



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



REGLEMENTATION ET GOUVERNANCE DE LA REUT EN AGRICULTURE

UNE ETUDE COMPAREE DE 6 PAYS :
ALGERIE, BOLIVIE, MAROC, PALESTINE, SENEGAL, TUNISIE,
PALESTINE

PIERRE-LOUIS MAYAUX, CIRAD, UMR G-EAU



SEPTEMBRE 2022

RESUME

Cette étude compare les cadres réglementaires et les dispositifs de gouvernance qui organisent, dans six pays, la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation (REUTI) ainsi que la valorisation agricole des boues d'épuration. Les six pays concernés, impliqués au premier chef dans l'initiative COSTEA de l'Agence Française de Développement¹, sont trois Etats du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie), la Bolivie, la Palestine et le Sénégal.

Les cadres réglementaires sont analysés et comparés de manière intégrée, sur l'ensemble de leurs dimensions : les droits d'accès aux eaux usées traitées (procédures et conditions d'autorisation) ; les restrictions diverses apportées aux cultures autorisées et aux systèmes d'irrigation, ainsi que les normes relatives aux pratiques d'hygiène et aux modes de consommation (barrières) ; les normes de qualité des eaux épurées ; les mécanismes de suivi et de contrôle ; et les schémas de financement public. La comparaison est organisée autour de quatre critères transversaux : **l'étendue, la clarté, l'applicabilité et la cohérence**. Elle est menée à la lumière des grandes recommandations internationales, particulièrement celles de l'OMS, de la FAO et de l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA).

L'étude dresse en outre un panorama synthétique des différents dispositifs de gouvernance nationale de la réutilisation agricole, et en propose des pistes d'amélioration, là encore à partir de quatre critères d'évaluation : **l'étendue, la coordination, l'inclusion et la redevabilité**.

Une telle analyse permet de nourrir des constats et des recommandations divers. Ils concernent en particulier la sécurisation du droit à réutiliser, qui invite à bien spécifier les modalités de suspension et de renouvellement des autorisations ; les problèmes d'applicabilité de « barrières » trop nombreuses, qui plaident pour un principe de plus juste mesure ; la nécessité d'un véritable coordinateur institutionnel de la REUT agricole, à défaut d'un leader unique ; et l'importance de préciser les mécanismes de soutien financier public actionnables, avec leurs critères d'éligibilité. Au final, l'enjeu pour les cadres réglementaires comme pour les dispositifs de gouvernance est de parvenir à insérer les eaux usées dans le cadre d'une gestion intégrée, aussi bien quantitative que qualitative, des ressources en eau.

¹ Financé par l'Agence française de développement et animé par l'Association Française pour l'Eau, l'Irrigation et le Drainage, le Comité Scientifique et Technique Eau Agricole (COSTEA) est une communauté d'experts d'une très large diversité par leur ancrage géographique, compétences, institutions et métiers, ayant pour objet de travail commun l'agriculture irriguée, et pour but de contribuer à l'amélioration de l'efficacité des politiques et des projets d'irrigation. www.comite-costea.fr

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION GÉNÉRALE : CADRAGE, GRILLE D'ANALYSE ET MÉTHODOLOGIE	6
1.1 UNE POSTURE D'ANALYSE : UN BENCHMARK-COMPARAISON PLUTOT QU'UN BENCHMARK-CLASSEMENT	9
1.2. DOCUMENTATION MOBILISÉE.....	11
2 LE DROIT A REUTILISER : PROCEDURES ET CONDITIONS GENERALES D'AUTORISATION	13
3 LES CULTURES ET MODES D'IRRIGATION AUTORISES	21
4 LES NORMES DE QUALITÉ DES EUTI	29
4.1. LES PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES	29
4.2. LES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES.....	30
4.3. LES PARAMÈTRES TOXIQUES.....	32
5 LES MÉCANISMES DE SUIVI ET DE CONTRÔLE	44
6 LES SCHÉMAS DE FINANCEMENT PUBLIC	50
7 PANORAMA SYNTHÉTIQUE DES DISPOSITIFS DE GOUVERNANCE ET DE COORDINATION D'ACTEURS	56
8 RÉFLEXIONS CONCLUSIVES	65
9 ANNEXES	71

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le système réglementaire de la REUT.....	7
Figure 2- Un modèle simplifié d'approche multi-barrières.....	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quatre critères d'analyse de la réglementation (ECAC)	8
Tableau 2 : Quatre critères d'analyse de la gouvernance (ECIR)	9
Tableau 3- Standards internationaux : une sélection de trois documents de référence	11
Tableau 4- Régimes d'autorisation dans les six pays	14
Tableau 5-Principales barrières recommandées	22
Tableau 6- Principales barrières et restrictions dans les six pays	24
Tableau 7- Pathogènes : principales recommandations internationales	33
Tableau 8- Paramètres physico-chimiques : principales recommandations internationales	35
Tableau 9- Paramètres toxiques : une sélection de recommandations internationales	36
Tableau 10- Valeurs limites applicables aux EUTI dans les six pays	37
Tableau 11- Normes de réutilisation et normes de rejet en Tunisie et au Maroc.....	43
Tableau 12- Mécanismes de suivi et de contrôle dans les six pays.....	45
Tableau 13- Schémas de financement public prévus dans les réglementations	51
Tableau 14- La gouvernance la REUTI : principaux rôles et responsabilités	57
Tableau 15- Principales pistes de recommandations.....	66

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1- Principaux textes réglementaires analysés	71
Annexe 2- L'approche par le « traitement adapté » (fit for purpose) : la réglementation californienne.....	75

LISTE DES ACRONYMES

ABH	Agence de Bassin Hydraulique (Maroc)
AEP	Approvisionnement en Eau Potable
AFD	Agence Française de Développement
AFEID	Association Française pour l'Eau Agricole, une Irrigation et un Drainage Durables
ANPE	Agence Nationale de Protection de l'Environnement (Tunisie)
APE	Autorité Palestinienne de l'Eau
AQE	Autorité de la Qualité Environnementale
COSTEA	Comité Scientifique et Technique sur l'Eau Agricole
CRDA	Commissariat Régional de Développement Agricole (Tunisie)
DALY	Temps de Vie en Bonne Santé Perdu
DBO5	Demande Biologique en Oxygène à cinq jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
EPA	Agence américaine de Protection de l'Environnement
ETM	Elément Trace Métallique
EUT	Eaux Usées Traitées
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation
MAHRP	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (Tunisie)
MALE	Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement (Tunisie)
MES	Matières en Suspension
MSP	Ministère de la Santé Publique (Tunisie)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONAS	Office National de l'Assainissement (Tunisie)
ONCA	Office National de Conseil Agricole (Maroc)
ONSSA	Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (Maroc)
PIEUT	Périmètre Irrigué aux Eaux Usées Traitées
PSI	Institut Palestinien des Normes
QMRA	Evaluation Quantitative des Risques Microbiens
REUTI	Réutilisation des Eaux Usées Traitées destinées à l'Irrigation
RMCH	Règlementation relative à la pollution des Eaux (Bolivie)
STEP	Stations d'Épuration des Eaux Usées

1 INTRODUCTION GÉNÉRALE : CADRAGE, GRILLE D'ANALYSE ET MÉTHODOLOGIE

Cette étude compare les cadres réglementaires et les dispositifs de gouvernance qui organisent, dans six pays, la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation (REUTI) ainsi que la valorisation agricole des boues d'épuration. Les six pays concernés, impliqués au premier chef dans l'initiative COSTEA², sont trois Etats du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie), la Bolivie, la Palestine et le Sénégal. Tous, à l'exception du Sénégal, se trouvent ainsi dans des régions (l'Afrique du Nord-Moyen Orient et l'Amérique Latine) où la réutilisation des eaux usées est d'abord destinée à un usage agricole³.

Un regard attentif sur les cadres réglementaires est une nécessité à partir du moment où l'on admet que le succès des stratégies de réutilisation ne dépend pas simplement de l'efficacité et de l'adéquation technologique des filières de traitement, mais qu'il nécessite également un **cadre institutionnel** et gestionnaire qui garantisse que la réutilisation soit juridiquement sécurisée pour ses utilisateurs, sans risque significatif pour la santé humaine et pour l'environnement, correctement financée et socialement légitime⁴. A cet égard, en comparant de manière approfondie un nombre relativement restreint de législations, cette étude se distingue de plusieurs grands benchmarks réglementaires déjà réalisés⁵ sous au moins deux aspects.

En premier lieu, elle mobilise une **conception large, systémique, de la réglementation**. Les études existantes se sont beaucoup focalisées sur la réduction des risques sanitaires. Elles se sont ainsi intéressées, en priorité, aux normes de qualité applicables aux EUTI, ainsi qu'aux nombreuses « barrières » supplémentaires érigées pour encadrer les pratiques agricoles. Cette focale sanitaire se comprend aisément, mais elle ne concerne qu'un élément nécessaire, parmi d'autres, de la réglementation. En effet, les **normes de qualité** et les **barrières** ne peuvent

² Financé par l'Agence Française de Développement et animé par l'Association Française pour l'Eau, l'Irrigation et le Drainage, le COMité Scientifique et Technique Eau Agricole (COSTEA) est une communauté d'experts d'une très large diversité par leur ancrage géographique, compétences, institutions et métiers, ayant pour objet de travail commun l'agriculture irriguée, et pour but de contribuer à l'amélioration de l'efficacité des politiques et des projets d'irrigation. www.comite-costea.fr

³ Parmi les nouvelles capacités de réutilisation installées entre 2011 et 2021, 50% étaient destinées à l'irrigation dans la région MENA, et 65% en Amérique Latine. CF. Global Water Intelligence- International Desalination Association (2021), *Desalination & Re-use Handbook*, 2021-2022, p. 3.

⁴ Sur l'importance des cadres institutionnels pour ces différentes variables, voir : Lawrence, P., Adham, S., & Barrott, L. (2003). *Ensuring water re-use projects succeed — institutional and technical issues for treated wastewater re-use*. *Desalination*, 152(1-3), 291–298. doi :10.1016/s0011-9164(02)01076-

⁵ Cf. par exemple : Novec (2012). « Expériences internationales en matière de réutilisation des eaux usées et issues stratégiques d'optimisation pour le Maroc » in *Etude du plan directeur de réutilisation des eaux usées traitées en irrigation*, Royaume du Maroc, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, chap. 2, pp. 11-43 ; Ecofilae (2016). « Réutilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole en zone péri-urbaine de pays en développement : pratiques, défis et solutions opérationnelles », rapport Ecofilae, COSTEA, 63 p. ; Shoushtarian F, Negahban-Azar M. Worldwide Regulations and Guidelines for Agricultural Water Reuse: A Critical Review. *Water*. 2020; 12(4):971. <https://doi.org/10.3390/w12040971>. Voir également le projet « ReWater MENA : More and safer water reuse in the Middle East and North Africa » de l'IWMI: <https://rewater-mena.iwmi.org/>.

fournir un environnement juridique adéquat que si elles sont correctement articulées avec trois autres éléments clefs : une définition claire des **droits d'accès** aux EUT ; des **mécanismes de suivi et de contrôle** ; et des **schémas de financement public** actionnables, justifiés par un certain « intérêt général ». Ces cinq éléments constituent les piliers des « systèmes réglementaires » de la REUTI, des systèmes qui peuvent s'avérer plus ou moins complets et plus ou moins cohérents selon les pays (cf. figure 1).

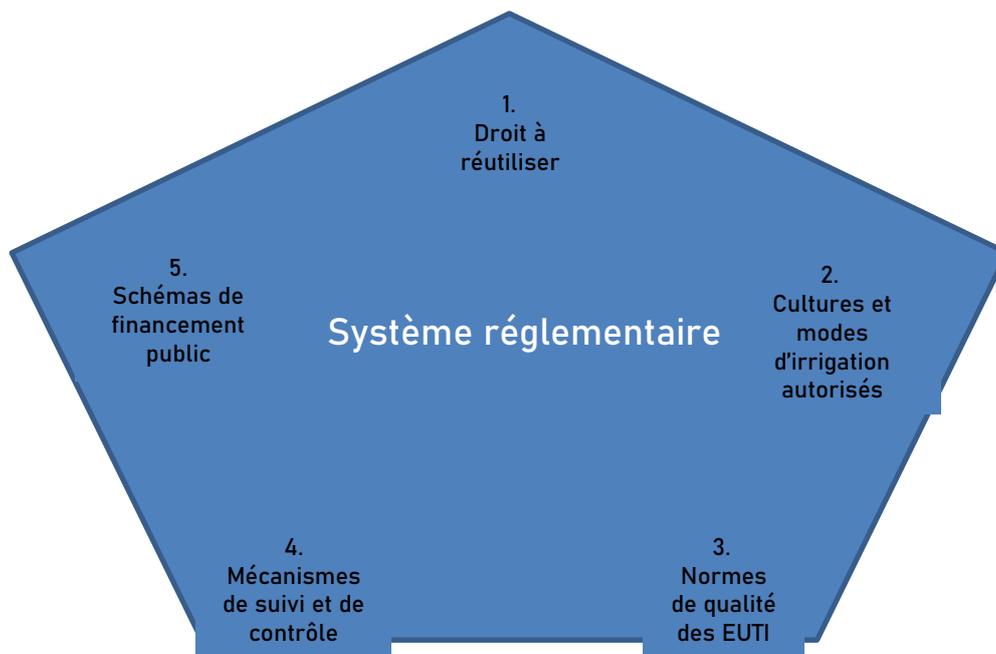


Figure 1 : Le système réglementaire de la REUT

De manière plus précise :

- Le **droit à réutiliser** comprend, au sens large, l'ensemble des procédures et des conditions d'autorisation de la REUTI, ainsi que les conditions de renouvellement et de révocation de ces autorisations.
- Les **cultures et les modes d'irrigation autorisés** incluent l'ensemble des restrictions apportées aux pratiques agricoles et aux pratiques de consommation : classification des cultures autorisées ; cultures expressément interdites ; méthodes d'irrigation et de récolte ; manières de consommer les produits. La définition de ces restrictions fait l'objet, depuis la mise à l'agenda internationale de la REUTI dans les années 1970, de débats qui opposent une « **approche centrée sur le traitement** » (ou plus exactement de « traitement adapté » - *fit for purpose*) à une « **approche multi-barrières** ». Tandis que la première met l'accent sur la garantie d'obtenir, en permanence, une qualité d'eau traitée parfaitement adéquate pour les usages auxquelles elle est destinée, la seconde insiste sur les difficultés que peut rencontrer

un tel objectif, et cherche à le compléter par des mesures de précautions supplémentaires (barrières). Nous verrons, toutefois, que ce contraste ne doit pas être exagéré. En effet, même les approches centrées sur le traitement érigent au minimum une barrière supplémentaire à la réutilisation, celle de la différenciation des normes de qualité en fonction des types de cultures et des systèmes d'irrigation.

- Les **normes de qualité** s'appliquant aux EUTI comprennent des paramètres microbiologiques et parasitaires, qui sont souvent spécifiques aux EUTI, de même que des paramètres physico-chimiques et toxiques, qui sont souvent les mêmes que pour les eaux d'irrigation conventionnelles.
- Les **mécanismes de suivi et de contrôle** comprennent l'ensemble des dispositifs de suivi réglementaire de la qualité des eaux, des cultures, des sols et des milieux récepteurs, ainsi que les procédures d'inspection et de contrôle de conformité de cette qualité, et le cas échéant de sanction (police).
- Les **schémas de financement public** englobent tous les types de concours financier public prévus et définis par la législation, ou explicitement planifiés par les collectivités locales.

La seconde originalité de cette étude réside dans l'usage de **critères d'analyse systématiques** pour organiser la comparaison. A partir d'une revue de travaux d'analyse de la gouvernance⁶, quatre critères ont été mobilisés pour analyser et contraster les cadres réglementaires : l'étendue, la clarté, l'applicabilité et la cohérence (**ECAC**).

Tableau 1 : Quatre critères d'analyse de la réglementation (ECAC)

Etendue	Amplitude des points couverts par la réglementation ; a contrario, amplitude des « vides » et des carences identifiés.
Clarté	Degré de spécificité des règles et des définitions terminologiques ; mesure de leur capacité à limiter les ambiguïtés et les incertitudes des acteurs impliqués dans leur mise en œuvre.
Applicabilité	Adéquation entre les exigences réglementaires et les ressources des organisations en charge de les faire appliquer et de les contrôler ; niveau d'acceptabilité probable, parmi les usagers, du niveau de contrainte impliqué par ces normes.

⁶ Voir notamment: Jiménez, A, Saika, P., Giné, R., Avello, P. Leten, J., Lymer, B., Schneider, K., Ward, R. (2020). Unpacking Water Governance: A Framework for Practitioners. *Water*, n. 12, 827, 21 p. Accessible à : <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/3/827>

Cohérence	Compatibilité, ou a contrario désarticulation, des règles entre elles et avec d'autres réglementations (par exemple, celles relatives aux rejets d'eaux usées non réutilisées).
------------------	---

Il en va de même pour l'analyse de la gouvernance proprement dite, qui est ici entendue comme **l'ensemble des schémas de répartition des rôles et des responsabilités, et tout particulièrement des mécanismes d'échanges, de coordination et d'arbitrage que ces schémas organisent entre les différentes parties prenantes**. Quatre critères d'analyse sont également mobilisés : l'étendue des dispositifs de gouvernance, le degré de coordination, l'inclusion et leur redevabilité (ECIR).

