

Valorisation des eaux usées et récupération de ressources

Un besoin urgent d'action à grande échelle



Akiça Bahri

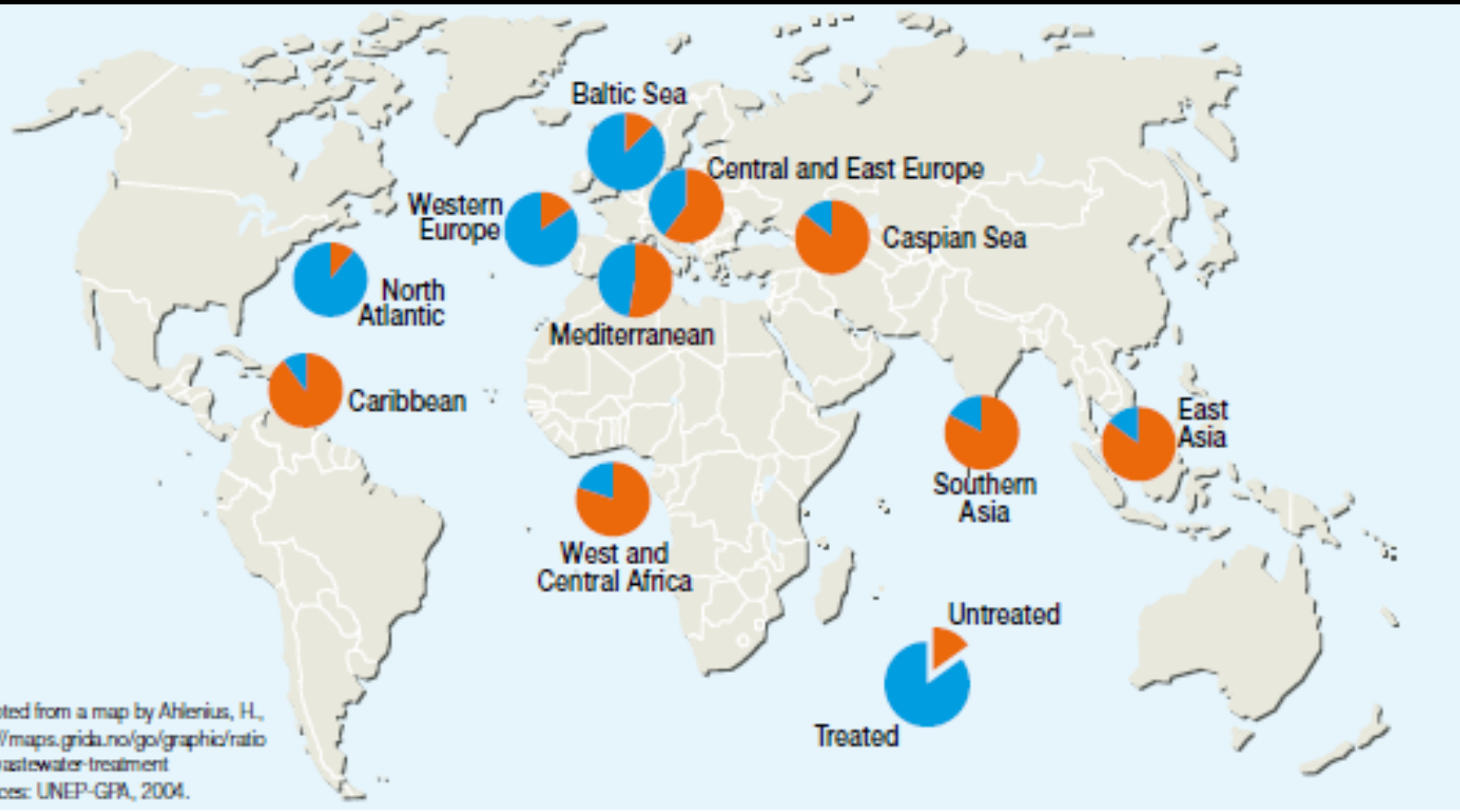
10^{èmes} Journées Techniques Eau et Déchets

20-21 mai 2019, Toulouse, France

Plan

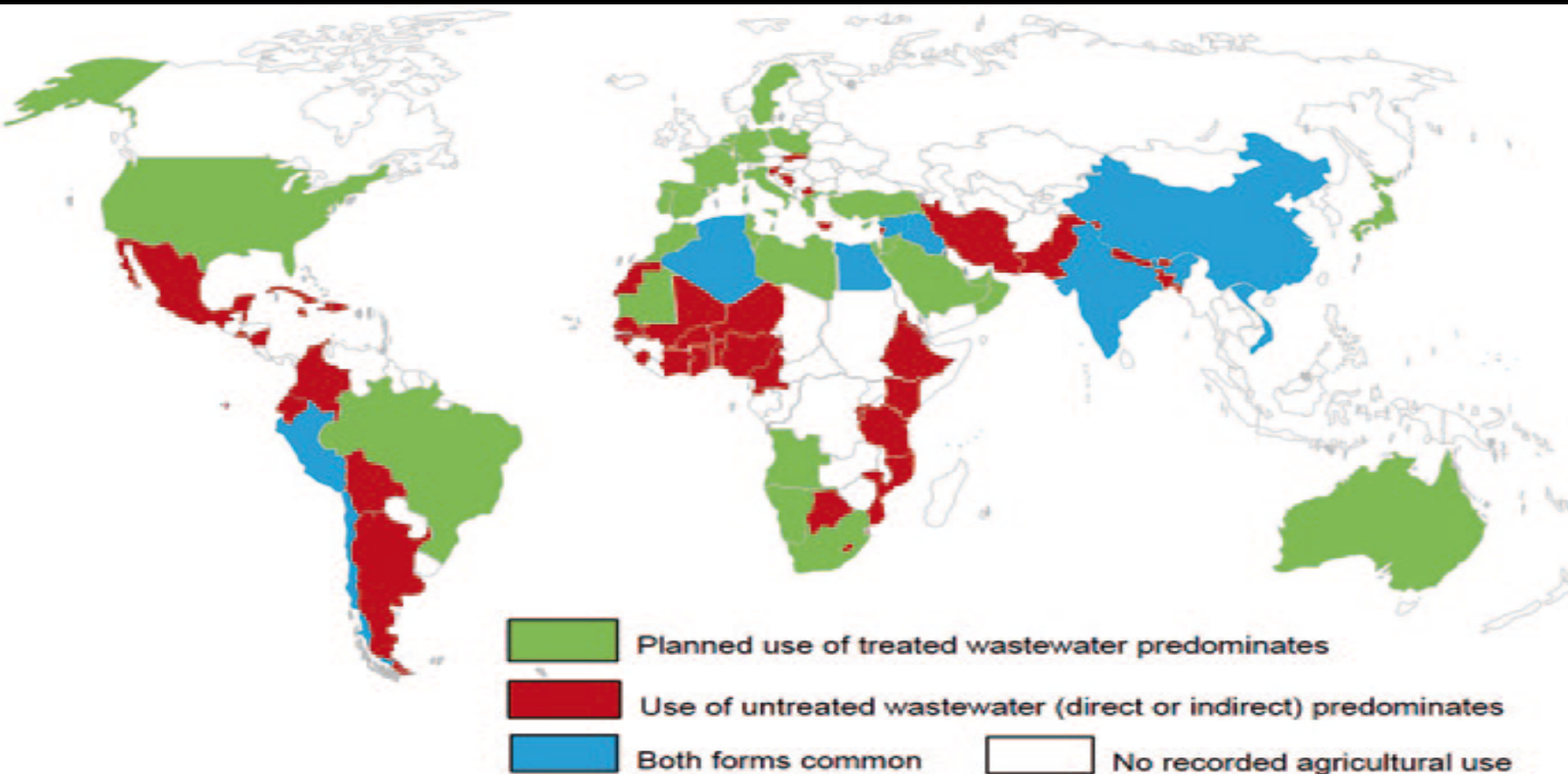
1. Introduction
2. Valorisation des eaux usées
3. Principaux défis
4. Tendances futures et solutions potentielles
5. Conclusion

Ratio de traitement des eaux usées (eaux usées traitées / non traitées)



