- **Traitement des eaux usées à l'aide de zones humides artificielles (2010)**

Ce document est le résultat de la systématisation de l'expérience de recherche depuis la construction de trois zones humides de traitement des eaux usées jusqu'à leur exploitation complète. Il comprend les enseignements tirés de la pratique en matière de conception, de construction et de surveillance de ce type de traitement.

- **Examen des expériences de traitement des eaux usées domestiques à l'aide de réacteurs UASB à Cochabamba-Bolivie par rapport à l'Amérique latine, l'Inde et l'Europe (2017).**

L'article passe en revue la littérature sur le traitement des eaux usées domestiques à l'aide de réacteurs RALF ou UASB, en comparant leur application dans les pays développés et en développement et en Bolivie. Il est conclu que l'utilisation de cette technologie est appropriée dans le pays, en raison des conditions environnementales qui rendent favorable l'utilisation de cette biotechnologie anaérobie, car elle permet la mise en œuvre de systèmes décentralisés avec de faibles coûts de construction, d'exploitation et de maintenance.

- **Potentiel de réutilisation des eaux usées traitées par des systèmes anaérobies combinés à des biofiltres dans la haute vallée de Cochabamba (2019).**

Le document analyse l'efficacité de la combinaison de réacteurs anaérobies et de biofiltres comme système de traitement. Les paramètres obtenus avec ce type de technologie indiquent que l'eau pourrait être réutilisée pour l'irrigation de cultures présentant une tolérance modérée à la salinité. En outre, l'étude recommande, en raison de la qualité microbiologique de l'eau des effluents utilisant ce type de technologie, l'irrigation des cultures à hautes tiges, telles que le fourrage et d'autres cultures qui ne sont pas consommées crues.

- **Eaux usées domestiques traitées par des réacteurs anaérobies et des filtres à gravier comme ressource pour l'agriculture**

L'étude analyse le potentiel des eaux usées traitées par des réacteurs anaérobies combinés à des filtres à gravier verticaux et horizontaux. Les résultats des paramètres physico-chimiques indiquent que les eaux sont appropriées pour l'irrigation des cultures tolérantes à la salinité. Il faut également considérer que l'utilisation de ces eaux en agriculture peut entraîner des problèmes de salinisation du sol et une perte de la capacité d'infiltration.

Les études scientifiques se concentrent sur deux aspects : les systèmes de traitement des eaux usées et l'irrigation agricole avec des eaux usées (traitées). En ce qui concerne le traitement, la recherche se concentre davantage sur l'analyse et l'évaluation des systèmes de traitement pour l'irrigation. Des recherches ont également été menées sur les aspects contextuels de la réutilisation de l'eau pour l'irrigation agricole, tant au niveau local que national. En ce qui concerne les boues, peu d'informations ont été trouvées. En ce qui concerne la réutilisation, la plupart des études s'accordent à dire que la réutilisation est caractérisée comme étant principalement informelle et indirecte ; en outre, ces études sur la réutilisation se concentrent sur la description et l'analyse des aspects socio-économiques et sanitaires des producteurs et des consommateurs.

3.3 ÉTUDES DE PROJETS SPECIFIQUES

Dans ce qui suit, certaines études pertinentes liées à des projets de réutilisation spécifiques sont présentées de manière synthétique.

- **Programme d'assainissement de la rivière Rocha dans le département de Cochabamba PROSARC (Vinto, Colcapirhua, Sipe Sipe et Tiquipaya)**

L'étude de faisabilité de la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation et la revalorisation agricole des boues dans les municipalités de Colcapirhua, Vinto, Sipe Sipe et Tiquipaya détaille l'analyse du potentiel de réutilisation des eaux traitées autour des projets de STEP et évalue les possibilités de valorisation des boues en agriculture. Des sites pilotes ont été identifiés à Sipe Sipe et Tiquipaya. Dans le cas de Vinto, aucune zone agricole n'a été trouvée, tandis que pour Colcapirhua, aucune zone définie pour l'emplacement de la STEP n'a pu être trouvée ; en ce sens, PROSARC a écarté les sites de Vinto et de Colcapirhua.

- **Etudes de cas en assainissement durable Traitement décentralisé des eaux usées avec une approche de réutilisation à Cochabamba, Bolivie (Punata, Cliza y Tolata)**

Le document présente l'expérience de traitement décentralisé pour la réutilisation dans trois municipalités de Cochabamba : Cliza, Tolata et Punata, dans le but de promouvoir la récupération des nutriments par une approche d'économie circulaire. Il comprend des détails sur la technologie utilisée dans les trois stations, caractérisées par des réacteurs anaérobies et des biofiltres (Cliza et Tolata) et un lagunage (Punata), ainsi que sur la mise en œuvre de la

STEP pour la réutilisation. En outre, l'analyse financière réalisée pour assurer la durabilité des STEP est détaillée.

- **Réutilisation des eaux usées traitées dans la communauté agricole Huerta Mayu**

L'étude est basée sur l'utilisation des eaux usées traitées de la station d'épuration d'El Abra pour améliorer la qualité des eaux de ruissellement de la rivière Rocha et pour irriguer les cultures dans la zone traditionnelle de production de légumes de la communauté Huerta Mayu, municipalité de Sacaba, province de Chapare, département de Cochabamba, et bénéficiera à 73 familles d'agriculteurs, augmentant ainsi 32 hectares sous irrigation optimale.

- **Projet d'irrigation utilisant les eaux traitées de la station d'épuration d'Alba Rancho - Cochabamba**

Le document détaille que le but du projet est d'augmenter la disponibilité de l'eau de réutilisation et l'amélioration de l'infrastructure existante et la mise en œuvre d'un système de pompage, dans le but d'augmenter le revenu des familles bénéficiaires (agriculteurs). Le projet comprend le service d'assistance technique à travers la formation sur la réutilisation, la production de fourrage et la gestion du système d'irrigation ; le service d'appui pour la gestion et la distribution du système d'irrigation et l'incorporation d'équipements pour le fonctionnement du pompage et de l'impulsion ; le plan de prévention et d'atténuation et le plan d'application et de suivi environnemental pendant la réalisation des travaux.

- **Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation dans la ville de La Paz - Bolivie**

Ce document est une initiative pour l'une des plus grandes zones urbaines de Bolivie, la région métropolitaine du département de La Paz (RMLP). L'objectif principal de l'étude était d'identifier et de formuler des propositions pour optimiser les conditions de réutilisation de l'eau de la rivière La Paz dans la municipalité de Mecapaca qui recevra et diluera l'effluent traité de la future STEP de la ville de La Paz. L'étude établit un diagnostic de la situation actuelle de l'irrigation et de la production dans la zone, suivi de propositions d'actions regroupées en quatre composantes. Le premier volet envisage des améliorations extra-pédestres basées sur les captages actuels. Le deuxième volet propose des actions complémentaires et des améliorations de l'irrigation et des pratiques agricoles. Le troisième volet porte sur les cultures proposées, les contrôles et la gestion de la qualité de l'eau. Enfin, la quatrième composante se réfère à l'analyse générale d'un système de conduction et de distribution depuis la future STEP, jusqu'à la réutilisation directe.

- **Modèle intégré de durabilité pour les stations d'épuration des eaux usées avec réutilisation des eaux traitées**

Le document décrit les composantes du modèle intégral de durabilité, qui sont : la génération de la demande ; la technologie et la construction ; la gestion opérationnelle et sociale ; et la réutilisation des ressources dans le cadre du système d'assainissement décentralisé. Il aborde les aspects de la fermeture du cycle de l'assainissement, la réutilisation de l'eau dans une perspective intégrale, en considérant les aspects technico-environnementaux, sociaux,

économiques et institutionnels, qui sont essentiels pour la durabilité des services d'assainissement.

Dans cette section, un résumé des références et des expériences pertinentes de projets spécifiques dans le pays a été fait.

3.4 RESUME

Voici une liste de toute la littérature pertinente trouvée concernant la réutilisation des eaux usées et des boues pour l'agriculture en Bolivie.

Tableau 5 Liste de la littérature pertinente sur la réutilisation de l'eau et des boues

No	Titre
1	Guía Técnica para el Reúso de Aguas Residuales en la Agricultura
2	Reúso de aguas residuales tratadas en el riego de la ciudad de La Paz Bolivia Informe de avance N° 2: Informe de cierre Etapa 1
3	Reúso de aguas residuales tratadas en el riego de la ciudad de La Paz Bolivia Informe de avance N° 3: Informe de cierre Etapa 2 (Planteo de acciones y propuestas)
4	Indicadores de desempeño de las EPSA reguladas categorías A, B, C y D en Bolivia 2019
5	Reporte de Indicadores de la Plataforma Virtual de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) 2018
6	Estrategia Nacional de Tratamiento de Aguas Residuales (ENTAR)
7	Asistencia técnica de apoyo a la ejecución del programa de saneamiento para el río Rocha en el departamento de Cochabamba: Estudio de factibilidad de la reutilización de las aguas residuales para riego y la revalorización agrícola de los lodos
8	Lineamientos para la planificación en sistemas multipropósito en Bolivia
9	Análisis competencial y atribuciones y obligaciones de ETA y Regantes en la asignación y reúso de aguas residuales
10	Análisis del reúso de aguas residuales en Bolivia
11	Potencial de reúso de aguas residuales tratadas mediante sistemas anaerobios combinados con biofiltros en el Valle Alto de Cochabamba
12	Aguas residuales domésticas tratadas con reactores anaeróbicos y filtros de grava como recurso para ser usadas en agricultura
13	Guía para la aplicación de Herramientas e instrumentos de seguimiento, monitoreo y control de la operación y mantenimiento de las PTAR en Bolivia
14	Uso seguro de aguas residuales en la agricultura: ejemplos de buenas prácticas
15	Estudio de rentabilidad económica y social del reúso de aguas residuales tratadas en riego en los valles bajos de Cochabamba
16	Procedimientos técnicos y administrativos para descargar industriales especiales y lodos al alcantarillado sanitario
17	Plan Sectorial de Desarrollo Integral del MMAyA
18	Plan Estratégico Institucional 2016-2020 MMAyA
19	Programa Plurianual de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Manejo Integral de Cuencas 2017-2019
20	Revisión de las experiencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante reactores UASB en Cochabamba-Bolivia comparadas con las de Latinoamérica, India y Europa

21	Estudio de evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales con potencialidad para reúso de aguas para riego agrícola en zonas áridas y semiáridas de Bolivia
22	Reúso de aguas residuales tratadas en agricultura comunidad Huerta Mayu
23	Ley de la década del riego N 745
24	Perfil de País – Bolivia (Estado Plurinacional de)
25	Uso de Aguas residuales para Riego en Bolivia
26	Plan Director de la Cuenca del Río Rocha
27	Modelo integral de sostenibilidad de plantas de tratamiento de aguas residuales con reúso de aguas tratadas
28	Análisis competencial y normativo del sector de saneamiento básico y saneamiento sostenible descentralizado en Bolivia
29	Guía para la elaboración de proyectos de Gestión Integrada de Recursos Hídricos Y Manejo Integral de Cuencas (GIRH/MIC) /Estudio Técnico Económico Social y Ambiental TESA
30	Sistematización sobre el tratamiento y reúso de aguas residuales
31	Gestión Ambiental en Bolivia, Innovaciones y Oportunidades
32	Dimensiones socioeconómicas asociadas a las prácticas de reúso de aguas residuales con fines agroproductivos en el altiplano boliviano
33	Agenda del Riego 2025
34	En Bolivia dos de cada 1.000 empresas son grandes y productivas
35	Ley 300. Ley de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien
36	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y Potencialidades de Reúso para la Agricultura en Bolivia
37	Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales
38	Plan Nacional de Cuencas Marco Conceptual y Estratégico
39	Riego con Aguas Residuales en la Zona Peri-Urbana de Tiquipaya Cochabamba, Bolivia)
40	Ley 2878 de promoción y apoyo al sector de riego para la producción agropecuaria y forestal
41	Ley 1333 de Medio Ambiente y su Reglamentación
42	Estudios de caso en saneamiento sostenible Tratamiento descentralizado de aguas residuales con enfoque de reúso en Cochabamba, Bolivia
43	Proyecto de riego con aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Alba Rancho – Cochabamba
44	Estudio de evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales con potencialidad para reúso de aguas para riego agrícola en zonas áridas y semiáridas de Bolivia
45	Resumen Ejecutivo Rentabilidad del reúso de Aguas Residuales en riego agrícola - Tarija
46	Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia.
47	Guía técnica para la selección y diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales
48	Wastewater: From Waste to Resource The Case of Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
49	Aprovechamiento de las Aguas Residuales en la Producción Agrícola Municipio de Punata
50	Uso de aguas residuales en el riego de cultivos de la zona suroeste de Punata
51	Resumen Ejecutivo Estudio de identificación Proyecto "Construcción de la PTAR Provincia Cercado"
52	Estudio de rentabilidad económica y social del reúso de aguas residuales tratadas en riego en los valles bajos de Cochabamba
53	GEOPTAR Plataforma de Base de datos sobre PTAR con base en el Inventario Nacional de Riego de 2017

Sur la base des thèmes de l'approche COSTEA, la bibliographie a été organisée dans le tableau suivant, où l'on peut voir que la plupart des informations générées contiennent des aspects des 4 thèmes prioritaires de COSTEA.

Tableau 6 Organisation des fiches de synthèse (entre parenthèses) et de la bibliographie consultée sur la base des thèmes priorisés par COSTEA

Nombre de dossiers de synthèse (nombre d'études identifiées)	TH1 : réutilisation indirecte, traitement décentralisé, boues.	TH2 : gouvernance, acceptabilité sociale	TH3 : la gestion des ressources en eau et l'économie de la réutilisation	TH4 : efficacité des équipements, risque pour l'environnement et la santé	GLOBAL
Principales études sur le sujet	16, 28	9		13, 46, 47	1, 6, 25, 30
Travail et recherche universitaires	39, 49, 50			11(3), 12, 37, 20	10, 14, 45
Études spécifiques au site			52	4,5	2, 3, 7(4), 22(1), 27, 42(2), 43(5), 51
Autre					8, 17, 18, 19, 23, 24, 26, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 40, 41

D'après le tableau ci-dessus, on peut voir que la plupart des documents trouvés sont classés comme globaux et autres. Il convient de noter que ces informations sont liées à la réglementation, à la qualité de l'eau et aux outils techniques pour l'environnement et les ressources en eau. Pour le thème spécifique de la réutilisation, le plus grand nombre d'études sont celles liées à des sites spécifiques avec des informations sur les quatre thèmes de COSTEA, suivies par les articles universitaires et de recherche liés à l'efficacité du traitement. Enfin, le tableau montre les informations limitées concernant spécifiquement le traitement et la réutilisation des boues.

Il convient de noter que des recherches sur la réutilisation sont menées par certaines institutions universitaires, des agences de coopération et des ONG en coordination avec le ministère de l'environnement ou des gouvernements subnationaux. Parmi les plus importants, citons les départements d'agronomie, d'ingénierie sanitaire et environnementale des principales universités, comme le Centre de l'eau et le C.A.S.A. de l'Universidad Mayor de San Simón UMSS, l'Institut d'ingénierie sanitaire et environnementale de l'Universidad Mayor de San Andrés UMSA ; la coopération allemande, suédoise, française, espagnole, japonaise ; l'Union européenne, l'ONU ; et parmi les ONG, Aguatuya.

Des lignes directrices, des études scientifiques et des outils techniques en faveur de la réutilisation ont été développés dans le pays. Cependant, les contraintes réglementaires concernant la qualité de l'eau pour la réutilisation, ainsi que les difficultés de coordination intersectorielle entre l'eau et l'assainissement, l'irrigation et l'agriculture ont limité le développement de la réutilisation agricole planifiée. Malgré cela, il existe actuellement des initiatives promues par les gouvernements centraux et sous-nationaux pour des systèmes de réutilisation qui incluent à la fois le traitement et l'irrigation des cultures agricoles. Il convient de noter que la plupart de ces expériences sont encore au stade de la planification ou du pré-investissement.