Tableau 2 : Quatre critères d'analyse de la gouvernance (ECIR)

Etendue	Amplitude des responsabilités explicitement attribuées : pas de grande fonction sans responsable clairement identifié.
Coordination	Minimisation des chevauchements de responsabilités ; existence de procédures institutionnalisées, prévisibles, de coordination entre les acteurs impliqués, à l'échelle des projets individuels comme à celle de la politique nationale, permettant de maximiser la cohérence entre les différents objectifs et entre les moyens mobilisés
Inclusion	Possibilité, pour l'ensemble des parties prenantes, de faire entendre leur point de vue sur toutes les séquences décisionnelles des politiques de REUTI.
Redevabilité	Obligation d'informer et d'expliquer régulièrement les actions entreprises, de manière à ce qu'elles puissent être correctement évaluées ; transparence dans l'information et la communication permettant cette évaluation

1.1 UNE POSTURE D'ANALYSE : UN BENCHMARK-COMPARAISON PLUTOT QU'UN BENCHMARK-CLASSEMENT

Les six pays analysés ici présentent des situations très contrastées, tant du point de vue de leurs réalités hydrologiques (i.e. intensité du stress hydrique, accès de l'agriculture périurbaine à des ressources en eau superficielles ou souterraines alternatives aux EUT) que des volumes et de la qualité de leurs eaux usées épurées, ou de leur organisation administrative. Reconnaître cette diversité n'est pas anodin, car cela conduit à privilégier un **benchmark-comparaison** à

un **benchmark-classement** qui chercherait à positionner l'ensemble des cas sur une échelle unique occupée, à son sommet, par un modèle de référence.

Ce faisant, il ne s'agit pas de s'interdire de considérer que certaines dispositions, et certaines législations, seraient intrinsèquement « meilleures » que d'autres sous certains aspects. Il ne fait guère de doute, par exemple, que certains pays peuvent se prévaloir de cadres réglementaires à la fois plus étoffés et plus précis, souvent liés à des expériences plus anciennes de REUTI planifiée sur le terrain. C'est par exemple le cas de la Tunisie, dont le décret de 1989, promulgué l'année même où l'OMS faisait paraître sa deuxième génération de lignes directrices⁷, et complété quelques années plus tard par un arrêté conjoint définissant un cahier des charges extrêmement précis pour les utilisateurs, a constitué une législation de référence à l'échelle internationale. Le Maroc a ensuite fait paraître son premier décret spécifiquement consacré à la réutilisation en 1998, puis l'Algérie en 2007. Par contraste, le Sénégal et la Bolivie ont une réglementation moins étoffée, notamment en ce qui concerne les régimes d'autorisation et les mécanismes de suivi et de contrôle, la Palestine se situant dans une position intermédiaire.

Il existe néanmoins deux limites fortes à une démarche de benchmark-classement en matière de REUTI :

- D'une part, une bonne réglementation est d'abord une **réglementation adaptée** aux conditions hydrologiques, technologiques et administratives particulières d'un pays, héritées de son histoire longue. C'est également une réglementation adaptée aux cultures que l'on souhaite promouvoir et aux niveaux de traitement déjà existants (soit le triptyque niveau de traitement – usages – normes). C'est enfin une réglementation adaptée aux ressources financières et techniques des irrigants destinés à les utiliser.
- D'autre part, une bonne réglementation est une **réglementation cohérente** : l'intégration d'ensemble est plus importante que la pertinence de telle ou telle disposition prise isolément, et ne peut s'apprécier qu'à l'échelle d'une législation dans sa globalité.

L'objectif de ce rapport est donc d'aider les responsables nationaux à mieux se situer dans le paysage réglementaire international, particulièrement lorsqu'ils se poseront la question de faire évoluer leur législation. Il doit permettre à chaque pays de mieux réfléchir, à la lumière d'autres expériences, à sa propre manière de traiter les enjeux et les compromis inhérents à la REUTI. La démarche est donc de « comparer pour singulariser⁸ » plutôt que pour établir des recommandations standardisées.

⁷ WHO (1989). "Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture".

⁸ Pour une explicitation de cette posture, voir : Bayart J.F. (2008). « Comparer en France. Petit essai d'autobiographie disciplinaire », *Politix*, vol.3, n° 83, p. 223 et suivantes.

1.2. DOCUMENTATION MOBILISÉE

Ce rapport s'appuie, en premier lieu, sur une recension de l'ensemble des **textes à valeur juridique** pertinents dans les six pays : lois, décrets, arrêtés. Certains de ces textes sont explicitement consacrés à la REUTI. D'autres sont plus généraux, et concernent la gestion de l'eau d'irrigation ou de la ressource en eau (cf. annexe n°1 pour la recension exhaustive de la documentation passée en revue). Ces sources juridiques sont plus ou moins volumineuses et plus ou moins rassemblées suivant les pays. En Bolivie, par exemple, il n'existe pas de texte réglementaire spécifiquement consacré à la réutilisation. Toutefois, certaines dispositions relatives à l'usage et à la protection des ressources en eau ont une portée générale suffisamment explicite pour qu'il soit pertinent de considérer qu'elles s'appliquent également à la REUTI.

Cette étude mobilise également de nombreux **documents de politiques publiques** : stratégies sectorielles, schémas directeurs, guides techniques, documents relatifs à la gestion intégrée des ressources en eau. S'ils ne sont pas juridiquement contraignants, ces documents peuvent décrire des objectifs et énoncer des recommandations relatives à la REUTI. Ils permettent également de mesurer l'articulation de la REUTI avec les politiques plus générales d'irrigation et de gestion de la ressource en eau.

Les informations nationales s'appuient enfin sur les **synthèses nationales** élaborées par les binômes d'experts du COSTEA pour les six pays, sur des échanges réguliers avec ces binômes (échanges bilatéraux et réunions collectives) et sur leurs commentaires écrits.

Par ailleurs, les cadres réglementaires des six pays sont analysés à la lumière des grandes **recommandations internationales**. Au regard de leur influence, trois grands documents de référence ont été privilégiés, qui ont été sélectionnés parmi un corpus plus large passé en revue (cf. tableau 3). Il s'agit des **recommandations de l'OMS, de la FAO et de l'Environmental Protection Agency (EPA) américaine**. Les deux premières sont traditionnellement associées aux approches multi-barrières, tandis que la troisième s'inscrit davantage dans une approche de « traitement adapté ». Dans la mesure où les recommandations de l'EPA ont été largement inspirées de la réglementation californienne, qui fut une pionnière internationale de l'approche traitement, cette réglementation est rappelée en annexe n°2.

Tableau 3- Standards internationaux : une sélection de trois documents de référence

Date	Pays / institution	Document analysé
1918	Etats-Unis (Californie)	Titre 22 : Critères pour le recyclage de l'eau en Californie (Code de l'Eau, division 7, art. 7)
1969	Californie	Porter-Cologne Water Quality Control Act (Title 22 of California's Code of Regulations)

1973	OMS	WHO guideline for the safe use of wastewater, excreta and greywater-volume II—wastewater use in agriculture
1980	EPA (US Environmental Protection Agency)	Guidelines for water reuse
1987	FAO	Wastewater quality guidelines for agricultural use
1989	OMS	Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture
1992	FAO	Wastewater Treatment and Use in Agriculture - FAO irrigation and drainage paper
1999	Israël	Israeli guideline for wastewater reuse
2002	Jordanie	Jordanian standard (JS: 893/2002) [
2006	OMS	Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, Volume II.
2012	EPA	Guidelines for Water Reuse; US Environmental Protection Agency.
2014	ISO	Norme ISO/TC 282/SC 1 :Treated wastewater reuse for irrigation
2017	Commission européenne	Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge
2019	Californie	State Water Resources Control Board's Water Recycling Policy (Title 22 of California's Code of Regulations)
2020	Union européenne	Règlement 2020/741 relatif aux exigences minimales applicables à la réutilisation de l'eau.

Cette étude passe donc systématiquement en revue les différentes dimensions des cadres réglementaires dans les six pays, à la lumière de ces lignes directrices internationales. Elle dresse pour finir un panorama synthétique des différents **dispositifs de gouvernance** et en propose des pistes d'amélioration.

2 LE DROIT A REUTILISER : PROCEDURES ET CONDITIONS GENERALES D'AUTORISATION

Les procédures et les conditions d'autorisation de la REUT n'ont pas fait l'objet, jusqu'ici, de comparaisons internationales systématiques. Les organismes internationaux abordent assez peu cette dimension, sans doute par reconnaissance du fait que les arrangements en la matière dépendent fortement des traditions administratives nationales. Ainsi l'OMS n'évoque-t-elle pas le droit à réutiliser dans ses rapports de 1989 et de 2006, pas plus que la FAO.

L'US-EPA fait figure d'exception. Dans ses lignes directrices de 2012 elle souligne que, s'il n'est pas impératif que la REUTI fasse l'objet d'un système d'autorisation spécifique, la réglementation doit alors indiquer clairement le système d'autorisation déjà existant qui s'applique (cf. section 4-2, p. 125). L'agence formule également les deux recommandations suivantes :

- Les réglementations devraient énoncer avec précision l'ensemble des pièces des dossiers de demande d'autorisation.
- Elles devraient aussi préciser, non seulement la manière dont les utilisateurs peuvent obtenir le droit d'utiliser les EUT, mais également « le droit des utilisateurs potentiels à **refuser** l'eau traitée lorsqu'ils ne la souhaitent pas (p. 125) ».

Etant donné le caractère assez sommaire de ces recommandations, le droit à réutiliser apparaît dans les faits largement laissé à l'appréciation de chaque Etat. Il n'est pourtant pas secondaire pour la réussite des projets. La clarté et la cohérence des procédures d'autorisation, de même que celles des procédures de renouvellement et de révocation, sont en effet des facteurs déterminants pour une mise en œuvre des projets rapide, sécurisante et bien acceptée socialement. Le tableau ci-dessous dresse un état des lieux synthétique de ces régimes d'autorisation dans les six pays.

Tableau 4- Régimes d'autorisation dans les six pays

	Maroc	Algérie	Tunisie	Palestine	Sénégal	Bolivie
Autorité délivrant l'autorisation	Agence de bassin hydraulique (ABH)	<ul style="list-style-type: none"> • Wali⁹ « territorialement compétent ». • Lorsque périmètre à cheval sur plusieurs wilayas, arrêté du ministre chargé des ressources en eau. 	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP) « après accord » des ministères de : <ul style="list-style-type: none"> • l'environnement • l'aménagement du territoire • la santé publique. 	Autorité palestinienne de l'eau « en coopération et coordination avec les autorités pertinentes », notamment (i) le ministère de l'Agriculture et de l'Irrigation, (ii) l'Autorité de la qualité environnementale	Office National d'Assainissement du Sénégal et Direction de l'Assainissement	Gouverneur (départemental).
Responsables de l'instruction technique des dossiers d'autorisation	Commission incluant : <ul style="list-style-type: none"> • Directeur de l'ABH • Services du Ministère chargé de l'Environnement • Services du Ministère chargé de l'Equipement • Services du Ministère chargé de la Santé Publique • Service du Ministère concerné par les usages des EUT. 	Services de l'hydraulique de la wilaya, « en concertation avec les services de l'agriculture, de la santé et de la protection de l'environnement »"	<ul style="list-style-type: none"> • MAHRP • Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement (MALE) pour l'approbation des études d'impact environnementales • Ministère de la Santé Publique (MSP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Autorité palestinienne de l'eau. • Ministère de l'Agriculture. 	Direction de l'assainissement au sein du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement du Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> • Gouverneur. • Le ministère de l'Environnement détermine la classification des masses d'eau, dont dépend la qualité requise des EUT, sur proposition du gouverneur.
Principales pièces à verser à la demande d'autorisation	<ul style="list-style-type: none"> • Acte de libre disposition des fonds à irriguer • Etude technique indiquant la qualité des EUT à utiliser et justifiant le projet. • Plans parcellaires des fonds à irriguer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Accord écrit du gestionnaire de STEP l'engageant à fournir les volumes d'EUT en quantité et qualité requises. • Fiche d'analyse de moins de 3 mois des EUT dont la qualité doit être conforme aux normes réglementaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • Etude technique du périmètre. • Etude d'impact environnemental (approuvée par l'ANPE et le MSP). 	<ul style="list-style-type: none"> • Formulaire du ministère de l'agriculture à remplir, précisant les usages potentiels des EUTI. • Inspections sur le terrain pour vérifier l'exactitude des informations transmises. 	La composition du dossier technique n'est pas définie actuellement. (projet en cours)	<ul style="list-style-type: none"> • Preuve de qualité conforme aux normes du règlement sur la pollution des eaux (RMCH, tableau n° 1, annexe A). l'Autorité. • Etude d'impact environnemental, plus

⁹ Le Wali représente l'Etat au niveau d'une wilaya, une subdivision administrative en Algérie

	<ul style="list-style-type: none"> • Plan du système de collecte des eaux usées épurées. • Plans du système de drainage. • Etude d'impact du projet sur l'hygiène, la salubrité publiques et la préservation de la qualité des eaux du domaine public hydraulique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan parcellaire des zones à irriguer. • Modèle de contrat liant l'agriculteur au concessionnaire. • Plan des ouvrages de transport et de distribution des EUT 		(autorisation s'effectue sur la base de la « faisabilité économique et sociale » du projet)		ou moins exigeante selon la caractérisation des milieux (catégories 1, 2 et 3)
Principaux éléments spécifiés par l'autorisation	<ul style="list-style-type: none"> • Nature des cultures irriguées. • Volume à utiliser. • Mesures à prendre pour protéger les milieux naturels. • Conditions d'utilisation des EUT. • Conditions de suivi, de contrôle et d'assistance technique par l'ABH. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le concessionnaire doit également établir et tenir à jour les listes nominatives des exploitants agricoles et de leurs ouvriers manipulant les EUE. • Il doit transmettre ces listes aux services de la santé de la wilaya en vue de programmer leur contrôle sanitaire. • Le concessionnaire doit aviser les exploitants agricoles ainsi que leurs employés, qui sont en contact direct avec les EUE, des risques sanitaires que présentent ces eaux ainsi que des précautions à prendre. 	- (mais cahier des charges détaillé -arrêté du 28 septembre 1995- valant pour toute autorisation particulière)	<ul style="list-style-type: none"> • Types de cultures à pratiquer. • Système d'irrigation. • Qualité de l'eau. 	-	-
Durée de l'autorisation	≤ 20 ans, renouvelable	≤ 10 ans, renouvelable	-	1 an	-	-
Motifs / modalités de révocation	L'autorisation est révoquée sans indemnité si : <ul style="list-style-type: none"> • Les conditions qu'elle impose ne sont pas observées. 	La concession peut être modifiée, réduite ou révoquée à tout moment : <ul style="list-style-type: none"> • En cas de non-respect des clauses du cahier des 	En cas de non-conformité de la qualité, suspension provisoire par les services de contrôle jusqu'au rétablissement de la qualité	En cas de non-conformité de la qualité.	-	-

	<ul style="list-style-type: none"> • Elle est cédée ou transférée sans l'agrément de l'ABH • Les eaux reçoivent une utilisation autre que celle autorisée. <p>Mais l'ABH peut, lorsque « les ressources en eau disponibles ne sont pas suffisantes », permettre le dépassement des valeurs limites pour les paramètres physico-chimiques.</p>	<p>charges. Ce cas n'ouvre droit à aucune indemnité.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour cause d'intérêt général. Ce cas ouvre droit à une indemnité, au profit du bénéficiaire, si ce dernier subit un préjudice. • La révocation définitive peut intervenir 6 mois après la suspension provisoire. 				
Autorisation de recharge directe d'aquifère	-	-	-	Interdiction	-	-
Régimes d'autorisation spécifiques aux boues d'épuration						
Autorité autorisant l'utilisation agricole des boues d'épuration	Interdiction de toute utilisation.	« Services agricoles concernés ».	-	<ul style="list-style-type: none"> • Ministère de l'agriculture. • Ministère de l'Economie. • Institut Palestinien des normes (PSI). 	Ministre chargé de l'Assainissement, sur avis du Ministre chargé de l'Environnement.	Gouverneur, sous réserve d'une qualité adéquate
Principales pièces / conditions d'éligibilité du dossier d'autorisation	Interdiction de toute utilisation.	Les boues doivent être rassemblées dans un lieu protégé.	Preuve de maturation des boues.	Conformité avec les spécifications techniques des boues (PSI, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> • Plans des terrains sur lesquels doit être effectué l'épandage. • Etude d'impact spécifiant : <ul style="list-style-type: none"> (i) l'aptitude du sol à recevoir les résidus et son périmètre. (ii) Des matériels et dispositifs d'entreposage 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyses démontrant une qualité conforme pour un usage agricole. • Procédés fonctionnels de stabilisation avant utilisation.

					permettant le stockage provisoire entre les périodes d'épandage. (iii) Les gênes ou nuisances potentielles pour le voisinage.	
Conditions d'utilisation			Cahier des charges signé par l'exploitant agricole remis au CRDA et à la DRS, précisant : <ul style="list-style-type: none"> • Le rythme de production des boues. • Les quantités de boues produites. • Les quantités de boues destinées à l'épandage. <ul style="list-style-type: none"> • L'état des boues à épandre. • La date de leur analyse. 		<ul style="list-style-type: none"> • Les matières doivent être uniformément répandues sur le sol, puis enfouies profondément par un labour durant les premiers jours suivant l'épandage. Des dérogations sont tolérées en fonction de la localisation du site d'épandage. • L'emploi de l'aspersion aérienne est interdit. 	

Etendue

D'une manière générale, le tableau fait apparaître un **développement très inégal** du droit à réutiliser. A un pôle, le Sénégal n'affiche, pour l'heure, aucune disposition juridique spécifiant les procédures et les conditions générales d'autorisation des EUT. Celles-ci sont donc laissées à l'appréciation des projets (pilotes) en cours de réalisation¹⁰. La Bolivie affiche également un certain nombre de paramètres non renseignés : contenu et durée de l'autorisation, modalités de renouvellement et de révocation. Dans ces deux pays, l'absence de toute disposition concernant les modalités de révocation pose un problème de sécurisation juridique de la REUT.

