CORA Cork Open Research Archive
Cartlann Taighde Oscailte Chorcaí

Title	Evaluating localized electrochlorination systems as a low-cost means of producing potable water
Authors	Campos Nogueira, Renata
Publication date	2024
Original Citation	Campos Nogueira, R. 2024. Evaluating localized electrochlorination systems as a low-cost means of producing potable water. PhD Thesis, University College Cork.
Type of publication	Doctoral thesis
Rights	© 2024, Renata Campos Nogueira. - https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/
Download date	2026-10-31 13:24:17
Item downloaded from	https://hdl.handle.net/10468/17414

UCC
University College Cork, Ireland
Coláiste na hOllscoile Corcaigh

Ollscoil na hÉireann, Corcaigh
National University of Ireland, Cork



Evaluating localized electrochlorination systems as a low-cost means of producing potable water.

Thesis presented by
Renata Campos Nogueira, PharmD, MSc.

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4144-2676

for the degree of
Doctor of Philosophy

University College Cork
School of Biological, Earth and Environmental Science
Head of School: Prof. Astrid Wingler

Supervisor(s):
Dr.Timothy Sullivan
Dr.Jean O'Dwyer

2024

DECLARATION

“This is to certify that the work I am submitting is my own and has not been submitted for another degree, either at University College Cork or elsewhere. All external references and sources are clearly acknowledged and identified within the contents. I have read and understood the regulations of University College Cork concerning plagiarism and intellectual property.”

Digital signature of the candidate: 

