



HAL
open science

Planifier des systèmes d'assainissement avec les acteurs en intégrant des connaissances techniques expertes : enjeux de modélisation et transfert de WasteWAG au Sénégal

Melaine Aucante, Rémi Lombard-Latune, Alpha Ba, Camille Cheval, Paul Moretti, Nils Ferrand

► To cite this version:

Melaine Aucante, Rémi Lombard-Latune, Alpha Ba, Camille Cheval, Paul Moretti, et al.. Planifier des systèmes d'assainissement avec les acteurs en intégrant des connaissances techniques expertes : enjeux de modélisation et transfert de WasteWAG au Sénégal. *Sciences Eaux & Territoires*, 2021, 35, pp.60-67. 10.14758/set-revue.2021.1.10 . hal-03561760

HAL Id: hal-03561760

<https://hal.inrae.fr/hal-03561760v1>

Submitted on 8 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

Planifier des systèmes d'assainissement avec les acteurs en intégrant des connaissances techniques expertes : enjeux de modélisation et transfert de WasteWAG au Sénégal

WasteWAG (pour wastewater game) est un jeu de rôle et outil de planification participative de systèmes d'assainissement individuels et collectifs en zones urbaines et rurales au Sénégal. Sa modélisation s'est faite en plusieurs étapes successives alternant production de prototypes, tests de l'outil en conditions contrôlées (entre acteurs de la recherche) et tests en conditions réelles (avec les organismes de la société civile et autres acteurs de terrain). L'objectif de l'article est de rendre compte de la singularité de cette démarche de modélisation contribuant à rendre disponible des connaissances techniques aux acteurs de terrain.

Introduction : la planification de l'assainissement, loin des marronniers de développement

L'accès de tous à l'assainissement, et le développement du service qui en est le support est un enjeu majeur comme le rappelle les objectifs de développement durable (ODD 6.2 : « garantir d'ici 2030 un accès pour tous à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats, en mettant fin à la défécation à l'air libre », ONU 2015). La construction d'un service d'assainissement, que ce soit à l'échelle d'une grande ville ou à un niveau plus local, est sensible. L'acteur public juridiquement compétent en la matière (collectivité ou État si la compétence n'est pas décentralisée) s'engage au-delà de sa propre responsabilité, puisque ce sont les usagers qui assureront son financement de manière directe (redevance), ou indirecte (mobilisation de fonds publics). L'analyse des besoins en termes d'assainissement et les réponses techniques qui y sont apportées sont faites lors de la planification de l'assainissement, qui correspond généralement à l'établissement d'un schéma directeur d'assainissement (SDA). La réalisation des SDA est généralement confiée à des bureaux d'études qui vont, parfois, chercher à analyser les besoins du

point de vue des utilisateurs au travers d'enquêtes. Le plus souvent, les usagers sont cantonnés à des données socio-économiques qui permettent le dimensionnement des ouvrages. Les autres parties prenantes, comme par exemple les services techniques existants qui auront la charge d'exploiter les ouvrages, ne sont pas non plus systématiquement associés.

La planification de l'assainissement est une phase particulièrement intéressante à investir pour travailler sur la durabilité et la qualité des services d'assainissement. L'hypothèse qui est faite est la suivante : la concertation de l'ensemble des acteurs impliqués dans le futur service d'assainissement lors de la planification permettrait d'améliorer le service. En effet, ce sont les acteurs locaux qui sont les mieux à même d'établir un équilibre entre leurs besoins/contraintes et les moyens qu'ils peuvent allouer à l'assainissement. Leur participation les amènerait également à mieux comprendre leurs rôles dans le service. Pour qu'un plus grand nombre d'acteurs puissent contribuer à ces choix, il est nécessaire de leur apporter des connaissances, mais aussi de synthétiser la problématique autour d'enjeux clés : charges financières (investissement et entretien des ouvrages), besoins en infrastructures individuelles et collectives, ainsi que besoins

❶ Des équipes INRAE collaborent depuis 2015 sur la construction d'une démarche de planification concertée de l'assainissement. Elle a été testée pour la première fois au Sénégal dans le cadre du projet PLANISSIM porté par l'organisation non gouvernementale ACTED en 2017-2018.