Les trois Etats du Maghreb affichent quant à eux une réglementation de plus grande envergure, ce qui n'empêche pas certains « trous » ponctuels. Ainsi l'Algérie ne précise pas le contenu de l'autorisation, et la Tunisie ne dit rien de sa durée, alors même que ce pays possède sans doute la réglementation la plus étoffée en la matière.

Il apparaît également que de fortes **inégalités de développement** peuvent exister **au sein d'une même réglementation nationale**. Ainsi, au Sénégal, le cadre réglementaire est assez détaillé en ce qui concerne l'utilisation agricole des boues de vidange (i.e. pièces à verser à la demande d'autorisation, conditions d'utilisation). Les missions officielles de l'ONAS incluent d'ailleurs la valorisation des sous-produits d'épuration, alors que rien n'est dit concernant la REUTI. Le Maroc, quant à lui, présente une situation inverse, avec une législation bien développée pour les régimes d'autorisation des eaux usées, mais qui manque encore de normes d'élimination et de valorisation des boues, dont le statut juridique n'est pas clarifié par la loi 28-00 sur les déchets.

Dans tous les pays à l'exception du Sénégal, la réglementation relative à la gestion des boues s'avère nettement moins développée que celle relative aux EUT. On peut également relever trois absences communes à pratiquement tous les pays:

- Les modalités de **renouvellement des autorisations ne sont guère spécifiées** : s'agit-il de procédures aussi exigeantes que les premières autorisations ou de procédures allégées ?
- Contrairement aux préconisations de l'EPA, **aucune disposition ne précise un « droit de refus »** de la réutilisation dans le cadre d'un projet d'aménagement collectif. Le risque existe donc que certains utilisateurs se trouvent impliqués dans des projets malgré leurs réticences. Ce déficit renvoie à une carence plus large des réglementations : aucune d'entre elles ne précise **l'articulation entre demandes individuelles et demandes collectives d'autorisation**. Les agriculteurs ne peuvent-ils accéder aux EUT qu'en tant que membres d'une association ? Lorsqu'une

¹⁰ Le code de l'eau de 2009 prévoit que « des décrets pris, sur propositions conjointes du Ministre chargé de l'Assainissement et des ministres chargés des secteurs d'activités intéressés, fixent les régimes et conditions d'utilisation des eaux épurées et des résidus issus de leur épuration » (art. L-74). Toutefois, l'unique décret d'application du code de l'assainissement, promulgué en 2011 (n° 2011-245) ne précise guère un tel régime, et renvoie sa définition à un futur « arrêté conjoint » (art. R-29) qui n'a pas encore été promulgué.

association est constituée, celle-ci centralise-t-elle obligatoirement les demandes, ou bien des sollicitations/refus individuels sont-ils autorisés ?

- La **recharge directe des aquifères** ne fait pas l'objet de dispositions spécifiques, à l'exception de la Palestine qui l'interdit formellement.

Clarté

La sécurisation juridique de la REUTI exige que **les modalités de révocation soient formulées de la manière la plus précise possible**. Ce n'est généralement pas le cas : la plupart des législations évoque une révocation possible « en cas de qualité non-conforme » (Tunisie, Palestine) ou de « non-respect des conditions d'autorisation » (Algérie, Maroc). Cette perspective pourrait être clarifiée pour être moins menaçante pour les utilisateurs, par exemple en précisant une ampleur des dépassements, les paramètres concernés et des durées de non-conformité pour que les révocations s'appliquent. Des dispositions comme celles en vigueur au Maroc peuvent dès lors être discutées. D'un côté, l'autorisation peut être révoquée sans indemnité dès lors que « les conditions qu'elle impose ne sont pas observées », une formulation vague et peu sécurisante. D'un autre côté, l'ABH peut, dès lors que « les ressources en eau disponibles ne sont pas suffisantes », permettre le dépassement des valeurs limites pour les paramètres physico-chimiques. Une telle formulation laisse des marges d'interprétation considérables à l'ABH pour apprécier ce qui relève de la « suffisance » des ressources en eau.

L'ensemble des législations gagnerait également à préciser, et à différencier, les critères pouvant mener à une **suspension temporaire**, et ceux pouvant provoquer une **révocation définitive**.

Par ailleurs, des réglementations prévoient que certaines fonctions soient menées par une autorité en « concertation » ou en « coordination » avec d'autres, **sans que les modalités de cette coordination ne soient clairement spécifiées**. Il en va ainsi de la Palestine, où l'Autorité palestinienne de l'eau doit délivrer les autorisations « en coopération et coordination avec les autorités pertinentes » ; ou de l'Algérie où les services de l'hydraulique de la wilaya doivent instruire les dossiers « en concertation avec les services de l'agriculture, de la santé et de la protection de l'environnement ».

Applicabilité

Le **niveau d'exigence des procédures et des conditions d'autorisation varie significativement selon les pays**. En ce qui concerne les boues d'épuration, le Sénégal affiche les instructions les plus détaillées, ce qui pourrait constituer une source d'inspirations pour les autres pays. Il reste cependant à vérifier, en pratique, la faisabilité pour chaque agriculteur de faire réaliser à ses frais, comme il est exigé, une étude d'impact spécifiant l'aptitude des sols à recevoir les boues, les matériels et les dispositifs d'entreposage ainsi que les gênes et les nuisances potentielles pour le voisinage.

La question du réalisme se pose avec une acuité particulière pour **les modalités de révocation**. Des procédures « couperet », telles que celles évoquées précédemment, sont susceptibles de n'être appliquées qu'avec beaucoup de prudence par les autorités, et d'être peu mises en œuvre en pratique. Des **procédures graduées**, avec suspensions provisoires et délais de mise en conformité comme en Tunisie, sont généralement plus applicables.

Cohérence

Les régimes d'autorisation font apparaître différentes conceptions de la REUTI, ayant **chacune leur cohérence et leur bien-fondé**. Au Maroc, le pilote de l'autorisation est l'agence de bassin, ce qui inscrit la gestion des eaux usées dans la recherche d'une gestion plus globale, intégrée, des ressources en eau. En Tunisie et en Palestine, l'administration agricole joue un rôle plus central, bien qu'en coordination avec d'autres acteurs : la REUTI y est d'abord considérée comme une eau agricole. Enfin, en Algérie et en Bolivie, ce sont les préfets et gouverneurs qui coordonnent le processus, sans doute parce que l'accent y est davantage mis sur l'aménagement du territoire.

Par ailleurs, on a déjà évoqué la nécessité de veiller à la cohérence entre l'objectif de promouvoir la réutilisation et les **modalités de révocation** de l'autorisation, celle-ci devant pouvoir être temporaire et facilement rétablie en cas de remise en conformité avec les normes.

Il existe, enfin, un enjeu de cohérence entre le caractère nécessairement chronophage des procédures d'autorisation et **la durée** de celle-ci, qui doit être spécifiée et significative : à cet égard, la durée actuelle d'une année en Palestine, si elle se conçoit pour la phase d'expérimentation, devra être amenée à s'allonger.

3 LES CULTURES ET MODES D'IRRIGATION AUTORISEES

Toutes les législations exigent bien sûr, pour la réutilisation, une certaine qualité des eaux traitées. Mais toutes, à des degrés divers, énoncent aussi des conditions supplémentaires, qu'il s'agisse de différencier les qualités d'eau exigées en fonction des types de culture, d'interdire expressément certaines cultures ou de prescrire des pratiques d'hygiène spécifiques. Ces conditionnalités supplémentaires composent une **approche « multi-barrières »**, officiellement promue par l'OMS depuis son rapport de 1989 et plus récemment en 2006. Cette approche prend acte du fait que la qualité des eaux épurées peut, à certains moments, ne pas être conforme à toutes les normes de qualité. Elle vise à compenser ces risques par des mesures additionnelles tout au long de la chaîne de production et de consommation des aliments. Ces mesures concernent notamment la restriction des cultures autorisées ; les techniques d'irrigation ; le contrôle de l'exposition aux eaux usées ; ainsi que le lavage, la désinfection et la cuisson des aliments (cf. figure n°2).



Figure 2- Un modèle simplifié d'approche multi-barrières

Source : Souidi (2020) ¹¹

L'utilité de ces mesures se fonde sur une **estimation empirique** de leur propension à limiter le « temps perdu de vie en bonne santé », par rapport à l'espérance théorique de cette vie en bonne santé (*Disability Adjusted Life Year, DALY*). L'OMS met couramment en avant un objectif de DALY de 10^{-6} , équivalent à quelques dizaines de secondes. Elle insiste sur la manière dont les mesures suivantes peuvent y contribuer :

- Le lavage des salades, des légumes et des fruits à l'eau claire (qui permet une réduction des pathogènes d'une unité logarithmique).

¹¹ FAO. 2020. *Débloccage du potentiel de la réutilisation des eaux usées traitées pour le développement agricole dans les pays du Maghreb*, Rapport – Maroc préparé par Brahim Souidi

- Le lavage des salades, des légumes et des fruits à l'aide d'une solution désinfectante et d'un rinçage à l'eau claire (réduction des pathogènes de deux unités logarithmiques).
- L'immersion dans une eau bouillante, ou proche de l'ébullition, jusqu'à ce que l'aliment soit cuit (réduction des pathogènes de 6 à 7 unités logarithmiques).

Le tableau ci-dessous donne un aperçu des barrières les plus couramment préconisées par les lignes directrices internationales.

Tableau 5-Principales barrières recommandées

	OMS	EPA	FAO¹²
Classification des cultures autorisées	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation sans restriction: utilisation des EUT pour des cultures qui peuvent être consommées crues par les humains. • Irrigation restreinte : utilisation des EUT pour des cultures qui ne peuvent être consommées crues par les humains. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultures consommables crues (<i>food crops</i>) • Autres cultures (<i>processed food crops</i>) • Cultures non-alimentaires (<i>non food crops</i>) 	<p>(A) Cultures susceptibles d'être consommées crues, terrains de sport et parcs publics</p> <p>(B) Cultures céréalières, industrielles et fourragères, pâturages et arboriculture</p> <p>(C) Irrigation localisée des cultures de la catégorie B et en l'absence d'exposition des utilisateurs comme du public</p>
Principe de classification	Type de cultures	Type de cultures	Type de cultures + groupes exposés
Autorisation des cultures consommables crues	Oui (irrigation sans restriction)	Oui (<i>food crops</i>)	Oui (catégorie A)
Restrictions recommandées pour les modes et pratiques d'irrigation, notamment pour cultures consommables crues	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation localisée • Timing de l'irrigation • Equipements de protection 	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation localisée • Cultures adaptées à la salinité • Cultures résistantes aux ions toxiques • Mélanges/combinaison avec d'autres eaux d'irrigation • Equipements de protection 	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation localisée • Equipements de protection

¹² Wastewater quality guidelines for agricultural use. Accessible à : <http://www.fao.org/3/t0551e/t0551e04.htm> (consulté le 11 novembre 2021).

Mesures d'hygiène préconisées	<ul style="list-style-type: none">• Lavage, désinfection, épluchage des aliments• Cuisson	<ul style="list-style-type: none">• Lavage, désinfection, épluchage des aliments• Cuisson	<ul style="list-style-type: none">• Lavage, désinfection, épluchage des aliments• Cuisson
--------------------------------------	--	--	--

On peut relever, d'ores et déjà, qu'aucune recommandation internationale n'interdit l'irrigation des cultures consommables crues, dès lors que l'eau usée épurée atteint une certaine qualité. Le tableau ci-dessous dresse un panorama synthétique des réglementations des six pays.

Tableau 6- Principales barrières et restrictions dans les six pays

	Maroc	Algérie	Tunisie	Palestine	Sénégal	Bolivie
Classification des cultures autorisées	<p>A : Irrigation de cultures destinées à être consommées crues, des terrains de sport, des jardins publics</p> <p>B : Irrigation de cultures céréalières, industrielles et fourragères, des pâturages et des plantations d'arbres</p> <p>C : Irrigation localisée des cultures de la catégorie B si les ouvriers agricoles et le public ne sont pas exposés</p>	<p>Pas de distinction entre les différentes cultures autorisées. Celles-ci incluent 8 catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbres fruitiers (16 cultures mentionnées) • Agrumes (7) • Cultures fourragères (6) • Cultures industrielles (7) • Cultures céréalières (4) • Cultures de production de semences (3) • Arbustes fourragers (2) • Plantes florales à sécher ou à usage industriel (5) 	<p>Pas de distinction entre les différentes cultures autorisées. Celles-ci comprennent 5 catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cultures industrielles (6) • Cultures céréalières, céréalières (4) • Cultures fourragères et fourragères (4). • Arbres fruitiers et forestiers (2). • Plantes florales à sécher ou à usage industriel (5). 	<p>A, B, C et D, chacun avec ses usages spécifiques.</p> <p>Sur cette base :</p> <p>REUT agricole interdite « <i>sauf si l'eau a été traitée conformément aux standards nationaux certifiés par les autorités techniques compétentes</i> ».</p>	<p>Irrigation restreinte : cultures maraîchères, zones de sport et de loisir.</p> <p>Irrigation non-restreinte : cultures ligneuses ; cultures fourragères ; arboriculture fruitière.</p>	<p>Toutes les masses d'eau sont catégorisées en classes A, B, C et D.</p> <p>Sur cette base :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les cultures consommées crues nécessitent une eau de classe B minimum : légumes crus et fruits crus à peau fine sans enlèvement de la peau. <p>Aucune qualité d'eau n'est précisée pour les autres types de culture. Mais la qualité C paraît s'imposer, car la qualité D est réservée aux cas d' « extrême nécessité ».</p>

Critères utilisés pour établir la classification	<ul style="list-style-type: none"> Type de culture. Mode d'irrigation. Groupes exposés. 	Type de culture	Type de culture	Normes de traitement.	Type de culture	Qualité de la masse d'eau
Cultures expressément interdites	Aucune	Pâtures	<ul style="list-style-type: none"> Pâturage direct. Crudités. 	Légumes	Aucune	Légumes
Restrictions sur les modes et pratiques d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> Arbres fruitiers : l'irrigation doit cesser deux semaines avant la cueillette. L'irrigation par aspersion est interdite. 	<ul style="list-style-type: none"> Interdiction de tout contact direct entre les EUT et les fruits. En particulier, interdiction d'irriguer les arbres fruitiers par aspersion. <ul style="list-style-type: none"> Les parcelles irriguées doivent être éloignées d'au moins 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et de tout ouvrage d'AEP. L'irrigation des parcs et des espaces verts doit s'effectuer en dehors des heures d'ouverture au public. 	<ul style="list-style-type: none"> Périmètres d'aspersion doivent être « suffisamment éloignés » des routes et des agglomérations. Pas d'aspersion pour les arbres fruitiers <ul style="list-style-type: none"> Interdiction des « stagnations d'eau, des mauvaises odeurs et des gîtes larvaires » 89, art. 11) 	<ul style="list-style-type: none"> L'eau doit être acheminée par des canalisations. <ul style="list-style-type: none"> L'irrigation localisée est privilégiée. L'aspersion doit être éloignée d'au moins 50m des habitations. 	-	-
Restrictions sur les modes de récolte	Aucun fruit tombé ne doit être ramassé.	L'irrigation doit cesser au moins deux semaines avant la récolte. La consommation des fruits tombant au sol est interdite	<ul style="list-style-type: none"> Les fruits tombant au sol ne doivent être ni consommés ni vendus. Interdiction d'irriguer 2 semaines avant les récoltes. 	<ul style="list-style-type: none"> Les cultures fourragères doivent être séchées. Les fruits tombés ne peuvent être ramassés. L'irrigation doit cesser au moins 1 semaine avant la récolte. 	-	-
Mesures d'hygiène obligatoires	Etude d'impact du projet sur l'hygiène et la salubrité publiques (pièce du dossier de demande d'autorisation).	-	<ul style="list-style-type: none"> Port d'une tenue spécifique. Vaccination obligatoire. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de gants. Les arrivées d'EUTI doivent être 	-	<i>Recommandations</i> contenues dans le guide technique de REUT agricole (ex. :

				marquées d'une couleur spéciale. • Vaccination obligatoire de tous les utilisateurs.		port de bottes, masques, gants en latex, pantalons...)
Restrictions et interdictions spécifiques relatives à l'utilisation agricole des boues d'épuration	Dispositions en cours de promulgation (décret « normes et conditions de valorisation des boues »).	-	<ul style="list-style-type: none"> • Interdiction d'épandage sur les terres maraîchères 18 mois avant la plantation. • Interdiction d'utiliser les boues liquides et les boues non hygiénisées. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Les matières doivent être uniformément répandues sur le sol, puis enfouies profondément par un labour dans les premiers jours suivant l'épandage. • Aspersion aérienne interdite. 	-

Etendue

D'une manière générale, les restrictions apparaissent bien plus développées pour les eaux usées que pour les boues, pour lesquelles seules la Tunisie et le Sénégal ont spécifié des limitations. En outre, le tableau ci-dessus permet de pointer deux déficits communs à l'ensemble des réglementations :

- Aucun pays, pour l'heure, n'établit une liste des cultures aptes à recevoir des boues d'épuration comme fertilisant (le Maroc a un projet de réglementation en cours).
- Aucun pays, à l'exception partielle du Maroc, n'opère une différenciation de ses barrières selon que l'assainissement est collectif ou autonome. Au Maroc, les normes indiquées ne valent explicitement que pour l'assainissement collectif. La réutilisation agricole à partir de systèmes d'assainissement autonomes, quant à elle, ne sera possible que pour une liste de cultures et de plantations qui sera fixée par voie réglementaire (art. 64 de la loi sur l'eau 36-15).