TABLE OF CONTENTS

DECLARATION ***2***

TABLE OF CONTENTS ***3***

LIST OF FIGURES ***8***

LIST OF TABLES ***12***

THESIS ABSTRACT ***13***

SUMMARY OUTLINE ***15***

PUBLICATIONS INCLUDED IN THIS THESIS ***18***

ACKNOWLEDGEMENTS ***20***

ABBREVIATIONS ***22***

CHAPTER 1. INTRODUCTION ***23***

1.1 Waterborne diseases in sub-Saharan African countries 23

1.2 Inequalities on drinking water and sanitation access 30

1.3 Sustainable development goal 6 (SDG 6 – the 'Water Goal') 34

1.4 Community participation in water access and treatment 36

1.5 Advantages and disadvantages of chlorination as a means to control waterborne disease 41

1.6 Decentralized water treatment methods in low-income countries 43

CHAPTER 2. ELECTRO-CHLORINATORS ADAPTED TO LOW-INCOME COUNTRIES ***46***

2.1 Electro-chlorination 46

2.2 The electro-chlorination technology adapted to low and middle-income countries 48

2.3 The scope of this thesis 50

2.3.1 The electro-chlorinator devices used in this thesis 52

2.3.2 The reagents used in monitoring 54

CHAPTER 3. PREVENTING NOSOCOMIAL INFECTIONS IN HEALTHCARE FACILITIES – BURKINA FASO. 56

3.1 Background 57

3.2 Abstract 58

3.3 Introduction 59

3.4 Material and methods 61

3.5 Results 67

3.6 Discussion 72

3.7 Limitations 75

3.8 Conclusion 75

CHAPTER 4. LOCALLY PRODUCED CHLORINE IN HEALTHCARE FACILITIES – RURAL CHAD. 77

4.1 Background 77

4.2 Abstract 78

4.3 Introduction 79

4.4 Methods 80

4.5 Results 83

4.6 Discussion 85

4.7 Conclusion 87

CHAPTER 5. NOVEL WATER TREATMENT SYSTEM IN LOW-RESOURCE COMMUNITY. 88

5.1 Background 90

5.2 Abstract 93

5.3 Introduction 93

5.4 Methods 94

5.5 Results 98

5.6 Discussion 100

5.7 Conclusion 102

CHAPTER 6. DECENTRALIZED WATER SYSTEMS - CONGO. 103

6.1 Background 103

6.2 Abstract 104

6.3 Introduction 105

6.4 Materials and methods 106

6.5 Results 114

6.6 Discussion 120

6.7 Conclusions 123

CHAPTER 7. WATER QUALITY AND HYGIENE BEHAVIOR -RURAL SCHOOLS BURKINA FASO. 124

7.1 Background 125

7.2 Abstract 126

7.3 Introduction 126

7.4 Methods 127

7.5 Results 131

7.6 Discussion 133

7.7 Conclusion 135

CHAPTER 8. DIARRHEA CASES AND ON-SITE SODIUM HYPOCHLORITE PRODUCTION IN MADAGASCAR. 136

8.1 Background 136

8.2 Abstract 138

8.3 Introduction 139

8.4 Material and Methods 140

8.5 Results 145

8.6 Discussion 148

8.7 Conclusions and implications for the future. 151

CHAPTER 9. THESIS DISCUSSION 152

9.1 The impact of sodium hypochlorite scarcity in remote areas 153

9.2 Tailoring training to address the needs of diverse contexts and population groups 153

9.3 Operational aspects of implementing electro-chlorination system 155

9.4 Financial considerations: funding for installation and maintenance cost 158

9.5 Electro-chlorination system in remote communities: challenges and advantages 160

9.6 Future perspectives 161

9.6.1 Bridging the gaps: transdisciplinary research and NGO-Academia collaborations 161

9.6.2 Facing the lack of gender equity 162

9.6.3 Groundwater quality (Source water quality) 163

9.6.4 Waterborne diseases and the interrelationship between Water, Sanitation, and Hygiene 163

9.7 Strengths and limitations 164

10. REFERENCES..... 166

11. SUPPLEMENTAL MATERIAL 176

11.1 WATA devices – Operating Instructions..... 177

11.2 WATA BLUE – Operating Instructions..... 192

11.3 WATA TEST- Operating Instructions..... 198

11.4 Quality questionnaire HCF 211

11.5 Geolocations of Health Care Facilities which were studied..... 215

11.6 Geolocations Health Care Facilities (HCFs) which were identified (but not studied)..... 219

11.7 GPS location of fountains – Maniema, Congo..... 220

11.8 Aquagenx – Most probable number (MPN) kit – instructions for use. 221

11.9 Healthy Water at School - Teacher's Guide – Burkina Faso 226

11.10 RANO MADIO AT SCHOOL (Drinking water at school) – Madagascar . 320

LIST OF FIGURES

Figure 1. Definition of drinking water service level (12). 24

Figure 2. Relationships between microbial groundwater contamination and environmental risk factors (20). 25

Figure 3. A) Share of the population using basic and safely managed water services (2020). WHO and UNICEF (via World Bank). 26

Figure 3. B) Share of deaths attributed to unsafe water sources (2019). IHME. Global Burden of Disease (2019). 27

Figure 4. Influence of climate change on food-borne and water-borne diseases (25). 28

Figure 5. Share of rural population using basic and safely managed sanitation services (2020). WHO and UNICEF (via worldbank). 30

Figure 6. A tweet from the United Nations. @UN_Water, 20 Mar 2023 33

Figure 7. Countries hosting most corresponding authors on SDG 6 research. Legend: multi-country publications (MCP); single country publications (SCP) (44). 34

Figure 8. A) Independent water provider, Kenya (50). B) Water from source to household in African cities (48). 37

Figure 9. Documentary about ASUREPs in Congo (53). 38

Figure 10. Sustainable development approach (57). 39

Figure 11. Passive chlorination at the point of consumption (63). 44

Figure 12. Representation of electrolysis (59). 46

Figure 13. Sodium hypochlorite production with electro-chlorinator devices. Source WATA Webpage 52

Figure 14. Electro-chlorinator devices. Source: WATA Webpage 53

Figure 15. WATA solar kits. (WATA Webpage). 53

Figure 16. On the left: mixture of salty water for production. On the right: quality control of sodium hypochlorite produced (Antenna Foundation Archives). 58

Figure 17. Study design: Training, installation of devices and follow-up visits. 64

Figure 18. Compliance with the 11 essential hygiene practices after 4 and 11 months on HCF from the sample group. 68

Figure 19. Surface disinfection in hospitals (left) and water chlorination (right), Chad 2019. (WATA archives). 77