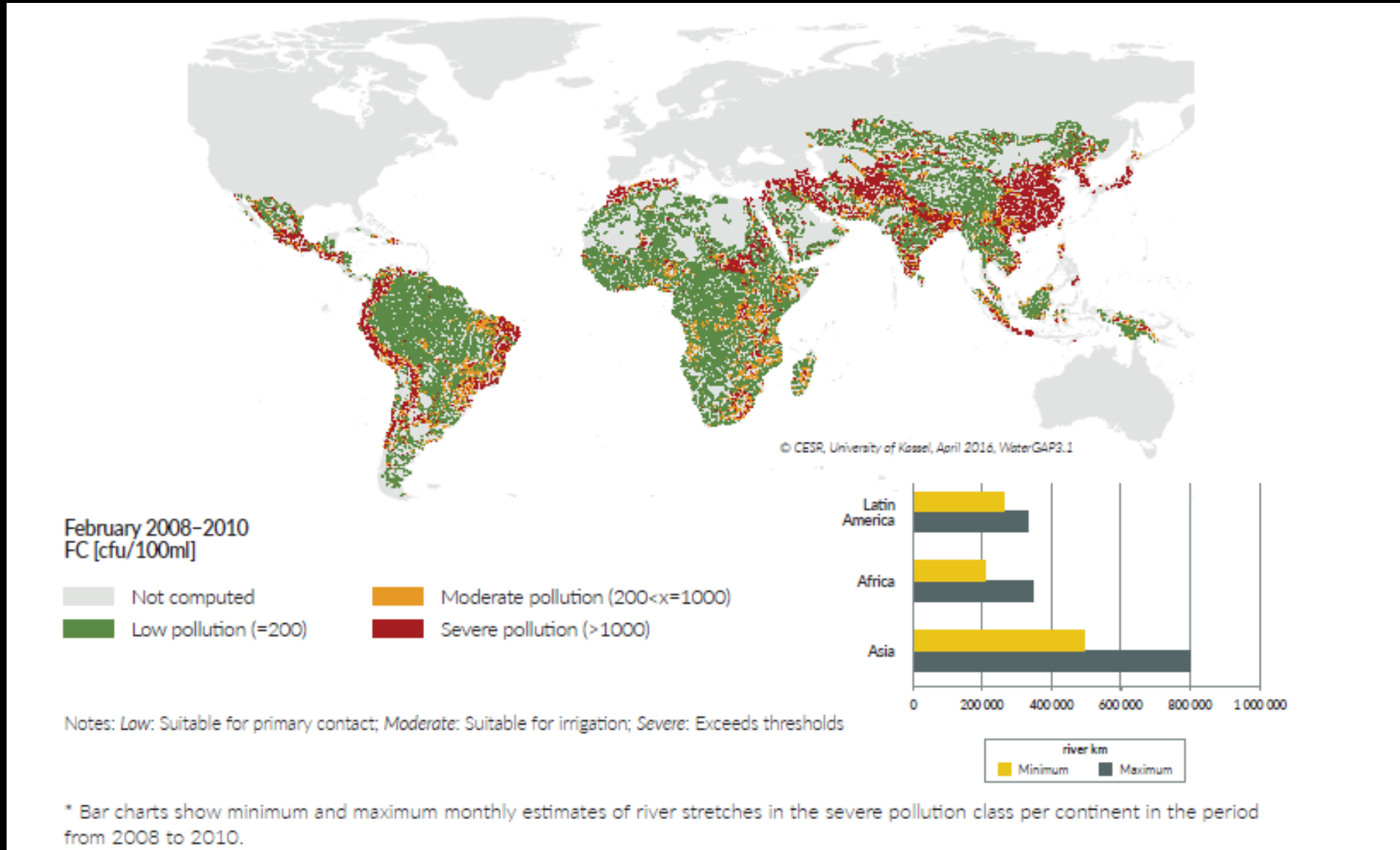
- Sur les 330 km³/an d'EU domestiques générés dans le monde (Flörke et al., 2013), plus de 80 % ne sont pas collectées ou traitées (WWAP, 2012)
- Seulement 7 % du volume total d'EU généré traité à des niveaux avancés (GWI, 2009)

Pays pratiquant la réutilisation agricole des EU



- **≈ 50 millions m³/j (18 km³/an) d'EU réutilisés (5-7% du volume) – 58 % utilisé non traité pour l'irrigation (Jiménez et Asano, 2008)**
- **≈ 29,3 millions ha (≈ 9 % de la sup. tot. irrig.) irrig. avec des eaux usées brutes (Thebo et al., 2017)**
- **≈ 10 % de la production agricole mondiale irriguée avec des eaux usées brutes (Scheierling et al., 2010; Drechsel et al., 2010)**

Concentrations estimées dans les cours d'eau de coliformes fécaux (FC) pour l'Afrique, l'Asie et l'Amérique latine (Février 2008-2010)



Potentiel inexploité de récupération des ressources et de réutilisation des eaux usées

330 km³ d'EU municipales pourraient théoriquement:

- Irriguer plus de **40 millions d'hectares** (8000 m³/ha/an) (FAO, 2012)
- Fournir une application d'engrais «gratuite» de l'ordre de **322 kg N/ha/an** et **64 kg P/ha/an**
- Fournir de l'électricité pour environ **130 millions de ménages** (3500 kWh/HH) (World Energy Council, 2013)

Les déterminants de la reuse

- La pénurie d'eau est en train de devenir une priorité dans l'agenda politique, y compris les ODD
- La reuse est:
 - une réponse politique
 - la solution pour la raréfaction de l'eau
 - une solution clé d'adaptation au changement climatique
- Efficacité globale de l'eau
- Les préoccupations environnementales sont de plus en plus présentes dans la résolution de la crise de l'eau
- Les gouvernements commencent à réaliser la proposition de double valeur de la réutilisation:
 - Sans réutilisation, le traitement des eaux usées a une valeur environnementale, mais aucune valeur financière
 - La réutilisation de l'eau, des nutriments et de l'énergie ajoute de nouvelles valeurs à la proposition (GWI, 2010, Wilchens et al., 2015)



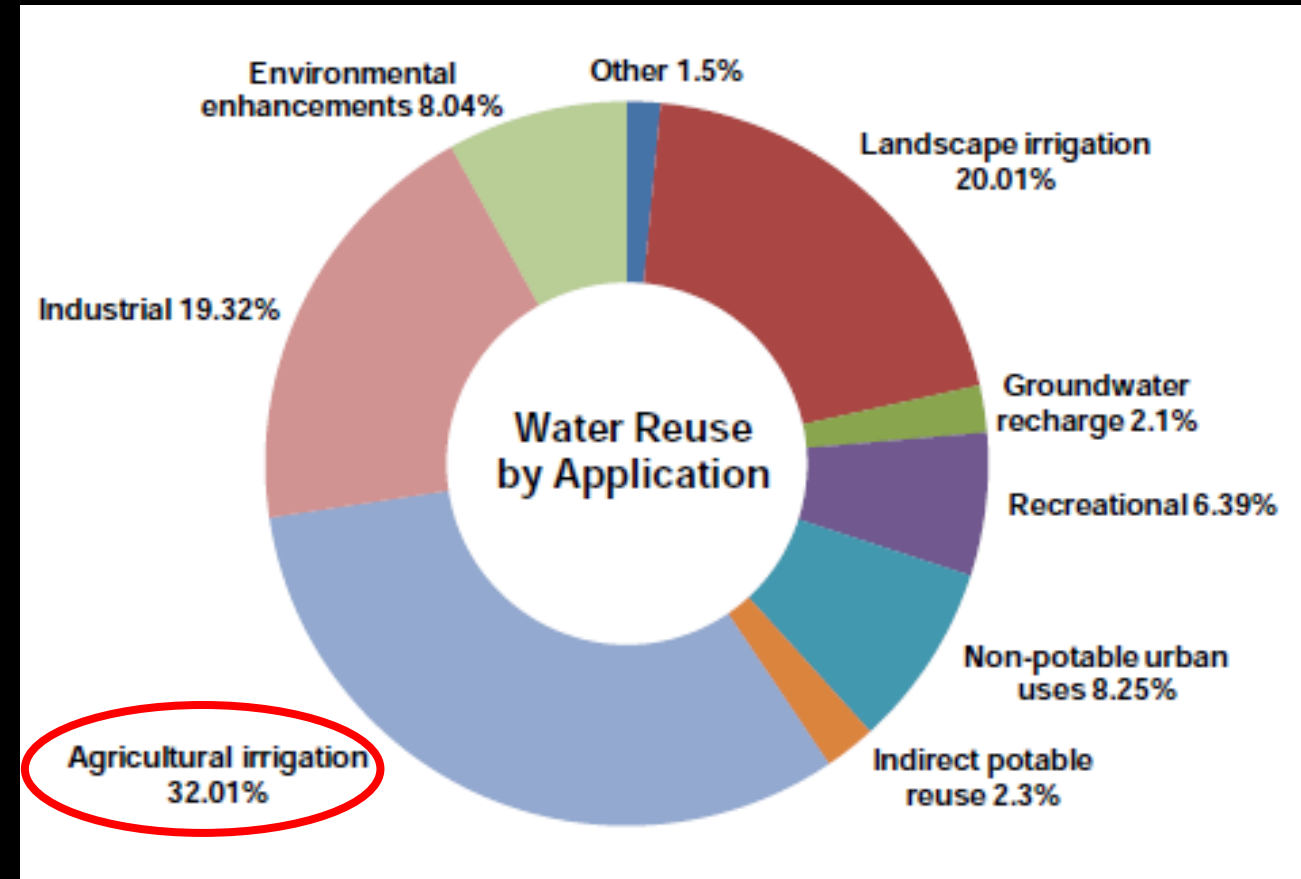
Objectifs de développement durable (ODDs) (2015-2030)