Clarté

Toutes les réglementations **détaillent de manière précise les types de culture autorisés**, et les qualités d'eau correspondantes. La Tunisie mentionne 21 cultures autorisés, réparties en 5 catégories, tandis que l'Algérie en liste 50 réparties en 8 catégories. L'Algérie est également le pays qui va le plus loin dans la précision des restrictions sur les modes et les pratiques d'irrigation.

En outre, les quatre pays qui s'inspirent le plus de l'approche multi-barrières (les trois pays du Maghreb et la Palestine) affichent tous des **dispositions extrêmement précises concernant les restrictions sur les pratiques d'irrigation et les modes de récolte**. L'Algérie, cependant, ne va pas jusqu'à détailler des mesures d'hygiène impératives, contrairement à la Tunisie et la Palestine. La Bolivie, de son côté, laisse dans l'imprécision la qualité d'eau requise pour les cultures autres que celles consommables crues.

Applicabilité

L'approche multi-barrières est marquée par un **paradoxe**. Elle est en effet présentée comme une solution à un déficit de ressources organisationnelles (financières, humaines, technologiques, etc.) qui rendrait aléatoire la conformité permanente avec des normes de qualité exigeantes. Pourtant, elle exige dans le même temps des ressources organisationnelles très importantes pour surveiller la bonne application de chacune des barrières. Il est par exemple difficile de comprendre pourquoi des organisations publiques qui ne seraient pas capables d'assurer une désinfection adéquate de leurs eaux usées seraient en revanche capables de s'assurer que l'irrigation cesse bien deux semaines avant chaque récolte.

Cette contradiction plaide pour un principe de « juste mesure » dans l'élaboration des barrières. Dans la plupart des cas, le réalisme devrait conduire à limiter les barrières à des paramètres qui sont, selon les termes de l'OMS, « **facilement et rapidement mesurables** (p. 32) ». Ces paramètres, vérifiables au moyen d'inspections ponctuelles, peuvent inclure des restrictions sur certaines cultures et/ou certains modes d'irrigation. C'est là le sens du projet d'arrêté conjoint marocain : il délaisse plusieurs restrictions établies par l'arrêté de 2002 sur les modes et les pratiques d'irrigation, jugées inapplicables et superflues (telles que l'interdiction de ramasser un fruit tombé à terre) pour se recentrer sur deux barrières : l'adaptation de la qualité du traitement aux usages, et les modes d'irrigation.

On peut s'interroger, en revanche, sur l'applicabilité de dispositions telles que celles, en Tunisie, qui stipulent que « l'alimentation du bétail doit subir une durée de stockage suffisamment longue pour minimiser les risques de contamination » ; ou que « les fruits tombant au sol ne doivent être ni consommés ni vendus ». La réglementation algérienne, de son côté, stipule que les EUT ne doivent « en aucun cas être la cause de stagnation d'eau, de mauvaises odeurs et de gîtes larvaires », une disposition difficile à faire respecter. En situation réelle, **ériger moins de barrières mais des barrières plus applicables est nettement préférable à l'accumulation de barrières fictives, difficilement applicables sur le terrain.**

Cohérence

En ce qui concerne l'importance générale accordée aux barrières, deux groupes de pays se distinguent nettement. Les trois pays du Maghreb et la Palestine s'inspirent clairement de l'approche multi-barrières. En plus d'interdire expressément certaines cultures, ils affichent des dispositions très développées s'agissant des restrictions sur les modes et les pratiques d'irrigation, des restrictions sur les modes de récolte, et parfois des mesures d'hygiène obligatoires.

A l'inverse la Bolivie, et dans une moindre mesure le Sénégal, accordent une importance moindre aux barrières. Ils ne font guère qu'interdire la production de légumes et, pour la Bolivie, que distinguer entre les qualités d'eau destinées aux cultures consommables crues et celles destinées aux autres cultures. Ils s'inspirent ainsi davantage d'une approche *fit for purpose* qui cherche à calibrer au mieux la qualité d'eau pour les usages désirés. Le cas de la Bolivie, cependant, montre que la frontière entre ces deux approches est perméable et potentiellement évolutive. Il existe en effet un guide technique de la réutilisation qui mobilise l'approche multi-barrières. Ce document n'a pas de valeur juridique pour l'instant et n'est pas encore mis en pratique. La situation pourrait cependant évoluer à mesure que les projets de réutilisation augmentent en nombre.

4 LES NORMES DE QUALITÉ DES EUTI

L'élaboration de normes de qualité permettant une REUTI sans risque pour la santé humaine a suscité toute l'attention des organismes internationaux, FAO et OMS en tête. Les réglementations relatives à la qualité de l'eau d'irrigation distinguent généralement trois types de paramètres : microbiologiques, physico-chimiques et toxiques. **Seuls les premiers, dont la présence dans les eaux usées peut constituer un risque sanitaire majeur, font généralement l'objet de réglementations spécifiques aux EUT.** Par contraste, les paramètres physico-chimiques et toxiques sont généralement ceux applicables à l'ensemble des eaux irrigation : sous ce rapport, les EUT sont des eaux d'irrigation comme les autres.

Il n'est pas inutile de rappeler brièvement les principaux enjeux sanitaires et agronomiques entourant la fixation des valeurs limites pour ces différents paramètres. Nous synthétiserons ensuite les principales recommandations internationales en la matière, avant de présenter les valeurs limites en vigueur dans les six pays. Cette présentation se veut exhaustive. Elle exclut cependant, par souci de concision, certains paramètres mesurant une même variable (par exemple la salinité, pour laquelle seule la conductivité électrique a été retenue) ; ainsi que, par souci de comparabilité, certains paramètres spécifiques qui ne sont pris en compte que dans un seul pays (à l'image de certains métaux lourds, ou des matières dissoutes totales par opposition aux matières en suspension).

4.1. LES PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES

La suppression des pathogènes constitue le principal objectif sanitaire lorsque l'eau usée traitée est utilisée pour l'irrigation. Il existe un grand nombre de pathogènes, et il serait difficile et coûteux pour les autorités de tous les contrôler. Aussi la plupart des réglementations tendent à se concentrer sur trois grands types de paramètres qui sont de bons indicateurs de la contamination globale : deux indicateurs bactériologiques, les coliformes fécaux et l'*Escherichia coli* (*E. coli*) ; et les œufs d'helminthes, principaux vecteurs des maladies parasitaires là où elles sont endémiques.

La différence générale, évoquée en introduction, entre les approches centrées sur le traitement et les approches multi-barrières, est particulièrement manifeste en ce qui concerne les indicateurs bactériens. Les premières se basent en effet sur une **estimation théorique** de la survie des pathogènes dans les eaux usées, les plantes et les sols. Elles débouchent souvent sur une norme très restrictive de présence détectable, à l'image de la Californie qui autorise seulement 2,2 ou 23 coliformes / 100 ml selon les types de culture. Pour obtenir une telle qualité, la méthode de traitement recommandée est celle d'un traitement biologique secondaire suivi d'une chloration.

L'avantage d'une telle approche est évidemment de minimiser les risques sanitaires. Son inconvénient réside dans les coûts de traitement rendus nécessaires pour s'y conformer durablement, au regard des bénéfices sanitaires marginaux finalement limités qui en sont retirés. Une étude a pu estimer, par exemple, que l'adoption de la norme californienne dans tous les Etats des Etats-Unis, par rapport à une norme de 1000 coliformes fécaux / 100 ml, équivaldrait à dépenser 330 millions US\$ pour chaque individu malade de l'hépatite A en moins¹³.

L'approche alternative consiste à baser les normes réglementaires sur l'**évaluation empirique** des risques sanitaires induits par les eaux usées. Il s'agit alors de généraliser et d'affiner une évaluation quantitative des risques microbiens (*Quantitative Microbial Risk Assessment*- QMRA). Le QMRA cherche à mesurer les taux d'infection d'individus à différentes maladies, en fonction des différentes qualités d'eau usée traitée auxquelles ils sont exposés. Ces approches empiriques ont gagné en légitimité à mesure qu'il apparaissait que les risques réels induits par les EUT étaient nettement inférieurs à ce que prédisaient les modèles théoriques. Elles sont donc généralement moins restrictives. Le basculement emblématique, à cet égard, est celui de l'OMS, passée d'extrapolations théoriques dans ses recommandations de 1973 à l'usage d'études épidémiologiques dans son rapport de 1989.

Cette approche empirique n'est toutefois pas sans limites. La principale réside dans le **caractère nécessairement contextuel des résultats obtenus**, et donc dans les difficultés d'extrapoler ces résultats à l'échelle de différents pays, ou même entre différentes régions d'un même pays¹⁴. C'est pour tenir compte de cette variabilité et de ces incertitudes que l'approche épidémiologique empirique est souvent combinée à une approche multi-barrières, sans qu'il y ait pour autant de lien nécessaire entre les deux.

4.2. LES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Les paramètres physico-chimiques, en plus de leurs effets potentiels sur la santé humaine, sont déterminants pour les rendements agricoles, mais ils le sont plus ou moins en fonction de la sensibilité des cultures. Les paramètres les plus couramment utilisés dans les réglementations nationales sont les suivants :

- Indicateur facilement mesurable de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau, le **pH** figure dans la plupart des législations sur la qualité des eaux d'irrigation. Il peut également indiquer

¹³ Shuval, H.; Lampert, Y.; Fattal, B. Development of a risk assessment approach for evaluating wastewater reuse standards for agriculture. *Water Sci. Technol.* 1997, 35, 15–20.

¹⁴ Une autre limite significative de ces approches est qu'elles ne prennent généralement pas en compte les transmissions secondaires.

la présence d'ions toxiques¹⁵. L'intervalle assurant une irrigation sans risque pour la santé humaine est généralement estimé entre 6,5 et 8,4¹⁶. Un pH en dehors de cet intervalle peut altérer la croissance et la bonne santé des plantes, provoquer des déséquilibres nutritionnels, et engendrer la corrosion des canalisations comme des goutteurs. Un pH trop faible permet également aux métaux lourds de circuler plus facilement dans les sols, et de contaminer les cultures et les masses d'eau.

- La **salinité** constitue certainement un risque agronomique majeur associé à la REUTI. En particulier, une concentration élevée en sels accroît le stress hydrique des sols, exigeant des plantes davantage d'énergie pour en extraire l'eau, ce qui nuit à leur développement. La salinité augmente également la présence d'ions toxiques.
- Les matières en suspension (**MES**), conjuguées aux matières dissoutes, sont composées d'une large gamme de matière végétale, animale, ainsi que des déchets d'origine humaine ou industrielle. Comme elles sont facilement mesurables et qu'elles renseignent de manière pertinente sur la qualité globale, elles sont couramment mobilisées dans les réglementations. Une norme restrictive peut être justifiée, comme au Maroc, pour éviter l'obstruction des goutteurs dans le cas d'une irrigation localisée.
- La demande biologique en oxygène à cinq jours (**DBO⁵**) et la demande chimique en oxygène (**DCO**) sont deux indicateurs parmi les plus répandus de présence de matière organique. Celle-ci peut favoriser la croissance microbienne et impacter négativement les processus de désinfection. Toutefois, un abattement trop radical n'est pas non souhaitable dans le cas de la REUTI, car il priverait inutilement les sols et les cultures d'un apport en matière organique.
- Les nutriments les plus essentiels à la croissance des plantes sont l'**azote** (N), le **phosphore** (P) et le **potassium** (K). Si l'azote est le nutriment le plus décisif des trois, sa concentration excessive engendre une dégradation de la qualité des plantes, un retard de maturité et une croissance foliaire excessive. De même, des concentrations trop importantes de phosphore sont susceptibles d'augmenter les taux d'eutrophisation, l'un des problèmes majeurs auxquels sont confrontées les eaux de surface à l'échelle globale. Ce phénomène diminue la quantité d'eau effectivement disponible et diminue le taux d'oxygène de l'eau. Un excès de potassium, enfin, peut stimuler une croissance algale et un développement bactérien, provoquant le colmatage des systèmes d'irrigation¹⁷.

¹⁵ Lazarova, V.; Bahri, A. Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass; CRC Press: Boca Raton,

¹⁶ Hanjra, M.A.; Drechsel, P.; Wichelns, D.; Qadir, M. Transforming urban wastewater into an economic asset: Opportunities and challenges. In Wastewater; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2015; pp. 271–278.

¹⁷ Sharpley, A.; Beegle, D. Managing Phosphorus for Agriculture and the Environment. Pennsylvania State Univ. 2001, 1, 1–16.

- Les **ions toxiques**, enfin, sont bénéfiques aux cultures à faible concentration. Au-delà de certains seuils critiques, en revanche, ils provoquent une diminution des rendements. Trois d'entre eux sont particulièrement présents dans les eaux d'irrigation et particulièrement scrutés : le sodium, les chlorures et le bore.

4.3. LES PARAMÈTRES TOXIQUES

Ces éléments tels que le plomb, le cadmium ou le mercure, sont généralement présents à de faibles niveaux de concentration dans les eaux usées. Malgré cela, ils sont rarement inclus dans les analyses routinières des eaux d'irrigation. L'état des canalisations d'eau potable et d'évacuation des eaux usées, de même que le raccordement éventuel d'unités industriels au réseau d'assainissement, peuvent conduire à augmenter ces concentrations, réduisant alors la croissance des plantes et engendrant une pollution des eaux souterraines¹⁸. Les effets toxiques de ces éléments sont difficiles à estimer avec précision car ils dépendent fortement des types de culture et d'autres paramètres environnementaux tels que le pH des sols : ces effets semblent en effet être systématiquement plus élevés dans les sols acides¹⁹.

Les principales recommandations internationales sur ces trois grandes classes de paramètres sont les suivantes :

¹⁸ Hussain, A.; Alamzeb, S.; Begum, S. Accumulation of heavy metals in edible parts of vegetables irrigated with waste water and their daily intake to adults and children, District Mardan, Pakistan. *Food Chem.* 2013, 136, 1515–1523.

¹⁹ Lazarova, V.; Bahri, A. *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2004; ISBN 0203499409.

Tableau 7- Pathogènes : principales recommandations internationales

	Scénario d'exposition	Objectif de santé (DALY/pers./an)	E.Coli	Coliformes fécaux	Œufs d'helminthes (nb / l)
OMS (1989 ; 2006)²⁰	Irrigation sans restriction				
	Laitue	10^{-6}	$10^3 - 10^4$	$\leq 10^3$	≤ 1
	Oignon	10^{-6}	$10^3 - 10^4$	$\leq 10^3$	≤ 1
	Irrigation restreinte				
	Agriculture fortement mécanisée	10^{-6}	10^5	Pas de norme recommandée (1989)	≤ 1
	Agriculture intensive en travail	10^{-6}	$10^3 - 10^4$	Pas de norme recommandée (1989)	≤ 1
	Cultures hautes irriguées en goutte-à-goutte	10^{-6}	10^5	Non applicable (1989)	≤ 1
	Cultures basses hautes irriguées en goutte-à-goutte	10^{-6}	10^5	Non applicable (1989)	≤ 1
FAO (1992)	A	10^{-6}	-	≤ 1000 (<200 pour les espaces verts)	≤ 1
	B	10^{-6}	-	Pas de norme recommandée	≤ 1
	C	10^{-6}	-	Non applicable	-
EPA (2012)	Cultures consommables crues	-	-	Absence	-
	Cultures alimentaires transformées	-	-	≤ 200	-
	Cultures non-alimentaires	-	-	≤ 200	-

²⁰ World Health Organization. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater; World Health Organization: Paris, France, 2006; Volume II, p. 182.

Tableau 8- Paramètres physico-chimiques : principales recommandations internationales

	OMS		FAO			EPA		
	Degré de restriction des usages		Degré de restriction des usages			Types de culture		
	Irrigation sans restriction	Irrigation restreinte	Aucune	Modérée	Sévère	Cultures consommables crues	Cultures alimentaires transformées	Cultures non-alimentaires
Salinité								
Conductivité électrique (dS/m)			< 0,7	0,7-3.0	> 3.0			
Matières totales dissoutes (mg/l)			<450	450-2000	>2000			
Azote (mg/l)			<5	5-30	>30			
pH			6.5-8.0			6.5-9.0		
DBO⁵ (mg/l)	20	20				≤ 10	≤ 30	≤ 30
MES	40	40				≤ 5	≤ 30	≤ 30
Ions toxiques								
Sodium			<3 (surface) <3 (aspersion)	3-9 (surface) >3 (aspersion)	>9 (surface)			
Chlorure			<4 (surface) <3 (aspersion)	4-10 (surface) >3 (aspersion)	>10 (surface)			
Bore			<0,7	0,7-3	>3			

Tableau 9- Paramètres toxiques : une sélection de recommandations internationales

	EPA		FAO		Israël	Jordanie
	Long terme	Court terme	Long terme	Court terme		
Cadmium (Cd)	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,01
Chrome (Cr)	0,1	1	0,1	1	0,1	0,1
Nickel (Ni)	0,2	2	0,2	0,2	0,2	2
Fer (Fe)	5	20	5	20	5	2
Arsenic (As)	0,1	2	0,1	2	0,1	0,1
Cuivre (Cu)	-	-	0,2	5	0,2	0,2
Plomb (Pb)	-	-	5	10	0,1	5
Cobalt (Co)	0,05	5	0,05	5	0,05	0,05
Zinc (Zn)	2	10	2	10	2	5
Aluminium (Al)	5	20	0,5	0,5	5	5
Manganèse (Mn)	0,2	10	0,2	10	0,2	0,2
Beryllium (Be)	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,1
Selenium (Se)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Lithium (Li)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Mercure (Me)	-	-	-	-	0,002	0,002

Au regard de ces trois classes de paramètres, les normes des six pays sont les suivantes.