Figure 20. The WATA in healthcare facilities. Programme's video (https://www.youtube.com/watch?v=HFHjEI29HIQ) (110). 78

Figure 21. Location of Health Care Facilities (blue dots) & the capital (red dot). 81

Figure 22. Photo of an electro-chlorinator device and a production room. 82

Figure 23. Adaptation of electro-chlorinators coupled to community water tanks. ... 88

Figure 24. Chlorine production and injection station. 90

Figure 25. Chlorination system in water tank station (A) and water fountain (B). Photo taken by Odilon Amour. Benin, 2020. 91

Figure 26. WATA in water supply systems. A video of the programme in Benin (https://www.youtube.com/watch?v=BieGZyb5QCU (120). 92

Figure 27. Locations where the devices were installed. Legend: AEV=Adduction d'eau villageoise (Village water supply). 95

Figure 28. Chlorine production coupled into the dosing pump tank. 96

Figure 29. Examples of "miloba" in Kindu city, DRC. Photo taken by Antoine Mesu, 2022. 104

Figure 30. Water networks from Kindu city, RDC. 107

Figure 31. Study design: Before, during and after intervention. 108

Figure 32. Water network station and fountains selected. Big Five, Kindu City, DRC. 109

Figure 33. Water network and fountains selected. RVA in Kindu city, DRC. 110

Figure 34. Chlorolimetric analysis for the detection of the bacteria Escherichia coli. (A) safe - (0 MPN/100ml), (B) intermediate risk (3.4 MPN/100 ml) and (C) Unsafe (over 100 MPN/100 ml). 113

Figure 35. Risk levels for water quality. A) Risk level for water quality in the source used in households before (left) and after (right) the intervention. B) Health risk level for water stored in households before (top) and C) after intervention. 118

Figure 36. Average FRC levels at different sampling points in RVA and Big Five DWS (A). For Big Five network: B) Average and standard deviation of FRC (mg/L) in the water from the fountains and stored in nearby households (N=17). 119

Figure 37. Classroom photo, Burkina Faso (Antenna Archives). 125

Figure 38. Location of intervention and control schools 128

Figure 39. Study design: intervention and control group. 129

Figure 40. Sodium hypochlorite production and its usage in schools. 130

Figure 41. Comparison between intervention and control schools after the programme. 132

Figure 42. Hand washing device. Tippy-tap schema (credit: UNICEF) and field tippy-tap in Madagascar, 2021. 137

Figure 43. Sodium hypochlorite production. A) Training the teachers and B) Water club (Madagascar 2021). Source: Antenna Archives. 137

Figure 44. Location of schools and health centers in Saint-Marie Island, Madagascar. 141

Figure 45. Diarrhea cases that were registered in health centers surrounding the control and intervention schools. Children from 1-14 years old. 147

LIST OF TABLES

Table 1. Profile of healthcare facilities and WATA device distribution (N=26). 62

Table 2. Active chlorine content evaluation. 71

Table 3. Cost-benefit analysis of electro-chlorinator devices. 72

Table 4. WASH indicators were collected in 68 HCF in Chad. 83

Table 5. Main barriers to chlorine usage 84

Table 6. Microbiological analysis results for samples collected at the borehole. 99

Table 7. Socio-economic status of households using RVA and Big Five water networks* 115

Table 8. The costs of producing chlorine locally (with electro-chlorinators) versus HTH. 120

Table 9. Water analysis before and after the intervention (cfu/100 ml). 133

Table 10. Schools at baseline and after the programme. 146

THESIS ABSTRACT

Research Aim: The thesis investigates the scalability and adaptability of electro-chlorinator devices in African rural communities seeking decentralized sodium hypochlorite production for water treatment.