4 SITUATION NATIONALE SELON LES 4 THEMES DE L'APPROCHE COSTEA

4.1 TH1 : REUTILISATION NON PLANIFIEE, SYSTEMES DE TRAITEMENT DECENTRALISES ET GESTION DES BOUES

Comme mentionné ci-dessus, le traitement des eaux usées dans le pays est principalement axé sur la centralisation. Cependant, des initiatives ont été identifiées qui ont soutenu le développement du traitement décentralisé, appelé en Bolivie Assainissement durable décentralisé (SSD), par la promotion d'initiatives de toilettes sèches écologiques ainsi que de stations de traitement décentralisées.

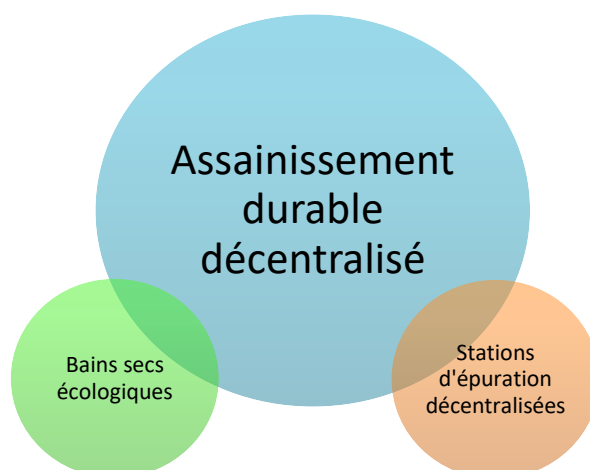


Figure 12 Orientation des initiatives d'assainissement durable décentralisé (DSS) dans le pays.
Source : (SNV NODO, 2015)

Parmi les initiatives les plus pertinentes dans le pays figure la constitution du nœud de connaissances décentralisé sur l'assainissement durable (NSSD) en Bolivie. Cette initiative a bénéficié de l'appui et des conseils techniques et administratifs du Service néerlandais de coopération au développement (SNV) et a été menée par la plateforme appelée Répertoire national des espaces sectoriels de l'assainissement de base et du logement (DINESBVI¹⁶). Dans sa première phase 2009-2011, l'objectif du nœud était de générer des conditions favorables à la mise en œuvre de systèmes alternatifs décentralisés d'assainissement durable (SSD) en Bolivie. Dans la deuxième phase, 2012-2015, son objectif était de "Générer des connaissances, échanger des expériences et soutenir la mise en œuvre de systèmes d'assainissement durables décentralisés efficaces afin de contribuer aux politiques publiques du secteur concernant l'expansion de l'accès aux services d'assainissement en renforçant le NSSD - Bolivie". Au cours de son existence, du matériel technique a été produit pour diffuser ce type

¹⁶ Organe de coordination nationale de 9 espaces au niveau régional, chaque espace étant composé de représentants du gouvernement régional et de ses municipalités ; mécanismes de coordination collégiale pour faciliter la communication et la collaboration multidimensionnelle entre les entités publiques nationales, les sous-nationales, les ONG, les agences multilatérales et le secteur privé. Cette plateforme n'est actuellement pas active

de traitement, ainsi que pour soutenir les expériences locales en matière de traitement décentralisé des eaux usées, de gestion des boues et d'utilisation des technologies de toilettes sèches.

En ce qui concerne les toilettes écologiques sèches, la Suède, par le biais du projet EcoSanRes/SEI, a fourni une formation, un soutien technique et un financement à diverses initiatives locales qui ont travaillé à la promotion et à la mise en œuvre de toilettes écologiques. Par exemple, la Fondation Sumaj Wasi dans la ville d'El Alto et Water for People à Cochabamba et Santa Cruz (SNV NODO, 2015). Ces toilettes sèches écologiques consistent essentiellement en des cabanes surélevées dotées de compartiments qui visent à séparer les excréments liquides des excréments secs. Les déchets accumulés sont ensuite compostés et utilisés en agriculture comme engrais. Ces technologies ont été développées pour être installées dans des zones qui ne sont pas reliées aux réseaux d'égouts, principalement situées dans les zones rurales.

Concernant les stations d'épuration décentralisées, la Fondation Aguatuya, en collaboration avec des fonds de coopération multilatérale, promeut le traitement décentralisé et semi-décentralisé des eaux usées et des boues, selon une approche d'économie circulaire. Cette initiative s'est attachée à travailler principalement dans les villes intermédiaires¹⁷ dans certains départements du pays comme Cochabamba (Cliza, Punata, Tolata), Tarija (Tarija et Uriondo), Santa Cruz (Montero) et La Paz (El Alto). L'initiative coordonne avec les municipalités le développement et la mise en œuvre de STEP et de modèles de gestion qui permettent leur durabilité économique. À Montero, Aguatuya, en coordination avec la Cooperativa de Servicios Públicos Montero Ltda. (COSMOL), travaille au développement d'une usine station de traitement des boues fécales, la première de Santa Cruz.

Les systèmes de traitement des eaux usées semi-décentralisés promus consistent en des stations d'épuration des eaux usées pour couvrir des populations proches de 50 000 habitants¹⁸. La conception de ces systèmes prévoit l'utilisation de technologies qui donnent la priorité aux processus naturels, au coût annuel équivalent le plus bas et à la réutilisation agricole ultérieure des eaux traitées. (Heredia et al., 2020).

Par rapport à la réutilisation, la plupart des expériences dans le pays sont caractérisées par l'irrigation avec des eaux usées brutes et, dans une moindre mesure, avec des effluents de STEP dont les rejets sont caractérisés par une faible qualité bactériologique et physico-chimique en raison des problèmes d'E&M. Par conséquent, cette pratique de réutilisation non planifiée représente un risque potentiel pour la santé publique, ainsi que pour la santé des agriculteurs et de leurs familles.

Les plus grandes zones de réutilisation du pays sont situées près des grands centres urbains des vallées et de l'altiplano boliviens, caractérisés par un climat semi-aride avec des précipitations proches ou inférieures à 800 mm par an et des périodes sèches d'environ huit mois. Parmi les expériences de réutilisation les plus pertinentes, citons :

¹⁷ Petits centres urbains, mais avec un taux de population croissant

¹⁸ Une analyse réalisée à Cochabamba par la Fondation Aguatuya montre qu'en raison des économies d'échelle, le coût des STEP diminue à mesure que leur taille augmente. Inversement, le coût du réseau de collecte augmente avec l'accroissement de la population. En ce sens, si l'on considère à la fois les coûts de la station d'épuration et les coûts du réseau de collecte, l'optimum économique est atteint dans les stations d'épuration dimensionnées pour desservir 50 000 habitants. En d'autres termes, les systèmes de traitement destinés aux populations de 50 000 habitants ont un coût de mise en œuvre plus bas que les autres.

La Paz:

La municipalité de La Paz, bien qu'elle soit l'une des plus peuplées de Bolivie, ne dispose pas de STEP. Les eaux usées de la ville sont un mélange d'eaux usées domestiques et industrielles qui sont déversées directement en aval dans Mecapaca via la rivière La Paz. Selon la documentation de 2021, générée par le projet de réutilisation des eaux usées traitées dans la ville de La Paz, les systèmes d'irrigation de la région sont des systèmes communautaires autogérés. Environ 2800 producteurs appartenant à 20 communautés de Mecapaca irriguent plus de 950 ha de cultures agricoles avec ces eaux usées. L'irrigation se fait principalement par l'utilisation de canaux de terre gravitaires (inondations et sillons). Les cultures les plus représentatives sont le maïs, les légumes, le fourrage, les fleurs et, dans une moindre mesure, les arbres fruitiers ; leur commercialisation se fait principalement vers les marchés de La Paz et d'El Alto.

Une autre zone importante de réutilisation à des fins agricoles se trouve dans la ville d'El Alto, à travers le PTAR Puchucollo, qui dispose d'un système de lagunage et de filtres à ruissellement. Les eaux usées proviennent d'un mélange d'effluents industriels et domestiques qui, après avoir été traités, sont déversés dans la rivière Seco. Il convient de noter que cette rivière transporte également une grande quantité d'eaux usées non traitées, qui sont réutilisées pour l'irrigation agricole. Plus de 820 ha de cultures sont irriguées dans la zone, principalement des haricots et de l'avoine. En outre, le destinataire final de ce fleuve est le lac Titicaca, qui est le plus haut lac navigable du monde, abrite plusieurs espèces uniques au monde et revêt une grande importance socio-économique pour plusieurs communautés qui dépendent de ses services écosystémiques.

Cochabamba :

Selon (MMAyA, 2013b), les vallées de Cochabamba (haute, moyenne et basse) constituent la plus grande zone d'irrigation par les eaux usées en Bolivie. Au sein de ces vallées, la réutilisation est la plus élevée dans le bassin de la rivière Rocha, avec des eaux provenant des municipalités de la région métropolitaine de Cochabamba "Kanata" (RMK). La source d'eau pour ces zones de réutilisation provient de la rivière Rocha qui contient principalement un mélange d'effluents domestiques et industriels. Outre le fait que la plupart des rejets des STEP ne respectent pas les normes biologiques et physico-chimiques, il existe de vastes zones où les eaux usées ne sont pas traitées et sont directement réutilisées. Les zones les plus représentatives de la réutilisation sont : PTAR Alba Rancho, canal Valverde, La Maica, Quillacollo, Sipe Sipe et Vinto avec plus de 1700 ha. Parmi les principales cultures figurent les fleurs, les légumes et le fourrage, commercialisés dans la région.

Bien que ces zones pratiquent une réutilisation informelle non planifiée, sur la base de leur expérience, elles ont le potentiel de fournir des données sur les aspects techniques, socio-économiques, environnementaux et sanitaires de la production de réutilisation aux initiatives de réutilisation planifiées actuelles et futures.

En ce qui concerne le développement d'outils techniques pour promouvoir la réutilisation à des fins agricoles dans le pays, le ministère de l'Environnement, dans le cadre de la coopération triangulaire entre l'Allemagne, le Mexique et la Bolivie COTRIMEX, a élaboré un guide technique pour la réutilisation qui met l'accent sur l'approche multi-barrières proposée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et dont le but est de guider et de promouvoir l'utilisation sûre des eaux usées en agriculture. Malheureusement, l'utilisation et la mise en œuvre de cet instrument sont encore limitées, principalement en raison du contexte réglementaire institutionnel actuel au niveau national qui limite les investissements et le développement de projets et de systèmes de réutilisation.

Malgré les progrès réalisés sur la question de la réutilisation, il existe encore des aspects qui n'ont pas été pris en compte par les institutions nationales et locales. Par exemple, il n'existe toujours pas de document détaillant la manière de procéder (rôles des acteurs, mesures de prévention et d'urgence, communication, etc.) pour prévenir ou contenir un risque sanitaire ou une urgence liée à la production agricole avec de l'eau réutilisée.

De même, la question des tarifs pour la réutilisation est une question en suspens, car, d'une part, il n'existe toujours pas de critères pour établir des tarifs pour la réutilisation des eaux usées. D'autre part, les systèmes d'irrigation en Bolivie sont autogérés¹⁹ et les paiements ou contributions en nature ou en travail pour l'exploitation et la maintenance ne sont pas reconnus comme des tarifs, mais seulement comme des contributions axées sur la réparation et la maintenance corrective (MMAyA, 2013). Bien que la même étude ait révélé que les agriculteurs sont disposés à participer à des systèmes de réutilisation formels, il est malheureusement peu probable que les irrigants soient en mesure de supporter seuls les coûts d'exploitation et d'entretien, sans soutien financier extérieur.

En ce qui concerne la gestion et l'utilisation des boues des stations d'épuration, elles sont très rares dans le pays. Selon l'inventaire national des STEP de 2017, il existe au niveau national 89 STEP équipées de chaînes à boues (lits de séchage), dont seulement 30 % environ (soit l'équivalent de 12 % du nombre total de STEP du pays) effectuent une gestion adéquate de ces boues, mais dont le degré de stabilisation n'est pas connu (Figure 13).

Selon la base de données GEOPTAR des MMAyA (2022) d'après l'inventaire national des stations d'épuration de 2017, les expériences de réutilisation de ces boues sont rares. Au total, 128 STEP (59%) n'ont pas de filière boue, 88 ont des lits de séchage et une seule a des zones humides artificielles. Le département ayant le plus grand nombre de lignes de boues est Chuquisaca, où toutes sont des lits de séchage ; d'autre part, les départements ayant le plus petit nombre de lignes de boues sont Beni et Pando (Figure 13). En outre, 211 STEP (97 %) n'éliminent pas les boues, 3 STEP ont déclaré une réutilisation informelle, 2 éliminent les boues dans des décharges et 1 dans du compost. De plus, les boues sont généralement utilisées sans évaluation de leur qualité ou de leur teneur en agents pathogènes. (MMAyA, 2020).

¹⁹ Les systèmes autogérés impliquent que la gestion complète du système d'irrigation appartient aux bénéficiaires. Ainsi, la gestion en tant que telle implique l'infrastructure, l'organisation, l'exploitation, l'entretien et les droits d'eau.

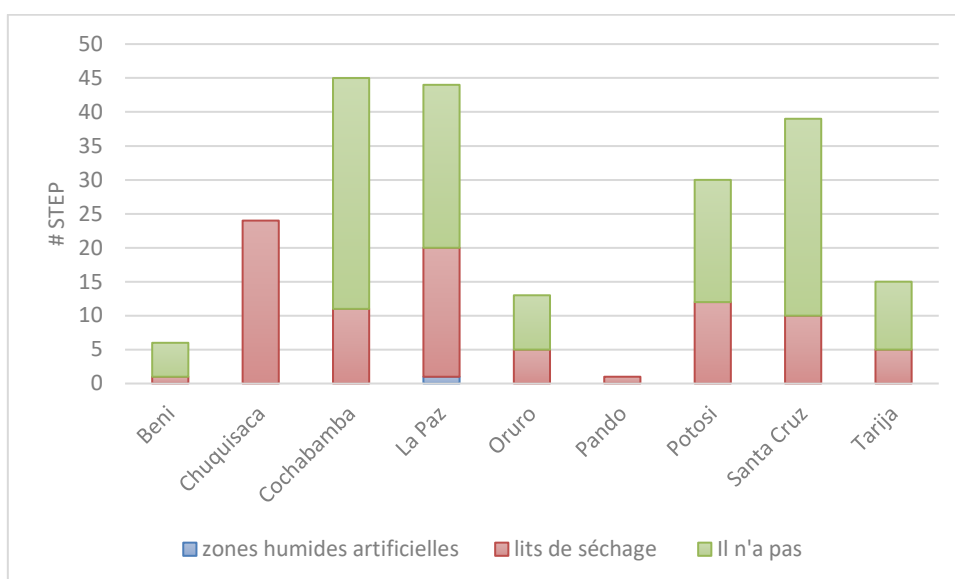


Figure 13 Stations d'épuration avec filière boue par département

Source : MMAyA (2022) basé sur l'inventaire national des stations d'épuration des eaux usées 2017.

La production annuelle de boues dans le pays n'est pas encore comptabilisée. Cependant, sur la base de MMAyA & ANESAPA (2013) au niveau régional est d'environ 50 [l/hab/an]. En supposant une population de 11,5 millions d'habitants dans le pays, la production annuelle de boues s'élèverait à 575 mille [m³/an].

En ce qui concerne la production de boues par type de traitement, le même auteur utilise des valeurs de 4,1, 5,5 et 11 [kg SS/inhab/an] pour les lagunes, les réacteurs et les filtres à ruissellement, respectivement. En tenant compte de ces valeurs, le tableau suivant présente la quantité de boues produites dans les principales stations d'épuration existantes dans le pays. En ce sens, la station ayant la production de boues la plus élevée sur la base de cette estimation est Puchucollo dans le département de La Paz, suivie de PTAR Sucre dans le département de Chuquisaca. De même, la station qui produit le moins de boues est celle de Monteagudo, dans le département de Chuquisaca.