Tableau 10- Valeurs limites applicables aux EUTI dans les six pays

	Maroc	Algérie	Tunisie	Palestine				Sénégal	Bolivie ²¹	
Paramètres microbiologiques										
Coliformes fécaux (UFC / 100 ml)	<1000 (classe A) NS (autres classes)	<ul style="list-style-type: none"> • <100 (consommation crue). • <250 (consommation cuit). • <1000 (arboriculture, céréales et fourrages). • Pas de normes (arboriculture, céréales et fourrages en goutte-à-goutte). 	-	≤200 (eau classe A) ≤1000 (autres classes)				≤1000 (Irr. restreinte NS (irr. non-restreinte)	Classe B (consommation crue) <1000 ; et <200 dans 80% des échantillons	Classe C (autres cultures) <5000 ; et <1000 dans 80% des échantillons
Œufs d'helminthes (moy. arith./l)	Absence (A et B) NS (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Absence (consommation crue). • <0,1 (consommation cuit) • <1 (arboriculture, céréales et fourrages) • Pas de normes (arboriculture, céréales et fourrages en goutte-à-goutte). 	≤1	≤1				≤1	-	
Paramètres physico-chimiques (affectant les cultures sensibles)										
PH	6,5-8,4	6,5-8,5	6,5-8,5	6-9					B 6,0-9,0	C 6,0-9,0
Salinité : Conductivité électrique (uS/m)	12000	3000	7000	-					-	
Azote total (mg /l)	30	30	-	A 30	B 30	C 45	D 60		12 c. N	

²¹ Cf. Annexe A-1 du règlement sur la contamination de l'eau (RMCH), relative aux valeurs maximales admissibles pour les différentes masses d'eau.

Phosphore total (mg/l)	-	-	-	-					0.5 c. orthophosphate	1 c. orthophosphate
Température (°C)	35	-		-						
MES (mg/l)	2000 (gravitaire) 100 (aspersion)	30	30	A 30	B 30	C 50	D 90		-	-
DBO5 (mg/l)	-	30	30	A 20	B 20	C 40	D 60		<5	<20
DCO (mg/l)	-	90	90	A 50	B 50	C 100	D 150		<10	<60
Matières dissoutes totales	-	-	-	-					≤1000	≤1500
Normes de qualité pour les boues d'épuration	-	-	-	-					-	
Paramètres toxiques (mg/l)				A	B	C	D			
Cadmium (Cd)	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,005	
Chrome (Cr)	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,6 (Cr+3) / 0,05(cr+6)	1,1 (Cr+3) / 0,05(cr+6)
Nickel (Ni)	0,2	2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		0,05	0,5
Fer (Fe)	5	20	5	5	5	5	5		0,3 c. Fe	1 c. Fe
Arsenic (As)	0,1	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,05	0,1
Cuivre (Cu)	0,2	5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2		1	
Plomb (Pb)	5	10	1	0,2	0,2	0,2	0,2		0,05	0,1
Cobalt (Co)	0,05	5	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05		0,2 c. Co 1	
Zinc (Zn)	2	10	5	2	2	2	2		0,2	5
Aluminium (Al)	5	20	-	5	5	5	5		0,05 c.Al	0,1 c.Al
Manganèse (Mn)	0,2	10	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2		1	
Beryllium (Be)	0,1	0,5		-	-	-	-		0.001 c. Be	
Selenium (Se)		0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02		0.01 c. Ce	
Lithium (Li)	2,5	2,5	NS	-	-	-	-		2.5 c. Li	
Mercure (Me)	0,001	0,01	0,001	-	-	-	-		0,001	
Magnesium (Ma)	-	-	0,5	-	-	-	-		100 c. Mg	
Ions toxiques (mg /l)				A	B	C	D			
Chlorure	350 (surface) 105 (aspersion)	10	2000	400	400	400	400		-	
Sodium	9 (surface) 69 (aspersion)	-	-	200	200	200	200		-	
Bore	3	2	3	0,7	0,7	0,7	0,7		-	



Etendue

Dans l'ensemble, tous les pays possèdent des normes de qualité sur de nombreux paramètres : **elles constituent sans doute l'un des aspects les plus développés des réglementations**. Le Sénégal, toutefois, ne possède pas de normes de qualité relatives aux paramètres toxiques. Malgré ce caractère bien développé, deux déficits transversaux peuvent être notés :

- Aucun des pays, pour l'heure, ne dispose d'une réglementation relative **aux normes de qualité des boues d'épuration**. Aucun ne dispose également de normes de qualité qui définiraient les sols aptes à recevoir les boues comme fertilisant organique²².
- Aucun des pays n'inclut de réglementation relative aux **polluants émergents**. Il s'agit là d'un constat valable à l'échelle internationale et qui suscite de vifs débats, des associations de protection des consommateurs plaidant pour leur intégration en Europe et aux Etats-Unis. Ces polluants, qu'il s'agisse de substances chimiques synthétiques ou naturelles (produits pharmaceutiques, pesticides, antibiotiques, détergents, cosmétiques...) peuvent être présents en quantité considérable dans les eaux usées non traitées²³. Les procédés de traitement conventionnels ne sont pas conçus pour les supprimer, et la plupart ne sont pas suivis par les gestionnaires des stations d'épuration. Inclure massivement ces polluants, qui se comptent en milliers, dans les réglementations, induirait des coûts prohibitifs et sans nul doute excessifs au regard des éventuels bénéfices sanitaires. Il reste que les organismes publics compétents devraient étudier davantage ces polluants (leurs propriétés physico-chimiques, leurs risques pour la santé et l'environnement) afin de se tenir prêt à en inclure un certain nombre, à l'avenir, si cela s'avérait justifié.

Clarté

Les normes de qualité étant par définition sous forme numérique, elles sont sans équivoque et la question de la clarté ne se pose pas à leur niveau.

Applicabilité

On observe que tous les pays, sans exception, se conforment à une norme d'œufs d'helminthes inférieure à 1 / litre. Le Maroc se montre même plus restrictif, avec l'exigence d'une absence

²² Le décret en cours de validation au Maroc contient des dispositions sur l'indice d'aptitude des sols ainsi que sur les conditions d'usage, par exemple lorsqu'il s'agit d'épandre les boues sur des sols à l'amont des retenues de barrage.

²³ Pennington, M.J.; Rothman, J.A.; Jones, M.B.; McFrederick, Q.S.; Gan, J.; Trumble, J.T. (2018). Aspects of contaminants of emerging concern on *Myzus persicae* (Sulzer, Hemiptera: Aphididae) biology and on their host plant, *Capsicum annum*. *Environ. Monit. Assess.*, 190, 125.

totale pour les catégories d'eau A et B (cf. arrêté de 2002 ; un projet d'arrêté, en cours de validation, réévalue toutefois cette norme à < 1 pour les cultures maraîchères). Cette exigence a pu être justifiée par des études montrant que les œufs de nématode constituaient le risque le plus sérieux pour la santé humaine, particulièrement lorsque les légumes sont consommés crus par des enfants et lorsque l'irrigation s'effectue par aspersion²⁴. Il n'en reste pas moins que **cette norme est extrêmement contraignante, et dans la grande majorité des contextes excessivement restrictive** par rapport aux résultats des études épidémiologiques²⁵.

En ce qui concerne les coliformes fécaux, tous les Etats respectent la norme minimale de ≤ 1000 / 100ml qui est conforme aux recommandations internationales. Une exception partielle est la Bolivie qui autorise des valeurs supérieures pour ses eaux de classe C (< 5000 et < 1000 dans 80% des échantillons) et D (< 50000 et < 5000 dans 80% des échantillons) qui ne peuvent toutefois irriguer des cultures consommables crues. A l'autre bout du spectre, l'Algérie (≤ 100 pour les cultures consommables crues) et la Palestine (≤ 200 pour les eaux de classe A) affichent des normes particulièrement restrictives.

Au regard des références classiques d'Ayers et Westcot (1987), certaines normes apparaissent en revanche plus accommodantes. C'est le cas des valeurs limites de **salinité** au Maroc ou en Tunisie, très supérieures au seuil de 3000 uS/m qui marque selon les auteurs la nécessité de restrictions « sévères ». Ou bien des chlorures dans l'ensemble des pays, qui dépassent de beaucoup le seuil de 5 mg/l qui marque la limite à laquelle des restrictions sévères s'imposent.

D'une manière générale, **l'applicabilité de cette abondance de normes pose un problème massif**. Concernant les pathogènes, l'OMS admet elle-même que, pour les œufs d'helminthes, les tests permettant des repérages au grain d'une seule unité par litre sont coûteux et difficiles à déployer en routine (2006, p. 41). De nombreuses études relèvent également l'insuffisance des niveaux technologiques de nombreux pays pour se conformer à l'ensemble de ces normes²⁶. En Bolivie, les normes en vigueur, notamment pour les eaux de classe B requises pour les eaux consommables crues, sont considérées comme un goulot d'étranglement. En Palestine, les eaux de classe A sont plus strictes que les normes israéliennes et, dans les faits, ne permettent l'utilisation des EUTI que pour les fourrages et les arbres fruitiers. La valorisation des boues d'épuration obéit également à des normes strictes.

Cohérence

²⁴ Lazarova, V.; Bahri, A. Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass; CRC Press: Raton, FL, USA, 2004; ISBN 0203499409.

²⁵ Adegoke, A.A.; Amoah, I.D.; Stenström, T.A.; Verbyla, M.E.; Mihelcic, J.R. (2018). Epidemiological evidence and health risks associated with agricultural reuse of partially treated and untreated wastewater: A review. *Front. Public Heal*, 6, 337

²⁶ Voir par exemple : Shoushtarian F, Negahban-Azar M. Worldwide Regulations and Guidelines for Agricultural Water Reuse: A Critical Review. *Water*. 2020; 12(4):971. <https://doi.org/10.3390/w12040971>; Jaramillo, M.F.; Restrepo, I. (2017). Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. *Sustainability*, 9, 1734.

Un des principaux enjeux de cohérence porte sur **l'écart, souvent très significatif, entre les valeurs limites de rejet des eaux usées domestiques et les normes de réutilisation**. Que ces normes soient différentes est en soi normal, puisque toutes les eaux usées n'ont pas vocation à être réutilisées et que les STEP n'ont pas été construites, dans leur grande majorité, en vue d'une réutilisation. Il n'en reste pas moins que le gestionnaire d'une STEP n'a de responsabilité que vis-à-vis des normes de rejet, ce qui pose problème dès lors que celles sont moins exigeantes que les normes de réutilisation. La question de la prise en charge du traitement complémentaire nécessaire, et de son exploitation, se pose alors avec acuité. Le tableau ci-dessous (n°11 illustre ces décalages pour la Tunisie et le Maroc. **Cela plaide pour que la réutilisation soit systématiquement réfléchi, à l'avenir, dès la conception des STEP et du choix de la filière de traitement**. Par ailleurs, il existe également un enjeu de réglementation des **eaux usées industrielles lorsqu'elles rejoignent le réseau d'assainissement**.

Tableau 11- Normes de réutilisation et normes de rejet en Tunisie et au Maroc

Paramètres	Tunisie		Maroc	
	Normes de réutilisation	Normes de rejet domestique dans le DPH	Normes de réutilisation	Exemples de valeurs limites générales (et spécifiques) des rejets domestiques
PH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,4	5,5-9,5
Salinité : Conductivité électrique (uS/m)	7000	5000	12000	2700
MES (mg/l)	30	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j 	100 (irr. localisée)	150
Demande Biologique en Oxygène (DBO5) (mg O2/l)	30	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j 	-	120
Azote total	-	50	30	40
Phosphore total	-	2	-	15
Ions toxiques (mg /l)	-	-		
<i>Chlorure</i>	2000	700	350 (surface) 105 (aspersion)	-
<i>Sodium</i>	-	700	9 (surface) 69 (aspersion)	-
<i>Bore</i>	3	2,4	3	-
Plomb	1	0,1	5	1
Mercure	0,001	0,005		
Nickel	0,2	0,2	2	5

5 LES MÉCANISMES DE SUIVI ET DE CONTRÔLE

La mise en place de normes de qualité nombreuses, et de barrières multiples, n'a d'utilité que si des mécanismes de contrôle permettent d'en assurer l'application effective et de sanctionner les infractions. Ces mécanismes représentent donc un enjeu considérable, y compris pour créer et entretenir la confiance des consommateurs dans la réutilisation.

A cet égard, l'OMS émet, dans son rapport de 2006, trois recommandations générales :

- L'accent devrait être mis sur la surveillance des paramètres **pouvant être mesurés rapidement et facilement**, et qui indiquent si le processus plus large dont ils sont représentatifs fonctionne de manière satisfaisante.
- La fréquence des analyses devrait être **relativement élevée pour les paramètres microbiologiques** : en zones urbaines, ils devraient être d'1 fois tous les 15 jours pour l'E. coli, et d'1 fois par mois pour les œufs d'helminthes ; en zones rurales, d'1 fois par mois pour E. coli, et d'1 fois tous les 1-2 mois pour les œufs d'helminthes. L'EPA, de son côté, est bien plus exigeante en préconisant une mesure quotidienne des coliformes fécaux, et une mesure hebdomadaire pour le pH et la DBO.
- En ce qui concerne la gestion des dépassements, la philosophie générale est d'**éviter les sanctions couperet**. Celles-ci devraient être graduées et surtout adaptées aux contextes locaux. Par exemple, l'OMS (1989) souligne que le dépassement des valeurs limites concernant les œufs d'helminthes doit s'apprécier en fonction du caractère endémique des maladies parasitaires dans le territoire concerné (p. 41).

Le tableau ci-dessous synthétise les mécanismes de contrôle, d'évaluation et de sanction pour les six pays de l'étude.

Tableau 12- Mécanismes de suivi et de contrôle dans les six pays

	Maroc	Algérie	Tunisie	Palestine	Sénégal	Bolivie
Responsable du contrôle de qualité des EUT	<ul style="list-style-type: none"> • ABH procède « aux contrôles nécessaires à la préservation de l'hygiène et de la salubrité publique ». • L'opérateur de la STEP est soumis à une obligation de contrôle selon un cahier de charge. 	<p>« Contrôle régulier » par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le concessionnaire • l'exploitant agricole • Le gestionnaire de la station d'épuration • Les directions de wilaya de l'hydraulique, de la santé, de l'agriculture et du commerce <p>Mais « responsabilité particulière » des services hydrauliques de la Wilaya</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ONAS (autocontrôle en sortie de STEP) • MSP (contrôle sanitaire) • CRDA (au niveau des périmètres) 	<ul style="list-style-type: none"> • Autorité Palestinienne de l'Eau. <ul style="list-style-type: none"> • Autorité de la qualité environnementale (AQE). • Ministère de la Santé (MS). • Ministère de l'Agriculture (MA). 	<ul style="list-style-type: none"> • Service national de l'hygiène (ministère de la santé) • Office National d'Assainissement du Sénégal (ONAS) 	<p>Autorité environnementale compétente, sous l'autorité du gouverneur (département)</p>
Fréquence des analyses de qualité des EUT	<ul style="list-style-type: none"> • 4 par an (1 par trimestre) pour les métaux lourds • 24 par an (1 tous les 15 jours) pour les paramètres bactériologiques, parasitologiques et physico-chimiques. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • 1 fois/mois au minimum pour les paramètres physico-chimiques suivants : PH, DB05, DCO, MES, chlorures, sodium, azote ammoniacal et conductivité électrique. • 1 fois/ semestre au minimum pour les métaux lourds suivants : arsenic, bore, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, fluorures, manganèse, mercure, nickel, organochlorés, sélénium, plomb, zinc. • 1 fois / 15 jours pour les œufs de parasites 	<ul style="list-style-type: none"> • MS : mensuel, seulement pour les paramètres microbiologiques. • MA : varie selon les normes de qualité. • Fournisseur : quotidien. 	1 fois par mois pour toutes les eaux traitées dans les stations de l'ONAS	semestriellement
Contrôle de la santé des	Services d'hygiène et de santé relevant du Ministère de la santé	• Services de santé de la Wilaya	-	Ministère de la Santé	Ministère de la Santé	-

travailleurs exposés	(Direction de l'épidémiologie et de la lutte contre les maladies -DELM)	<ul style="list-style-type: none"> • Concessionnaire (respect de l'hygiène corporelle). 				
Contrôle de qualité des productions irriguées avec les EUT	ONSSA	<ul style="list-style-type: none"> • Services de l'agriculture de la Wilaya (contrôle phytosanitaire) • Services du commerce de la Wilaya (contrôle biologique et physico-chimique) 	MSP : contrôle biologique, physico-chimique et des « milieux exposés ».	Ministère de la Santé	-	-
Contrôle de la qualité des milieux récepteurs	<ul style="list-style-type: none"> • ABH dans le réseau de surveillance anciennement établi • Police de l'eau instituée • Police de l'environnement instituée avec inspecteurs agréés 	Services de l'agriculture de la Wilaya (impacts sur les sols)	ANPE	AQE	-	Autorité environnementale compétente, sous l'autorité du gouverneur (département)
Accompagnement technique des agriculteurs	Département de l'Agriculture, notamment à travers l'Office national de conseil agricole (ONCA).	<ul style="list-style-type: none"> • « Le concessionnaire doit organiser, avec les services de l'hydraulique et de la santé de la wilaya, des séances de formation destinées à ceux qui assurent l'exploitation et la maintenance des équipements ainsi qu'aux agriculteurs. Cette formation doit inclure les aspects techniques, environnementaux et sanitaires ». 	-	<ul style="list-style-type: none"> • MA • ONG 	Ministère de l'Agriculture (Direction Horticulture) et Institut Sénégalais de Recherche Agronomique (ISRA)	
Mécanismes de rapportage	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport sur l'état de l'environnement (ABH). • Rapport de surveillance de la qualité des eaux souterraines (ABH). 		-	Rapport semestriel du Conseil de régulation du secteur de l'eau (WSRC) sur la performance des services d'assainissement au Conseil des ministres	-	-



Education et sensibilisation pour des usages sans risques	-	Les agriculteurs doivent être sensibilisés sur les restrictions des cultures et les précautions à prendre.	CRDA, ONAS et MSP	ONG et MA en fonction des projets	-	-
Mécanismes de suivi et de contrôle spécifiques aux boues d'épuration						
Contrôle de la qualité des boues d'épuration	En cas d'usage, ONSSA (responsable de contrôle des intrants agricoles)	-	MSP pour les risques sanitaires sur l'exploitation. Non spécifié pour le reste	MA	ONAS et opérateurs privés qui exploitent les stations de traitement comme DELVIC	- (suivi général par le gouverneur)
Contrôle/suivi de l'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Directions régionales de l'agriculture. • ONSSA 	-	CRDA : impacts des boues sur la qualité des sols, des eaux souterraines, des cours d'eau et des produits agricoles (PH, N-P-K, ETM, coliformes et œufs d'helminthes). + collecte des lixiviats	MA	ONAS et Ministère de l'Agriculture	-

Etendue

Il existe partout un **différentiel important entre les mesures de surveillance des EUT et celles des boues d'épuration**. Nulle part, ces dernières n'apparaissent nettement spécifiées, à l'exception partielle de la Tunisie. Il existe également un différentiel important de développement de la réglementation entre les différents pays, le Sénégal et la Bolivie affichant des réglementations à ce jour peu développées.