Methods: Investigations on operational parameters, usability, cost-effectiveness, and impact on water quality were conducted within diverse settings, encompassing hospitals, community water tanks, and schools in Sub-Saharan African countries. A range of devices adapted and scaled to the needs of school classrooms, community water tanks, and hospitals from remote areas were investigated. A pilot evaluation in 26 Healthcare facilities (HCF) from Burkina Faso focusing on usability, cost-effectiveness, and sodium hypochlorite concentration compared outcomes with a control group. At a later stage, in 68 HCFs from Chad, impacts on Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) indicators, device usability, and performance were evaluated. An innovation allowing sodium hypochlorite production coupled into the dosing pump was tested in 31 Decentralized Water Systems (DWS) from Benin. In Congo, a DWS that serves up to 55.000 people was renewed. The Network water samples (boreholes, fountains at different locations) and household containers were tested for free residual chlorine (FRC) and microbiology (*E. coli*). A socio-economic study was conducted on the population collecting water from the DWS. For school settings, small-size electro-chlorinators and adapted teaching tools were tested in 20 schools from Burkina Faso. Drinking water was analyzed before commencement and 2 years post-programme. In Saint-Marie Island, Madagascar, a longitudinal study was performed on the programme's sustainability over 2016-2021, assessing point-of-use water chlorination, safe water storage, and hand washing practices in 20 schools. Health center files on the diarrhea cases of children were consulted.

Results:

Health Care Facilities (HCFs): In Burkina Faso, 90% of HCFs implemented essential hygiene practices within 11 months, compared to 20% in the control group. Chlorine concentrations improved to an average of 5.1 g/L (control: 2.1 g/L), with daily cost savings ranging from 2.7 to 53 euros compared to purchasing chlorine tablets. In rural

Chad, chlorine was used for surface disinfection in HCFs, but only 50% practiced water treatment due to barriers such as chlorine shortages, insufficient staff training, and the smell of chlorine. After installing sodium hypochlorite generators, 61% of HCFs produced it daily, and 97% of operators were trained; however, water treatment practices remained limited.

Decentralized Water Systems (DWS): In Benin, structural issues were identified in 30% of water tanks, and 60% of borehole samples tested positive for microbiological contamination. Despite these challenges, Free Residual Chlorine (FRC) levels at distant fountains met national standards (0.1–0.8 mg/L), ensuring safe water in operational systems. In Congo, before intervention, only 16.6% of households treated water effectively, resulting in 73% of stored water being unsafe for consumption. Post-intervention, household water quality improved significantly, with 93% of water samples classified as low health risk, regardless of FRC fluctuations.

Schools: In Burkina Faso, untreated water in schools led to 50% of samples being contaminated with fecal coliforms before intervention. Following the program, daily water treatment practices were implemented, and contamination was limited to schools in the control group. On Saint-Marie Island, 40% of water sources were replaced, 60% were improved, and student-led water clubs, supervised by teachers, managed water treatment. In health centers near participating schools, diarrhea cases decreased by 58% between 2018 and 2021.

Conclusions: This research examines the practicality of electro-chlorinator devices regarding usability, cost-effectiveness, and the quality of sodium hypochlorite produced. This research confirms that these devices could be successfully scaled and adapted to various applications and conditions in rural Africa, contributing to local chlorine production. However, water source quality, pre-existing structures, local leadership, and financing are crucial for water treatment programmes in resource-limited settings.

SUMMARY OUTLINE

This is a thesis for the degree of *Doctor of Philosophy by Prior Published Work*. I am a key contributor to the studies described herein, actively participating in the design and study monitoring. I performed the data analysis, wrote the manuscripts, and submitted all of them for publication.

Chapter 1: Introduction. The first chapter examines the infrastructure challenges in the sub-Saharan African (SSA) region and their impact on waterborne diseases. It also reviews the coping mechanisms, structural inequalities, and community strategies to overcome the lack of drinking water access. This chapter highlights the need for adapted solutions to water treatment in remote African areas and how sodium hypochlorite can be applied at several time points, i.e., point-of-use (POU) or point-of-collection (POC), guaranteeing microbiological decontamination.

Chapter 2: Electro-chlorinators in Rural Africa. The second chapter introduces the state-of-the-art technology of electro-chlorinator devices and the supporting tools used in the field. The innovative adaptations allowed local sodium hypochlorite production (chlorine) using water, salt, and electricity for water treatment in low-income rural communities, peri-urban settlements, and institutions like healthcare facilities and schools.