Objectif 6 Cibles 6.2 et 6.3

Options de reuse

1. Irrigation agricole
2. Irrigation d'espaces verts
3. Recharge de nappes
4. Récréationnelle et Environnementale
5. Reuse urbaine nonpotable
6. Recyclage et reuse industrielle
7. Potable Reuse



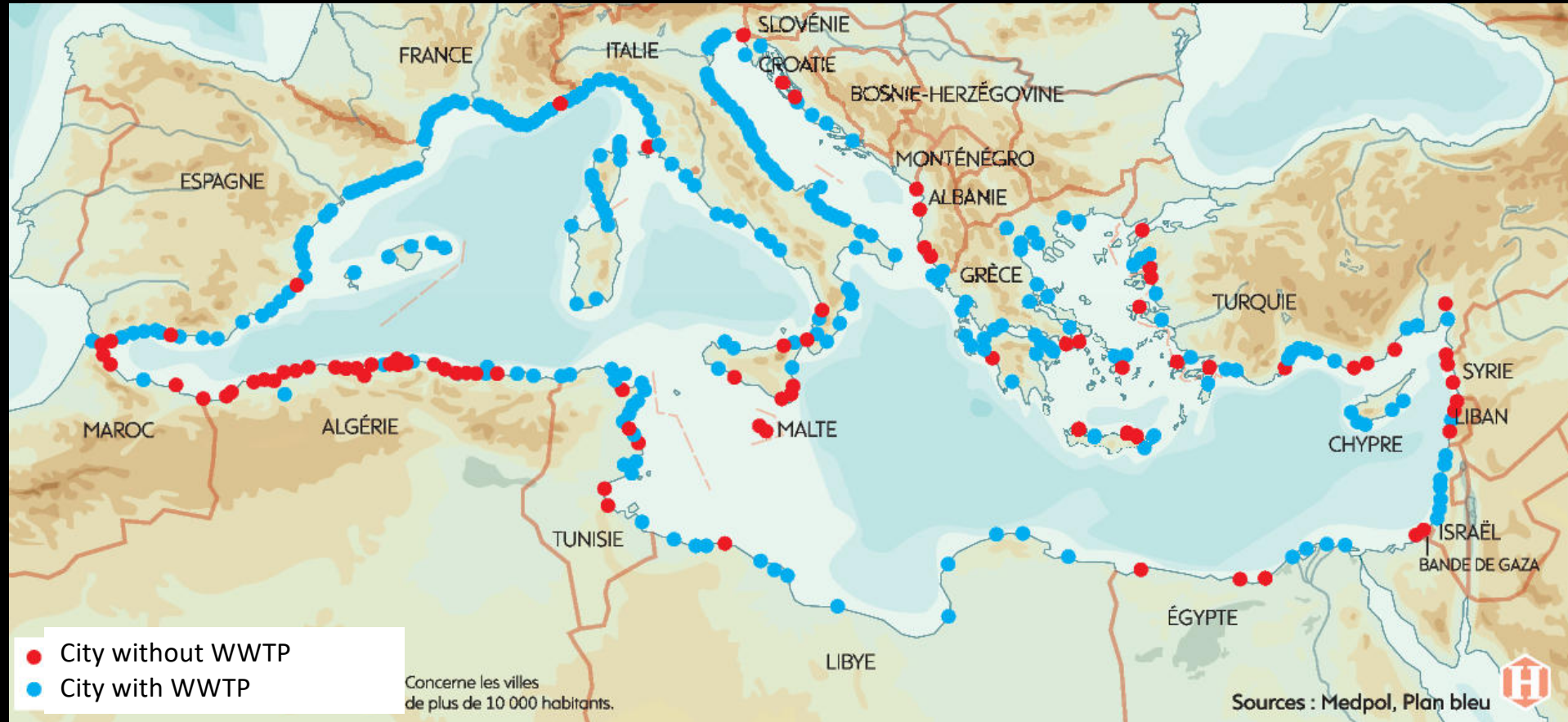
Usage le plus important et le plus en expansion

Valorisation des eaux usées en Méditerranée et dans d'autres pays

Agriculture informelle urbaine et périurbaine

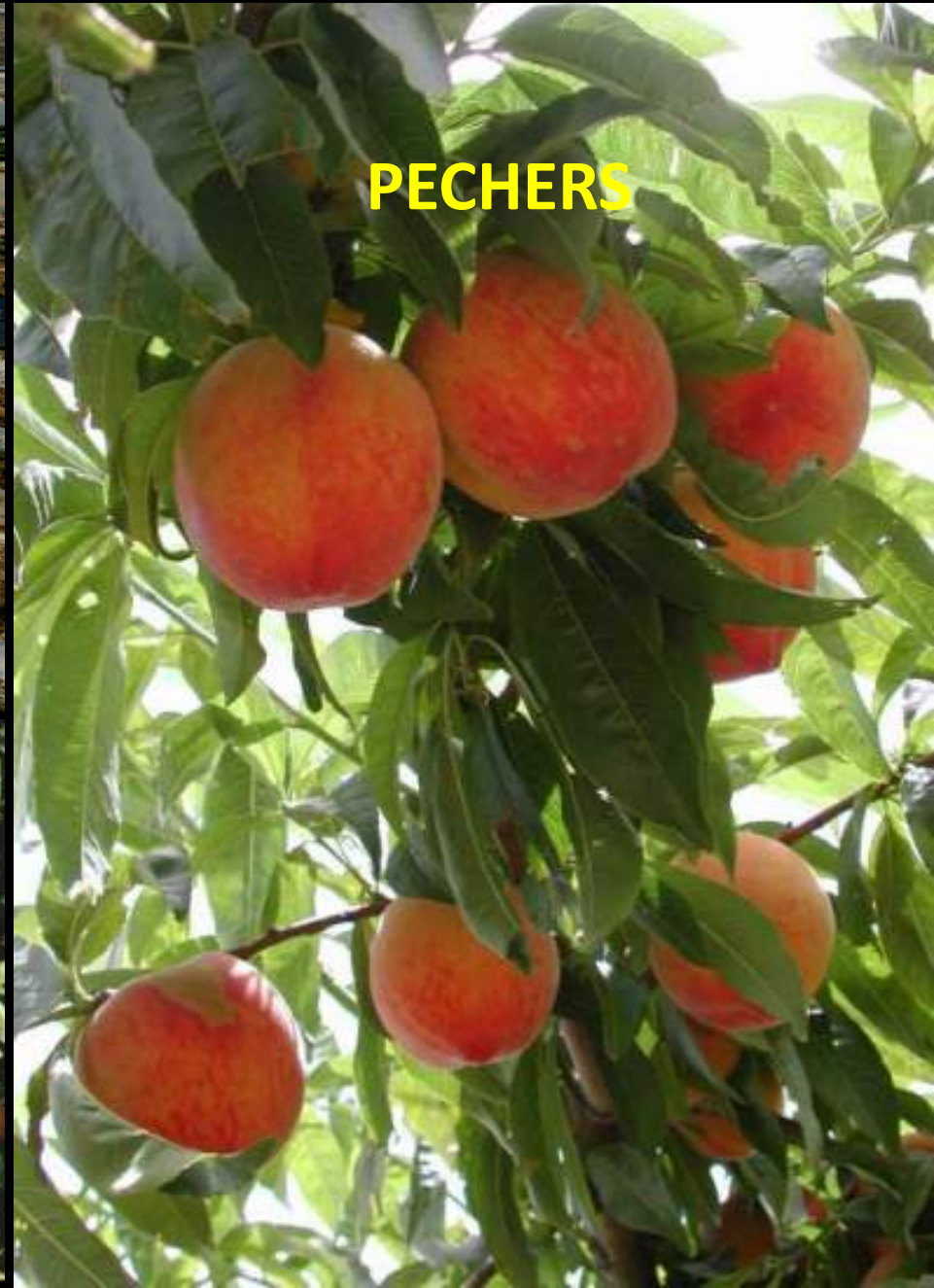


Répartition des STEPs le long des côtes méditerranéennes



La région méditerranéenne génère d'importants volumes d'eaux usées, la seule utilisation de l'eau urbaine représentant environ $38 \times 10^9 \text{ m}^3 / \text{an}$

TRAITEMENT ET REUTILISATION DES EAUX USEES EN TUNISIE



PECHERS



OLIVIERS ET FOURRAGE



ORANGERS

Irrigation des terrains de golf avec des eaux usées traitées en Tunisie

- Depuis le début des années 1970, la Tunisie a mis en place une politique visant à assurer l'irrigation des terrains de golf avec des EUT
- La disponibilité de cette ressource a été un facteur majeur dans la capacité du pays à développer des terrains de golf et l'économie touristique correspondante
- Tous les terrains de golf existants (1030 hectares) ainsi que certains espaces paysagers (420 ha) et les jardins de l'hôtel sont irrigués avec des EUT