Tableau 7 Production de boues par type de traitement

Ville	Nom STEP	Système	Habitants	Masse des boues [kg SS/inhab/an]	Masse de boue [kg SS/an].	Masse de boue [Tn SS/an].	Concentration [SS]	Poids spécifique des solides de la boue [kg SS/l].	Volume de boue [l/inhab/an]	Volume des boues [m ³ /habitant/an]
El Alto	Puchucollo	Bassins de stabilisation	571000	4.1	2341100.0	2341.1	20%	1.5		
									7803666.7	7803.7
Oruro	Oruro	Bassins de stabilisation	150000	4.1	615000.0	615.0	20%	1.5		
									2050000.0	2050.0
Sucre	Sucre	Réservoir Imhoff/Filtres à tamis	160000	11	1760000.0	1760.0	20%	1.5		
									5866666.7	5866.7
Santa Cruz	Usine du Nord	Bassins de stabilisation	100000	4.1	410000.0	410.0	20%	1.5		
									1366666.7	1366.7

Ville	Nom STEP	Système	Habitants	Masse des boues [kg SS/inhab/an]	Masse de boue [kg SS/an].	Masse de boue [Tn SS/an].	Concentration [SS]	Poids spécifique des solides de la boue [kg SS/l].	Volume de boue [l/inhab/an]	Volume des boues [m ³ /habitant/an]
Santa Cruz	Étage Est	Bassins de stabilisation	200000	4.1	820000.0	820.0	20%	1.5	2733333.3	2733.3
Santa Cruz	Usine du Sud	Bassins de stabilisation	180000	4.1	738000.0	738.0	20%	1.5	2460000.0	2460.0
Santa Cruz	Usine du parc industriel	Bassins de stabilisation	185000	4.1	758500.0	758.5	20%	1.5	2528333.3	2528.3
Montero	Montero	Bassins de stabilisation	30000	4.1	123000.0	123.0	20%	1.5	410000.0	410.0
Cochabamba	Alba Rancho	Bassins de stabilisation	320000	4.1	1312000.0	1312.0	20%	1.5	4373333.3	4373.3
Tarija	Tarija	Bassins de stabilisation	300000	4.1	1230000.0	1230.0	20%	1.5	4100000.0	4100.0
Trinidad	Trinidad	Bassins de stabilisation	136000	4.1	557600.0	557.6	20%	1.5	1858666.7	1858.7
Camiri	Hebron	RALF, Lagunes	15000	4.8	72000.0	72.0	20%	1.5	240000.0	240.0
Villamontes	Villamontes	RALF, Lagunes	15000	4.8	72000.0	72.0	20%	1.5	240000.0	240.0
Monteagudo	Monteagudo	RALF, Lagunes	6000	4.8	28800.0	28.8	20%	1.5	96000.0	96.0
Total			2368000		10838000.0	10838.0			36126666.7	36126.7

Source : MMAyA & ANESAPA, 2013

Le guide élaboré par l'AAPS (2018) pour connaître l'état actuel et la performance en termes d'exploitation et de maintenance des STEP en charge des EPSA réglementées dans le pays comprend l'indicateur " E " de Traitement des boues générées (TLG) dans les STEP qui doit être rapporté annuellement par les EPSA. Cet indicateur vise à refléter le niveau de traitement et de gestion des boues générées par la station d'épuration des eaux usées par le biais d'un rapport entre le volume de boues traitées et le volume de boues générées par le processus de traitement. Les notations peuvent être "adéquates" lorsque le pourcentage est $\geq 10\%$ et inadéquates lorsqu'il est $< 10\%$.

Dans le rapport des indicateurs de l'AAPS et al. (2021) pour le deuxième semestre de la gestion 2019, avec des informations provenant de 53 des 59 STEP sous la gestion de 39 EPSA, montre que le traitement des boues générées est adéquat dans seulement 18% des STEP, tandis que 31% ont un traitement inadéquat des boues générées. Les 51% restants des STEP enregistrées n'ont pas déterminé la valeur de l'indicateur. Par conséquent, peu de stations d'épuration disposent d'un traitement adéquat des boues générées.

En dehors de ce qui est détaillé dans cette section, aucune autre information n'a été trouvée concernant les détails des procédés de récupération des boues et leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques au niveau national.

4.2 TH2 : GOUVERNANCE DE L'EAU, ASSOCIATIONS D'USAGERS, ACCEPTABILITE SOCIALE ET RENFORCEMENT DES CAPACITES

4.2.1 CADRE INSTITUTIONNEL

Bien que le Ministère de l'Environnement et de l'Eau soit le responsable du secteur de l'eau, de l'assainissement et des ressources en eau, plusieurs acteurs institutionnels à différents niveaux de l'État sont impliqués dans la gestion des eaux usées.

Le décret suprême 29894 du 7 février 2009 (Organisation du pouvoir exécutif), établit la structure et les fonctions du pouvoir exécutif. Selon ce décret, le Ministère de l'Environnement et de l'Eau, qui a trois vice-ministères sous sa tutelle : le Vice-ministère des Ressources en Eau et de l'Irrigation (VRHR), Vice-ministère de l'Eau Potable et de l'Assainissement de Base (VAPSB), Vice-ministère de l'Environnement, de la Biodiversité, du Changement Climatique et de la Gestion et du Développement des Forêts (VMABCCGDF), qui établissent tous directement ou indirectement des politiques liées à la réutilisation de l'eau. Voici la liste des compétences de ce portefeuille d'État, en tenant compte des entités décentralisées et autarciques sous sa responsabilité.

AU NIVEAU CENTRAL ET AU NIVEAU DES ÉTATS		
Compétence générique	Institution	Compétence spécifique
Élaboration et mise en œuvre de politiques, plans, normes, programmes et projets de portée nationale Générateur de politiques et de stratégies (DOE D.S. 29894)	Vice-ministère de l'eau potable et des services de base (VAPSB)	Contribuer à la formulation et à la mise en œuvre de politiques, de plans et de normes pour le développement, la fourniture et l'amélioration de l'eau potable et des services d'assainissement de base (égouts sanitaires, évacuation des excréments, déchets solides et drainage pluvial).
	Vice-ministère des Ressources en eau et de l'Irrigation (VRHR)	Contribuer à l'élaboration et à la mise en œuvre de plans, de politiques et de normes pour la Gestion Intégrée des Bassins versants et de l'irrigation, et à la conception de stratégies pour la conservation, l'utilisation et l'exploitation des ressources en eau dans tous leurs états, de surface et souterraines, avec les différents acteurs impliqués dans la gestion environnementale des bassins versants, dans le respect des usages et des coutumes.
	Vice-ministère de l'Environnement, de la Biodiversité, du Changement Climatique et de la Gestion et du Développement des Forêts (VMABCCGDF)	Formuler et mettre en œuvre des politiques générales, des plans, des normes, des programmes et des projets pour l'utilisation durable de la biodiversité, l'utilisation durable des ressources naturelles, la protection et la conservation de l'environnement et des ressources en eau, articulés avec les processus productifs et le développement social et technologique.
Entités décentralisées liées aux eaux usées		
Contrôle, suivi, supervision et réglementation	Autorité de taxation et de contrôle social de l'eau potable et de l'assainissement de base (AAPS)	Réglementer la gestion durable et la gestion des ressources en eau pour la consommation humaine et les services d'eau potable et d'assainissement de base, en respectant les usages et les coutumes des communautés, de leurs autorités locales et des organisations sociales, dans le cadre du CPE.
Renforcement et pérennisation des prestataires et opérateurs de services d'eau potable et d'assainissement de base.	Service national pour la durabilité des services d'assainissement de base (SENASBA)	Fournir une assistance technique, un renforcement institutionnel et des services de développement communautaire aux EPSA et à la communauté bénéficiaire pour optimiser la gestion institutionnelle et sociale du secteur.
Mise en œuvre efficace des programmes et projets d'investissement public dans le domaine de l'eau, de l'assainissement et de l'environnement.	Entité d'exécution pour l'environnement et l'eau (EMAGUA)	Exécuter les processus d'examen, de mise en œuvre, de suivi et de clôture des programmes de projets d'investissement public dans les secteurs de l'environnement et de l'eau.
Entité autarcique		
Promouvoir le développement de l'irrigation de manière durable.	Service National d'Irrigation (SENARI)	Réglementer, planifier et promouvoir les investissements et la gestion publics pour le développement de l'irrigation et de la production agricole et forestière irriguée.

Alors que les vice-ministres de : Le Vice-ministère de l'Eau Potable et de l'Assainissement de Base, le vice-ministère des ressources en eau et de l'irrigation et le vice-ministère de l'environnement, de la biodiversité, du changement climatique et de la gestion du développement forestier relevant du même portefeuille d'État, **les actions stratégiques émanant de chacune de ces instances en matière de réutilisation des eaux usées ont une vision sectorielle et non globale**, En d'autres termes, d'une part, l'objectif est de protéger l'environnement en tant que mesure d'adaptation au changement climatique, d'autre part, le but est d'augmenter la couverture et d'améliorer le traitement des eaux usées, et enfin, d'augmenter les surfaces d'irrigation, tout cela est correct, mais pas avec une vision qui intègre ces stratégies. La création et la mise en œuvre d'un mécanisme de coordination entre le VAPSB et le VRHR a été établie, dans le but de développer des investissements complets dans le traitement et la réutilisation des eaux usées, cependant, à l'heure actuelle, bien qu'il y ait des avancées en termes d'actions coordonnées entre les deux secteurs, celles-ci sont dues à des questions spécifiques qui surgissent dans l'agenda quotidien des vice-ministres et ne répondent pas à un ordre de planification conjointe.

L'élaboration de plans directeurs et de Schémas Directeurs métropolitains est un exemple de coordination limitée entre les organismes nationaux. En ce qui concerne les ressources en eau, les plans directeurs de bassin fournissent des lignes directrices pour le développement des ressources en eau dans le cadre d'une approche GIRE/GIRE. En ce qui concerne l'assainissement, ce sont les plans directeurs métropolitains qui fournissent des lignes directrices pour le développement de la gestion de l'eau et de l'assainissement dans les principaux environnements urbains du pays. Cependant, à quelques exceptions près, les orientations des plans directeurs de bassin ne tiennent pas compte des orientations des plans directeurs métropolitains, et vice versa.

Quant aux gouvernements autonomes départementaux, ils ont une compétence exclusive sur les projets d'infrastructure départementaux destinés à soutenir la production, ce qui inclut les systèmes d'irrigation pour la production agricole. D'autre part, les gouvernements municipaux autonomes ont des compétences exclusives sur les systèmes de micro-irrigation en coordination avec les peuples indigènes et les paysans. Les systèmes de micro-irrigation et les stations d'épuration des eaux usées sont des compétences exclusives du gouvernement municipal, mais pas l'allocation ou l'autorisation de l'utilisation de l'eau.

La fourniture des services d'eau potable et d'assainissement est une compétence municipale, qui est mise en œuvre par l'intermédiaire des entités prestataires de services d'eau potable et d'assainissement (EPSA), qui peuvent avoir différentes formes de constitution : mixte, coopérative ou communautaire ; toutes doivent répondre aux critères d'universalité, de responsabilité, d'accessibilité, de continuité, de qualité, d'efficacité, avec des tarifs équitables et une couverture nécessaire, et avec une participation et un contrôle social. Ils sont soumis à la réglementation, à la supervision et au contrôle de l'AAPS dans le cadre des résolutions réglementaires administratives.

Voici un résumé des compétences établies au niveau national, départemental et municipal dans les secteurs des ressources en eau et de l'irrigation et de l'eau potable et de l'assainissement.

COMPÉTENCE NIVEAU DE L'ÉTAT	RESSOURCES EN EAU ET IRRIGATION
NIVEAU CENTRAL ÉTAT	<ul style="list-style-type: none"> • Réglementation de la Gestion Intégrée des Bassins Versants, investissements, ressources en eau et leurs utilisations. • Définition des politiques sectorielles, du cadre institutionnel, de la réglementation en matière d'utilisation et d'exploitation, entre autres. • Élaborer, financer et exécuter des projets d'irrigation de manière concomitante et coordonnée avec les entités territoriales autonomes. Une fois les projets de micro-irrigation conclus avec les municipalités et les autonomies paysannes indigènes et autochtones, ils peuvent être transférés aux utilisateurs, selon une réglementation spécifique. • Définition des plans et programmes relatifs aux ressources en eau et à leurs services.
LES GOUVERNEMENTS AUTONOMES DÉPARTEMENTAUX	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer, financer et exécuter des projets d'irrigation de manière concomitante et coordonnée avec le niveau central de l'État et les entités territoriales autonomes, et mettre en œuvre le cadre institutionnel de l'irrigation prévu par la loi sur le secteur. • Concevoir et mettre en œuvre des projets hydrauliques, conformément au régime et aux politiques approuvés par le niveau central de l'État.
LES GOUVERNEMENTS MUNICIPAUX AUTONOMES	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer, financer et exécuter des projets d'irrigation et de micro-irrigation, de manière exclusive ou simultanée, et en coordination avec le niveau central de l'État et les entités territoriales autonomes, en coordination avec les peuples autochtones et les paysans. • Concevoir, mettre en œuvre et gérer des projets d'utilisation des ressources en eau. • Les gouvernements municipaux ont la compétence exclusive pour les systèmes de micro-irrigation en coordination avec les peuples autochtones.
GOUVERNEMENT AUTONOME AUTOCHTONE ET PAYSAN AUTOCHTONE	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer, financer, exécuter et entretenir des projets d'irrigation de manière concomitante et coordonnée avec l'État central et les entités territoriales autonomes. • Les gouvernements autochtones-paysans ont la compétence exclusive de l'entretien et de la gestion des systèmes d'irrigation.

COMPÉTENCE NIVEAU DE L'ÉTAT	EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT
NIVEAU CENTRAL ÉTAT	<ul style="list-style-type: none"> • Formuler et approuver le régime des services de base du pays et les politiques, plans et programmes, y compris le système de réglementation et de planification des services, les politiques et programmes relatifs aux investissements et à l'assistance technique. • Élaborer, financer et exécuter subsidiairement des projets d'eau potable et d'assainissement en même temps que les autres niveaux autonomes, dans le cadre des politiques de services de base.
LES GOUVERNEMENTS AUTONOMES DÉPARTEMENTAUX	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer, financer et exécuter subsidiairement les plans et projets d'eau potable et d'assainissement de manière concomitante et coordonnée avec le niveau central de l'État, les gouvernements municipaux et les gouvernements autochtones et paysans correspondants, en pouvant déléguer leur exploitation et leur maintenance aux opérateurs correspondants, une fois les travaux achevés. Toute intervention du gouvernement départemental doit être coordonnée avec la municipalité ou l'autonomie paysanne autochtone bénéficiaire.

LES GOUVERNEMENTS MUNICIPAUX AUTONOMES	<ul style="list-style-type: none"> Exécuter des programmes et des projets pour les services d'eau potable et d'assainissement, conformément à la Constitution politique de l'État, dans le cadre du régime des eaux et de ses services, et des politiques établies par le niveau central de l'État.
GOUVERNEMENT AUTONOME AUTOCHTONE ET AGRICOLE AUTOCHTONE	<ul style="list-style-type: none"> Les gouvernements indigènes-paysans, dans le cadre de leurs compétences, pourront exécuter les compétences municipales.

4.2.2 UTILISATEURS DE L'IRRIGATION EN BOLIVIE

En Bolivie, la Constitution politique de l'Etat établit la reconnaissance et le respect des résolutions de toutes les autorités ou formes d'organisation qui ont juridiction et compétence en matière d'eau au niveau local, de sorte que les questions considérées et résolues par ces autorités doivent être approuvées par le SENARI ou le ou le Service Départemental d'Irrigation (SEDERI) correspondant. Les usages et coutumes constituent le mécanisme suffisant pour assumer les droits d'utilisation de l'eau pour l'irrigation, indépendamment du type de source d'eau et de sa qualité.