En outre, certaines dimensions apparaissent généralement comme les parents pauvres de la réglementation. Il en est ainsi de **l'accompagnement technique des agriculteurs**, qui n'est spécifiquement prévu qu'en Algérie alors même que la manipulation des eaux usées véhicule des enjeux particuliers en matière de choix culturaux, de fertigation ou d'entretien du matériel d'irrigation. Il en va également des **mécanismes de rapportage**, qui ne sont mentionnés qu'en Palestine. Aucune modalité d'information des élus ou du public n'est explicitement prévu dans les autres pays.

Clarté

Dans plusieurs cas, notamment en Algérie et en Palestine, les responsables des analyses des EUT sont nombreux, et les **modalités de leur coordination** ne sont pas énoncées avec précision.

Par ailleurs, aucune réglementation ne précise les **points de prélèvement des analyses** : ceux-ci doivent-ils s'effectuer au niveau des bassins de stockage ou sur les parcelles agricoles ? Il s'agit d'un enjeu non-négligeable du fait de la possibilité de recontaminations, y compris bactériennes, dans les réseaux d'irrigation. Dans le même temps, des contrôles fréquents sur les parcelles individuelles seraient difficilement applicables. Il pourrait être intéressant de réfléchir à des dispositifs mixtes, dans lesquels la majorité des analyses s'effectueraient en sortie de station, mais serait complétée par des contrôles plus ponctuels, et aléatoires, sur les parcelles agricoles.

Applicabilité

La **fréquence des analyses** de qualité des EUT n'est clairement spécifiée qu'au Maroc et en Tunisie : une analyse des pathogènes tous les 15 jours, ce qui correspond à la fourchette basse des normes internationales (i.e. classes C&D du règlement de l'UE, quand l'USPA recommande des mesures quotidiennes pour les coliformes). Au Maroc, l'arrêté de 2002 prévoit également une analyse trimestrielle de l'ensemble des métaux lourds, une exigence non toujours justifiée qui devrait être allégée dans le prochain décret en cours de publication : celui-ci dispose que les analyses de métaux lourds ne soient impératives qu'en cas de raccordement effectif d'unités industrielles à la STEP.

A titre de réflexion, on peut noter que dans la plupart des normes internationales (USPA, UE...) la fréquence des contrôles varie suivant la classe d'eau.

On peut également relever que nulle part, à l'exception du Maroc²⁷, les mécanismes de contrôle mis en **place ne sont assortis de sanctions spécifiques**, telles que des procédures de rappel à la loi ou des pénalités financières. La seule sanction prévue officiellement demeure la suspension pure et simple, provisoire ou définitive, de l'autorisation, telle que décrite dans la section 2. On peut naturellement s'attendre à ce que les autorités soient très réticentes à prendre une telle décision qui serait génératrice de tensions locales. A cet égard, notons que le règlement européen de 2019 dispose que c'est seulement lorsque la non-conformité présente un risque important et immédiat pour l'environnement, la santé humaine ou la santé animale, que l'exploitant est fondé à suspendre immédiatement la distribution des EUT. De même, l'EPA et la FAO distinguent, pour les paramètres toxiques, des valeurs limites de long terme, qui servent de référence, et des valeurs de court terme qui indiquent les déviations momentanément acceptables. On pourrait réfléchir, dans les six pays, à la mise en place de mécanismes de gradation similaires, qui soient plus applicables.

Il faut de plus s'attendre à ce que les défis de mise en œuvre soient, dans plusieurs pays, particulièrement prononcés en ce qui concerne le **contrôle de la qualité des boues d'épuration**, et ce, quelles que soient les réglementations futures qui pourront être promulguées. Au Sénégal par exemple, de nombreuses villes secondaires gèrent leurs boues sans tenir compte des prescriptions en vigueur. A Dakar même, une importante gestion informelle perdure en dehors des stations opérées par l'ONAS. En Bolivie, l'AAPS a développé depuis 2018 un guide technique à destination des gestionnaires de station qui comprend un indicateur sur le traitement des boues qui doit être renseigné. Cependant, le dernier rapport de suivi de cet indicateur (au deuxième semestre 2019) indiquait que moins de la moitié des STEP avaient effectivement communiqué au régulateur des informations sur leur traitement des boues.

Cohérence

Le principal déficit de cohérence concerne l'articulation entre contrôles et sanctions. Hormis une révocation pure et simple des autorisations, souvent peu praticable dans les faits, les législations n'évoquent pas précisément **qui risque quoi à l'occasion de quelle infraction**. Pour être crédibles, ces sanctions devraient être proportionnées à la faute constatée et aux risques sanitaires effectivement encourus.

²⁷ L'article 139 de la loi 36-15 dispose ainsi que « quiconque aura contrevenu aux dispositions des articles 65 et 66 de la présente loi [relatives à l'autorisation de la REUT] sera puni d'un emprisonnement de 1 à 3 mois et d'une amende de 1000 à 5000 dirhams ou de l'une de ces deux peines seulement.

6 LES SCHÉMAS DE FINANCEMENT PUBLIC

La plupart des observateurs s'accorde à constater que, contrairement à la réutilisation industrielle, ou à celle destinée aux espaces verts et aux golfs, il est difficile d'envisager un recouvrement des coûts complets par les tarifs lorsqu'il s'agit de REUTI. Se pose alors, en premier lieu, la question du **financement public des investissements**, et de la répartition de ces coûts : traitement complémentaire, bassins de stockage, équipements de pompage et de filtration, réseau d'irrigation, aménagement plus général du périmètre.

Mais ce financement public des investissements est bien mieux accepté, au niveau international, que les **subventions d'exploitation**, qui sont nettement découragées. L'EPA préconise ainsi que « les recettes tirées des tarifs et des abonnements couvrent l'intégralité des dépenses de réparation, de maintenance préventive et d'amélioration du périmètre » (2012, section 7-1, p. 261)²⁸. Dans la plupart des pays, cependant, des subventions d'exploitation sont pratiquées sans être assumées, même si le principe d'une tarification incitative au nom d'un intérêt général (tel que les économies d'eau, le maintien d'une agriculture périurbaine de proximité, la préservation des milieu...) commence à trouver un certain écho.

Quels que soient les mécanismes effectifs de financement, ils ne sont guère inscrits dans les réglementations, comme l'indique le tableau ci-dessous. Ils sont ainsi souvent renvoyés, de fait, à des négociations au cas par cas, projet par projet.

²⁸ L'agence américaine prescrit également la mise en place d'une comptabilité spécifique, et d'un compte dédié, dans la gestion des EUTI, sans les amalgamer à d'autres recettes et à d'autres dépenses. Le principe « l'eau paie l'eau » doit s'appliquer.

Tableau 13- Schémas de financement public prévus dans les réglementations

	Maroc	Algérie	Tunisie	Palestine	Sénégal	Bolivie
Financement public du traitement complémentaire et des ouvrages de stockage	Possible : • Subventions par ABH • Répartition entre gestionnaire de STEP et utilisateurs selon « commun accord ».	-	-	-	-	Possibilité de la part du Ministère de l'Environnement et de l'Eau.
Financement public des aménagements hydro-agricoles avec les EUT.	Oui : Min. agriculture, y compris FDA pour irrigation localisée	Oui : Min. agriculture	Oui : Min. agriculture (CRDA)	Oui : Min. agriculture	Oui : Min. agriculture	Possibilité de la part du Ministère de l'Environnement et de l'Eau.
Possibilités formelles de subventions pour l'O&M	Non. Principe de recouvrement des coûts complets d'O&M par les agriculteurs	Non (« Le concessionnaire a, à sa charge, l'entretien préventif et la réparation des ouvrages et des canalisations du réseau de distribution des eaux usées épurées).	Oui (organismes distributeurs pour entretien préventif et réparations)	Oui (frais de pompage peuvent être subventionnés)	Non Les exploitants supportent les frais mais des projets en cours prévoient que l'ONAS les supportent	Pour tous les PI, O&M à charge des irrigants (principe de « durabilité économique » des services)
Possibilités formelles de financement public des analyses	Oui (« utilisateurs, propriétaires ou gestionnaires des stations d'épuration)	Non (à charge du concessionnaire)	Oui (organismes distributeurs)	Oui • Laboratoires du MA (limité). • Laboratoires du MS (limité).	Oui Les analyses sont assurées par les laboratoires de l'ONAS	-
Conditions d'accès aux aides financières	Le projet doit : • réaliser des « économies d'eau » ;	-	-	-	-	-

	<ul style="list-style-type: none"> • mettre un terme à une contamination des milieux récepteurs. <p>Soumis à l'avis d'une commission composée des représentants de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'ABH • l'autorité chargée des Finances • l'autorité chargée de l'Equipement • l'autorité chargée de l'Environnement ; • l'autorité dont dépend le secteur usager des EUT. 					
<p>Possibilités de subventions pour l'usage des boues d'épuration</p>	<p>Oui, ABH (pour assainissements collectifs et autonomes)</p>	-	-	-	<p>Non (étude d'impact aux frais du demandeur)</p>	-

Etendue

D'une manière générale, et à l'exception partielle du Maroc, aucun pays n'a véritablement formalisé ses mécanismes de soutien financier à la REUT en les inscrivant dans sa réglementation.

Ce déficit concerne d'abord les dépenses d'investissement. En ce qui concerne les aménagements hydro-agricoles, on peut facilement imaginer que les circuits de financement soient les mêmes que pour les périmètres irrigués conventionnels, à travers les ministères de l'agriculture. **Une plus grande incertitude, en revanche, entoure le financement du traitement complémentaire et la construction des ouvrages de stockage.** Que les réglementations soient largement muettes sur cet élément essentiel est susceptible de ralentir l'adoption des projets.

Les législations sont plus explicites en ce qui concerne les dépenses d'exploitation. **Les approches diffèrent alors significativement selon les pays.** Tandis que l'Algérie et la Bolivie indiquent clairement que la tarification aux agriculteurs doit couvrir les coûts complets d'exploitation, les autres pays ouvrent la porte à des subventions d'exploitation : le Maroc pour les frais de pompage et d'adduction, la Palestine pour les frais de pompage, et la Tunisie pour l'entretien préventif et les réparations. Ces trois pays prévoient également la possibilité d'une prise en charge publique des analyses, un point majeur car pesant lourdement dans les dépenses de fonctionnement.

Clarté

D'une manière générale, les législations ne prévoient que des possibilités générales de subventions publiques, mais sans expliciter leurs critères d'attribution. Ce manque de précision ouvre la voie à des soutiens « à la carte », peu codifiés. Il met aussi en question la capacité des projets à être en cohérence avec des objectifs clairement définis, un point sur lequel nous revenons dans la section « cohérence ».

Applicabilité

Par rapport aux périmètres irrigués conventionnels, les PIEUT **sont souvent marqués par un effet ciseaux**, caractérisé à la fois par des coûts d'exploitation plus élevés et par un consentement à payer plus faible.

Certes, la difficulté à fixer des tarifs qui permettent le recouvrement des coûts complets d'exploitation n'est pas propre à la REUT. Un peu partout, les associations d'irrigants ont des difficultés à faire fonctionner durablement leurs périmètres au moyen des seuls redevances et des seuls tarifs acquittés par leurs membres. On ne saurait insister suffisamment, ici, sur le fait que les projets de REUTI sont des projets d'irrigation comme les autres, confrontés aux mêmes défis et aux mêmes risques de dysfonctionnement que les autres. Il reste que, par rapport aux périmètres classiques, les PIEUT induisent des coûts d'exploitation supplémentaires. L'un des enjeux décisifs, ici, concerne **le financement des analyses de qualité**. Dans de nombreux cas,

leur prise en charge intégrale par les agriculteurs est difficile à envisager. La Tunisie admet pleinement cette difficulté en confiant la prise en charge des analyses aux distributeurs (gestionnaire de la STEP et CRDA). La loi marocaine, de son côté, évoque cette possibilité mais n'arbitre pas, pour l'heure, entre les responsabilités du distributeur et celle des utilisateurs. Cependant, le Plan National de Réutilisation (PNREUT) prévoit que le prix de l'eau traitée soit inférieur ou égal aux eaux conventionnelles : le prix de ces dernières étant très subventionné, cela implique de fait des subventions d'exploitations pour les EUTI.

Parallèlement, le consentement à payer peut-être plus faible du fait que, presque toujours dans les contextes semi-arides en-dehors des villes du littoral où les rejets s'effectuent en mer, **les eaux usées brutes ou traitées étaient déjà réutilisées avant les projets planifiés**. Cette réutilisation pouvait être directe ou indirecte, avec pompage dans les cours d'eau où s'écoulaient les effluents. L'eau n'était alors pas facturée aux agriculteurs. Lorsque les « nouveaux » bénéficiaires recouvrent en partie les « anciens » utilisateurs, le consentement à payer pour une ressource jusque-là gratuite est typiquement limité, et les négociations tarifaires difficiles²⁹. Ce cas de figure peut probablement être observé dans les six pays de l'étude.

Il conviendrait de ce fait de mieux assumer, tout en les explicitant et en les encadrant, les possibilités de subvention d'exploitation. Des soutiens transitoires pourraient être envisagés les premières années, comme le suggère l'EPA (2012, section 4.3., p. 125), et comme la Jordanie par exemple le pratique couramment. De manière plus pérenne, si besoin, la logique voudrait que les tarifs soient d'abord négociés avec les agriculteurs sur la base de leur capacité à payer, et que la part restante soit subventionnée. Mais pour être légitime, un tel soutien doit être en cohérence avec un intérêt général, un point sur lequel nous revenons dans la section suivante.

Cohérence

En ce qui concerne la cohérence des dispositifs financiers, deux déficits transversaux peuvent être identifiés.

Le premier concerne les finalités que les financements publics doivent servir. La question peut s'énoncer simplement : **au nom de quoi financer la réutilisation (en partie) sur fonds publics ?** Cette question devrait être traitée en **spécifiant les conditions d'accès aux aides financières**. Seul le Maroc s'y emploie pour l'heure, en soumettant les aides financière à l'une des deux conditions suivantes : la réalisation d'« économies d'eau » ; et/ou la capacité à mettre un terme à une contamination des milieux récepteurs.

De fait, les subventions d'exploitation ne sauraient se justifier qu'en fonction d'un **intérêt général clairement identifié** tel que par exemple : le maintien d'une petite agriculture de proximité ; une substitution à d'autres ressources en eau surexploitées ; ou une meilleure

²⁹ Aït-Mouheb, N., Mayaux, P.L, Mateo-Sagasta, J., Hartani, T., Molle B (2020).. "Water Reuse: A Resource for Mediterranean Agriculture", In M. Zribi, L. Brocca, Y. Tremblay, F. Molle, (eds.) *Water Resources in the Mediterranean Region*, Elsevier, chap. 5, p. 107-36.

protection des milieux récepteurs (dans ce dernier cas, au même titre que l'assainissement lui-même, qui est largement subventionné dans les six pays). En Espagne par exemple, le soutien à une agriculture de proximité, pouvant alimenter des circuits courts, justifie la solidarité des usagers urbains et le financement partiel de la REUTI par les factures d'assainissement.

Quel qu'il soit, la « construction territoriale d'un bien commun³⁰ » ne saurait être légitime que si elle est débattue et validée par un processus inclusif, ce qui suppose d'impliquer la société civile très en amont de la décision. Cet intérêt général doit ensuite constituer l'objectif principal du projet et ne pas être perdu de vue par la suite.

Le second défi de cohérence concerne **l'articulation entre le financement du traitement complémentaire, le financement des ouvrages de stockage et le financement des aménagements hydro-agricoles**. Lorsque les deux premiers ne sont pas systématiquement pris en charge par le ministère de l'agriculture, les réglementations pourraient préciser le cadre de dialogue entre les différents ministères concernés, afin de permettre un bouclage financier plus rapide des projets. Les modalités de financement de ces infrastructures et aménagements doivent également être cohérentes avec les pratiques en vigueur pour les eaux conventionnelles.