© R. Lombard-Lafune (INRAE)

en compétences techniques pour la réalisation et l'entretien des dispositifs. Cette planification concertée n'a pas vocation à se substituer aux études techniques, mais plutôt à venir les éclairer en donnant des orientations, gages d'adhésion des acteurs locaux et de durabilité du projet. Une diversité d'approches permet de faire participer les usagers d'un service aux différentes étapes de sa conception. On verra que la modélisation d'accompagnement et la suite COOPLAGE¹ proposent des méthodes permettant cette participation à des degrés d'intensité variés, au travers de plusieurs outils aux multiples fonctionnalités. Il convient donc de se demander dans quelle mesure l'élaboration et l'application d'un outil multifonctionnel nécessitant une participation active des usagers permet la planification de systèmes d'assainissement cohérents ? Des équipes INRAE (UMR G-Eau à Montpellier et UR REVERSAAL à Lyon)² collaborent depuis 2015 sur la construction d'une démarche de planification concertée de l'assainissement. Elle a été testée pour la première fois au Sénégal (photo ❶), en zone urbaine et rurale, dans le cadre de PLANISSIM³ (Planification de l'assainissement par modélisation et simulation participative) porté par l'organisation non gouvernementale ACTED en 2017-2018.

Le projet PLANISSIM à la croisée de l'ingénierie sociale et du génie des procédés pour l'assainissement, construction d'une démarche interdisciplinaire

La planification de l'assainissement, telle qu'évoquée précédemment, pose un certain nombre de contraintes cognitives, sociales et méthodologiques. Cognitives car elle traite d'objets techniques complexes sur lequel les participants ont des connaissances très inégales. Sociales car la planification de l'assainissement préfigure le service d'assainissement, c'est-à-dire la mise en commun de différentes ressources par un ensemble d'acteurs avec des intérêts, des besoins et des objectifs variés. Méthodologiques car elle nécessite l'intégration d'informations provenant de champs disciplinaires multiples (hydrogéologie, génie des procédés, économie, sociologie, droit, etc.) et doit permettre aux participants de faire des propositions cohérentes. La planification de l'assainissement doit intégrer toute cette complexité. Le choix a donc été fait d'accompagner les acteurs en adoptant une posture interdisciplinaire entre ingénierie sociale et génie des procédés en recourant à des méthodes de modélisation et de participation multi-acteurs et multi-niveaux.

1. COOPLAGE : Combiner des outils ouverts et participatifs pour laisser s'adapter les acteurs de la gestion de l'eau.

2. L'unité mixte de recherche G-Eau (Gestion de l'eau, acteurs, usages) – INRAE Montpellier et l'unité de recherche REVERSAAL (Réduire, réutiliser, valoriser les ressources des eaux résiduaires) INRAE Lyon.