Plan Directeur National « Water Reuse 2050 » - Tunisie

- Développer une vision partagée et une stratégie à long terme, déclinée en plans d'action, pour le développement et la gestion durable de la réutilisation des eaux usées traitées
- Guider les politiques et les investissements futurs dans la REUT
- Valoriser les ressources en eaux usées à différentes fins de manière fiable, durable et sans risques - Filière reuse: de la collecte, au traitement et à la réutilisation des eaux usées

Installation de lavage de Merah Lahrach à la STEP de Khouribga - Groupe OCP, Maroc

Réutilisation industrielle et paysagère

- EUT utilisées pour le lavage des phosphates après leur extraction
- Capacité de production actuelle: 5 Mm³
- Traitement biologique mis en service en 2010 pour traiter ≈222 600 eq-hab. en 2020
- Valorisation des EU et des boues de l'usine de lavage
- Reuse → conservation des eaux souterraines de Khouribga
- Espaces verts irrigués dans et autour de la STEP
- 30 % des besoins en eau (EU combinée avec de l'eau de mer dessalée)



Progression d'une réutilisation non planifiée à une réutilisation planifiée

Processus qui nécessite des décennies

Pays à faible revenu

- * Options de traitement à faible coût
- * Réformes politiques et interventions non structurelles
- * Options à barrières multiples pour le contrôle de la protection de la santé après le traitement

Pays à revenu intermédiaire

- * Politiques, institutions et règlements de réutilisation de l'eau, et certains procédés de traitement
- * Nécessité d'améliorer la gestion financière pour mobiliser les investissements nécessaires pour maintenir et améliorer les opérations globales

Pays à revenu élevé

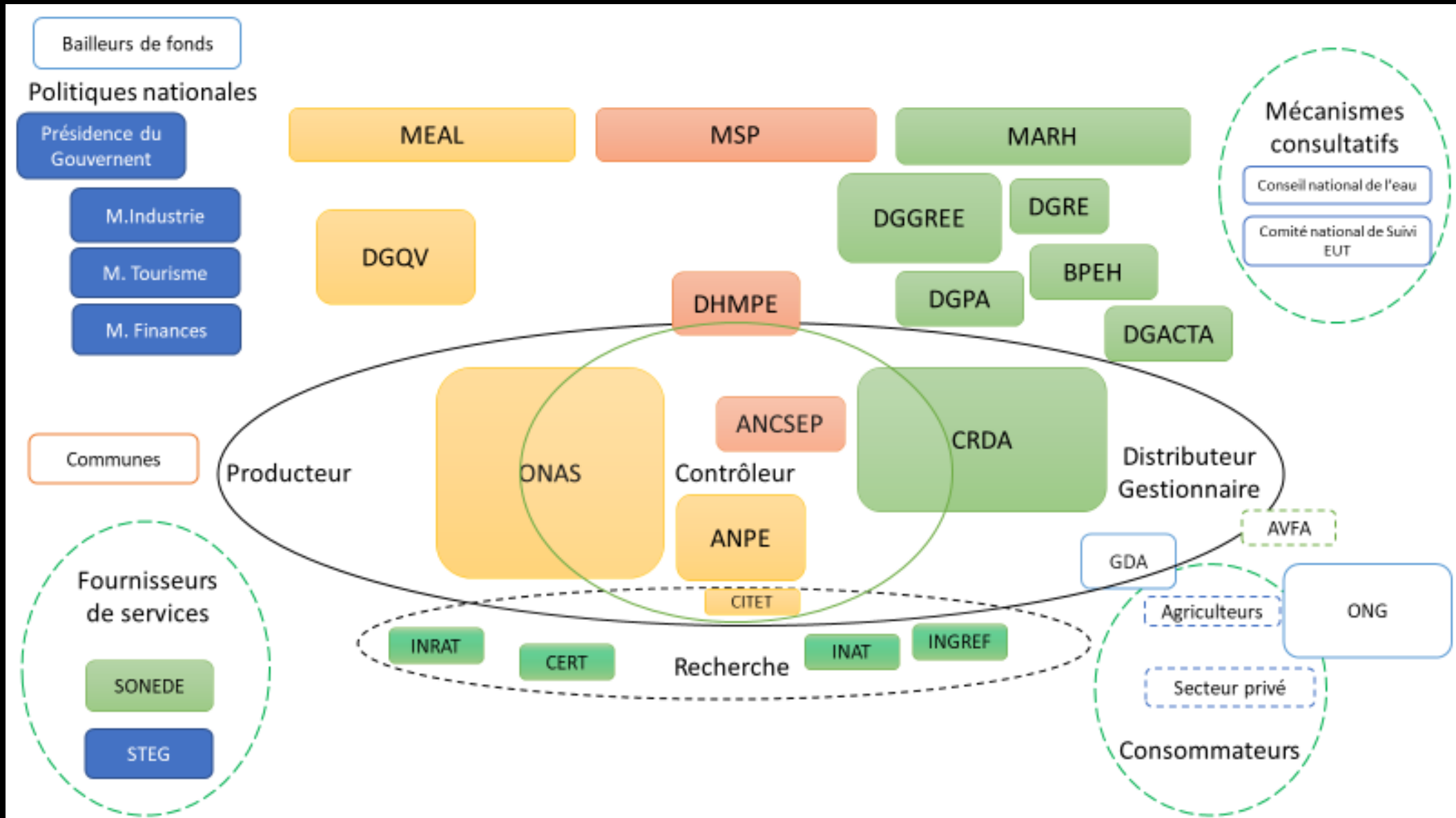
- * Mise en œuvre par étapes des politiques et des règlements
- * Normes de plus en plus strictes pour la qualité de l'eau et des eaux usées et l'utilisation pour l'irrigation

Principaux défis

Principaux défis de la reuse

- **Obstacles institutionnels:** fragmentation des responsabilités, cadre réglementaire
- **Perception / éducation et participation du public:** dépend de la nécessité, de l'opportunité et de la connaissance de la réutilisation
- **Viabilité économique:** tarification appropriée de l'eau, manque de prise en compte des externalités, recouvrement des coûts de F&M, financement et subventions
- **Défis techniques:** infrastructure, technologies rentables et fiables de traitement de l'eau, qualité de l'eau, meilleures pratiques de gestion
- **Soutien gouvernemental, politique et politique publique**

Les acteurs de la reuse



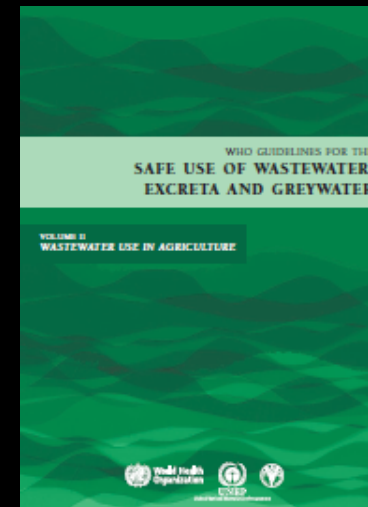
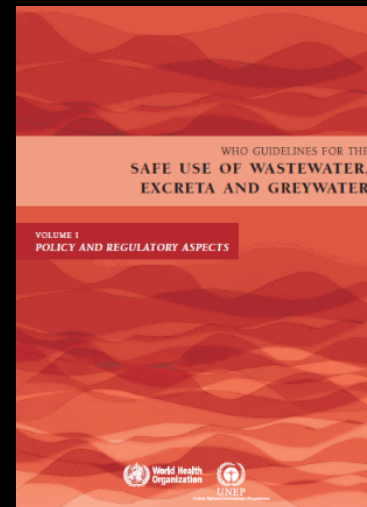
Principaux défis de la reuse

Faire converger les cadres réglementaires

- Le cadre réglementaire doit soutenir la réutilisation de l'eau
- Une approche basée sur la santé est nécessaire pour toutes les applications de réutilisation de l'eau (OMS 2006, Australie 2006-2009)
- Application de la réglementation par ex. la surveillance de la qualité de l'eau devrait être réaliste et économiquement abordable

WHO Guidelines for the safe use of
wastewater in agriculture (2006)
A multi-barrier approach