L'existence ou non d'organisations d'irrigation dans les communautés dépend des caractéristiques de ces dernières (histoire, culture, identité, formes de production et de gestion des ressources naturelles locales, en particulier l'eau).

Les petits systèmes d'irrigation "traditionnels" sont construits et gérés de manière rustique par les agriculteurs, leur performance est liée aux usages et coutumes, à la coexistence harmonieuse entre l'eau et la nature. Il existe une tradition d'action, de coopération et d'organisation communautaire parmi les agriculteurs, fruit de leur propre culture et de leur vie rurale dans un environnement défavorable en termes de climat et de disponibilité des ressources en terre et en eau. Les populations des régions de l'Altiplano, du Valle et du Chaco ont développé au fil du temps des mécanismes bien établis de répartition équitable des droits d'eau entre les habitants des communautés, et ont également établi des règles d'utilisation de l'eau pour l'irrigation et d'autres fins qui couvrent à la fois l'administration communale pour l'utilisation des sources, le transport de l'eau vers leurs parcelles et la distribution à chacun de ses droits d'eau.

Dans l'Altiplano, les Valles et le Chaco, trois formes d'organisation communautaire prédominent, comme le décrit le tableau suivant.

Tableau 8 Gestion paysanne indigène de l'eau et de l'irrigation dans trois régions de Bolivie

Altiplano	Vallées inter-andines	Chaco
Les communautés sont organisées en ayllus. Les postes d'autorité sont tournants pour chaque année, et cela se fait avec le couple	Les communautés sont organisées en Unions agraires, qui sont regroupées en sous-centrales et centrales régionales, départementales et nationales. Les autorités sont élues tous les deux ans et n'effectuent pas nécessairement de rotation.	Communautés guaranies ou mixtes, regroupées dans des capitaineries zonales, des grandes capitaineries et l'Assemblée du peuple guarani (APG).

Altiplano	Vallées inter-andines	Chaco
Il n'y a pas de tradition organisationnelle autour de l'irrigation. Les communautés ou les familles gèrent directement les systèmes	Il existe une forte tradition organisationnelle autour de l'irrigation. Il existe des comités et des associations d'irrigation, ainsi que des syndicats chargés de la petite irrigation et des systèmes d'eau potable, et il existe une forte tradition organisationnelle autour de l'irrigation.	Culture sans irrigation
Le « Centro de Investigación y Promoción del campesinado » (CICPA) a favorisé la création d'associations de production ou d'irrigation.	Les systèmes d'irrigation ne sont pas communaux, mais familiaux ou multifamiliaux. Ce ne sont pas les syndicats qui s'attaquent directement à la gestion, mais les usagers eux-mêmes, parfois regroupés en comités ou associations d'irrigation au niveau communal, et parfois aussi au niveau supra-communal, voire municipal.	Le CIPCA essaie de créer une organisation autour de l'eau et de l'irrigation. Il existe quelques comités et associations en cours de formation et de consolidation, en coordination avec l'organisation communautaire.

Source : (CIPCA, 2018)

Actuellement, les irrigants sont organisés autour des effluents selon les mêmes schémas organisationnels que pour les autres sources d'eau, c'est-à-dire qu'il n'y aurait aucune différence dans l'organisation des irrigants parce que les rejets proviennent d'une STEP. Comme ces effluents sont d'une qualité d'eau qui ne serait pas conforme à la loi, les irrigants sont empêchés de formaliser leur enregistrement de la source d'eau de la STEP. Cependant, les usages et coutumes confèrent aux irrigants une reconnaissance légale de leur droit d'utiliser les effluents, indépendamment de la reconnaissance formelle accordée par le SENARI et le SEDERI, ce qui montre la contradiction de la loi elle-même.

4.3 TH3 : GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU ET ECONOMIE DE LA REUTILISATION

La mise en œuvre des projets de GIRE et de GIBV fait partie du portefeuille d'investissements du PNC et est sélectionnée sur la base : (a) de l'identification des initiatives des communautés locales susceptibles de contribuer à la création, au renforcement et à la valorisation des connaissances et des expériences en matière de GIRE et de GIBV au niveau du micro-bassin hydrographique ; et (b) des processus interinstitutionnels et intersectoriels de planification stratégique et d'investissement simultané, qui sont encouragés par les plans directeurs de bassin (PDC). (MMAyA et al., 2020).

Les projets de GIRE/GIBV visent à améliorer les conditions environnementales, économiques et sociales autour de la gestion et du management des ressources en eau et des ressources naturelles associées au niveau du micro-bassin.

La base organisationnelle pour la gestion durable de l'utilisation des ressources naturelles et le développement du potentiel productif du micro-bassin est l'Organisme de Gestion de Bassin (OGC), qui est un organe intercommunal qui implique les différents acteurs du micro-bassin d'intervention.

Composants PNC2	Composantes PNC1	Aclaraciones
8. Elaboration et mise en œuvre des Plans directeurs de bassins		Le développement du PDC inclus comme composante du PNC comme mécanisme de planification intersectorielle des usages et de protection des sources d'eau au niveau des bassins stratégiques
9. Mise en œuvre des projets GIRE/GIBV	1. Projets d'investissement dans des initiatives locales de GIRE et GIBV	
10. Gestion des risques hydrologiques et climatiques	5. Suivi des enjeux stratégiques	Les enjeux des risques hydrologiques, de la qualité de l'eau, du développement productif, de la gestion des conflits et autres ont été regroupés dans le PNC1 sous le volet des enjeux stratégiques. Dans le PNC2, les questions de qualité de l'eau et les risques de CC sont considérés comme des composantes spécifiques pour approfondir leurs impacts
11. Gestion de la qualité de l'eau	5. Suivi des enjeux stratégiques	
	6. Gestion des bassins transfrontaliers	Compte tenu des pouvoirs limités du VRHR en matière d'eaux internationales, sa fonction dans la gestion des bassins transfrontaliers est d'appui et assumée à travers les autres composantes.
12. Mise en place de bassins pédagogiques		Le thème des bassins pédagogiques faisait partie du volet formation dans la 1ère étape, mais il n'a pas été développé de manière programmatique en tant que composante du PNC2.
13. Gestion de l'information et des connaissances sur les bassins hydrographiques et GIRE/GIBV	3. Information, connaissance et communication sur la GIRE et la GIBV	
14. Développement et renforcement des capacités pour la GIRE et la GIBV	2. Renforcement institutionnel pour la mise en œuvre et le développement de la PNC	Dans le PNC1, les aspects de renforcement institutionnel et de formation ont été différenciés en tant que composantes distinctes.
	4. Renforcement des capacités des professionnels, des responsables et des gestionnaires de l'eau	Dans le PNC2, la stratégie globale de développement des capacités est adoptée, combinant les deux dimensions.
	7. Développement des mécanismes d'administration et de financement	Les mécanismes d'administration et de financement font partie de la stratégie de mise en œuvre du PNC, et non plus comme une composante, puisqu'ils ont été établis à la suite du premier programme pluriannuel.

Figure 14 Niveaux d'échelle et gestion des bassins versants
Source : Programme Pluriannuel et MIC de la GIRE 2017-2020

Caractéristiques de l'OGC

L'Organisme de Gestion du Bassin (OGC) est un espace de coordination qui articule les acteurs sociaux et organisationnels (organisations paysannes autochtones et indigènes, communautés, usagers de l'eau, organisations de femmes, et organismes tels que la santé et l'éducation) présents dans le bassin afin de promouvoir l'utilisation et l'exploitation durables de l'eau et des ressources naturelles pour le développement du potentiel productif agricole et d'élevage qu'offre le bassin ; Il doit être étroitement lié aux organisations paysannes ou indigènes ainsi qu'aux organismes publics (municipalité, bureau du gouverneur) et privés (associations productives, ONG, etc.) présents dans le bassin. Des représentants, des dirigeants communautaires, des organisations sociales et des institutions locales peuvent y participer, avec le soutien du gouvernement municipal autonome qui se trouve dans un bassin versant. L'élection et la possession du conseil d'administration de l'OGC ont lieu dans une assemblée ou cabildo du syndicat ou ayllu.

Pour la priorisation des bassins versants stratégiques, neuf critères ont été définis qui couvrent les aspects d'urgence du problème de la GIRE/GIRE, et des circonstances qui contribuent à la viabilité des processus de PDC.

Tableau 9 Critères de désignation des bassins versants stratégiques

	Critère	Valeur (0-10)
1	Pertinence démographique	0-10
2	Pertinence socio-économique	0-10
3	Valeur stratégique dans le cadre de projets d'infrastructures de régulation ou d'utilisation de l'eau	0-10
4	Vulnérabilité socio-environnementale aux risques hydrologiques et au changement climatique	0-10
5	Potentiel de conflits hydrosociaux	0-10
6	Potentiel des instances publiques pour diriger les processus de développement du PDC	0-10
7	Potentiel de partenaires stratégiques du PNC pour accompagner-soutenir les processus de développement du PDC	0-10
8	Perspectives de financement du PDC	0-10
9	Perspectives de synergies intersectorielles MMAyA	0-10
Pertinence stratégique : critères de valeur moyenne 1 à 9		0-10

Source : MMAyA, 2018

Selon cette classification, 14 bassins stratégiques ont été pris en compte dans le Programme Pluriannuel (PP) 2017-2020, dont 5 ont progressé dans leurs plans directeurs de bassins (PDC Rio Grande, fleuve Guadalquivir, lac Poopó, fleuve Rocha et Katari), couvrant environ 15 % du territoire national et desservant environ 58 % de la population nationale (MMAyA, 2016).

Tableau 10 Bassins stratégiques prioritaires pour le développement du PDC dans le PC 2017-2020

Bassin Stratégique	Départements	Nombre de municipalités	de Ville	Surface	Pertinence stratégique
Katari	LPZ	24	1.113.985	6.532,20	10
Arroyo Bahía	PND	1	44.120	131,26	2
Río Grande	CBBA, PSI, CHQ, SCZ	31	2.723.312	103.449,14	9
Yapacaní	SCZ	9	101.444	8.598,31	5
Rocha	CBA	21	1.271.402	3.652,70	9
Mizque	CBA, SCZ	14	112.200	10.395,69	8
Azero	CHQ	8	42.846	5.663,47	3
Cachimayo	PSI, CHQ	4	273.116	1.656,09	9
Lago Poopó	ORU	13	443.268	25.254,00	9
Pampa Huarí	PSI	2	188.346	1.185,76	7
Cotagaita	PSI	3	33.088	6.250,50	3
Tupiza	PSI	1	32.730	2.304,27	3
Guadalquivir	TJA	4	241.677	3.195,57	8
Arque Tapacarí	CBA	4	70.007	3.162,82	6

Source : MMAyA, 2018

Dans le cadre opérationnel du PP, les sept composantes sont développées dans le cadre de trois champs d'action, comme décrit dans le tableau suivant :

Champ d'action	
Planification, mise en œuvre et suivi de la GIRE et de la GIBV	
Composante 1	Gestion stratégique des bassins versants et plans de gestion des bassins hydrographiques (RBM-RMP)
Objectif	Promouvoir et consolider la gouvernance dans les bassins versants stratégiques par une planification conjointe et une mise en œuvre coordonnée des investissements publics et privés pour leur protection et leur utilisation durable à court, moyen et long terme.
Composante 2	Investissements dans la GIRE/GIBV
Objectif	Protéger et restaurer les micro-bassins versants par des actions qui : favorisent la gestion durable des sols (couverture végétale et eau), renforcent les capacités locales de gestion de ces composantes, améliorent les conditions de vie des habitants et optimisent leur capacité de régulation hydrologique à moyen et long terme.
Champ d'action	
Intégration des questions émergentes (risques hydrologiques et changement climatique, qualité de l'eau).	
Composante 3	Gestion des risques hydrologiques et du changement climatique (GIRE-CC)
Objectif	Réduire la vulnérabilité des populations exposées aux risques hydrologiques et au changement climatique.
Composante 4	Gestion de la qualité de l'eau (GCH)
Objectif	Prévenir et réduire la pollution de l'eau en intégrant la gestion de la qualité de l'eau au niveau des bassins versants et des masses d'eau.
Champ d'action	
Information, communication et responsabilisation	
Composante 5 :	Programme pédagogique interculturel de bassin versant (PICP)
Objectif	Promouvoir l'interaction pédagogique et interculturelle entre les connaissances locales et les connaissances universitaires, avec un potentiel d'innovation, d'apprentissage et de reproduction dans d'autres bassins versants et systèmes de subsistance.
Composante 6 :	Gestion des systèmes d'information et de communication sur l'eau et l'environnement (GSIC)
Objectif	Gérer les informations et les connaissances sur l'eau, les bassins versants et l'environnement pour soutenir la mise en œuvre de la gestion eau-environnement dans les systèmes vivants à différents niveaux d'intervention, national, départemental et local.
Composante 7 :	Renforcement institutionnel et renforcement des capacités pour la gestion eau-environnement (FI-DC)
Objectif	Renforcer les entités publiques et privées et les organisations sociales aux niveaux national, régional et local pour la promotion, la planification, la facilitation et l'exécution des processus et actions de gestion de l'eau et de l'environnement.

Progrès du Programme Pluriannuel de la GIRE

*Des progrès significatifs ont été réalisés dans le développement de la gouvernance de l'eau au niveau des bassins stratégiques sur la base des plans directeurs de bassin. Cependant, ces expériences en général sont encore en phase de démarrage et il sera important de les poursuivre avec l'engagement des institutions qui composent les plateformes de gestion, afin d'avancer vers des solutions aux problèmes fondamentaux des Bassins stratégiques. Au cours de la période évaluée (2014-2017), il y a eu une augmentation significative de la mise en œuvre des investissements dans la GIRE. En termes de durabilité de ces investissements, l'incorporation et la promotion des OGC en tant qu'entités locales pour la gestion des micro-bassins ont été significatives. **L'évaluation a révélé qu'il y a toujours une tendance à mettre en œuvre ces projets comme des entreprises isolées, sans cadre stratégique qui donnerait une plus grande cohérence stratégique à ces investissements.** Il est encore nécessaire de renforcer le leadership des entités territoriales autonomes dans la gestion de ces investissements et la consolidation et le maintien des pratiques introduites avec eux (MMAyA, 2018).*

4.4 TH4 : EFFICACITE ET ADAPTATION DU MATERIEL D'IRRIGATION, GESTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

D'après la base de données GEOPTAR, basée sur l'inventaire 2017 des STEP du MMAyA (2022), sur les 217 STEP que compte le pays, les départements qui en comptent le plus sont La Paz, Cochabamba et Santa Cruz, dont les territoires abritent également la majorité de la population du pays. Malheureusement, 101 STEP (47%) ne fonctionnent pas. Au niveau départemental, La Paz est le département qui compte le plus grand nombre de STEP non fonctionnelles (32 STEP). En revanche, Santa Cruz et Cochabamba sont les départements qui possèdent le plus grand nombre de STEP en fonctionnement (33 STEP dans les deux cas) (MMAyA, 2022).

En outre, sur le nombre total de stations d'épuration existantes dans le pays, 59 sont administrées par 39 EPSA qui fournissent des services d'eau potable et d'assainissement sanitaire et sont réglementées par l'AAPS, ce qui signifie qu'elles doivent communiquer des données et des informations sur leurs performances, leur fonctionnement et leur entretien au moyen de cinq indicateurs²⁰. Les indicateurs A et D sont directement liés au volume et à l'efficacité du traitement des eaux usées dans les stations d'épuration. Voici un résumé du rapport de l'AAPS et al. (AAPS et al., 2021) sur ces indicateurs pour les STEP pour la gestion 2019 (semestre II).