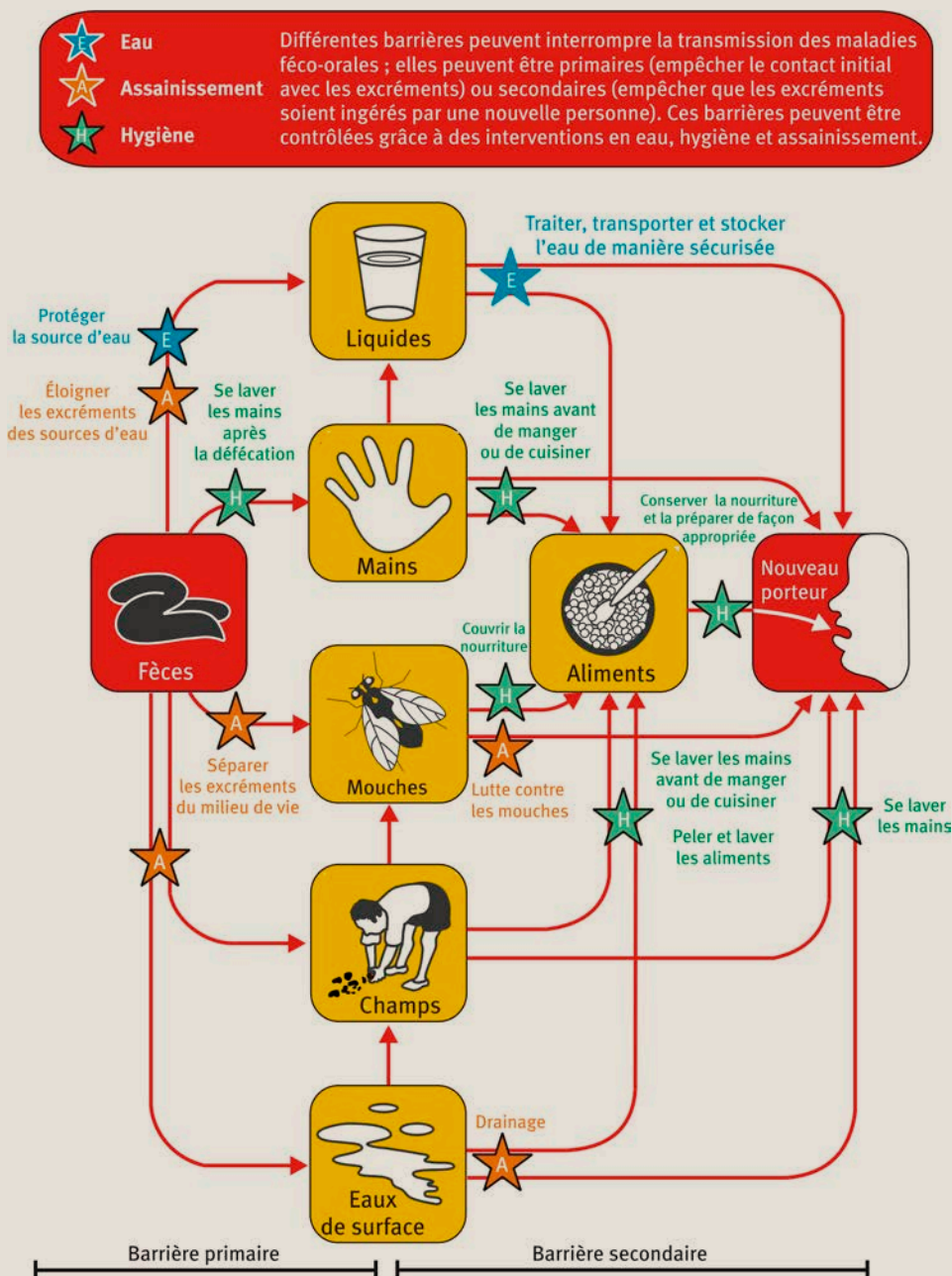
3. PLANISSIM : Planification de l'assainissement par modélisation et simulation participative.

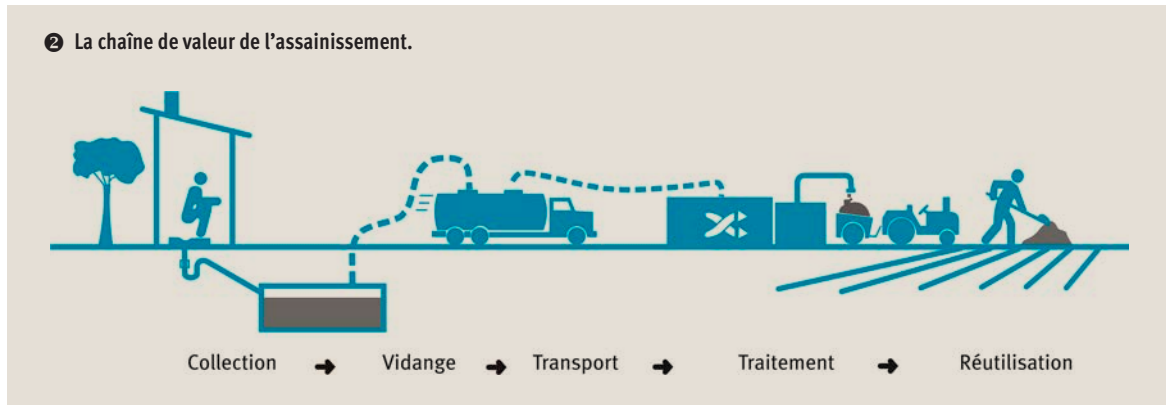
L'ingénierie de la participation pour construire et outiller la démarche

Selon Arnstein (1969), il existe de nombreux moyens de susciter la participation des usagers d'un service, avec différents niveaux d'implication : information, consultation (recueillir des avis), concertation (co-construire des propositions), décision (décider ensemble, donner le pouvoir de décision) (voir l'article de Hassenforder *et al.*, pages 28-35 dans ce numéro). La posture retenue ici est celle de la modélisation d'accompagnement (Etienne *et al.*, 2010), se situant *a priori* à un niveau de concertation. Développée par le collectif ComMod (de l'anglais *Companion Modelling*), la modélisation d'accompagnement

est un processus multi-acteurs visant à modéliser « des objets d'études complexes et dynamiques qui sont aussi objets d'enjeux et d'actions multiples » (Collectif ComMod, 2004). L'objectif de cette démarche est de construire un modèle, au sens d'une représentation partagée d'une réalité en y incluant les points de vue et connaissances des différents participants. Non seulement ce modèle est le fruit d'un travail collectif faisant notamment le point sur les visions et contraintes des acteurs vis-à-vis du système étudié, mais il peut aussi servir d'interface entre eux sous la forme d'un jeu de rôles ou d'un outil de simulation. Il permet alors d'explorer différents scénarios modifiant le système étudié et de discuter leurs impacts.