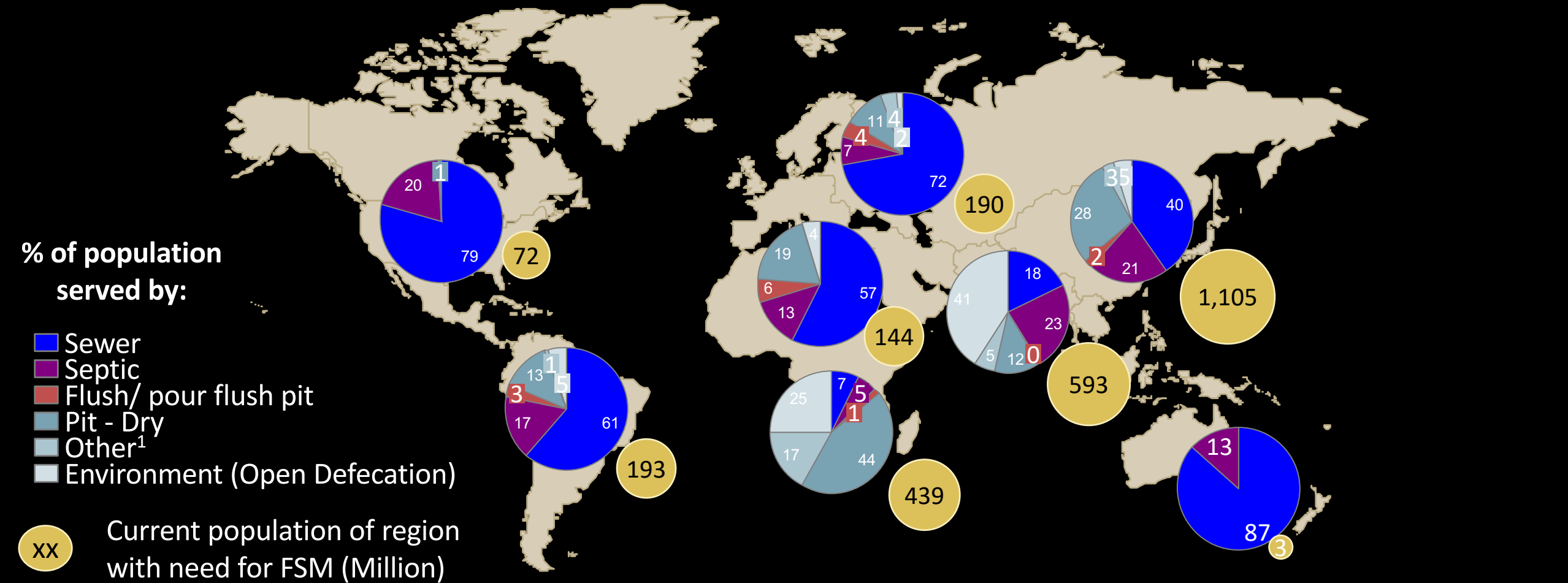
California Code of Regulations
Title 22, Division 4, Chapter 3
Water Recycling Criteria (2000)



Australian National
Water Reuse Regulations
(2006-2009)

~2.7 MILLIARDS DE PERSONNES DANS LE MONDE ONT BESOIN DE LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE AUJOURD'HUI

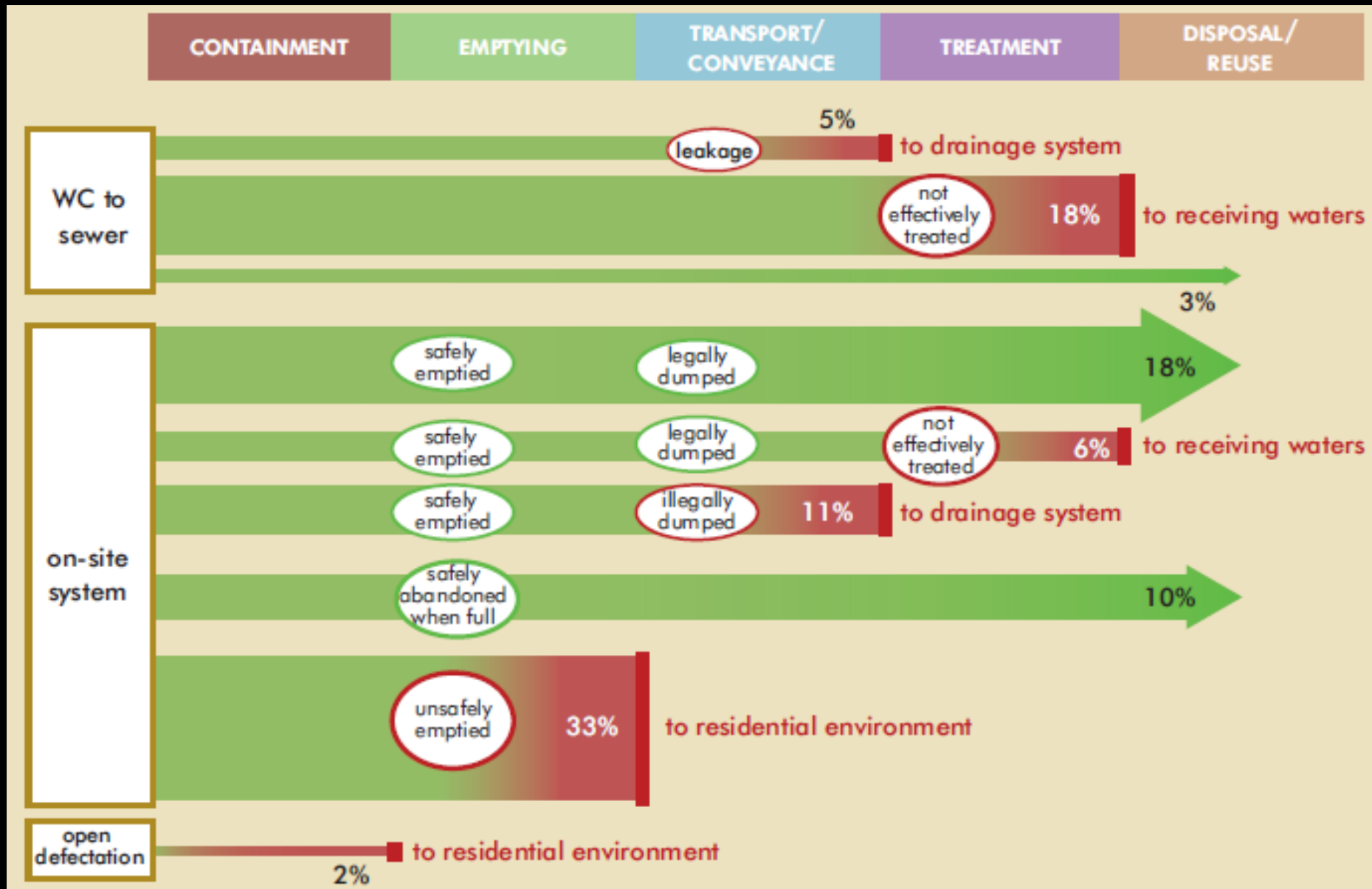
~5 MILLIARDS EN 2030



1. Open pits, pits without slabs and composting toilets included in "Other" as these do not need FSM (open pits/ pits without slabs covered up when full)

Source: UN JMP sanitation data, BCG analysis

Gestion des eaux usées et des boues de vidange à Dakar (Sénégal)



31 % géré en toute sécurité

69 % mal géré

Principaux défis de la reuse

Aspects techniques

- **Qualité de l'eau:** sécurité sanitaire, nutriments, sels dissous, etc.
- **Capacité de stockage**
- **O & M** des réseaux d'irrigation et des systèmes dual: contrôle de l'interconnexion, gestion des fuites, corrosion, mise à l'échelle, recroissance bactérienne
- **Aspects agronomiques:** gestion de la salinité, de la sodicité et des ions toxiques, méthode d'irrigation, cultures tolérantes au sel, drainage
- **Salubrité des aliments et perception du public:** répercussions des épidémies d'E. coli: épinards frais Sept 2006 aux États-Unis (perte de revenus > 74 millions de dollars), concombre mai 2011 en Europe (perte de revenus > 600 millions de dollars)