Chapter 3. Preventing nosocomial infections in resource-limited settings: An interventional approach in healthcare facilities in Burkina Faso. This third chapter describes the pilot study on installing electro-chlorinators in 26 healthcare facilities in Burkina Faso. This setting was a suitable starting point to evaluate the feasibility of local sodium hypochlorite production, disinfectant quality, cost-effectiveness, and technology usability. Hospital staff are conscious of the need to comply with the surface disinfection protocol. Consequently, they were willing to undergo training and integrate the sodium hypochlorite production process into their routine operations. The paper was published in the Journal of Infection Disease and Health in 2020 (1).

Chapter 4. Can locally produced chlorine improve water sanitation & hygiene indicators in health care facilities in rural Chad? Chapter four builds upon the study presented in chapter three. In this expanded study, 68 healthcare facilities (HCFs) in rural Chad were equipped with electro-chlorinator devices through UNICEF funding. The objective of this programme was to enable sodium hypochlorite access, thereby enhancing infection control performance and improving water treatment. Data on the operation of the devices installed were collected in 2 follow-ups. Although HFCs used chlorine for surface disinfection, a practice already implemented in the centers, water treatment was not a straightforward process. The paper was published in the Health Sciences & Disease, in 2021 (2).

Chapter 5. Novel water treatment system in a low-resource community. The fifth chapter introduces an innovation on the electro-chlorinator system that allowed the local production of sodium hypochlorite and its injection in the community water tank. This technology was implemented in 31 community water tanks in Benin. Chlorine was measured in the fountains yielding average residual chlorine level of 0.29 ± 0.2mg/L. The results were published in the Journal of Water Health in 2022 (3).

Chapter 6. **The contribution of decentralized water systems on water quality in Maniema province, DRC.** The sixth chapter reports the impact of sodium hypochlorite local production and injection in water tanks, going some steps further than the previous study (Chapter 5): decentralized water systems serving up to 55.000 members (a larger network), quality control of water stored in households before and after the programme, and economic evaluation of installation. The research was conducted in 2021-2022 and published in 2024 (4).

Chapter 7. Water quality and hygiene behavior in Burkina Faso: the impact of locally produced sodium hypochlorite solution in schools. This chapter describes using electro-chlorinator devices in rural schools from Burkina Faso. For the first time, teachers and students were trained and received tailored teaching tools to comply with WASH measures. Microbiological analyses were performed in the school drinking water before, and two years after the programme. This study was published in the Health Sciences & Disease, in 2022, and is authored by two primary contributors. I am included as one of the first authors (5).

Chapter 8. Decreasing diarrhea cases through on-site sodium hypochlorite production in Madagascar. This chapter reports the long-term results of a water treatment programme in schools using electro-chlorinator devices in partnership with local entities and its impact on diarrhea cases in Saint-Marie (Madagascar) island. The article was published in the Journal of Water, Sanitation, and Hygiene for Development in 2023. This publication is authored by two primary contributors. I am included as one of the first authors (6).

Chapter 9. Thesis discussion. In the final chapter, the overall body of research on water treatment using sodium hypochlorite in remote areas is revisited. This chapter outlines the limitations of the conducted research and presents future perspectives to encourage advancements in this field.

PUBLICATIONS INCLUDED IN THIS THESIS

The Geneva-based NGO Antenna Foundation is focused on research and development, field testing, and scaling up to the regional or national level. The articles in this section present field-testing and scaling parts of a multinational and multi-professional project to improve water treatment and hygiene practices in a set of countries.

Electrochlorination system in healthcare settings (Burkina Faso and Chad)

DUVERNAY, P. G., DE LAGUICHE, E., NOGUEIRA, R. C., GRAZ, B., NANA, L., OUEDRAOGO, W., SAUTER, Y. & SAUVAGEAT, E. 2020. Preventing nosocomial infections in resource-limited settings: An interventional approach in healthcare facilities in Burkina Faso. *Infection Disease & Health,* 25**,** 186-193.