❶ Schéma des voies de contamination féco-orales (source : WEDC, 2014).





Cette approche a été associée à celle développée dans la suite COOPLAGE, ensemble d'outils et de méthodes permettant d'accompagner des acteurs dans la conception, la mise en œuvre et le suivi-évaluation de leur démarche de participation (Ferrand *et al.*, 2017). Multi-acteurs et multi-niveaux, ils permettent à des acteurs de natures et aux responsabilités différentes de prendre part au même processus de décision. Deux méthodes ont été particulièrement mobilisées : Wat A Game (WAG) pour la modélisation des systèmes d'assainissement, et COOPLAN pour la dimension de planification. Elles ont permis la création d'un outil d'animation à mi-chemin entre jeu de rôles et matrice de planification (voir aussi dans ce même numéro les articles sur COOPLAGE, WAG et COOPLAN).

La modélisation d'accompagnement et l'approche COOPLAGE ont de nombreux points communs, en particulier pour l'élaboration d'un modèle le passage par l'élaboration de schémas conceptuels, tel que formalisé dans la méthode ARDI (Acteurs, ressources, dynamiques, interactions ; Etienne, 2011) ou WAG.

Une particularité de l'approche COOPLAGE – inscrite dans son acronyme – est la volonté d'autonomisation des participants. On la retrouve au travers de l'utilisation d'une méthode de modélisation aboutissant à la production de modèles simples⁴ pour représenter des systèmes complexes, et surtout du transfert des outils produits et des compétences de bases nécessaires à leur utilisation. Le cas du projet PLANISSIM s'appuie particulièrement sur cette dimension d'autonomisation. Il a permis d'innover en créant un outil multifonctionnel (sensibilisation, planification, simulation) à la grammaire unique faisant le pont entre deux méthodes jusqu'à présent distinctes (WAG et COOPLAN), incluant particulièrement des connaissances techniques expertes sur les technologies d'assainissement.

Le génie des procédés pour l'assainissement, source d'expertise technique

Comme précisé dans notre hypothèse de départ, la planification de systèmes d'assainissement requiert la mobilisation de connaissances techniques. Ces connaissances étant peu ou pas présentes et en tout cas pas partagées

entre les acteurs, un certain nombre de concepts clés de l'assainissement ont été intégrés dans la conception du modèle :

- les voies de contamination féco-orales largement décrites par l'aide au développement (figure ①), ont été intégrées pour mettre en évidence les liens entre l'assainissement et la santé des populations ;
- le concept de chaîne de l'assainissement (figure ②), selon lequel l'assainissement est une suite ordonnée de dispositifs techniques, permettant la prise en charge et la gestion des matières depuis leur production jusqu'à leur valorisation ou inactivation (Gabert *et al.*, 2010). Le raisonnement par maillon permet de décomposer le problème en posant les bonnes questions, aux bonnes échelles (individuelles et collectives). En fonction des contextes (urbain et rural notamment), le nombre de maillons peut varier mais le principe reste le même.

Ces deux éléments ont été intégrés dans les schémas conceptuels lors de la phase de modélisation au laboratoire, ce qui a permis de définir le cadre du modèle : les variables et éléments qui doivent être mobilisables par les participants, ainsi que les indicateurs permettant de caractériser ces éléments et de suivre l'évolution de la situation au cours de la phase simulation de l'outil qui sera créé.

Par la suite, il a été nécessaire de récupérer des données sur le terrain pour identifier les déclinaisons locales de chacun des deux concepts : voies de contamination principales et technologies disponibles pour chacun des maillons de l'assainissement. La caractérisation des besoins et des contraintes présentes sur le terrain était également nécessaire pour identifier les options techniques pertinentes à ajouter à celles déjà présentes dans le modèle, de manière à proposer des innovations adaptées à même de faire évoluer la situation.

L'approche interdisciplinaire qui vient d'être décrite nécessite un certain ancrage sur les terrains d'étude : besoin en connaissances techniques, participation des usagers et experts. Pour cela, une collaboration étroite a été réalisée avec ACTED, implanté sur place, et des membres d'organisations de la société civile (OSC) sénégalaise.