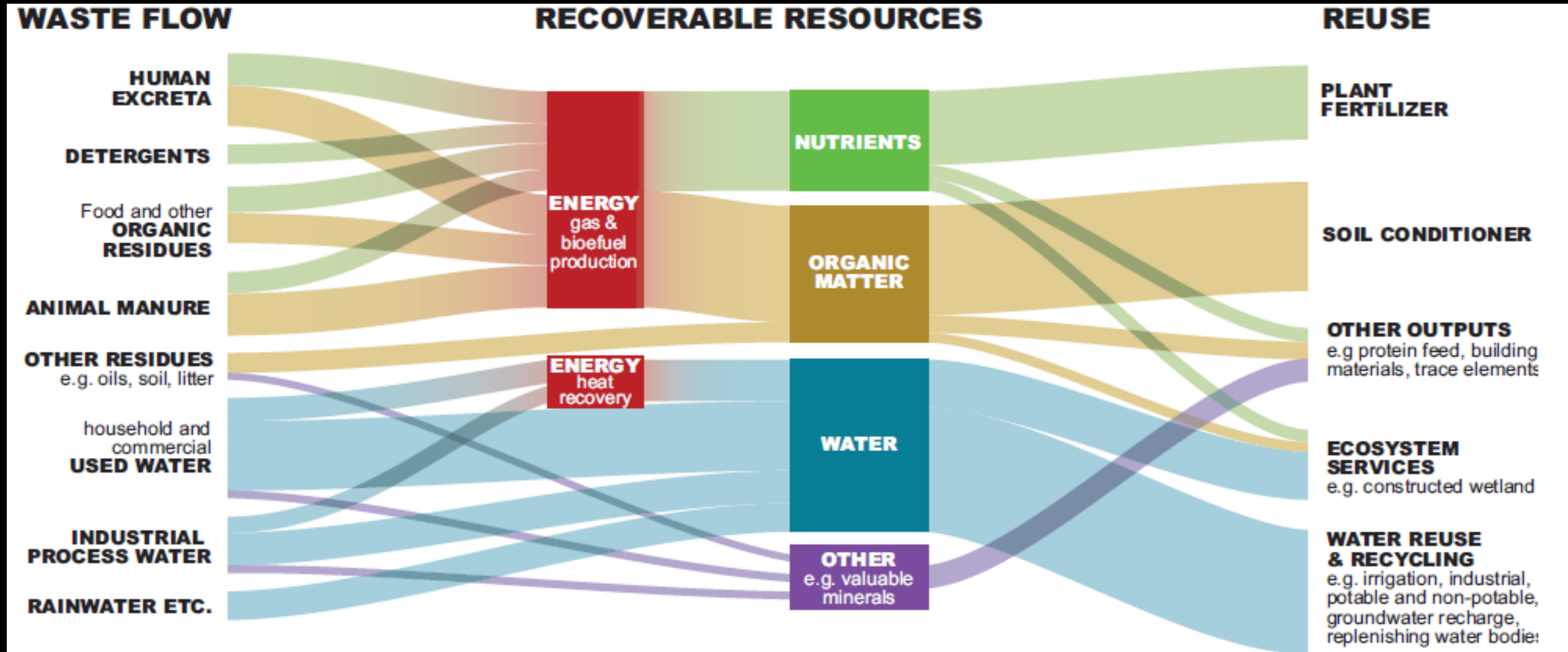
Principaux défis de la reuse

Démontrer la viabilité économique

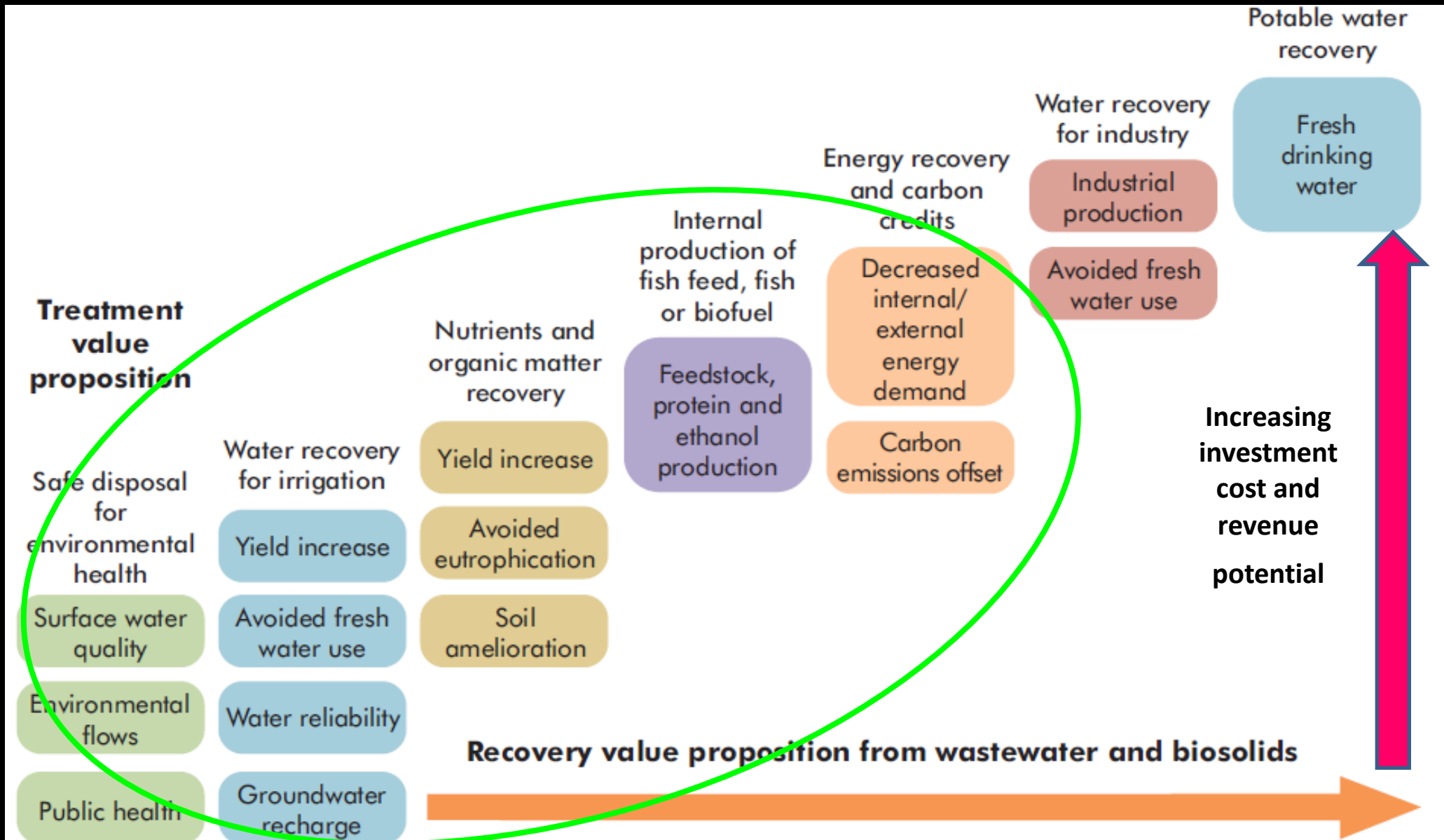
- Mettre en place des mécanismes de tarification appropriés
 - Le prix devrait être une fonction de la fourniture d'une eau de qualité requise d'une manière fiable
 - Concurrence des ressources en eau conventionnelles sous-évaluées et / ou subventionnées
 - «Recouvrement intégral des coûts» et «pollueur-payeur» doivent être à la base de la facturation de l'eau
- Nécessité de passer d'un marché de l'approvisionnement en eau axé sur l'offre à un marché orienté vers la demande
- Multitude d'instruments basés sur le marché possible
- Prendre en compte l'ensemble du cycle (urbain) de l'eau et / ou du bassin versant

Tendances futures et solutions potentielles

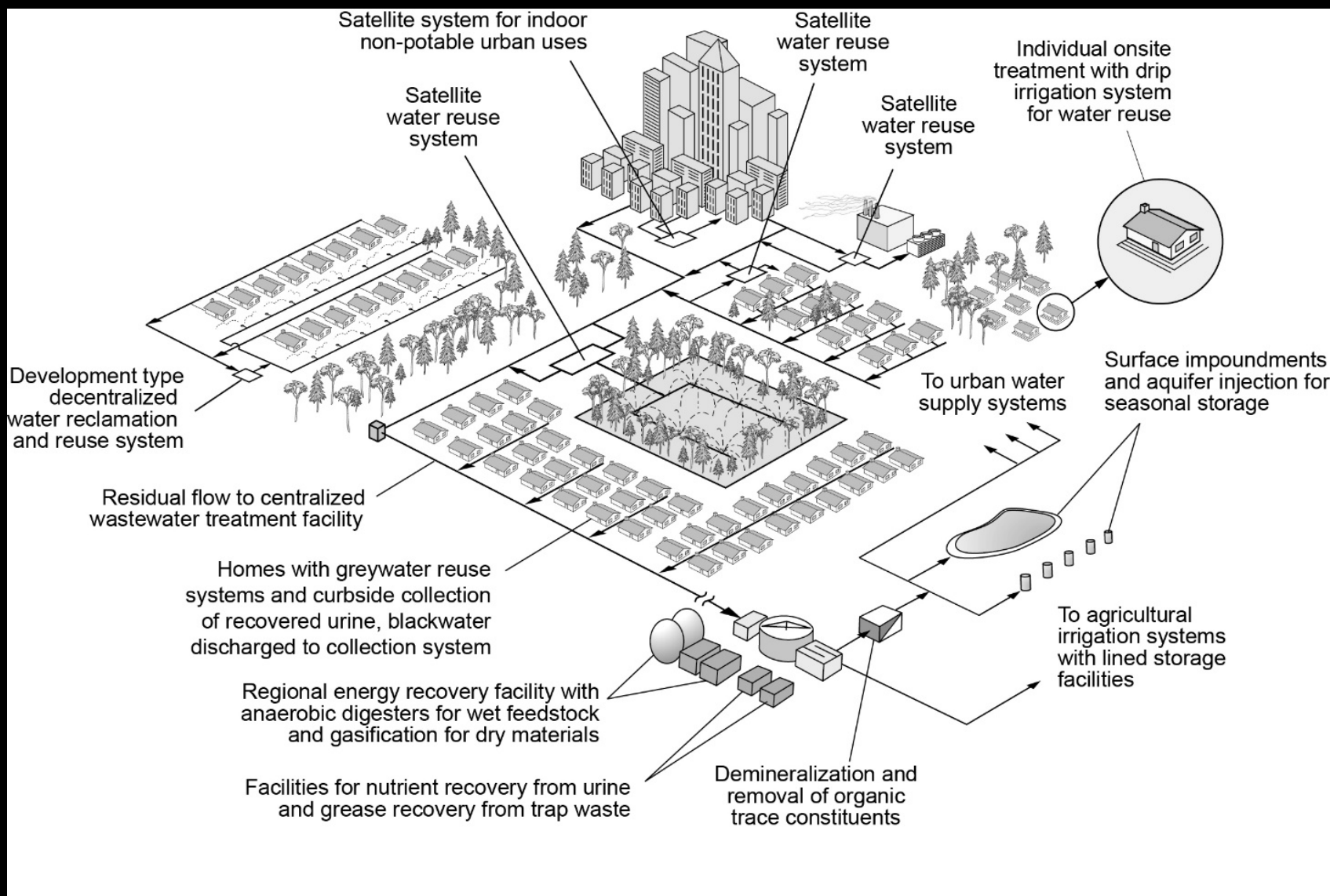
Flux de ressources et de déchets avec un potentiel de récupération et de réutilisation de l'eau, des nutriments, des matières organiques et de l'énergie