NOGUEIRA, R. C., NIGRO, M., VEUTHEY, J., TIGALBAYE, C., BAZIRUTWABO, B., FAM THIOR, M. D. & VOILLAT, J. 2021. Can locally produced chlorine improve water sanitation & hygiene indicators in health care facilities in rural Chad? *Health Sciences & Disease,* 22, 51-56.

Electrochlorination system in community water tanks (Benin and Congo)

NOGUEIRA, R. C., NIGRO, M., VEUTHEY, J., THIOR, M. D. F., AMOUR, C. O. D. & VOILLAT, J. 2022. Novel water treatment system in a low-resource community. *Journal of Water & Health,* 20**,** 863-870.

NOGUEIRA, R. C., MENNEGUERRE, M. A., FAM THIOR, M. D., MIALA, T., MESU, A. & PROD'HOMME, F. 2024. The contribution of decentralized water systems on water quality in Maniema province, DRC. *International Journal of Environmental Health Research*, 1-14.

Electrochlorination system in Schools (Burkina Faso and Madagascar)

DUVERNAY, P. G., NOGUEIRA, R. C., PITTET, L., DOS PASSOS, M. P. V., GUIRA, O., BAMOUNI, I. & KORGO, P. 2022. Water quality and hygiene behavior in Burkina Faso: the impact of locally produced sodium hypochlorite solution in schools. *Health Sciences & Disease,* 23.

DUVERNAY, P. G., NOGUEIRA, R. C., PITTET, L., RAZAFIMAHATRATRA, S., POULET, M., VEUTHEY, J., DADARE, A. & BOUTOUHELY, A. 2023. Decreasing diarrhea cases through on-site sodium hypochlorite production in Madagascar. *Journal of Water, Sanitation & Hygiene for Development,* 13**,** 187-196.

ACKNOWLEDGEMENTS

Each publication listed in the thesis contains data derived from programmes funded by multiple stakeholders. A specific pattern is observed; Antenna Foundation, a non-profit organization, based in Switzerland, participated with the salaries of its employees. NGOs and European charity programmes primarily provided the financial resources for the programme. For implementation, governments and local associations participated with human resources. I acknowledge the support of all stakeholders.

Preventing nosocomial infections in resource-limited settings: An interventional approach in healthcare facilities in Burkina Faso (Chapter 3)

Antenna Foundation financed the water chlorinated devices, project concept and execution; the Ministry of Health and the Ecological Centre Albert Schweizer (CEAS- an association that promotes technological innovation in Africa) of Burkina Faso provided human resources to implement the programme.

Can Locally Produced Chlorine Improve Water Sanitation & Hygiene (WASH) Indicators in Health Care Facilities (HCF) in Rural Chad? (Chapter 4)

UNICEF funded the project itself under the umbrella of the Republic of Chad's Ministry of Health. The data collection was made possible thanks to the support of UNICEF and was performed by a local firm called COMECA using the online platform Mwater. The research was financed, conceptualized, and analyzed by the staff of the implementing partners: Watalux SA (a private company based in Switzerland that manufactures and distributes electro-chlorinators) and the Antenna Foundation.

Novel water treatment system in a low-resource community (Chapter 5)

The German Cooperation and Development Agency (GIZ) funded the project. Antenna Foundation participated with the salaries of its employees involved.

The contribution of decentralized water systems on water quality in Maniema province, DRC (Chapter 6)

The Belgian Development Agency (Enabel) funded the programme. Watalux provided the devices based on this agreement. Antenna Foundation participated with the salaries of the employee involved in research.

Water Quality and Hygiene Behavior in Burkina Faso: The Impact of Locally Produced Sodium Hypochlorite Solution in Schools (Chapter 7)

This research was co-financed, conceptualized, and analyzed by Antenna Foundation. The data collection was made possible thanks to the support of the Ministry of Education and was performed by Doctor Pascal Korgo. The project itself was co-financed by Charitable Foundation Symphasis.

Decreasing diarrhea cases through on-site sodium hypochlorite production in Madagascar (Chapter 8)

This programme was jointly financed by the commune of Bernex and the Antenna Foundation, Switzerland; the Association GHIMAO, France. Madagascar's Ministries of Education and Health have made their staff and infrastructure available.