En ce qui concerne l'indicateur "A" Capacité de traitement utilisée dans la STEP (CTUP), il reflète en pourcentage les paramètres et les conditions de conception de la station et prend en compte la capacité hydraulique de la STEP (CPTAR), la capacité de traitement actuelle par rapport à la population desservie (CTP) et la capacité de traitement actuelle par rapport à la charge organique (CCO). L'indicateur est acceptable lorsque le pourcentage est < 70%, ce qui indique que la STEP est loin

²⁰ Les cinq indicateurs définis par l'AAPS (2018) sont :

- "A" Capacité de traitement utilisée à la STEP
- "B" Conditions de base pour l'exploitation et l'entretien de la STEP
- "C. Gestion de la maintenance de la station d'épuration
- "D" Efficacité de traitement de la STEP
- "E" Traitement des boues générées par la STEP

d'atteindre sa capacité nominale. Au contraire, si la valeur est $\geq 70\%$, la cote est Risque et signifie que la STEP est proche de dépasser sa capacité de conception. Pour la gestion II-2019, sur 59 STEP, 35 % ont une note de CTUP acceptable, tandis que 24 % ont une CTUP à risque, et 41 % des STEP ne communiquent pas de données suffisantes.

Concernant l'indicateur "D" Efficacité du traitement de la STEP (EfPTAR), il indique en pourcentage le degré d'élimination/réduction de la charge polluante des eaux résiduaires de la STEP en fonction de la conception et du respect des limites admissibles de la réglementation nationale. L'indicateur prend en compte l'efficacité du traitement par rapport à la DBO₅ (EfPTARDBO₅), l'efficacité du traitement par rapport à la DQO (EfPTARDQO) et l'efficacité du traitement par rapport aux matières en suspension (SST) (EfPTARSST). Pour la gestion II 2019, les résultats d'EfPTARDBO₅ montrent que sur 59 STEP, seuls 10 % ont une efficacité adéquate, 17 % une efficacité inadéquate, tandis que 73 % n'ont pas déclaré d'efficacité opérationnelle. En ce qui concerne les résultats EfPTARDQO pour la même direction, 10% ont une efficacité adéquate, 15% inadéquate et 75% n'ont pas rapporté de données suffisantes. Enfin, par rapport aux résultats d'efficacité pour l'EfPTARSST, 12 % ont une efficacité d'élimination des SST adéquate, 14 % ont une efficacité inadéquate, tandis que 74 % des STEP, soit la majorité, ne rapportent pas de données suffisantes pour l'indicateur.

A propos de la génération de volumes d'eaux usées dans le pays, Delgadillo et al (2010), sur la base d'estimations de la croissance de la population pour la période 2001-2020, montre une génération importante de rejets d'eaux usées urbaines en Bolivie, qui passe d'un peu plus de 4 [m³/s] ou 135,40 hm³ à près de 9 [m³/s] ou 275 hm³ (Tableau 11). Avec 80% concentrés dans les départements de La Paz, Santa Cruz et Cochabamba. Les rejets les plus faibles se trouvent dans les départements de Potosí, Oruro et Pando, qui ne représentent ensemble que 6% du total du pays. Il convient de noter que, contrairement aux autres sources d'eau, le volume des eaux usées augmente avec l'accroissement de la population.

Tableau 11 Estimation de la production d'eaux usées dans le pays

Ville	Pourcentage de croissance	Population urbaine		Débit d'eaux usées (l/s)		Volume (hm ³)	
		2001	2020	2001	2020	2001	2020
Cochabamba	4.19	855 277	1 865 827	712.7	1554.6	22.5	49
Sucre	4.18	217 019	472 499	180.8	393.7	5.7	12.4
La Paz	2.82	1 549 759	2 628 685	1291.5	2190.6	40.7	69.1
Oruro	0.72	237 286	271 939	197.7	226.6	6.2	7.1
Potosi	0.99	237 576	286 478	198	238.7	6.2	7.5
Tarija	4.76	247 690	599 270	206.4	499.4	6.5	15.7
Santa Cruz	4.88	1 543 429	3 816 344	1286.2	3180.3	40.6	100.3
Beni	3.13	244 207	438 605	203.5	365.5	6.4	11.5
Pando	8.01	20 987	90 733	17.5	75.6	0.6	2.4
Bolivie		5 153 230	10 470 380	4294.3	8725	135.4	275

Source : Delgadillo, 2010. Adapté de Duran et al 2002

La couverture de l'accès à l'eau est plus élevée que celle de l'assainissement. Plusieurs sources d'accès aux deux services sont prises en compte dans le pays pour estimer la couverture en eau améliorée²¹

²¹Amélioration de la couverture en eau : dans les zones urbaines, il s'agit de la population qui a accès à l'eau : Conduite principale à l'intérieur de l'habitation. Les conduites principales situées à l'extérieur de l'habitation, mais à l'intérieur du lot ou du terrain. Dans les zones rurales, l'accès à l'eau est assuré par le réseau d'eau courante à l'intérieur du logement, le réseau d'eau courante à l'extérieur du logement, mais à l'intérieur du terrain, le réseau public d'approvisionnement en eau, les puits tubés/forés, la collecte des eaux de pluie, les puits creusés protégés et les sources protégées, pour la population résidant dans des logements privés avec des personnes présentes.

et la couverture en assainissement amélioré²². Selon la base de données GEOPTAR du MMAyA (2022), entre 2012 et 2021, l'accès à des sources d'eau améliorées a été supérieur à la couverture de l'assainissement amélioré dans le pays. Ainsi, bien que la couverture des sources d'eau améliorées en 2021 soit de 87%, l'assainissement est inférieur de plus de 10%, avec une couverture de 63%.

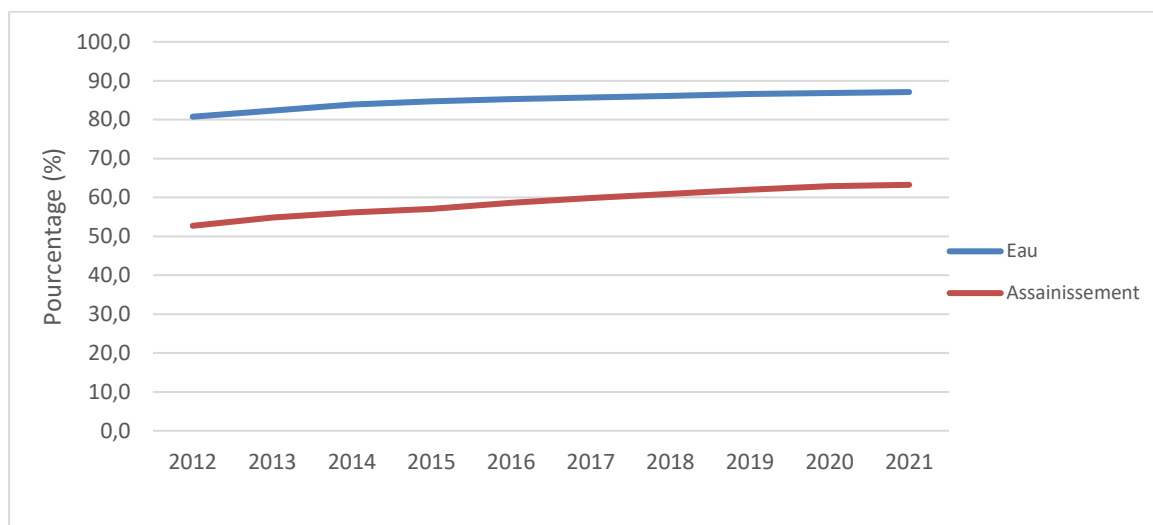


Figure 15 Évolution de la couverture de l'accès à des sources d'eau améliorées et à un assainissement amélioré (2012-2021)
Source : (MMAyA, 2022)

Les réalités de l'accès aux sources d'eau améliorées et de l'assainissement amélioré dans les milieux urbains sont sensiblement différentes de celles des milieux ruraux. Comme le montrent les figures suivantes, sur l'ensemble de la période 2012-2021, la couverture de l'accès à des sources d'eau améliorées et de l'assainissement amélioré en milieu urbain a été plus élevée que dans les zones rurales. En ce qui concerne l'accès à des sources améliorées, il est passé de 90 à 95 % en milieu urbain, alors qu'en milieu rural, il est passé de près de 60 à près de 70 %. D'autre part, par rapport à la couverture en assainissement amélioré pour la même période, dans les zones urbaines, elle est passée de moins de 60% à plus de 70%. En revanche, dans les zones rurales, la couverture n'a augmenté que d'un peu plus de 40 % à 45 %.

²² Couverture en matière d'amélioration de l'assainissement : dans les zones urbaines, il s'agit de la population qui a accès à un service d'assainissement, à une fosse septique et à des toilettes écologiques (toilettes à compostage) et, dans les zones rurales, à un service d'assainissement, à une fosse septique, à une fosse d'absorption et à une latrine à fosse avec dalle et à des toilettes écologiques (toilettes à compostage), par rapport à la population résidant dans des logements privés avec des personnes présentes.

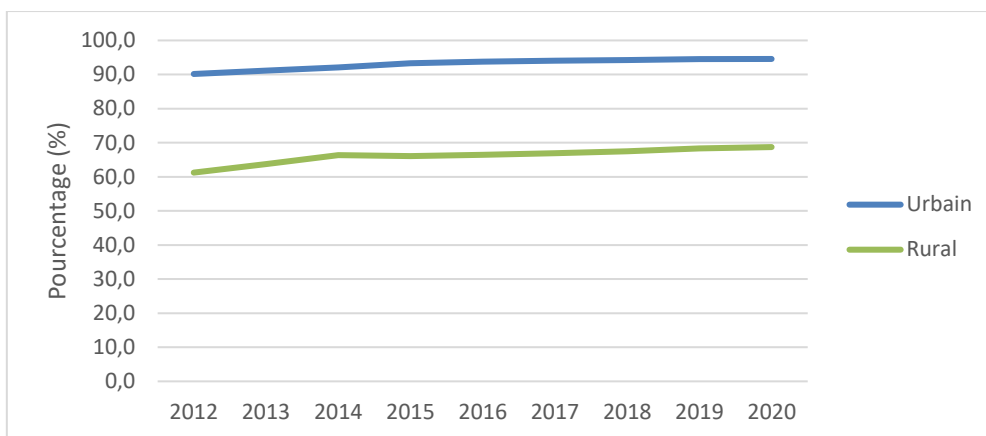


Figure 16 Couverture de l'accès à des sources d'eau améliorées en milieu urbain et rural (2012-2021)
Source : (MMAyA, 2022)

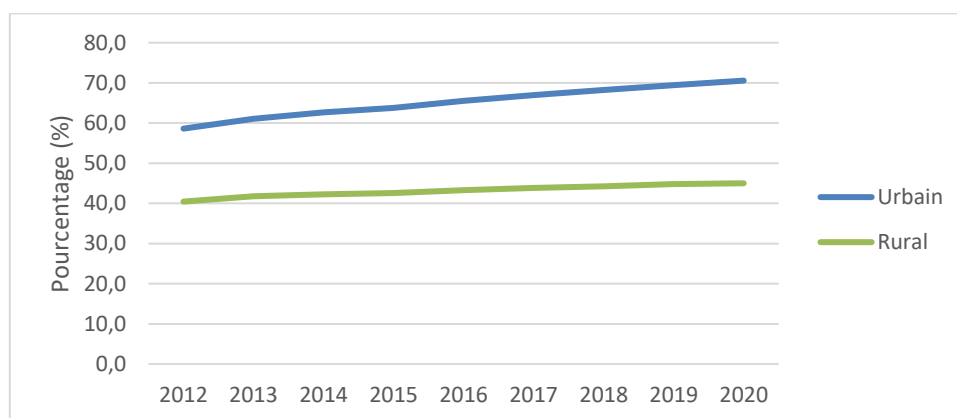


Figure 17 Amélioration de la couverture de l'assainissement urbain et rural (2012-2021)
Source : (MMAyA, 2022)

Sur la couverture de l'accès à des sources d'eau améliorées en 2021 par département ; selon la base de données GEOPTAR de l'Agence de l'eau du MMAyA (2022), dans les zones urbaines, à l'exception des départements de Beni et de Cochabamba, la plupart d'entre eux atteignent presque 100%. Cependant, dans les zones rurales, le département ayant la couverture la plus élevée est Tarija, avec près de 90 %, tandis que Beni est le département ayant la couverture la plus faible, avec près de 50 %.

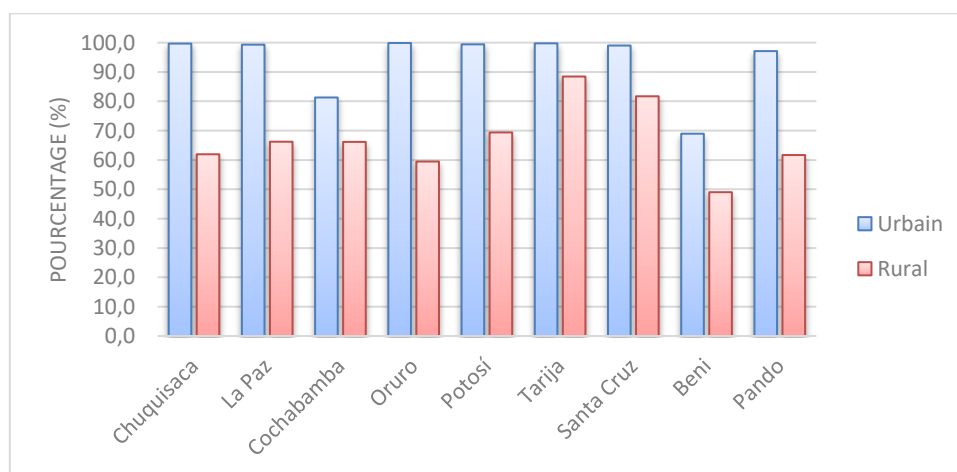


Figure 18 Amélioration de l'accès aux sources d'eau améliorées par le département d'ici 2021
Source : (MMAyA, 2022)

En matière de couverture de l'assainissement amélioré en 2021 par département, la même source souligne que Chuquisaca, La Paz et Tarija sont les départements ayant la plus grande couverture dans les zones urbaines, avec des valeurs supérieures à 90%. La couverture la plus faible se trouve à Beni et Pando, toutes deux proches de 30%. Parallèlement, dans les zones rurales, les départements de Pando, Beni et Santa Cruz présentent les valeurs de couverture les plus élevées, supérieures à 60 %, tandis que la couverture la plus faible en matière d'assainissement amélioré dans les zones rurales se trouve dans les départements d'Oruro et de Potosí, avec des valeurs proches de 20 % seulement.