4. Dans le jargon des modélisateurs, on distingue différents types de modèles en fonction de leurs caractéristiques. Par exemple, « KISS », de l'anglais *Keep It Simple Stupid !*, en opposition à « KIDS », pour *Keep It Descriptive Stupid !* Ici, nous optons pour une approche de type KILT (*Keep It a Learning Tool !*), faisant référence à la finalité du modèle, telle que proposée par Christophe Le Page (Le Page, 2017).

► Dans la partie suivante, nous verrons comment ces partenariats ont permis de construire et appliquer un outil multifonctionnel adapté à différents contextes, ainsi que ses principaux résultats.

Construction et application de WasteWAG, outil multifonctionnel pour planifier des systèmes d'assainissement

Participants au processus de modélisation et animateurs de la démarche sur le terrain : le rôle central des membres d'OSC

Très tôt, ACTED a identifié des membres d'OSC à même de participer au processus de modélisation et d'assurer l'animation de la démarche sur le terrain dans chaque zone d'intervention. Les profils étaient variés : représentants de comités de quartiers, employés des municipalités, d'organisations non gouvernementales sénégalaises ou internationales... L'échelle d'intervention a été celle du quartier (en ville) ou du village (en milieu rural), environnement direct des participants, ce qui leur a permis de mieux s'approprier l'objet étudié.

Les animateurs n'étant pas des experts des problématiques et technologies d'assainissement, leur montée en compétences était nécessaire à la bonne conduite de la démarche. En plus d'être des partenaires du processus de modélisation, ils ont fait l'objet d'un cycle de formation en parallèle des phases de construction de l'outil. Ces éléments sont détaillés dans le tableau 1.

Les connaissances préalables des membres d'OSC, couplées à leur formation à la modélisation et l'application de WasteWAG sur le terrain a permis d'ancrer la démarche de planification dans une dynamique opérationnelle. Leur apport a été précieux à chaque phase de construction de l'outil final.

Un outil pour planifier, mais quel outil ?

WasteWAG (pour wastewater game) est le nom donné à l'outil issu du processus de modélisation mené en grande partie au cours du projet PLANISSIM. Sa modélisation s'est faite en plusieurs étapes successives alternant production de prototypes, tests de l'outil en conditions contrôlées (entre acteurs de la recherche) et tests en conditions réelles (avec les OSC et autres acteurs de terrain).

Notre hypothèse de départ nous permet de dresser le « cahier des charges » suivant. Notre outil devait être didactique (accessible au grand public), progressif et multifonctionnel (plusieurs étapes pour assimiler la complexité et les connaissances nécessaires à des choix éclairés), contenir des données techniques synthétisées et contextualisées, et enfin être suffisamment simple pour que son animation ne nécessite pas d'expertise sur l'assainissement et les processus participatifs.

Sur la base d'éléments de grammaire courants dans la méthode Wat A Game, les fondements du modèle de WasteWAG ont été posés en laboratoire : environnement spatial, concepts clés de l'assainissement, ressources et dynamiques essentielles, acteurs. Elles ont été complétées par les retours des citoyens et OSC recueillis lors de visites de terrain exploratoires et d'un atelier de lancement (perceptions des flux d'eau, termes et représentations utilisés, place des usagers dans le service d'assainissement...).

WasteWAG comme outil de sensibilisation

WasteWAG prend la forme d'un jeu de plateau dans lequel les participants jouent le rôle de chefs de famille (figure 3A), et doivent faire évoluer leur gestion de l'assainissement à travers différentes solutions techniques représentées sur des cartes (figure 3B). Les matières (brutes ou traitées) qui ne sont pas correctement gérées se retrouvent sur le plateau de jeu collectif (figure 3C, quartier ou village selon la zone). Ces dernières génèrent des mouches (représentant les voies de contamination indirectes, voir figure 1), et viennent souiller le plat familial (le fameux Tjep Bou Dien sénégalais), ce qui se traduit par une baisse de l'état de santé du foyer.