ABBREVIATIONS

ASUREP	Associations of Users of Drinking Water Networks
CEA	Ecological Centre Albert Schweizer
DRC	Democratic Republic of Congo
DWS	Decentralized Water Systems
E. coli	*Escherichia coli*
FIB	Faecal Indicator Bacteria
GIZ	German Cooperation and Development Agency
HAI	Healthcare-Associated Infections
HCF	Health Care Facility
HPB	Boreholes equipped with Handpumps
LDC	Least Developed Countries
MPN	Most Probable Number
NTU	Nephelometric Turbidity Units
POC	Point of Collection
POU	Point of Use
SDG	Sustainable Development Goal
SSA	Sub-Saharan African
TTC	Thermo Tolerant Coliform
UNICEF	United Nation’s International Children’s Emergency Fund
WASH	Water, Sanitation, and Hygiene
WHO	World Health Organisation
WT	Water Treatment

CHAPTER 1. INTRODUCTION

1.1 Waterborne diseases in sub-Saharan African countries

The sub-Saharan African (SSA) region is experiencing the highest annual urban population growth rate (more than 3.5%) in the world (7). Currently accounting for the highest proportion of births globally (8), it is expected that by 2050, the urban population in the SSA region will likely triple, and constitute some 55% of the region's total population (9). However, without adequate planning and investment, it is likely that infrastructure development won't keep pace with population growth, resulting in inadequate water services, sanitation, and health facilities. Despite the encouraging health advances reported among children younger than 10 years, driven by reductions in major infectious diseases, it will be challenging to keep the progress pace without basic infrastructure investment (10).

Stable and adequate water supply and sanitation are critical aspects of sustainable development, and it is estimated that a minimum of 50 liters of domestic water, i.e water used by a household for consumption (drinking water), food preparation, and hygiene, is required per person daily to ensure a moderate level of health security (11). In addition to the availability of sufficient water quantities, the available water also needs to be safe, accessible, and affordable i.e. it must be of good quality. For example, the Joint Monitoring Programme (JMP) of the World Health Organisation (WHO) and the United Nation's International Children's Emergency Fund (UNICEF) classifies drinking water services into several levels (Figure 1). The highest score is applied to a safely managed service that provides drinking water from an improved water source (piped water, boreholes or tubewells, protected dug wells, protected springs, rainwater, and packaged or delivered water) located on-premises, available when needed, and free from fecal and priority chemical contamination. The lowest classified drinking water levels are applied to those sourced directly from a river, dam, lake, pond, stream, canal, or irrigation canal, i.e. surface or ambient waters. Basic and limited services mean that a population has access to an improved water source, but the time spent to collect it is beyond 30 minutes for basic services. For unimproved service, drinking water is collected from an unprotected dug well or unprotected spring (12).

Service Level	Definition
Safely managed	Drinking water from an improved water source that is located on premises, available when needed and free from fecal and priority chemical contamination
Basic	Drinking water from an improved source, provided collection time is not more than 30 minutes for a round trip, including queuing
Limited	Drinking water from an improved source for which collection time exceeds 30 minutes for a round trip, including queuing
Unimproved	Drinking water from an unprotected dug well or unprotected spring
Surface water	Drinking water directly from a river, dam, lake, pond, stream, canal or irrigation canal