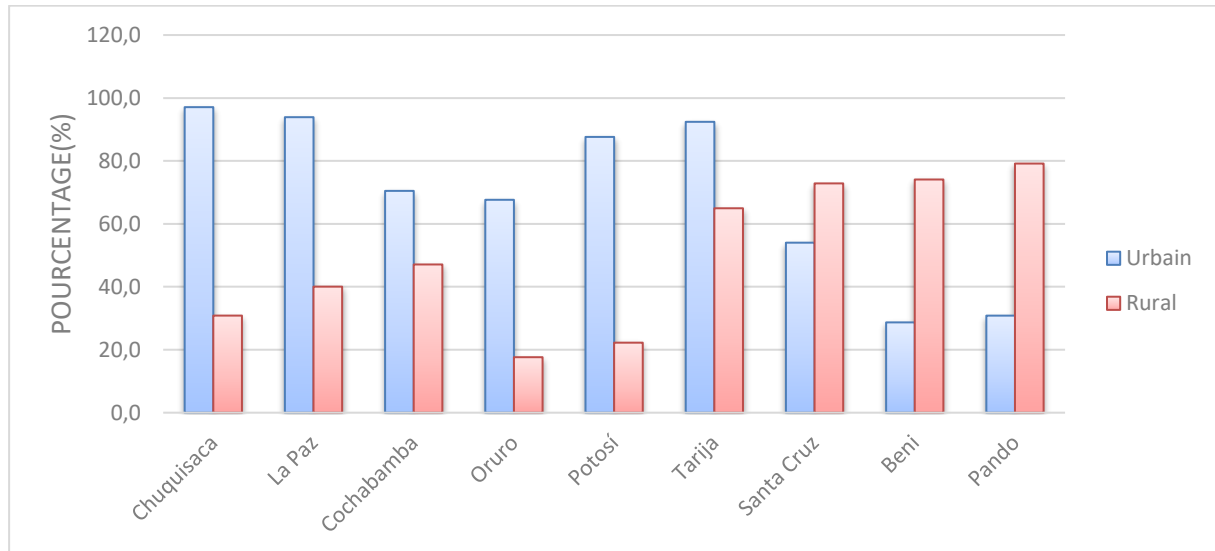


Figure 19 Amélioration de la couverture sanitaire par département d'ici 2021
Source : (MMAyA, 2022)

Selon les données de l'AAPS & MMAyA (2021) pour l'année 2019, sur la population totale, environ 65 % (7,5 millions d'habitants) bénéficient d'une couverture de surveillance réglementaire²³. Dans ce cadre, la couverture en eau potable²⁴ représente 91% tandis que la couverture en égouts sanitaires²⁵ est de 62%. Cela montre que la couverture réglementaire en matière d'assainissement est également bien inférieure à l'approvisionnement en eau potable.

La couverture des différents types d'assainissement dans le pays diffère également entre les zones urbaines et rurales. Selon l'INE, la couverture du réseau d'égouts en Bolivie en 2020 était de 52 %. Cependant, alors que la couverture du réseau d'assainissement urbain était de 75 %, celle des zones rurales n'était que de 9 %. De même, 11% des ménages du pays ne disposent pas de toilettes, mais l'absence de ces services est plus importante dans les zones rurales que dans les zones urbaines, avec des valeurs de près de 33% et 10%, respectivement.

²³ Selon le document de la MMAyA (2021), la couverture réglementaire (CR) est établie sur la base du pourcentage de la population du pays dans les zones de service autorisées par l'AAPS pour tous les EPSA. La surveillance des EPSA par l'AAPS est appelée surveillance réglementaire.

²⁴ Couverture en eau potable sous contrôle réglementaire

²⁵ La couverture du réseau d'assainissement sous contrôle réglementaire

Tableau 12 Type d'assainissement et couverture urbaine et rurale

Type d'assainissement	Unité	Bolivie	Urbain	Rural
# Ménages	milliers	3615.55	2489.65	1125.90
Eaux usées		52.44	71.91	9.41*
Chambre septique		11.50	13.97	6.04
Cesspit		-	-	-
Vers un puits de drainage		1.90*	1.71	2.30*
Surface (rue/rivière)		0.21	0.28*	0.03*
Pas de salle de bain		10.80	0.94*	32.62
Pas de drainage		23.15	11.19*	49.59

Source : INE, 2020

Un facteur important du retard dans les investissements et la couverture de l'assainissement rural est le coût élevé de la couverture des localités à faible densité de population, éloignées ou présentant des problèmes d'accès. (MMAyA, 2016).

En ce qui concerne le traitement des eaux usées, selon Mejía et al. (2017), dans les zones urbaines, environ 31% des eaux usées recevraient une forme de traitement, mais il n'y a pas d'informations sur l'élimination effective de la charge polluante ou la conformité avec la norme bolivienne de rejet des eaux usées. Selon le MMAyA (2022), la couverture du traitement en 2017 dépasse à peine 26% au niveau national ; au niveau départemental, Chuquisaca est le département avec la couverture la plus élevée avec près de 70%, tandis que les départements de Beni et Pando n'ont pratiquement aucune couverture de traitement.

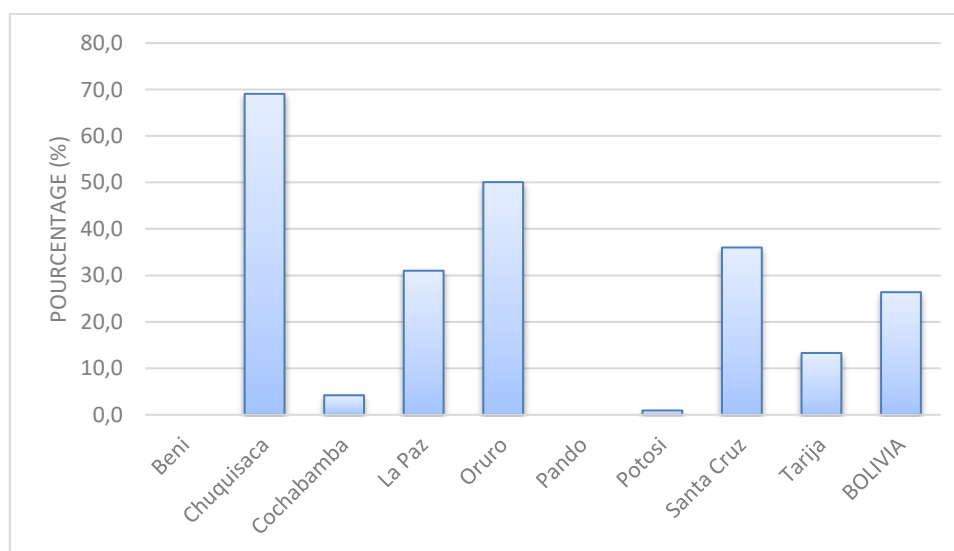


Figure 20 Couverture de traitement par département, 2017

Source : (MMAyA, 2022)

Selon la base de données GEOPTAR du MMAyA (2022) sur la base de l'inventaire national des STEP de 2017, les principales technologies utilisées dans le pays pour le traitement secondaire des eaux usées sont, par ordre de grandeur, les systèmes de lagunes facultatives avec 70 systèmes (32 %), les filtres anaérobies avec technologie à flux ascendant (FAFA) avec 62 systèmes (29 %) ; en nombre beaucoup plus faible, on trouve les systèmes de zones humides artificielles horizontales, les filtres à vers et les réacteurs à lit fluidisé anaérobie (RALF). La même source enregistre également 57 systèmes utilisant

d'autres technologies (26%). Le tableau suivant détaille les principales technologies de traitement dans le pays en fonction des étages écologiques.

Tableau 13 Principales technologies de traitement des eaux usées utilisées en Bolivie

Statut visuel		Altiplano	Vallées	Plaines	TOTAL	Pourcentage
Traitement secondaire	Lagune facultative	19	18	33	70	32%
	Zone humide artificielle verticale	1	1	0	2	1%
	Zone humide artificielle horizontale	4	4	3	11	5%
	Réacteur anaérobie à flux ascendant (RAFA / UASB / DAFA)	1	0	0	1	0%
	Filtre tricoeur	0	3	0	3	1%
	Filtre aéré	0	1	0	1	0%
	Réacteur anaérobie à lit fluidisé RALF	0	1	3	4	2%
	Lombrifilter	0	3	3	6	3%
	Filtre anaérobie à flux ascendant (FAFA)	18	24	20	62	29%
	Un autre	18	18	21	57	26%
Total		61	73	83	217	100%

Source : MMAyA (2022) basé sur l'inventaire de la STEP 2017

Selon MMAyA & ANESAPA (2013), le système avec bassins de stabilisation est économiquement recommandable pour la Bolivie, car il est économique en termes de coûts d'exploitation ; ceci est dû au fait que, dans le pays, les coûts d'exploitation de la STEP sont plus déterminants que ceux de l'investissement, puisque les premiers doivent être couverts par les tarifs, tandis que les seconds proviennent principalement de dons et de coopérations ou de crédits gouvernementaux. Dans ce sens, le même auteur détaille que pour le choix du système de traitement le plus approprié, ainsi que les exigences de qualité de l'effluent, les facteurs suivants doivent être considérés :

- Taille de la plante
- Hauteur au-dessus du niveau de la mer
- Caractéristiques des eaux usées (DBO, nutriments, température, etc.)
- Caractéristiques du sol
- La nappe phréatique
- Coût des terrains
- Superficie disponible
- Frais d'électricité
- Capacités du personnel qui construit, exploite et entretient la station de traitement des eaux usées (STEP)
- Possibilités et conditions d'élimination des déchets végétaux
- Niveau socio-économique de la population

En outre, en 2010, les systèmes d'assainissement alternatifs ont été reconnus dans le pays par la résolution administrative réglementaire n° 227 émise par l'AAPS. Ces systèmes sont ceux qui ne rejettent pas leurs eaux usées dans un réseau d'égouts sanitaires ; à partir de cette mesure, les boues générées par ces systèmes sont incluses dans la couverture du service des prestataires de services d'eau et d'assainissement (EPSA). Ainsi, les EPSA doivent assumer le service de collecte et de transport des boues de ces systèmes d'assainissement alternatifs.

En ce qui concerne la qualité et les caractéristiques des eaux usées, il faut comprendre que plusieurs rivières, lacs et eaux souterraines à proximité des grandes villes et des mines sont pollués. Les principales sources de pollution proviennent de l'exploitation minière et de l'industrie, suivies par le rejet des eaux usées et des déchets dans le réseau sanitaire. Malheureusement, la plupart des eaux usées rejetées dans l'environnement par l'industrie ne sont pas du tout traitées (FAO, 2015).

Les eaux usées urbaines contiennent principalement un mélange d'effluents domestiques et industriels. Par exemple, le plan directeur de la rivière Rocha (2019) mentionne que pendant la saison des basses eaux, les rivières Maylanco et Rocha (qui traversent la région métropolitaine de Cochabamba) sont principalement constituées d'eaux usées et d'effluents industriels. Selon la Chambre nationale de l'industrie (CNI, 2013). Selon la Chambre nationale d'industrie, le secteur productif compte 1329 grandes entreprises et 12 121 petites et moyennes entreprises (Pymes). La plupart d'entre elles (81%) sont situées dans les départements les plus urbains et les plus peuplés du pays, Santa Cruz (500 grandes et 4425 PME), La Paz (362 grandes et 2788 PME) et Cochabamba (280 grandes et 2655 PME).

Il est courant que les entreprises rejettent leurs eaux usées dans les réseaux d'égouts domestiques ou directement dans les masses d'eau naturelles ou les cours d'eau (MMAyA, 2013b). Dans le cas des grandes entreprises, elles sont plus contrôlées et, dans certains cas, un traitement est effectué avant le rejet. Cependant, lorsqu'elles se déversent dans le réseau d'égouts, ces eaux atteignent les STEP domestiques qui ne sont pas conçues pour traiter les polluants chimiques dangereux provenant des eaux industrielles.

Un aspect important qui affecte la durabilité des STEP est lié aux tarifs pratiqués et aux coûts d'exploitation et de maintenance. En général, les tarifs pour l'assainissement de base ne sont pas issus d'une étude tarifaire à proprement parler, de sorte que les ressources provenant de ces tarifs ne suffisent pas à couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance des STEP ; dans le meilleur des cas, il existe une sorte de subvention. Tout ce qui précède suggère que ces systèmes ne sont pas durables (Saldias, 2016).

4.5 ANALYSE MULTICRITERES DU DIAGNOSTIC PAYS ET RECOMMANDATIONS

Afin d'évaluer la situation actuelle de la réutilisation de l'eau pour l'agriculture, une analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (MOFF) a été réalisée du point de vue de l'agriculteur, des vendeurs/agriculteurs, des consommateurs et des gestionnaires locaux et nationaux, ces derniers étant entendus comme les organismes gouvernementaux à différents niveaux de du pays : national, départemental et local, ainsi que les EPSA.

Le contenu de l'information MOFF a été développé sur la base de la revue de la littérature, ainsi que la validation et la complémentation de l'information par les acteurs qui ont participé au premier atelier COSTEA pour la AS en Bolivie.

Les principaux documents qui ont été consultés pour l'élaboration de l'MOFF sont les suivants :

- Dimensions socio-économiques associées aux pratiques de réutilisation des eaux usées à des fins productives dans l'Altiplano-CARE Bolivie ;
- Stratégie nationale sur les eaux usées (ENTAR) - MMAyA
- Utilisation sûre des eaux usées en agriculture : exemples de bonnes pratiques

FORCES

AGRICULTEUR	VENDEURS/ MARCHANDS	CONSOMMATEURS	LES MANAGERS LOCAUX ET NATIONAUX
<ul style="list-style-type: none"> • Al igual que en los sistemas de riego convencionales, actualmente, existen importantes sistemas de reúso no planificado donde existe una organización estructurada de los agricultores a cargo de gestión del riego. • Disponibilité de ce type d'eau toute l'année • Marché urbain principalement sécurisé pour l'achat de produits agricoles • Les volumes disponibles pour l'irrigation augmentent 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne relation entre le producteur et le commerçant. • Augmentation du revenu du vendeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisation accrue de la population à une utilisation plus efficace de l'eau. • Contribution à l'augmentation de la production agricole 	<ul style="list-style-type: none"> • Loi de la décennie de l'irrigation • Augmentation des STEP envisagée dans l'agenda national • Intérêt du secteur de l'assainissement et des ressources hydriques pour la question de la réutilisation. • Il existe des documents techniques et de systématisation sur la situation de la réutilisation dans le pays.

OPPORTUNITÉS

AGRICULTEUR	VENDEURS/ MARCHANDS	CONSOMMATEURS	LES MANAGERS LOCAUX ET NATIONAUX
<ul style="list-style-type: none"> • Les agriculteurs utilisent moins d'engrais car les eaux usées contiennent des nutriments. • Augmentation de la productivité • Intérêt pour la réception des eaux usées traitées compte tenu du fait que les périodes de sécheresse sont de plus en plus longues. • Les agriculteurs sont ouverts à la réutilisation agricole • Existence d'initiatives locales de traitement et de réutilisation pour l'agriculture. • Les eaux de réutilisation et les boues constituent une source d'eau supplémentaire, permanente et croissante pour la production agricole. • Les contributions aux comités d'irrigation auxquels appartiennent les agriculteurs sont minimes (symboliques). 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité des produits agricoles à vendre tout au long de l'année • Les vendeurs achètent à un prix inférieur et vendent au prix normal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ils achèteraient des légumes et des fruits produits avec de l'eau traitée si le prix est similaire à celui des produits irrigués avec de l'eau non traitée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion de l'utilisation des eaux usées dans l'agriculture comme mesure d'adaptation au changement climatique et d'utilisation efficace de l'eau (Contribuer à la gestion du financement de l'irrigation). • Stratégie nationale de traitement des eaux usées, en attente d'approbation • Présence d'institutions multilatérales, d'ONG travaillant sur ou soutenant la question diminution de la disponibilité de l'eau pour la production agricole. • Possibilité pour la technologie (par exemple, le nucléaire) de contribuer à réduire la contamination des produits agricoles.