Au final, ces différentes observations soulignent la nécessité d'**institutionnaliser, en les inscrivant dans les réglementations, les mécanismes de soutien public à la REUT**, afin d'offrir un cadre facilitateur pour les négociations spécifiques à chaque projet, et afin de mobiliser davantage les bailleurs de fonds en offrant des contreparties financières claires à leurs interventions.

³⁰ Lascoumes, P., Le Bourhis, J.-p. (1998). « Le bien commun comme construit territorial. Identités d'action et procédures », *Politix*, vol.2, n°2, pp. 37-66.

7 PANORAMA SYNTHÉTIQUE DES DISPOSITIFS DE GOUVERNANCE ET DE COORDINATION D'ACTEURS

Les cinq grands volets réglementaires passés en revue jusqu'ici comportent tous certaines dispositions relatives à la gouvernance de la REUT. Comme précisé en introduction, le terme de gouvernance fait ici référence aux schémas de répartition des rôles et des responsabilités, ainsi qu'aux mécanismes réguliers d'échanges, de coordination et d'arbitrage entre les différentes parties prenantes que ces schémas prévoient. Ces dispositions, cependant, ont été traitées de manière dispersée. En outre, tous les mécanismes de gouvernance ne sont pas toujours inscrits clairement dans les corpus juridiques. Il est donc utile de présenter un panorama synthétique, ainsi qu'une discussion spécifique, des dispositifs de gouvernance de la REUT en vigueur dans les six pays.

Pour dresser ce panorama et permettre la comparaison, nous avons sélectionné **12 fonctions indispensables à la réussite pérenne des projets**. Le tableau ci-dessous décrit, pour chacune d'entre elles, la répartition des rôles et des responsabilités dans chacun des 6 pays.

Tableau 14- La gouvernance la REUTI : principaux rôles et responsabilités

	Maroc	Algérie	Tunisie	Palestine	Sénégal	Bolivie
Maîtrise d'ouvrage	-	-		-	-	Agriculteurs
Autorisation d'irriguer avec les EUT	Directeur de l'agence de bassin hydraulique (ABH)	<ul style="list-style-type: none"> • Wali « territorialement compétent ». • Lorsque périmètre à cheval sur plusieurs wilayas, arrêté du ministre chargé des ressources en eau 	Ministère de l'Agriculture (MARHP) « après accord » des ministères de : <ul style="list-style-type: none"> • l'environnement et de l'aménagement du territoire (MALE) • la santé publique (MSP). 	Autorité palestinienne de l'eau « en coopération et coordination avec les autorités pertinentes », notamment (i) le ministère de l'Agriculture et de l'Irrigation, (ii) l'Autorité de la qualité environnementale	Ministère en charge de l'Assainissement à travers l'ONAS	Préfet / gouverneur (département)
Autorisation d'utiliser les boues d'épuration	Interdiction de toute utilisation.	« Services agricoles concernés ».	Ministère de l'Agriculture + Ministère de l'Environnement (arrêté conjoint).	<ul style="list-style-type: none"> • Ministère de l'agriculture. • Ministère de l'Economie. • Institut Palestinien des normes (PSI). 	Ministre chargé de l'Assainissement, sur avis du Ministre chargé de l'Environnement.	Préfet / gouverneur (département) sous réserve d'une qualité adéquate
Elaboration / révision des normes de qualité des EUT réutilisées	Département de l'Eau Département de l'Environnement	<ul style="list-style-type: none"> • Ministre des ressources en eau • Ministre de l'agriculture • Ministre de la santé 	<ul style="list-style-type: none"> • MARHP • MALE • MSP 	<ul style="list-style-type: none"> • Institut Palestinien des normes (PSI). • Autorité Palestinienne de l'Eau. • Ministère de l'Agriculture (MA). 	- (des normes sont en cours d'élaboration par la DA en collaboration avec l'Association Sénégalaise de Normalisation)	-
Distribution des EUT	-	-	MARHP	-	-	-
Contrôle de la qualité des EUT	ABH procède « aux contrôles nécessaires à la préservation de l'hygiène et de la salubrité publique ».	« contrôle régulier » par : <ul style="list-style-type: none"> • Le concessionnaire • l'exploitant agricole 	<ul style="list-style-type: none"> • ONAS (autocontrôle en sortie de STEP) • MSP (contrôle sanitaire) • CRDA (au niveau des périmètres) 	<ul style="list-style-type: none"> • Autorité Palestinienne de l'Eau • Autorité de la qualité environnementale (AQE). 	<ul style="list-style-type: none"> • Service national de l'hygiène (ministère de la santé) • ONAS 	-

		<ul style="list-style-type: none"> Le gestionnaire de la station d'épuration Les directions de wilaya de l'hydraulique, de la santé, de l'agriculture et du commerce <p>Mais « responsabilité particulière » des services hydrauliques de la Wilaya</p>		<ul style="list-style-type: none"> Ministère de la Santé (MS). Ministère de l'Agriculture (MA). 		
Contrôle de qualité des productions irriguées avec les EUT	ONSSA	<ul style="list-style-type: none"> Services de l'agriculture de la Wilaya (contrôle phytosanitaire) Services du commerce de la Wilaya (contrôle biologique et physico-chimique) 	MSP : contrôle biologique, physico-chimique et des « milieux exposés ».	Ministère de la Santé	Ministère de l'eau et de l'assainissement	-
Contrôle de la qualité des boues d'épuration	-	-	MSP pour les risques sanitaires sur l'exploitation. Non spécifié pour le reste	MA	-	- (suivi général par la Préfecture départementale)
Formation et accompagnement des agriculteurs	Département de l'Agriculture / ONCA.	-	<ul style="list-style-type: none"> CRDA Agence de la Vulgarisation et de la Formation Agricoles (AVFA) 	<ul style="list-style-type: none"> MA ONG 	<ul style="list-style-type: none"> MA ISRA ONG 	
Financement du traitement complémentaire et des ouvrages de stockage	- (possibilité d'appui financier de l'ABH)	-	-	-	-	-
Financement des aménagements hydro-agricoles utilisant les EUT	Min. agriculture	Min. agriculture	MARHP (CRDA)	-	-	-

Financement des analyses	Utilisateur, propriétaire ou distributeur	Concessionnaire	MARHP (CRDA)	-	-	-
---------------------------------	---	-----------------	--------------	---	---	---

Ce tableau synthétique permet de formuler certaines observations transversales, autour des 4 critères de l'étendue, de la coordination, de l'inclusion et de la redevabilité des dispositifs de gouvernance. Ces observations constituent autant de chantiers de réflexion pour la suite de l'initiative COSTEA.

Etendue

En premier lieu, dans la plupart des pays, la **détention de la maîtrise d'ouvrage n'apparaît pas suffisamment clarifiée dans la loi** : qui est le porteur initial du besoin de réutiliser ? Qui définit l'objectif principal du projet, son calendrier, ses limites budgétaires ? Qui commande les premières études de faisabilité ? Le fait que les réglementations débutent généralement par la description des procédures d'autorisation peut donner à penser que tout commencerait par l'expression d'une demande spontanée de la part des agriculteurs. C'est officiellement le cas en Bolivie, où toutes les demandes doivent d'abord être formulées par les agriculteurs auprès des municipalités. Les projets sont ensuite définis conjointement entre les agriculteurs et les municipalités. Mais ailleurs, ce sont souvent des organismes publics qui promeuvent des projets de REUT formels. Dès lors, les prérogatives en la matière pourraient être mieux explicitées.

Plusieurs titulaires de la maîtrise d'ouvrage peuvent être envisagés : administrations locales du ministère de l'agriculture, communes, association d'irrigant préconstituée, traiteurs d'eau... Ces différentes options gagneraient toutefois à être clarifiées dans la réglementation, autant pour gagner en structuration que pour garantir que le maître d'ouvrage exprime bien une demande forte et majoritaire parmi les agriculteurs du territoire, qui pourra se traduire par une solide légitimité du projet et un véritable consentement à payer. La maîtrise d'ouvrage est un élément trop important pour être laissée aux aléas des initiatives locales.

En second lieu, la **répartition des coûts demeure le parent pauvre des dispositifs de gouvernance**. Il serait utile d'institutionnaliser, en les inscrivant plus clairement dans les réglementations, les mécanismes de financement public disponibles, que ces mécanismes concernent les dépenses d'investissement ou les dépenses d'exploitation. Un tel cadre faciliterait les montages financiers propres aux projets individuels. Les modalités de subvention d'exploitation et de maintenance, en particulier, gagneraient à être précisées tout en étant encadrées. Leur nécessité semble être reconnue, implicitement, par le fait que les réglementations ne mentionnent guère la possibilité d'une délégation de l'exploitation des périmètres de REUTI au secteur privé, alors même que celui-ci peut être actif dans la gestion déléguée des STEP, comme en Tunisie ou bientôt au Sénégal. Cela semble indiquer qu'on ne pense guère qu'il puisse s'agir d'une activité lucrative. Autant, dans ce cas, mieux l'assumer et le délimiter.

Coordination

En matière de coordination, le déficit transversal le plus important est sans doute qu'aucune réglementation ne définit formellement de véritable **coordinateur institutionnel** de la REUT en agriculture à l'échelle nationale. Or, en l'absence de chef d'orchestre national, les collaborations intersectorielles demeurent insuffisamment structurées. Certes, des collaborations de fait existent toujours, ne serait-ce qu'au travers de réseaux de professionnels qui échangent sans cesse des expertises, des retours d'expérience et des points de vue. A l'échelle locale, il existe également, dans de nombreux cas, des conventions de projets, qui définissent des responsabilités et des mécanismes de coordination à l'échelle des projets individuels.

Néanmoins, ces coordinations sans coordinateurs ont leurs limites. Plusieurs pays ont expérimenté des comités intersectoriels horizontaux, à l'image du comité « Reval » au Maroc au tournant des années 2010, ou de la Commission mixte intersectorielle en Bolivie. En Tunisie, il existe une Commission Nationale Mixte de suivi de l'utilisation des eaux traitées, dont la DGGREE assure le secrétariat, et depuis 2017 des Commissions régionales mixtes, présidées par le gouverneur. Mais le fait que ces comités ne se soient pas durablement institutionnalisés (au Maroc et en Bolivie) ou que leurs niveaux d'activités soient très variables (en Tunisie) conforte le diagnostic de l'OMS (2006) selon lequel l'approche par les comités intersectoriels « n'a pas produit de solution adéquate. Les comités ne sont généralement pas dotés de ressources suffisantes, ne sont pas mandatés pour produire des recommandations contraignantes, et manquent d'un membre assumant le rôle de leader (p. 15-16) ».

Contrairement à ce que peut sous-entendre l'OMS cependant, la recherche d'un leader unique n'est sans doute guère réaliste dans la plupart des cas, tant la réussite des projets de REUTI dépend d'un engagement fort et volontaire de la part de différentes administrations (assainissement, agriculture, santé, environnement, urbanisme...) qui peut difficilement être décrété d'en haut. En revanche, il n'apparaît guère plus réaliste de miser sur la coopération spontanée de multiples acteurs qui ont déjà leurs priorités bien établies et leur travail en routine. La REUTI, et la REUT plus généralement, ont donc besoin d'un **coordinateur clair, assumant le secrétariat exécutif de la coordination** : convocation aux réunions, rédactions des ordres du jour et des procès-verbaux, fixation des calendriers d'activités, archivage, diffusion et capitalisation de l'information, élaboration des premières versions des documents cadres.

Un tel périmètre correspond grosso modo à celui du Comité National de Coordination de la Réutilisation en Jordanie. En Bolivie, la Direction Nationale de l'Irrigation, logée au Vice-ministère des ressources en eau et de l'irrigation, s'efforce de jouer ce rôle mais avec un succès limité jusqu'ici.

Il pourrait prendre la forme d'un comité dédié au sein de l'organe supérieur de planification de la ressource en eau lorsqu'il en existe un (tel que le Conseil National de l'Eau en Tunisie ou l'Autorité Palestinienne de l'Eau). **Des ressources humaines substantielles devraient alors être allouées aux activités de coordination elles-mêmes, et ces activités gagneraient à être encadrées par un document formalisé.** Ce document serait l'occasion d'inclure

formellement, en amont de la décision, des représentants des consommateurs et de la société civile concernée par les enjeux agricoles, de santé et d'environnement. En plus de constituer un espace de coordination, un tel organe constituerait un espace de concertation régulière entre l'ensemble des parties prenantes, et un forum d'échanges d'information et de capitalisation d'expériences.

En matière de coordination également, on peut relever une carence assez générale concernant la **gouvernance opérationnelle des projets**. En effet, les législations organisent surtout la répartition des grandes décisions stratégiques : autorisations, interdictions, fixation et révision des normes de qualité, contrôles, sanctions. Mais elles n'entrent guère dans l'organisation concrète des projets, pourtant indispensable à leur réussite dans la durée. On pense ici à des paramètres tels que : l'identité du distributeur ; la prise en charge des frais de pompage ou de remplacement du matériel d'irrigation (filtres, rampes, goutteurs) en cas de colmatage plus impactant qu'anticipé ; l'accompagnement technique des agriculteurs, particulièrement au cours des premières années ; la résolution des différends entre les agriculteurs et le distributeur en cas de qualité d'eau non-conforme, etc. Ces variables, loin d'être secondaires, peuvent conditionner la réussite effective des projets. Elles mériteraient donc sans doute d'être mieux spécifiées dans les arrêtés correspondants, ou dans des **modèles-type de convention** entre parties prenantes.

On peut prendre ici l'exemple du conseil agricole, qui s'avère très utile pour la manipulation d'eaux non-conventionnelles. Outre que son intervention est peu prévue par les législations, il connaît mal les spécificités de ces ressources et ne dispose souvent pas lui-même des ressources humaines adéquates pour accompagner efficacement les agriculteurs en matière de réutilisation³¹. Des programmes de formation de formateurs seraient donc à prévoir. En matière de coordination inter-institutionnelle, un rôle central pourrait revenir aux exploitants des STEP, à l'image des **plans de gestion des risques** mis en place par la nouvelle réglementation européenne. Celle-ci prévoit que l'exploitant d'une STEP établisse un plan de gestion des risques liés à la réutilisation. Pour cela, il se doit de consulter toutes les parties prenantes, jusqu'aux utilisateurs finaux. Le plan comprend la description de l'ensemble du système, depuis l'entrée des eaux usées dans la station jusqu'aux points d'utilisation. Il identifie les parties impliquées et décrit leurs rôles et leurs responsabilités. En bref, comme le souligne l'EPA, il est fondamental que les projets de réutilisation soient considérés comme des « **programmes permanents** » (2012, p. 124) plutôt que comme de simples projets d'aménagement et de mise en eau d'un périmètre dont le fonctionnement ultérieur ne poserait pas de problème particulier.

Enfin, la gestion de la **REUT apparaît trop peu insérée dans une gestion intégrée de la ressource en eau**. Les dossiers de demande d'autorisation, lorsqu'ils sont spécifiés dans les

³¹ Pour une étude de cas au Maroc, voir : Mayaux, P.L, Bensmail, A. (2019). « A la recherche de la réutilisation des eaux urbaines en agriculture : rationalités techniciennes et impensés institutionnels dans le projet d'irrigation de Settat-Sidi El Aidi », *Alternatives rurales*, n° 7, p. 1-19.

législations, illustrent bien ce déficit d'articulation : la manière dont les EUT s'inscrivent dans une gestion quantitative (substitution, complément, soutien d'étiage...) ou qualitative (amélioration de paramètres de qualité par rapport à la situation antérieure ou à la situation contrefactuelle) à l'échelle d'un bassin, ne constitue pas un critère d'autorisation des projets. A cet égard, certains pays disposent de leviers plus facilement actionnables que d'autres. Au Maroc, c'est ainsi l'Agence de bassin hydraulique qui délivre les autorisations, ce qui pourrait lui permettre de conditionner les projets à leur contribution à la durabilité des usages de l'eau sur le territoire. Dans ses plans de développement et d'aménagement intégré des ressources en eau, l'agence doit d'ailleurs proposer des schémas de mobilisation des eaux non conventionnelles (art. 91 de la loi 36-15). De même, en Bolivie, les plans de gestion des bassins versants (*Planos de cuencas* -PDC) doivent préciser les schémas de mobilisation des différentes ressources en eau sur le long terme. Cependant, seuls quelques-uns d'entre eux affichent des objectifs de réutilisation agricole. En pratique, la planification et la mise en œuvre s'y déroulent toujours de manière sectorisée, avec, en particulier, une coordination limitée entre l'assainissement et l'irrigation. Tout ceci plaide pour que la **REUTI soit incluse de manière beaucoup plus systématique dans une gestion intégrée, quantitative et qualitative, des ressources en eau sur les territoires concernés.**

Inclusion

Aucun dispositif de gouvernance n'attribue de rôle officiel aux **collectivités locales**. Cela peut surprendre, alors même que des processus de décentralisation ambitieux sont en cours (en Tunisie, au Maroc) ou déjà bien consolidés (en Bolivie). Les communes, en particulier, sont généralement compétentes pour l'assainissement et le traitement des eaux usées : leur rôle dans la réutilisation (la formulation des projets, leur gestion et leur contrôle) pourrait être davantage explicité. Particulièrement dans les pays où la décentralisation est significative, des mécanismes pourraient être établis afin d'assurer des boucles de rétroaction efficaces entre les responsables nationaux et infranationaux, et ainsi assurer une **coordination multi-niveaux** régulière. Dans certains cas, les prises de décision initiales (maîtrise d'ouvrage) pourraient être le fait des communes.