WasteWAG comme outil de planification

La planification est abordée dans WasteWAG à l'aide de deux matrices, technique et sociale (figure 3E). La matrice technique reprend les différents maillons de la chaîne de l'assainissement (figure 2), que les participants remplissent avec les cartes des solutions techniques. Pour cette nouvelle phase, elles ont été complétées avec des éléments clés (figure 3D) : ressources entrantes et sortantes, place dans la chaîne d'assainissement, coûts de construction et d'entretien, besoin en espace et temps, ressources nécessaires pour construire, éventuels pro-

1 Contenu des phases de modélisation collectives et formations des organisations de la société civile (OSC).

Ateliers	Formation initiale des animateurs	Sensibilisation	Planification	Simulation
Contenu	1) Processus participatifs de facilitation	Mise en évidence des impacts des pratiques sur la santé, qu'elles soient individuelles ou collectives. Voies de contamination féco-orales	1) Matrice technique : constitution de chaînes de l'assainissement	1) Test des différents scénarios produits sur la base de l'atelier de planification
	2) Notions de base sur l'assainissement et les technologies sélectionnées		2) Matrice sociale : quelle organisation mettre en place pour concevoir, réaliser et entretenir la chaîne définie précédemment ?	2) Amendement des scénarios (nouvelle phase de planification)
	3) Développement, utilisation et animation de WasteWAG		3) Matrice des coûts : synthèses des différents coûts et leur répartition entre les acteurs	3) Test des scénarios
Durée	3 jours	1/2 journée	2 jours	1 journée
Participants	Formateurs, facilitateurs	Facilitateurs, usagers	Facilitateurs, usagers	Facilitateurs, usagers

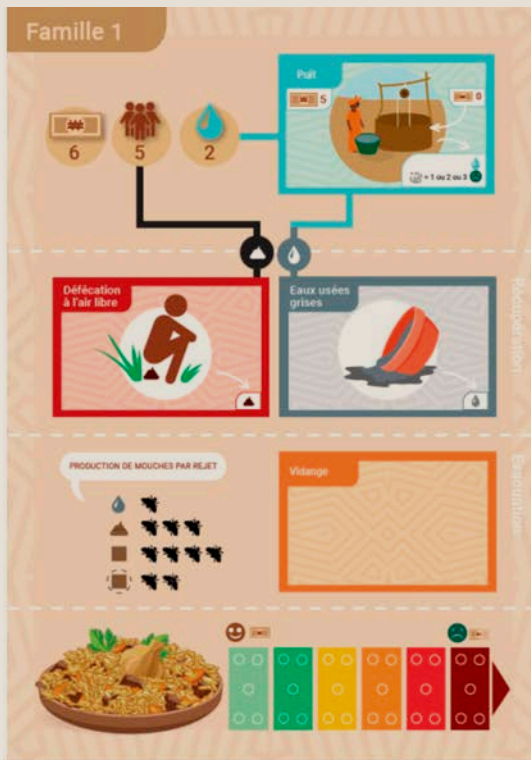
duits valorisables... Ensuite, les propositions sont discutées en groupes afin de choisir le ou les systèmes les plus adaptés aux contraintes locales.

La matrice sociale amène chaque groupe à réfléchir aux moyens nécessaires à différentes échelles temporelles et spatiales pour mettre en œuvre le système retenu. Pour ce faire, un ensemble non-exhaustif de cartes actions

individuelles ou collectives ont été créées comme : « Demander une autorisation aux autorités locales », « Organiser une réunion », « Vendre mon bétail », etc.

Enfin, lorsqu'il y avait suffisamment de temps, une matrice des coûts a été ajoutée. Elle permet de faire la synthèse des différents coûts (investissement et exploitation) des différentes propositions.

3 Éléments de WasteWAG.



Récupération/traitement in situ Transport Traitement collectif eaux/boues

A

B

C

D

E

Latrine traditionnelle

Entrée Sortie

	Coûts	Temps nécessaire	Espace	Risque infiltration	Non
> Construction professionnelle	3	1h		Oui	
> Auto-construction	1	1h			Valorisation
> Entretien	1	1h			



	Eaux usées Noires	Eaux Usées Grises
Récupération		
Transport		
Traitement Eaux Usées Boues		
TOTAL	> Produits Valorisables : • Compost : _____ Eau pour l'irrigation : _____ • Engrais : _____ > Coûts : _____ > Espace : OUI / NON • Investissement : _____ > Risque d'infiltration : OUI / NON • Entretien : _____ > Besoin Technique : _____ > Besoin en Temps : _____	

► WasteWAG comme outil de simulation

Dans la dernière phase de travail, l'équipe projet a analysé les différents systèmes d'assainissement produits et effectué une synthèse sous la forme de trois scénarios pour chacune des zones d'intervention, en s'appuyant sur la fréquence d'apparition des différentes solutions techniques dans les différentes propositions, mais aussi leur viabilité technique, économique et sociale par rapport au contexte de chaque zone. Lors de la dernière

phase de simulation animée durant l'été 2019, les scénarios ont été testés sur le modèle/jeu de plateau par les participants pour évaluer leur faisabilité, leurs impacts, avant de les retravailler pour les améliorer.