FAIBLESSES

AGRICULTEUR	VENDEURS/ MARCHANDS	CONSOMMATEURS	LES MANAGERS LOCAUX ET NATIONAUX
<ul style="list-style-type: none"> • Faible sensibilisation aux avantages et aux risques (principalement liés à la santé) de l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation des produits agricoles. • Aucune contribution des agriculteurs pour le traitement de l'eau • - Peu ou pas de mesures de protection pour réduire les risques de maladies et de problèmes de santé. • En général, la mise en œuvre de mesures à la ferme pour réduire le risque de contamination des produits irrigués par les eaux usées est laissée à la discrétion de chaque agriculteur 	<ul style="list-style-type: none"> • Sélection des produits à vendre en fonction de leur apparence, de la saison et de leur disponibilité plutôt que de leur origine. Cela impliquerait que les produits irrigués avec de l'eau brute sont commercialisés sans problème. Elle pourrait devenir un atout s'il s'agit d'eau traitée (sûre). • Il n'y a pas de différences dans les canaux de vente des produits irrigués par les eaux usées attribuables au type d'eau utilisé pour l'irrigation. • Pas de données sur le traitement des boues 	<ul style="list-style-type: none"> • Le manque de connaissances ne les empêche pas d'acheter des produits irrigués avec de l'eau brute ou partiellement traitée. L'irrigation avec de l'eau réutilisée serait certainement un atout. • Les consommateurs ne sont pas conscients des dangers des produits irrigués avec des eaux usées non traitées. • Mauvaise utilisation des réseaux d'égouts sanitaires 	<ul style="list-style-type: none"> • - Il existe très peu d'initiatives nationales soutenant le traitement et la réutilisation à des fins agricoles. • - Bien qu'un programme de réutilisation soit mentionné dans certaines normes et outils de planification, il n'existe toujours pas de document de programme correspondant qui rende opérationnelle la réutilisation prévue. • Les tarifs de l'eau et de l'assainissement ne couvrent pas les coûts d'exploitation et d'entretien des STEP. En général, il n'y a pas de frais pour le traitement des eaux usées produites, mais seulement pour l'exploitation et l'entretien des réseaux d'égouts. • Il n'existe pas de critères pour déterminer les tarifs des eaux usées. • Les stations d'épuration de la Bolivie ne fonctionnent pas correctement. • Il n'y a pas d'entretien permanent des STEP existantes. • Absence de drainage différencié des rivières • Absence de réglementation spécifique pour la réutilisation des eaux usées. • Les EPSA ont peu de personnel dédié à l'exploitation et à la maintenance des STEP. • Les GAM et les EPSA ne garantissent pas la durabilité économique des STEP. • Faible efficacité du traitement de l'eau des STEP en raison d'une E&M limitées. • Absence de protocole pour les urgences sanitaires dans les systèmes de réutilisation

			<ul style="list-style-type: none"> • Manque de connaissances des opérateurs de la station sur les processus et les responsabilités d'un système de traitement des eaux usées. • La conception de la STEP ne détaille pas les sources de financement pour assurer l'exploitation et la maintenance. • Détérioration des installations due aux effets des eaux autres que les eaux usées domestiques. • Peu de coordination entre les différents organismes gouvernementaux pour rendre la réutilisation opérationnelle. • Importants investissements nécessaires pour les rénovations et les nouvelles constructions. • Budget insuffisant pour une bonne gestion des stations d'épuration, • Le contrôle des rejets d'eaux usées n'est pas une priorité • Faible connectivité des égouts
--	--	--	--

MENACES

AGRICULTEUR	VENDEURS/ MARCHANDS	CONSOMMATEURS	LES MANAGERS LOCAUX ET NATIONAUX
<ul style="list-style-type: none"> • Le besoin d'eau pousse les utilisateurs à utiliser les eaux usées, quel que soit leur niveau de traitement (réutilisation informelle). • Contracter des maladies rhumatismales, pulmonaires, gastro-intestinales et cutanées Maladies possibles du bétail • Contamination des sols productifs • Salinisation du sol • Demande en eau pour l'irrigation reléguée en raison de la priorité accordée à la demande en eau pour le secteur domestique et industriel. • Diminution de la disponibilité de l'eau pour l'irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> • Ils estiment que les produits irrigués avec des eaux usées seraient plus difficiles à vendre. • Ils considèrent que le prix final pourrait être affecté 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'infection, épidémies de choléra • Risques sanitaires de la désinfection par lavage chimique 	<ul style="list-style-type: none"> • Forte résistance de la population à toute augmentation du prix des services de base. • La population n'accepte pas l'implantation de STEP sur son territoire (zones urbaines et périurbaines). • Les eaux usées contiennent un mélange de rejets domestiques et industriels. • Aucune obligation pour les agriculteurs de payer pour la réutilisation, principalement dans les contextes où les agriculteurs produisent actuellement des légumes avec des eaux usées brutes ou partiellement traitées. • Les catastrophes naturelles peuvent provoquer des urgences sanitaires.

Les principaux obstacles identifiés par les différents acteurs impliqués dans la réutilisation pour l'avancement de la question dans le pays sont énumérés ci-dessous. Le groupe de discussion consulté était composé des acteurs qui ont participé aux ateliers locaux :

- Il n'y a pas d'investissement dans des projets de réutilisation des eaux traitées à des fins agricoles.
- Manque de formation pour s'impliquer dans le sujet.
- Manque de diffusion des avantages et des inconvénients de ce type de projet.
- La vision d'une réutilisation sûre et participative planifiée est en cours de développement.
- Il n'y a pas de règlement de réutilisation appliqué à la pratique.
- Le manque de sensibilisation des utilisateurs à la nécessité de la réutilisation.
- La réutilisation n'a pas été adoptée comme politique publique.
- Manque de développement d'un traitement des eaux usées adapté à notre contexte.
- Le manque d'instruments pour rendre la réutilisation opérationnelle dans le pays.

5 ANALYSE MULTICRITÈRE POUR LE CHOIX DES ÉTUDES DE CAS

5.1 PRESENTATION DU CADRE D'ANALYSE

Sur la base des travaux réalisés et des sujets d'intérêt pour COSTEA, une courte liste d'expériences pertinentes en matière de traitement et de réutilisation des eaux usées et des boues à des fins agricoles a été établie. En outre, une matrice a été établie, détaillant les aspects importants, tant positifs que négatifs, de chaque site potentiel, en vue d'une sélection et d'une hiérarchisation dans la phase suivante.

5.2 IDENTIFICATION DE SITES POTENTIELS POUR LA PHASE 3 - ÉTUDES DE CAS

Ce qui suit est un détail des sites potentiels à considérer comme des expériences de traitement et de réutilisation pour la Bolivie. Les sites identifiés se trouvent dans le département de Cochabamba. Au départ, des sites de réutilisation dans d'autres départements ont été envisagés, mais certains ont été écartés parce qu'ils n'étaient pas encore en service et d'autres parce que la réutilisation concernait des eaux usées brutes ou n'était pas planifiée.

1. PTAR el ABRA, Réutilisation des eaux usées traitées Communauté Huerta Mayu. Municipalité de Sacaba

La station de traitement et la zone de réutilisation sont situées dans la municipalité de Sacaba, dans le département de Cochabamba. La STEP d'ABRA a été conçue pour le traitement des eaux domestiques avec un débit de 130 l/s, elle a été mise en œuvre par le biais du CAF, elle dispose de deux lignes de traitement, la technologie de traitement est aérobie et se compose de bassins de sédimentation et de filtres à ruissellement, en plus d'un lit de séchage des boues et d'une maison de désinfection. En ce qui concerne la réutilisation agricole, le système Huerta Mayu consiste en une zone de 12 hectares physiques qui, avec les rotations, devrait irriguer 41 hectares. Il a été conçu avec la coopération allemande et la mise en œuvre du viaduc qui transporte l'eau d'irrigation a été réalisée avec le soutien de la coopération suisse.

2. El Carmen, municipalité de Cliza-Cochabamba, STEP avec un accent sur la réutilisation agricole.

STEP de 10 000 habitants conçue selon le paradigme de l'économie circulaire et selon un modèle de réutilisation semi-décentralisé et agricole. La technologie de traitement consiste en un système anaérobie, combiné à un biofiltre (RAFA-HGF). En ce qui concerne la réutilisation, on estime qu'entre 10 et 15 irrigants irriguent environ 40 ha autour de la STEP de cultures à haute tige. L'expérience a été développée en coordination avec la coopération suédoise et la Fondation Aguatuya de la municipalité.

3. Villa Lourdes, municipalité de Tolata-Cochabamba, STEP avec une approche de réutilisation agricole

STEP de 5 000 habitants conçue selon le paradigme de l'économie circulaire et selon un modèle de réutilisation semi-décentralisé et agricole. Il dispose d'un système anaérobie, combiné à un biofiltre (HGF-VGF). Une trentaine d'agriculteurs irriguent des cultures à haute tige dans un rayon d'environ 100 mètres autour de la STEP. L'expérience a été développée en coordination avec la coopération suédoise et la Fondation Aguatuya de la municipalité.

4. Colque Rancho, municipalité de Punata-Cochabamba, STEP avec un accent sur la réutilisation agricole.

Station d'épuration des eaux usées pour 26 000 habitants, conçue selon le paradigme de l'économie circulaire et selon un modèle de réutilisation semi-décentralisé et agricole. Le système de traitement est composé d'un réacteur compact et d'une lagune anaérobie. Environ cinq communautés comptant quelque 210 irrigants réutilisent l'eau dans des cultures principalement à haute tige comme le maïs, le maïs grain, la pomme de terre et la luzerne. (Ampuero et al., 2006). L'expérience a été développée en coordination avec la coopération suédoise et la Fondation Aguatuya de la municipalité.

La figure suivante montre l'emplacement des sites de réutilisation identifiés ayant un potentiel pour des ateliers locaux dans la phase 3.

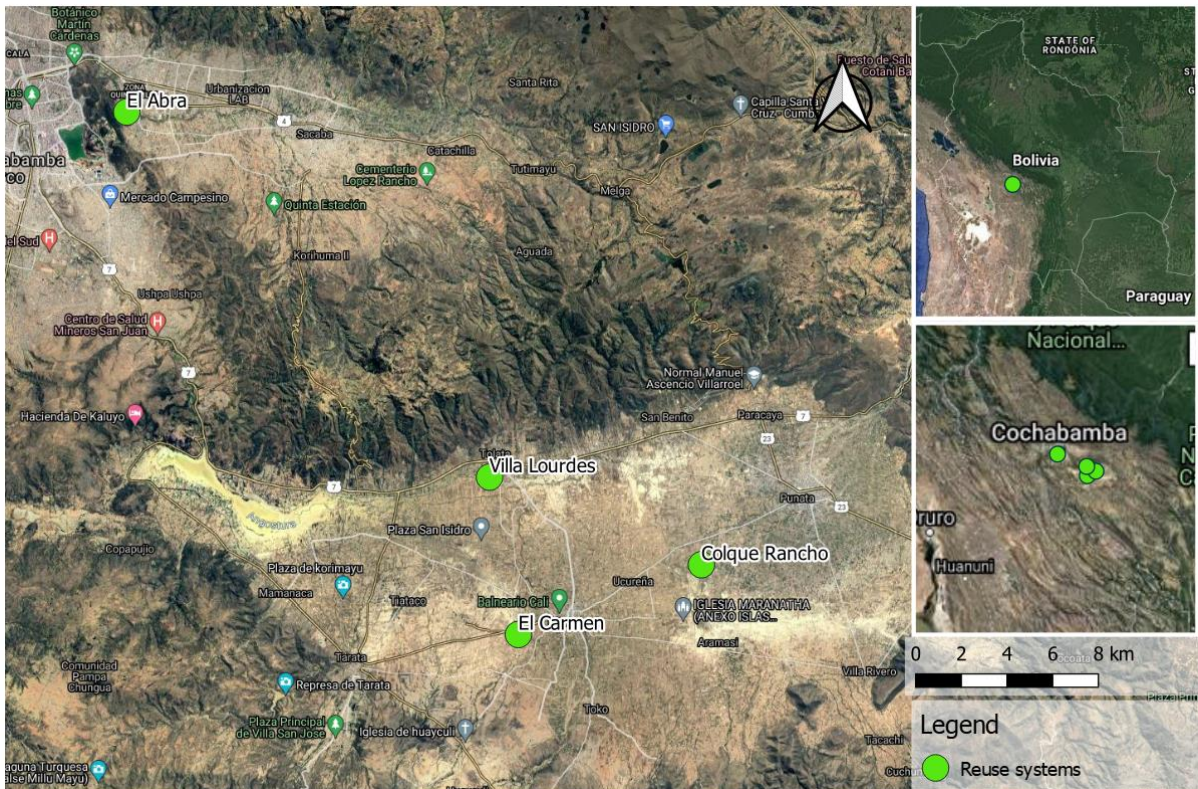


Figure 21 Sites identifiés avec une réutilisation en cours

Source : Élaboration propre

Le résumé descriptif des sites identifiés ainsi que leurs avantages et inconvénients par rapport aux domaines thématiques d'intérêt de COSTEA est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 14 Résumé des sites d'étude de cas identifiés avec réutilisation à des fins agricoles

Sujets	Site 1 Sacaba (El Abra-Huerta Mayu)	Cliza (El Carmen)	Tolata (Villa Lourdes)	Punata (Colque Rancho)
Données générales Traitement	<ul style="list-style-type: none"> PTAR depuis 2017 60 000 hab., quartier Sacaba 2 et 6 Capacité de traitement de 4 099 680 m³/an ou 130 l/s Débit moyen WWTP 50 l/s. Entre 20 l/s et 30 l/s recueillis pour huerta mayu. 	<ul style="list-style-type: none"> PTAR depuis 2014 10 000 habitants. Capacité de traitement 207 318 m³/an ou 6,57 l/s La station de traitement des boues est en service depuis 2017. Le terrain du site de la STEP appartenait à l'origine à la communauté et à des propriétaires privés. 	<ul style="list-style-type: none"> Début des opérations 2018 5000 habitants. Capacité de traitement 118 891 m³/an ou 3,77 l/s 	<ul style="list-style-type: none"> Construit en 1995 et 1997. Prolongation ultérieure en 2018 26 565 hab. Technologie de lagunage > eaux anaérobies, facultatives et de maturation. Capacité de traitement 924 005 m³/an ou 29,30 l/s
Données générales Irrigation	<ul style="list-style-type: none"> Environ 73 familles irrigantes sur 9 ha. 9 à 12 ha irrigués L'irrigation est gérée par une association d'irrigants enregistrée comme OTB. Tous les deux ans, un nouveau conseil est sélectionné. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 à 15 irrigants. Selon la municipalité, 18 familles Selon les irrigants, environ 5 ha sont actuellement irrigués. Selon la mairie, environ 9 ha sont irrigués. Le temps d'arrosage dépend de la taille de la parcelle et de l'irrigant. Il y a une rotation lors du semis 	<ul style="list-style-type: none"> 30 personnes de l'organisation. La zone d'irrigation couvre environ 100 m dans les environs. 	<ul style="list-style-type: none"> 5 communautés réutilisent l'eau pour l'irrigation> Tajamar Centro, Chirusi Rosario, Chirusi Grande, Sobre Chirusi et colque Rancho 210 membres d'irrigation

Sujets	Site 1 Sacaba (El Abra-Huerta Mayu)	Cliza (El Carmen)	Tolata (Villa Lourdes)	Punata (Colque Rancho)
TH1 RÉUTILISATION NON PLANIFIÉE, SYSTÈMES DE TRAITEMENT DÉCENTRALISÉS ET GESTION DES BOUES	<ul style="list-style-type: none"> • Deux puits profonds sont principalement utilisés pour l'irrigation. L'un est âgé de 12 ans et l'autre de 7 ans. En outre, il existe plusieurs puits peu profonds dans la région, qui sont également utilisés pour l'irrigation. • Les eaux traitées de la STEP sont principalement utilisées pour la préparation des sols. Toutefois, dans une moindre mesure, on utilise de l'eau traitée mélangée à de l'eau de puits. • Cultures les plus importantes : laitue, oignon, betterave. Également des pommes de terre, des haricots et d'autres cultures à hautes tiges comme le maïs et le maïs pour le fourrage. • Les boues des lits de séchage sont collectées gratuitement par les agriculteurs de Chiñata. Les agriculteurs locaux n'utilisent pas les boues. • Selon PTAR, les boues sont principalement utilisées à des fins forestières. 	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation pour les hautes tiges, principalement le maïs et la luzerne. Selon les irrigants : Maïs, maïs, fève. Selon la mairie, la luzerne 18, le maïs 62%, la pomme de terre 15% et le reste, la fève. • Irrigation par inondation avec des motopompes • La totalité des boues de la STEP est acheminée vers la station de traitement des boues. • L'association d'irrigation n'est pas impliquée dans la station de traitement des boues. • PROINPA et AGUATUYA sont chargés de la réutilisation des boues. Selon la municipalité, 3 parcelles sont testées (2 de pommes de terre et 1 de maïs). Des essais ont été réalisés dans d'autres communautés • L'ambassade de Suède et Aguatuya supportent les coûts de traitement pour l'utilisation des boues, et sont actuellement dans une période de test et d'ajustement de la station de traitement des boues. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alfares d'irrigation des hautes tiges et maïs • Selon les irrigants, ils ne voient aucun problème à la réutilisation de l'eau dans l'environnement. • Irrigation par inondation avec motopompe 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu de données sur l'impact environnemental • Les boues ne sont pas encore enlevées, le niveau des boues doit encore augmenter avant qu'elles puissent être enlevées. • Schéma de gouvernance informelle
TH2 : GOUVERNANCE DE L'EAU, PARTENARIAT AVEC LES UTILISATEURS , ACCEPTABILITÉ SOCIALE ET RENFORCEMENT DES CAPACITÉS	<ul style="list-style-type: none"> • Les agriculteurs sont organisés et gèrent leur système d'irrigation. Enregistrée en tant qu'organisation territoriale de base, elle a accès aux fonds de l'État, utilisés pour l'exploitation et la maintenance du système d'irrigation. • La coordination avec la STEP est minimale. • Une étude de réutilisation agricole a été réalisée, incluant la gestion et l'évaluation du système. • Le temps d'arrosage est de ½ à 1 heure par irrigant à la demande libre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il existe une organisation d'irrigants avec des positions définies pour effectuer la réutilisation, mais ils n'ont pas de statut légal. • Les services techniques d'exploitation et de gestion de la station d'épuration sont assurés par AguaTuya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il existe une organisation d'irrigants pour effectuer la réutilisation, mais ils n'ont pas de statut légal. • Il y a une confiance dans la formation sur les avantages de la réutilisation. • Les services techniques d'exploitation et de gestion de la station d'épuration sont assurés par AguaTuya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les services techniques d'exploitation et de gestion de la station d'épuration sont assurés par AguaTuya. • Il existe généralement une coordination informelle sur la question de la réutilisation. • En ce qui concerne le règlement sur la réutilisation, elle n'est pas réglementée.