Les dispositifs en vigueur ne formalisent guère leurs **mécanismes de consultation des agriculteurs et des consommateurs** dans la phase, cruciale, de conception des projets. Seule la Bolivie précise que les demandes initiales ne sauraient émaner que de collectifs d'agriculteurs. Une consultation approfondie et ouverte, préalablement à toute décision, est pourtant essentielle pour s'assurer que le projet correspond bien à une demande sociale large et forte sur le territoire, garantir l'existence de collectifs d'irrigants fonctionnels pour gérer l'exploitation et la maintenance ultérieure, et s'assurer que le tracé du périmètre (la définition des bénéficiaires et des non-bénéficiaires) ne suscite pas de conflit trop intense.

D'une manière générale, l'inclusion de toutes les parties prenantes implique une **approche territoriale** de la REUT. C'est à cette échelle, nettement plus large que celle du projet, que se

situent l'ensemble des acteurs concernés, à des titres divers, par la réutilisation: agriculteurs envisagés et leurs représentants; consommateurs urbains, concernés au premier chef en cas de filières courtes; collectivités locales; bénéficiaires éventuels des rejets d'eaux usées préexistants au projet; services de l'Etat (agriculture, eau, aménagement du territoire, environnement, santé...); industriel traiteur d'eau, etc. Une approche à cette échelle permet en outre de prendre en compte, dans le processus de décision, l'ensemble des coûts et bénéfices générés par le projet, au-delà sa seule rentabilité économique pour les agriculteurs. Des études ACB et ACV doivent ainsi l'appuyer pour que l'ensemble des parties prenantes soit en capacité de se prononcer de manière pertinente sur l'opportunité du projet, et notamment d'aides publiques si elles sont requises. L'échelle territoriale serait également adaptée dans le cas où des plans de gestion des risques devaient être élaborés, comme le prévoit aujourd'hui le règlement de l'Union européenne.

Redevabilité

Dans la plupart des pays, les dispositions relatives à la redevabilité des projets pourraient être améliorées. Généralement, les projets de REUTI sont soumis à des procédures d'enquête publique, qui permettent au public de s'informer sur le projet et de formuler des observations auprès d'un tiers indépendant. En revanche, l'information ultérieure du grand public demeure souvent limitée : soit il n'existe pas de disposition spécifique en ce sens, soit elles sont mal appliquées. Ainsi, les paramètres de base des projets (résultats des analyses, plans des périmètres, conventions) ne sont facilement accessibles dans aucun des six pays. A titre de comparaison, la nouvelle réglementation européenne prévoit une obligation d'informer sur les résultats des contrôles de conformité. Elle exige qu'une série d'informations soient accessibles au public, en ligne ou par d'autres moyens, et actualisées tous les deux ans, en particulier : la quantité et la qualité de l'eau fournie ; le pourcentage d'eau réutilisée dans le pays par rapport à la quantité totale d'eaux usées traitées ; et les autorisations octroyées ou modifiées.

8 RÉFLEXIONS CONCLUSIVES

La comparaison systématique des cadres réglementaires entreprise dans cette étude a fait apparaître de **nets contrastes dans l'envergure des cadres réglementaires existants**. Les trois pays du Maghreb, ainsi que la Palestine, affichent ainsi des réglementations plus étoffées que le Sénégal, et dans une moindre mesure la Bolivie. Cela étant, des points de vigilance transversaux ont pu être identifiés, qui ouvrent des pistes de recommandations. Les principaux sont résumés ci-dessous. Soulignons que **tous les pays ne sont pas concernés par chacun des points**, certains ayant déjà des dispositions suffisantes dans leur arsenal législatif. Il s'agit cependant des enjeux les plus transversaux (cf. tableau n°15).

Tableau 15- Principales pistes de recommandations

Enjeux	Recommandations
1. Gouvernance transversale	
Coordination institutionnelle	Désigner un coordinateur national de la REUT agricole, assumant le secrétariat exécutif de la coordination
Approche territoriale	En amont de toute décision, organiser un processus de concertation territorial approfondi et inclusif, appuyé sur des analyses ACB et/ou ACV, afin que l'ensemble des parties concernées soient en capacité de se prononcer sur l'intérêt collectif du projet
Maîtrise d'ouvrage	Clarifier l'allocation de la maîtrise d'ouvrage
GIRE	Intégrer les projets de REUT dans les instruments et les arènes de la GIRE (planification, critères d'autorisation des projets, comité de bassin lorsqu'existant...)
2. Régimes d'autorisation	
Renouvellement des autorisations	Préciser les modalités de renouvellement, en envisageant la possibilité de procédures allégées
Révocation des autorisations	Préciser les modalités de révocation, en organisant des modalités de suspension temporaire
Engagement collectif des agriculteurs	Consolider un droit au refus dans le cadre des projets collectifs, permettant de s'assurer <i>a contrario</i> de l'adhésion véritable de tous les agriculteurs impliqués
Recharge d'aquifères	Spécifier les possibilités de recharge d'aquifère par les EUT
3. Cultures et modes d'irrigation autorisés	
Utilisation des boues d'épuration	Etablir une liste des cultures aptes à recevoir des boues d'épuration comme fertilisant

Différenciation assainissement collectif/ autonome	Réfléchir à la différenciation de certaines barrières en fonction de la nature collective ou autonome de l'assainissement
Applicabilité des barrières	Eriger des barrières applicables, en nombre limité
4. Normes de qualité	
Œufs d'helminthes	Réfléchir à faire évoluer la norme d' ≤ 1 œuf / litre, très restrictive par rapport aux résultats des études épidémiologiques
Utilisation des boues d'épuration	Préciser les normes de qualité relatives aux boues d'épuration
Polluants émergents	Soutenir les recherches sur les polluants émergents (propriétés physico-chimiques, risques pour la santé et l'environnement) afin d'être préparé à en inclure un certain nombre, à l'avenir, si cela s'avérait pertinent.
Ecart entre normes de rejet domestique et normes de réutilisation	S'orienter vers une réduction de l'écart entre normes de rejet domestiques et normes de réutilisation ; à l'avenir, étudier la faisabilité des projets de REUTI dès la conception des STEP afin d'adapter le choix des filières de traitement en conséquence
5. Mécanismes de suivi et de contrôle	
Suivi et contrôle des boues d'épuration valorisées	Préciser les modalités de suivi et de contrôle des boues d'épuration valorisées
Fréquence des analyses	Spécifier la fréquence des analyses
Information du public	Elaborer les réglementations nécessaires, ou appliquer les réglementations existantes relatives à l'information du public (résultats des analyses, conventions de partenariat, plans des périmètres concernés...)
6. Schémas de financement public	

Subventions d'investissement	Préciser, lorsque nécessaire, les modalités de financement public du traitement complémentaire et de la construction des ouvrages de stockage
Subventions d'exploitation	Préciser les critères d'accès aux subventions d'exploitation (i.e. concernant la maintenance des réseaux, la prise en charge des frais d'énergie ou d'analyses)

Soulignons pour finir deux chantiers transversaux, l'un national, l'autre international. Premièrement, les dispositions relatives à la REUT restent souvent dispersées, tandis que l'articulation avec les autres textes relatifs à la gestion de la ressource en eau et à l'irrigation n'est pas toujours suffisamment explicite. Cela plaide pour réfléchir, à l'instar de l'Egypte, à la constitution de **Codes de la réutilisation**, qui rassemblent en un corpus de textes unique les procédures d'autorisation, les normes de qualité, les restrictions diverses sur les cultures, les modes d'irrigation et les pratiques d'hygiène, les mécanismes de suivi et de contrôle et les schémas de financement public.

Enfin, les différences persistantes d'approches, notamment de paramètres pris en compte et de valeurs limites, posent la question de l'**harmonisation internationale des normes**. Brissaud (2008) avait déjà fait valoir que des écarts de normes trop importants entre pays pouvaient constituer une entrave sérieuse à la sécurisation des échanges commerciaux, et en conséquence susciter la réticence des agriculteurs exportateurs à s'engager dans des projets de réutilisation³². Ce constat revêt une importance accrue dans un contexte où les échanges internationaux font déjà face à de multiples chocs qui désorganisent les économies: pandémie de Covid-19, rivalités et conflits géopolitiques, crise climatique rendant plus aléatoires les volumes de denrées alimentaires mises sur les marchés internationaux. En outre, la grande variété des réglementations nationales, et des risques jugés "acceptables", est susceptible de susciter l'incompréhension et in fine la méfiance du public.

La voie de l'harmonisation internationale passe sans doute par un ancrage plus systématique et convergent des législations dans les études épidémiologiques existantes et l'évaluation quantitative des risques microbiens. Le **cadre de Stockholm**, relatif aux risques de maladies hydriques en général, pourrait constituer un premier référentiel commun. Il fournit des critères pour le développement de recommandations basées sur des objectifs de santé et sur les risques microbiologiques associés aux problèmes d'assainissement. Il a conduit l'OMS à recommander, dans ses lignes directrices de 2006, des niveaux de protection sanitaire comparables à ceux tolérés pour l'eau potable (seuil maximal de 10-6 DALY par personne et par an), ce qui correspond bien à une approche "one water".

L'approche "**one health**" pourrait servir de second cadre de convergence internationale, en mettant en avant les interdépendances fondamentales de la santé humaine avec la santé animale, végétale et la santé de l'environnement. Face à ces interconnexions complexes, elle invite à une analyse systémique des risques, par exemple de certains produits pharmaceutiques sur la santé finale des consommateurs d'eau comme de celle des sols et de l'environnement.

L'intérêt collectif à la convergence devrait amener les différents pays à constituer des plateformes internationales pérennes de partage d'expériences et de connaissances. Ces plateformes préciseraient les incertitudes entourant les réglementations respectives, et

³² Brissaud, F. (2008). Criteria for water recycling and reuse in the Mediterranean countries. *Desalination*, 218, 24–33.

pointerait les besoins prioritaires en matière de recherche scientifique. Ce faisant, l'accent devrait être mis sur la définition, transparente et inclusive, d'un niveau acceptable de risque pour la santé humaine et pour l'environnement. Or, un consentement éclairé des citoyens ne pourra être obtenu qu'au moyen d'informations publiques de qualité, et d'une implication des sociétés civiles locales de la formulation initial jusqu'au contrôle social des projets.

9 ANNEXES

Annexe 1- Principaux textes réglementaires analysés

Pays	Texte	Année
Algérie	<p>Loi n°05-12 relative à l'eau</p> <p>Institue la concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation</p> <p>La norme Algérienne N°17683 « Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques » est disponible au niveau de l'Institut Algérien de Normalisation IANOR</p>	2005
	<p>Décret n°07-149</p> <p>Fixe les modalités de concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent</p>	2007
	<p>Arrêtés interministériels du 2 janvier 2012</p> <p>En application du décret exécutif n°07-149, ces arrêtés fixent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation, notamment en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et les paramètres physico-chimiques. - La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. 	2012
	<p>Norme Algérienne N°17683</p> <p>« Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques »</p>	2014
Maroc	<p>Loi 10-95 sur l'eau</p>	1995
	<p>Décret n° 2-97-657 du 4 février 1998</p> <p>Relatif à l'utilisation des eaux usées</p>	1998
	<p>Arrêté conjoint du Ministre de l'Equipement et du Ministre chargé de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement, de l'Urbanisme et de l'habitat n° 1276-01 du 17 octobre 2002</p> <p>Porte fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation</p>	2002
	<p>Arrêté des Valeurs Limites Spécifiques domestiques</p>	2006
	<p>Arrêté des Valeurs Limites Spécifiques de rejet des industries de la pâte à papier, du papier et du carton</p>	2006
	<p>Loi 36-15 sur l'eau</p>	2016

	En particulier ses art. 64 à 71, relatifs à la réutilisation des eaux usées traitées et des boues d'épuration	
	Norme marocaine CEN/TR 13983 Caractérisation des boues. Bonnes pratiques pour la valorisation des boues en reconstitution de sol	2016
	Norme marocaine CEN/TR 13097 Caractérisation des boues. Bonnes pratiques pour la valorisation des boues en agriculture	2016
Tunisie	Code des Eaux (loi n°75-16).	1975
	Décret 89-1047 (1989) modifié par le décret 93-2447 (1993) Fixe les conditions d'utilisation des EUT à des fins agricoles.	1989
	Décret 91-362 Sur l'étude d'impact environnementale.	1991
	Arrêté du ministre de l'agriculture du 21 juin Fixe la liste des cultures pouvant être irriguées par les eaux usées traitées.	1994
	Cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières d'utilisation des EUT à des fins agricoles.	1995
	Normes 106-02 Rejet des EUT dans le milieu hydrique.	2002
	Normes tunisiennes 106.20 Matières fertilisantes – Boues des ouvrages de traitement des eaux usées urbaines.	2002
	Normes tunisiennes 106-03 Définit la qualité à respecter, les paramètres et la fréquence des analyses physico-chimiques et bactériologiques.	2003
	Arrêté conjoint du Ministre de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques et du Ministre de l'Environnement et du Développement Durable du 29/12/2006 Spécifie le cahier de charge fixant les conditions d'utilisation des boues issues des stations d'épuration des eaux usées dans le domaine agricole et les modes de gestion par l'exploitant agricole	2006
	Décret 2007- 13	2007

	Fixe les conditions et les modes de gestion des boues issues des stations d'épuration en vue de leur utilisation dans le domaine agricole.	
	Décret n° 2018-315	2018
	Fixe les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur	
Bolivie	Ley 1333 del Medio Ambiente	1992
	Decreto Supremo n° 24176	1995
	Reglamento de Prevención y Control Ambiental; Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica	
	Ley de Riego N° 2878	2004
	Ley 031	2010
	Ley Marco de Autonomías y Descentralización Andrés Ibañez	
	Ley de la Madre Tierra n° 300	2013
	Resolución Ministerial 583/2018	2018
	Guía técnica para el reúso de aguas residuales en la agricultura, aprobada mediante, Vice ministère aux ressources hydriques et à l'irrigation.	
Palestine	Decree No. 90/1995 Establishing the Palestinian Water Authority (PWA)	1995
	Loi sur l'environnement, n°7.	1999
	This basic enactment of the Palestinian Legislative creates a framework for the protection of the environment, public health and biodiversity in Palestine including marine areas. Its 82 sections are divided into 5 Titles: Definitions and general provisions (I); Environmental protection (II); Environmental impact assessment, licensing, inspection and administrative procedure (III); Penalties (IV); Final provisions (V). Article 1 contains an extensive list of definitions, including "natural reserves	
	Law 3/2002 Palestinian Water Law	2002
	Guidelines for Using Reclaimed Wastewater In Agriculture	2010
	The Palestinian Treated Wastewater Standard (Technical Specification)	2012
	Decree Law No.14 of 2014 relating to the Water Law	2014
	This Law, consisting of 68 articles divided in twelve Chapters, aims at a better water management and development of Palestinian water resources, through establishing for a new phase for the water and wastewater sector, its governance and management. It states that the Water Authority will be under the responsibility of the Cabinet, splitting policy from regulatory functions, which was previously carried out by Palestinian Water Authority (PWA) since its establishment	
Law 4 on water users' associations	2018	

Sénégal	Loi n° 2009-24 du 8 juillet 2009 Portant Code de l'Assainissement. Notamment : (i) Ses articles L74 à L78 sur la « réutilisation des eaux épurées d'origine domestique et industrielle ». (ii) Ses articles L79 à L88 sur la gestion des boues de vidanges.	2009
	Décret d'application n° 2011-245 du 17 février 2011 Sur la réutilisation des eaux usées et des boues de vidange	2011

Annexe 2- L'approche par le « traitement adapté » (fit for purpose) : la réglementation californienne³³

Type d'irrigation	Niveau de traitement			
	Traitement tertiaire avec désinfection	Traitement secondaire de type 2.2. avec désinfection*	Traitement secondaire de type 23 avec désinfection**	Traitement secondaire sans désinfection
Cultures pour lesquelles les EUT entrent en contact direct avec la partie comestible de la plante	✓	✗	✗	✗
Cultures alimentaires, avec irrigation de surface, sans que la partie comestible n'entre en contact direct avec les	✓	✓	✗	✗
Parcs et terrains de jeu	✓	✗	✗	✗
Espaces verts résidentiels	✓	✗	✗	✗
Terrains de golfs à l'accès contrôlé	✓	✓	✓	✗
Pâturages pour l'élevage laitier	✓	✓	✓	✗
Végétation non comestible avec accès contrôlé pour prévenir tout usage comme parc ou terrain de jeu	✓	✓	✓	✗
Vergers sans contact entre les EUT et les fruits	✓	✓	✓	✓
Vignoble sans contact entre les EUT et les fruits	✓	✓	✓	✓
Cultures alimentaires transformées au moyen de procédés détruisant les pathogènes	✓	✓	✓	✓

³³ California Code of Regulations. Available online: <https://govt.westlaw.com/calregs/Browse/Home/California/CaliforniaCodeofRegulations?guid=IE8ADB4F0D4B911DE8879F88E8B0DAAAE&originationContext=documenttoc&transitionType=Default&contextData=> (accessed on 21 January 2022).

--	--	--	--	--

*Eau désinfectée de manière à ce que la concentration médiane des coliformes totaux n'excède pas le nombre le plus probable (NPP) de 2.2/100 ml, en se basant sur les résultats bactériologiques des 7 derniers jours pour lesquels des analyses ont été conduites ; et n'excède pas non plus le nombre le plus probable de 23/100 ml dans plus d'un échantillon réalisé au cours d'une période quelconque de 30 jours.

** Eau désinfectée de manière à ce que la concentration médiane des coliformes totaux n'excède pas le nombre le plus probable de 23/100 ml, en se basant sur les résultats bactériologiques des 7 derniers jours pour lesquels des analyses ont été conduites ; et n'excède pas non plus le nombre le plus probable de 240/100 ml dans plus d'un échantillon réalisé au cours d'une période quelconque de 30 jours.