Et dans les faits, ça donne quoi sur le terrain ?

L'utilisation de WasteWAG sur le terrain s'est faite en plusieurs phases, à l'instar de sa conception. Le contenu des différentes sessions est présenté dans le tableau 1. Le nombre de participations aux différentes étapes du projet ainsi que certains résultats sont précisés dans la figure 4. On observe qu'à l'issue de la première phase, le modèle est jugé réaliste et approprié pour lancer une démarche de concertation sur la thématique de l'assainissement. La deuxième étape de planification fait aussi état de certaines réussites. En revanche, si la matrice de planification technique s'est avérée fournir un cadre de planification efficace (au vu des pourcentages de systèmes cohérents), la matrice sociale a semblé proposer un cadre plus flou : l'intérêt des acteurs pour cette partie était plus limité et les animateurs ont eu du mal à récolter des informations pourtant stratégiques à la planification, notamment concernant la recherche de financements. Ce point reste donc à améliorer.

Enfin, la phase de simulation ne permet pas de tirer de franches conclusions sur le choix des systèmes d'assainissement par les participants. Plus que d'identifier des choix figés, cette étape est à percevoir comme un nouvel apport au processus de modélisation de systèmes d'assainissement cohérents aux zones d'intervention, qui seraient à mobiliser dans la poursuite du processus.

4 Principaux résultats des phases d'application de WasteWAG.



Planifier l'assainissement, chasse gardée des experts ou jeu d'enfant ?

Peut-on participer sans rougir à la planification de systèmes d'assainissement cohérents quand on ne dispose pas vraiment de connaissances préalables sur le sujet ? L'expérience du projet PLANISSIM est une première étape prometteuse !

À la rencontre de l'ingénierie sociale et du génie des procédés de l'assainissement, la démarche du projet a suscité l'engagement d'une diversité d'acteurs : citoyens, membres OSC, techniciens dans le secteur de l'assainissement, organisations non gouvernementales humanitaires, chercheurs... Les visites de terrain, enquêtes, formations, construction et application de WasteWAG ont conduit à plus de mille participations à la démarche. On peut tout de même regretter la participation assez faible des services de l'État à cette démarche expérimentale.

Sur le plan méthodologique, la réussite est double. D'une part, WasteWAG est un outil multifonctionnel ayant fait le pont entre des méthodes jusqu'à présent distinctes. Mais surtout, le principal défi relevé a résidé dans la phase de planification : intégrer des connaissances techniques à un modèle simple, utiliser le même outil avec plusieurs fonctions pour rester accessible à tous, proposer des matrices thématiques pour construire des systèmes cohérents.

Concernant l'enchaînement dans le temps des différentes fonctionnalités de WasteWAG, on peut noter que les phases de sensibilisation et de planification ont apporté des résultats probants. Si l'utilité de la matrice technique

s'est révélée centrale à la proposition de systèmes cohérents, la matrice sociale devra faire l'objet de nouveaux développements dans les prochains travaux. La phase de simulation a révélé une faiblesse de la démarche sur le choix de systèmes adaptés au contexte. De plus, la préparation de cette phase est trop dépendante de l'intervention des chercheurs, les futurs travaux devront trouver des ressorts méthodologiques plus simples pour faire le lien entre les fonctions de planification et de simulation.

Sur les aspects d'autonomisation et transfert, la dynamique créée avec les membres d'OSC a été essentielle à la démarche du projet. L'enchaînement des phases de formation, construction de l'outil et application sur le terrain ont permis une montée en compétences certaine des animateurs. Cela a doté le projet de précieux partenaires de modélisation et d'animateurs autonomes sur le terrain, à même de transmettre des connaissances techniques à l'aide de supports simples et de guider les participants à mieux comprendre leurs rôles dans le service d'assainissement.

Le projet PLANISSIM a donc posé les bases d'une démarche multi-acteurs et multi-niveaux dans la planification des systèmes d'assainissement avec la construction de WasteWAG. Cette première étape permet d'envisager l'utilisation de la démarche en condition réelle, c'est-à-dire avec une mise en œuvre des résultats de la démarche. Deux projets sont en construction dans cette optique, l'un en Guinée Bissau en contexte urbain, et le second au Sénégal en milieu rural.