Sujets	Site 1 Sacaba (El Abra-Huerta Mayu)	Cliza (El Carmen)	Tolata (Villa Lourdes)	Punata (Colque Rancho)
TH3 : GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU ET ÉCONOMIE DE L'EAU	<ul style="list-style-type: none"> • Selon EMAPAS, le tarif était initialement fixé à 15 Bs, mais lors de la socialisation, il a été abaissé à 5 Bs. Le reste est subventionné par la municipalité. • Les agriculteurs ne paient pas pour le traitement de l'eau usée. Mais ils paient environ 15 Bs par heure pour pomper dans les grands puits. • L'approche du risque de catastrophe et du genre a été incluse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Initiative avec approche de traitement décentralisée, économie circulaire, compatible avec la GIRE. • Analyse financière pour rendre l'exploitation des STEP durable. Le coût opérationnel du traitement est payé par les citoyens. • Il n'y a pas de prix pour l'eau de réutilisation, mais le coût de l'énergie pour le pompage de l'eau d'irrigation est payé. Chaque irrigant a sa propre pompe, qui dépend de l'irrigant. • La production agricole est destinée à l'autoconsommation et à la vente. • 1,8 bs est facturé pour l'eau potable et 60 ctv. pour l'assainissement et le traitement. L'eau potable permet de couvrir les frais d'assainissement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Initiative avec approche de traitement décentralisée, économie circulaire, compatible avec la GIRE. • Actuellement, les citoyens ne paient pas pour le traitement des eaux usées. La municipalité prend en charge les coûts. • Les irrigants étaient censés verser des contributions à l'OTB Villa Lourdes de Bs 5 mais il semble qu'ils n'aient pas commencé leurs paiements. 	<ul style="list-style-type: none"> • Initiative avec approche de traitement décentralisée, économie circulaire, compatible avec la GIRE. • 5 bs par mois sont payés pour l'eau potable et l'assainissement.
TH4 : EFFICACITÉ ET ADAPTATION DES ÉQUIPEMENT S D'IRRIGATION , ENVIRONNEM ENT ET GESTION SANITAIRE DE L'IRRIGATION	<ul style="list-style-type: none"> • Le traitement comporte une phase de désinfection, mais elle ne fonctionne pas encore. • L'eau de la STEP est saline, c'est pourquoi peu d'eau est utilisée pour l'irrigation ; sa conductivité électrique (CE) est de catégorie C3 (norme Riverside). • La qualité des eaux traitées est contrôlée, mais pas celle des boues. • Une formation avec le projet de réutilisation était prévue pour les irrigants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il existe une évaluation de l'efficacité et une analyse physico-chimique de l'eau de la STEP. • Les technologies de traitement utilisées sont destinées aux villes intermédiaires de moins de 10 000 habitants. • Eau de la STEP utilisée pour la réutilisation au moyen de pompes à eau et de tuyaux. • Traitement sans élimination de N et P ou traitement tertiaire. Selon le bureau du maire, AguaTuya donne une formation aux irrigants sur la gestion de l'eau. • Les irrigants ne sont pas conscients des risques pour la santé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il y a une évaluation de l'efficacité et une analyse physico-chimique de l'eau de la STEP. • Traitement sans élimination de N et P. • Eau de la STEP utilisée pour la réutilisation au moyen de pompes à eau et de tuyaux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement sans élimination de N et P. • Le traitement tertiaire se fait au moyen d'une lagune de maturation. • Effets sur la santé inconnus.

5.3 AUTRES INITIATIVES PERTINENTES DE REUTILISATION AGRICOLE

Actuellement, il existe d'autres initiatives visant à promouvoir la réutilisation dans le pays, cependant, certaines ont été écartées parce qu'elles ne sont pas encore opérationnelles et d'autres parce que la réutilisation concernait des eaux usées brutes ou n'était pas planifiée. Parmi les projets les plus pertinents pour promouvoir la réutilisation planifiée dans les principales zones où existe actuellement une réutilisation informelle des eaux usées brutes ou partiellement brutes, on peut citer :

1. Programme d'assainissement de la rivière Rocha dans le département de Cochabamba (PROSARC). Municipalités de Sipe Sipe et Tiquipaya

PROSARC est un programme dans le cadre duquel plusieurs stations d'épuration seront mises en place dans la région métropolitaine de Cochabamba. On y a trouvé la disponibilité de sites pour deux stations d'épuration avec leur réutilisation respective. En outre, la réutilisation des boues est envisagée.

- **Municipalité de Sipe Sipe :**

Il est prévu de construire une STEP pour l'irrigation potentielle de 500 ha.

- **Municipalité de Tiquipaya :**

La mise en œuvre de la STEP de Tiquipaya Oeste est envisagée, qui serait située dans la municipalité de Tiquipaya et pourrait irriguer jusqu'à 27,5 ha. Il propose également la réutilisation des boues pour l'agriculture.

Malheureusement, ces expériences PROSARC n'ont pas encore été construites et ne sont donc pas encore opérationnelles.

2. Projet d'irrigation utilisant les eaux traitées de la station d'épuration d'Alba Rancho. Municipalité de Cochabamba

Une station de traitement est en service sur le site, Alba Rancho, qui dispose d'un système de traitement par lagunage. Malheureusement, la station d'épuration a une faible efficacité de traitement. Malgré cela, dans la pratique, les effluents sont réutilisés par les agriculteurs des environs. Face à ce problème, un projet de pré-investissement pour la réutilisation des eaux usées traitées est proposé, qui comprend l'expansion de la STEP, ainsi que l'amélioration du système d'irrigation existant, l'assistance technique et le soutien à la gestion du système d'irrigation. Comme dans le cas précédent, cette expérience est en phase de pré-investissement, elle n'est donc pas en exploitation. Parmi les causes les plus importantes de la non-réalisation de ce projet figurent les conflits sociaux avec la communauté de Montecarlo qui entoure la station d'épuration.

3. Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation dans la ville de La Paz - Bolivie

L'objectif de l'étude est d'identifier et de formuler les conditions pour la réutilisation des eaux de la rivière La Paz à partir de la future STEP de la ville de La Paz. Actuellement, l'initiative en est au stade de la planification, et certaines études ont déjà été réalisées sur le type de technologie de traitement pour la future STEP, y compris le traitement des boues, ainsi qu'un diagnostic des systèmes d'irrigation actuels. Il existe une zone potentielle de réutilisation planifiée d'environ 950 ha.

5.4 VERIFICATION DES INFORMATIONS DISPONIBLES

Sur la base des informations recueillies et de l'analyse effectuée dans les sections précédentes, les sites potentiels suivants sont proposés : l'expérience Huerta Mayu - El Abra en tant que système urbain et l'expérience Cliza en tant que système dans un contexte rural de traitement décentralisé avec une approche de réutilisation.

Sur l'expérience de Huerta Mayu à Sacaba, on a trouvé plus d'informations liées à la réutilisation agricole, détaillant la gestion du système d'irrigation, les bénéficiaires potentiels et les cultures. Une certaine documentation sur le système de la STEP a également été obtenue. Il est nécessaire d'en savoir plus sur le traitement et le niveau de coordination entre les acteurs du côté du traitement ainsi que du côté de l'irrigation (en aval). En outre, les informations sur l'expérience pratique sont limitées en ce qui concerne les documents examinés. En effet, bien que l'expérience soit opérationnelle, aucune documentation n'a été trouvée qui systématise le fonctionnement de l'expérience.

Au regard des informations existantes sur l'expérience de Cliza, il a été vu que les aspects du traitement des eaux usées et des boues sont plus développés, sous le paradigme de l'économie circulaire et des systèmes de traitement décentralisés. Cependant, les informations relatives à la réutilisation, à la gestion des systèmes d'irrigation, aux infrastructures, aux droits sur l'eau, à l'exploitation et à la maintenance sont limitées.

Les expériences qui ont été laissées de côté sont d'une part Tolata et Punata, car leur gestion a été développée selon les mêmes principes et dans des contextes similaires à l'expérience de Cliza, mais elles ont été moins développées car elles sont plus récentes. D'autre part, il y a les expériences d'Alba Rancho et de PROSARC, dans les deux cas, des informations précieuses ont été trouvées concernant le sujet de la réutilisation, le cadre réglementaire, les compétences, ainsi que la situation actuelle de la réutilisation informelle. Cependant, ces deux expériences n'ont pas encore été mises en œuvre, elles sont au niveau de l'étude de pré-investissement, et c'est la principale raison pour laquelle leur sélection n'est pas recommandée.

6 REFERENCIAS

- AAPS, & MMAyA. (2021). *Indicadores de desempeño 2019*. http://www.aaps.gob.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=142
- AAPS, MMAyA, & PERIAGUA/GIZ. (2021). *Reporte de Indicadores de la Plataforma Virtual de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Gestión 2019* (p. 110). <https://www.bivica.org/file/view/id/5797>
- Ampuero, R., Alan, C., & Perez, L. (2006). *Aprovechamiento de las Aguas Residuales en la Producción Agrícola Municipio de Punata* (p. 8). Proyecto Escenarios Futuros de Uso de Agua. Centro Agua.
- Banco Mundial. (2017). *Estudio De Consultoria : Analisis Competencial Y Atribuciones Y Obligaciones De Las Etas Y Regantes en La Asignacion Y Reuso De Aguas Residuales*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/763541563803249090/informe-3>
- CIPCA. (2018). *Impacto de los sistemas de riego y microriego en tres regiones de Bolivia : estudios de caso en valles interandinos, Altiplano y Chaco boliviano*. 139. https://books.google.com/books/about/Impacto_de_los_sistemas_de_riego_y_micro.html?hl=es&id=TQ9CvwEACAAJ
- CNI. (2013). En bolivia dos de cada 1000 empresas son grandes y productivas. *Cámara Nacional de Industria*, 4.
- Delgadillo, O. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=1kO2J5aDljQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Tratamiento+descentralizado+de+aguas+residuales+con+enfoque+de+reúso+en+Cochabamba,+Bolivia&ts=Kjh1x2D04g&sig=rKsdWLnzB3XsngoageexRDHSyll>
- GWl. (2012). *Global water and wastewater quality regulations 2012*.
- Heredia, G., Gandarillas, V., & Becerra, A. (2020). Estudios de caso en saneamiento sostenible (in Spanish) - Tratamiento descentralizado de aguas residuales con enfoque de reúso en Cochabamba, Bolivia. *Sustanible Sanitation Alliance SuSanA Latinoamérica*, 8. <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/3983>
- INE. (2020). *Encuesta Hogares*.
- Mejía, A., Uzcátegui, G., & Osvaldo, V. (2017). Agua y saneamiento en el Estado Plurinacional de Bolivia. *CAF*, 77. <http://www.scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1081/AguaySaneamientoBolivia-8ago.pdf>
- MMAyA. (2013a). *Inventario Nacional de Sistemas de Riego 2012* (p. 38). <https://www.bivica.org/file/view/id/215>
- MMAyA. (2013b). *Sistematización sobre tratamiento y reúso de aguas residuales (PROAGRO & PERIAGUA (eds.))*. <https://www.bivica.org/files/aguas-residuales-reuso.pdf>
- MMAyA. (2015). *La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y el Manejo Integral de Cuencas desde la perspectiva de las comunidades campesinas. Historias de éxito y aprendizaje de proyectos implementados en el marco del Plan Nacional de Cuencas en Bolivia (2006-2012)* (p. 162). <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca/3>
- MMAyA. (2016). *Plan Sectorial de Desarrollo Integral 2016-2020*.

- MMAyA. (2018). *Programa Plurianual de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Manejo Integral de Cuencas 2017-2020*. <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca/250>
- MMAyA. (2020). *Estrategia Nacional de Aguas Residuales ENTAR* (p. 40).
- MMAyA. (2022). *GEOPTAR*.
- MMAyA, & ANESAPA. (2013). *Recomendaciones para la elección de plantas de tratamien...* - Google Académico.
[https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Recomendaciones+para+la+elección+de+plantas+de+tratamiento+de+agua+residual+aptas+para+bolivia&btnG=#d=gs_cit&u=%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Recomendaciones+para+la+elecci%3Fq%3Dinfo%3Agr68yHuXixgJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des)
- MMAyA, & GADC. (2019). Plan Director de la cuenca del río Rocha (PDCR). In *BANCO MUNDIAL*.
<https://sites.google.com/view/giac/plan-director-pdcrr>
- MMAyA, IMTA, CONAGUA, & COTRINEXO. (2020). Lineamientos para la Planificación en sistemas multipropósito de Bolivia. In *MMAyA, IMTA, CONAGUA, COTRINEXO*.
<https://www.bivica.org/file/view/id/5711>
- PROAPAC/GIZ. (2011). *Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y Potencialidades de Reúso para la Agricultura en Bolivia*. <https://www.bivica.org/file/view/id/1204>
- Saldias, C. (2016). *Estudio de evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales con potencialidad para reúso de aguas para riego agrícola en zonas áridas y semiáridas de Bolivia (No publicado)* (p. 76).
- SNV NODO. (2014). *Modelo integral de sostenibilidad de plantas de tratamiento de aguas residuales con reúso de aguas tratadas - Buscar con Google*. 60.
<https://www.google.com/search?q=Modelo+integral+de+sostenibilidad+de+plantas+de+tratamiento+de+aguas+residuales+con+reuso+de+aguas+tratadas+&client=firefox-b-d&channel=crow5&ei=M6E-YbSsD4TM1sQPwNSgeA&oq=Modelo+integral+de+sostenibilidad+de+plantas+de+trat>
- SNV NODO. (2015). REUSSO. Saneamiento Sostenible, soluciones ecológicas. *Year 1 No. 2*.
- World Bank. (2018). *Wastewater : From Waste to Resource - The Case of Santa Cruz de la Sierra, Bolivia*.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29492>