Échelle des propositions de valeur croissante liées au traitement des eaux usées et à la récupération de l'eau, des nutriments et de l'énergie (Source: IWMI, 2015)

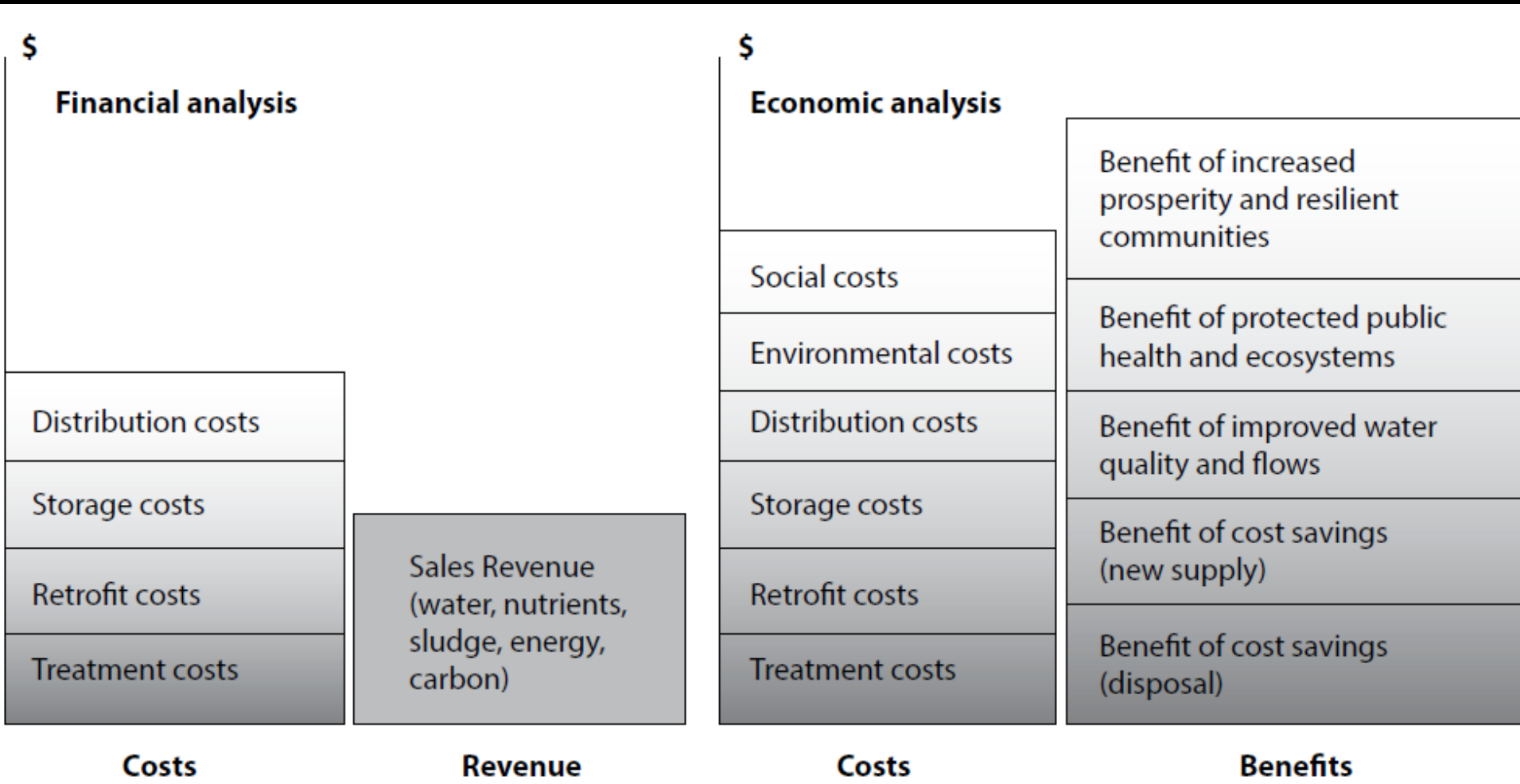


Gestion intégrée des eaux usées avec des installations décentralisées, satellites et centralisées

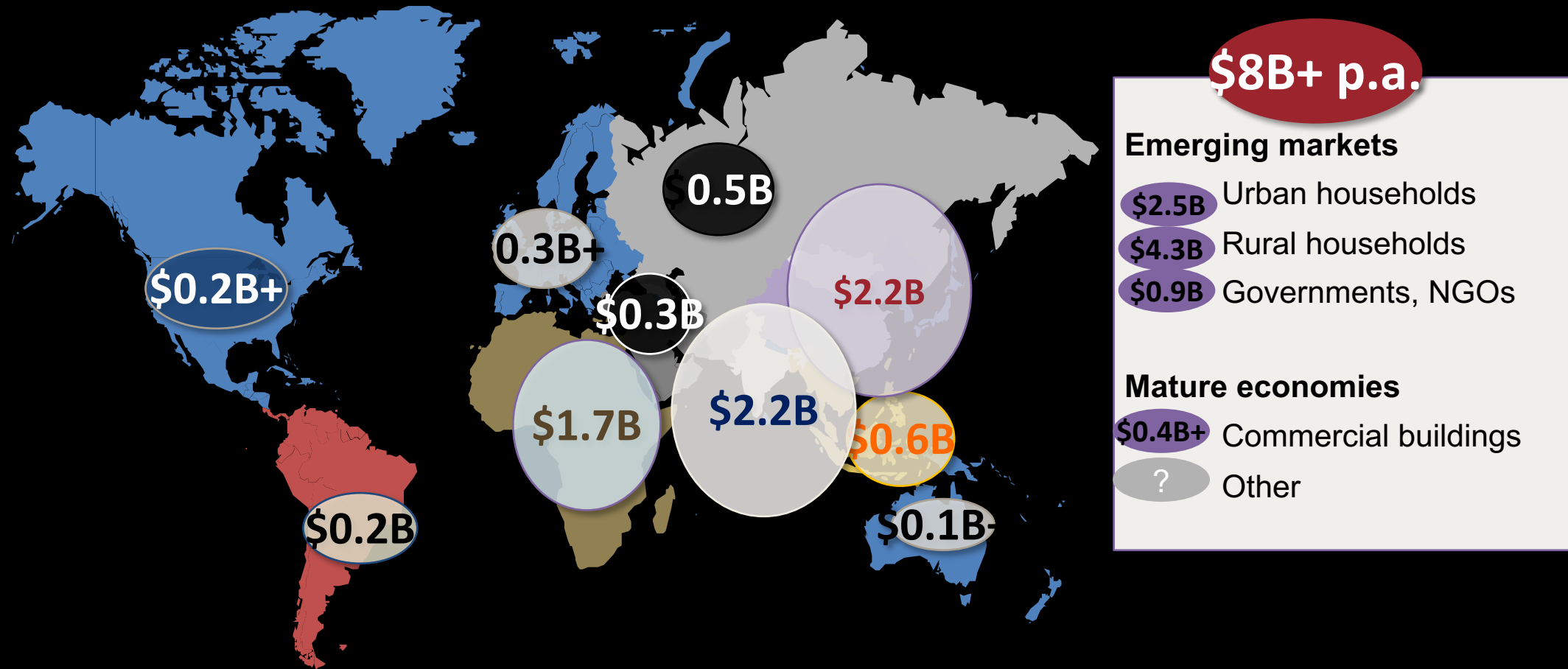


Analyse financière vs analyse économique pour évaluer les coûts et les avantages de la reuse