La démarche va être élargie à la réutilisation des eaux usées traitées grâce à l'intégration d'un module sur la gestion du risque sanitaire. Là aussi des projets sont en construction pour utiliser la démarche en France, autour des questions que pose la mise en conformité réglementaire vis-à-vis du récent règlement européen. ■

Les auteurs

Méline AUCANTE et Nils FERRAND

G-EAU, INRAE, CIRAD, AgroParisTech, IRD,
Montpellier SupAgro, Univ Montpellier,
361 Rue Jean-François Breton, BP 5095,
F-34196 Montpellier Cedex 5, France.

✉ melaine.aucante@inrae.fr

✉ nils.ferrand@inrae.fr

Rémi LOMBARD-LATUNE et Paul MORETTI

INRAE, UR REVERSAAL,
F-69626, Villeurbanne, France.

✉ remi.lombard-latune@inrae.fr

✉ paul.moretti@inrae.fr

Alpha BA^{1,2}

1. ACTED,

Villa 24 Route du Front de Terre, Dakar, Sénégal.

2. ENSA, École nationale supérieure d'agriculture,
Route de khombole, BP A296 Thiès, Sénégal.

Camille CHEVAL

ACTED,

Villa 24 Route du Front de Terre, Dakar, Sénégal.

EN SAVOIR PLUS...

✉ **ARNSTEIN, S.R.**, 1969, A ladder of citizen participation, *Journal of the American Institute of planners*, 35(4), p. 216-22,
✉ <https://doi.org/10.1080/019443669089772254>

✉ **COLLECTIF COMMOD**, 2004, *Charte ComMod : la modélisation comme outil d'accompagnement – Posture*,
Version 1.1 du 5 avril 2004, ✉ <http://cormas.cirad.fr/ComMod/pdf/ComModCharte2004.pdf>

✉ **ÉTIENNE, M., DU TOIT, D., POLLARD, S.**, 2011, ARDI: a co-construction method for participatory modeling in natural
resources management, *Ecology and Society*, 16(1):44, ✉ <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art44/>

✉ **ÉTIENNE, M.**, 2010, *La modélisation d'accompagnement: une démarche participative en appui au développement
durable*, Versailles, Éditions Quæ, 384 p.

✉ **FERRAND, N., ABRAMI, G., HASENFORDER, E., NOURY, B., DUCROT, R., FAROLFI, S., GARIN, P., BONTE, B., MORARDET, S.,
L'AOT, D.**, Coupling for Coping, CoOPLAaGE: an integrative strategy and toolbox fostering multi-level hydrosocial adaptation,
in : Proceedings of the ACEWATER2 Scientific Workshop, Accra, Ghana, 31 oct - 3 nov 2016, RONCO P. (ed.), CRESTAZ E. (ed.),
CARMONA MORENO C. (ed.), Ispra : European Union, p. 58-63,
✉ <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/proceedings-acewater2-scientific-workshop-accra-ghana-31-oct-3-nov-2016>

✉ **GABERT, J., FRENOUX, C., GUILLAUME, M.**, 2010, *Choisir des solutions techniques adaptées pour l'assainissement liquide*,
pS-Eau/PDM, Guide méthodologique n° 4,
✉ <http://memento-assainissement.gret.org/IMG/pdf/memento-assainissement-chap2a.pdf>

✉ **LE PAGE, C.**, 2017, *Simulation multi-agent interactive: engager des populations locales dans la modélisation
des socio-écosystèmes pour stimuler l'apprentissage social*, Mémoire d'habilitation à diriger la recherche,
Université Pierre et Marie Curie, Paris.

✉ **PNUD, Programme des Nations Unies pour le Développement**, 2015, *Objectifs de développement durable*.

✉ **TILLEY, E., ULRICH, L., LÜTHI, C., REYMOND, P., ZURBRÜGG, C.**, 2014, *Compendium of Sanitation Systems and
Technologies*, 2nd Revised Edition, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf,
Switzerland, 176 p.,

✉ https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/schwerpunkte/sesp/CLUES/Compendium_French/compendium_fr_2016.pdf

✉ **WEDC, Water, Engineering and Development Centre**, 2014, *Prévention de la transmission des maladies féco-orales*,
Loughborough University,

✉ <https://wedc-knowledge.lboro.ac.uk/resources/booklets/G020FR-Prevention-de-la-transmission-des-maladies-booklet.pdf>