En tant qu'élément essentiel d'une économie circulaire, la reuse et la récupération des sous-produits peuvent générer de nouvelles opportunités d'affaires tout en aidant à financer des services d'assainissement améliorés

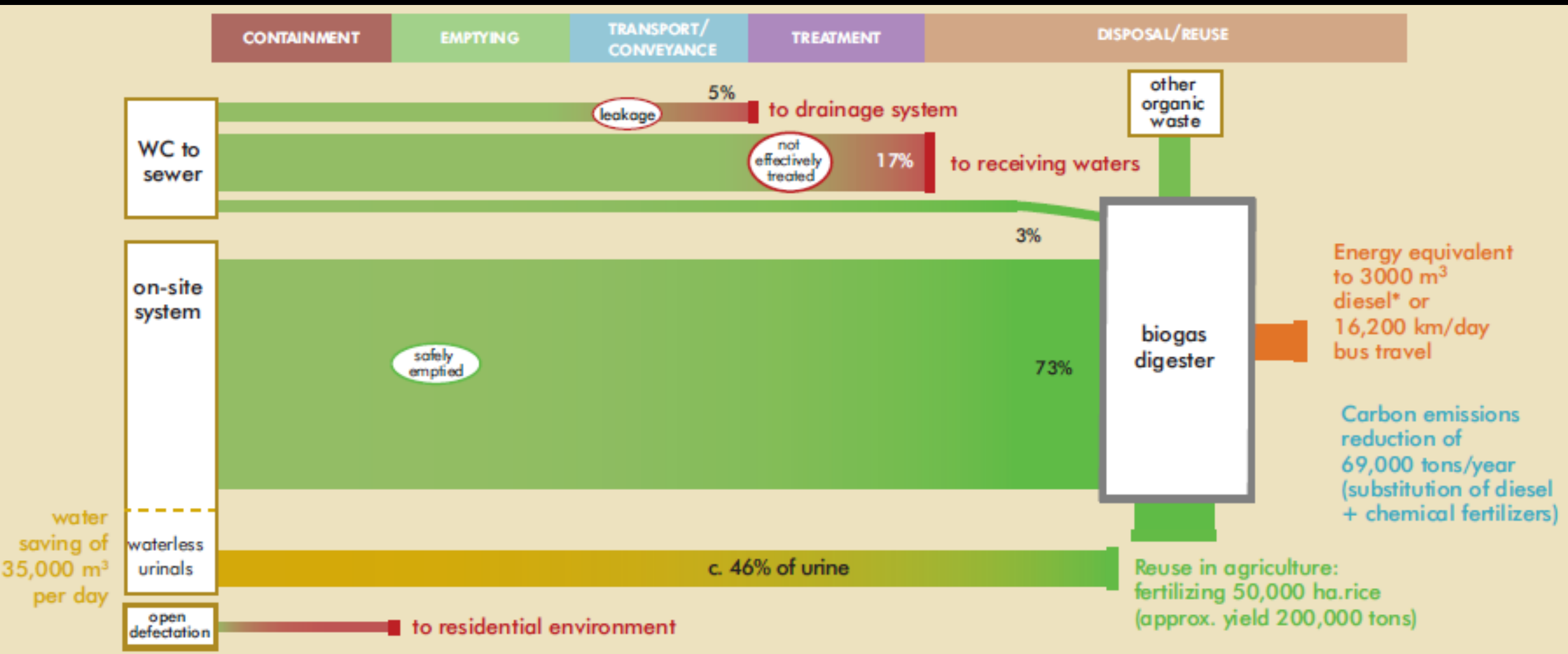


OPPORTUNITÉ ANNUELLE GLOBALE ANNUELLE DE **8 MILLIARDS DE DOLLARS** POUR RÉPONDRE AUX BESOINS EN ASSAINISSEMENT...



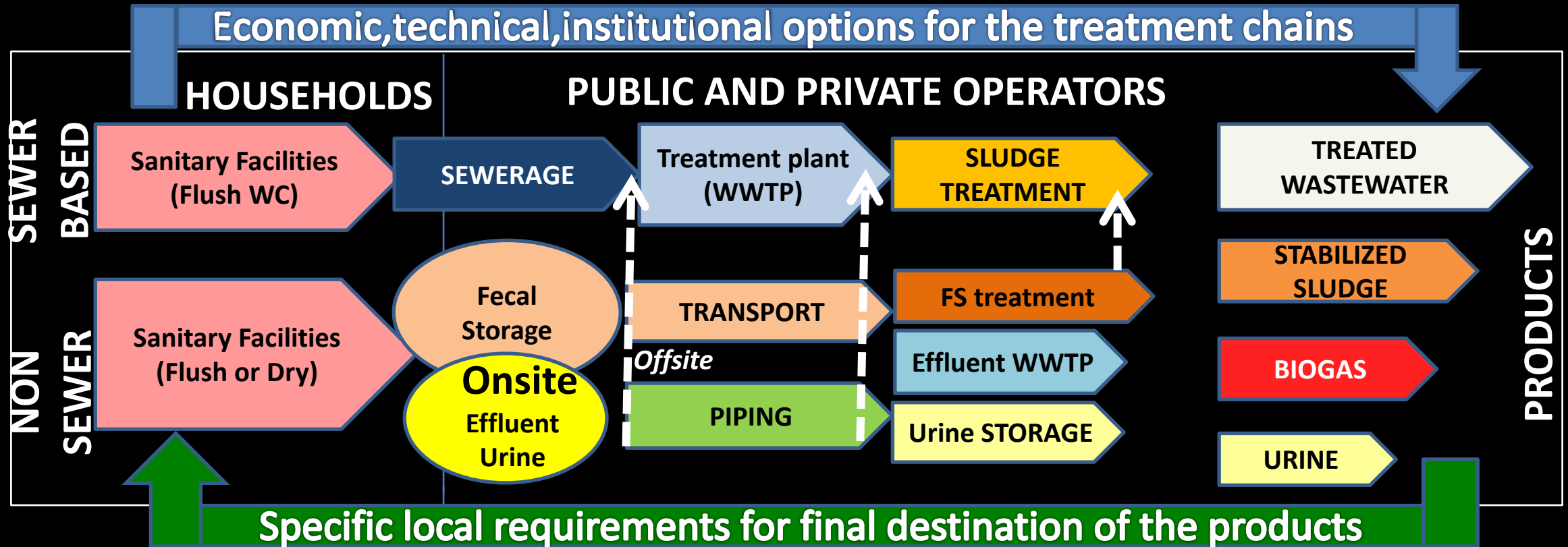
Source: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme, UN, World Bank, US Census, India Census, Annual Status of Education Report 2013, African Development Bank Group, UNESCO, UNICEF, Brookings Institute, US Green Building Council, Design Center Data, MarketLine, press searches, Kone, 2016

Potentiel de récupération des ressources dans les flux de déchets à Dakar (Sénégal)



* Adjusted to compensate for increased diesel use in transportation.

Intégration de l'assainissement avec ou sans réseau



Zones urbaines (résidentielles, commerciales, à faible revenu, périurbaines, bidonvilles)

Les eaux usées provenant de l'assainissement autonome ainsi que des réseaux d'égouts peuvent être transformées en un atout pouvant être valorisé financièrement et économiquement

Transformer les déchets en ressources à Durban

Une voie vers l'économie circulaire

Système d'assainissement	« Déchet »	Produit	Utilisateur final
Eaux usées conventionnelles	Eau usée	Eau traitée	Industrie
Autonome: fosse améliorée ventilée	Boue de fosse améliorée ventilée	Fertilisant organique	Service des parcs municipaux; Petites fermes
À base d'eau: DEWATS	Eau usée	Effluent traité riche en nutriments	Agriculture locale
Autonome: système de dérivation d'urine	Urine	Liquide/fertilisant solide	Fermes communautaires
Autonome: système de dérivation d'urine	Autonome: déchet solide de système de dérivation d'urine	Huile, mélange alimentaire, biochar	Industrie

Conclusion

- La reuse est une pratique courante avec de multiples compromis
- Solutions progressives nécessaires pour passer d'une pratique informelle à une pratique formelle
- La reuse est un atout essentiel d'une économie circulaire en vue de la récupération de l'eau, des nutriments et de l'énergie
- Plusieurs innovations offrent de nouveaux modèles commerciaux et opportunités de marché
- Une approche intégrée de l'ensemble du cycle de l'eau en milieu urbain et / ou du bassin versant doit être adoptée avec prise en compte des besoins en infrastructures et des capacités locales

Merci