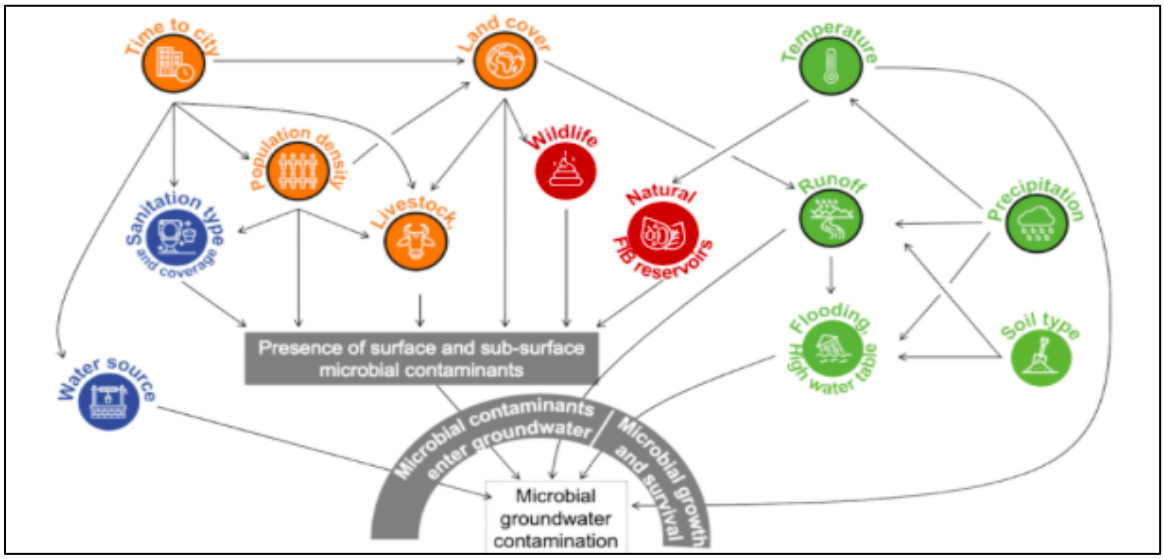
Note: Improved sources include: piped water, boreholes or tubewells,protected dug wells, protected springs, rainwater, and packaged or delivered water.

Figure 1. Definition of drinking water service level (12).

A recent study on the relationship between waterborne diseases, i.e., diseases caused by the ingestion of contaminated water containing pathogenic microorganisms, and water sufficiency in African cities highlighted insufficient piped water supply in urban areas (13). However, piped water is listed as the main source of improved water (7). The coping mechanism to overcome water supply inefficiency is using alternative water sources, primarily unimproved, where a small proportion of residents use water treatment. Another practice is water storage for extended periods, reportedly associated with waterborne disease increase (14). The consequences of poor access to improved water sources remain profound: using unimproved alternative water sources and ample storage leads to water consumption with high fecal contamination, a transmission pathway for water-related pathogens (13).

Groundwater, or water found below the earth's surface, is the primary source of drinking water in Africa, especially for those who cannot access water through piped networks. It accounts for over 97% of the world's freshwater resources (15, 16). In rural areas, it is accessed through boreholes equipped with handpumps (HPBs) (17)

and is often the only water source during dry seasons or drought periods (16). Despite being relatively more protected than open surface waters, the unsustainable use of groundwater basins can lead to groundwater contamination, a growing water quality problem globally (18, 19). Factors influencing groundwater quality include geological context, human and animal presence, sanitation systems, land cover, runoff, flooding, and climate (Figure 2).



Legend: Anthropogenic factors (orange), climate and hydrogeological factors (green), non-anthropogenic microbial sources (red), water and sanitation infrastructure (blue).

Figure 2. Relationships between microbial groundwater contamination and environmental risk factors (20).

While some limited research on the quality and accessibility of water supplies derived from groundwater supplies for African rural communities has been previously reported (21, 22), data and information adequate for effective management of these supplies are broadly lacking across Africa. Neverthless, the limited information available indicates cause for concern, e.g. a study on HPBs assessing dry season water quality from both a microbiological and inorganic chemistry perspective across the Ethiopia Highlands, Malawi, and Uganda, found that overall fecal contamination was present in 21% of HPBs, albeit with considerable variability between countries (13%–24%) (23). In rural Benin, microbiological contamination was detected in 60% of water samples collected from boreholes linked to community distribution through water tanks (3). 25%

of HBPs in sub-Saharan Africa were also reportedly non-functional, which in 2015 was broadly equivalent to 175,000 water supply points in a state of disrepair (17). Borehole construction and maintainance issues also impact water quality, such that an estimated that 1 billion people receive water from 'improved water sources' that does not meet international standards for safety (24).

The number of deaths attributed to diarrheal diseases (half a million in SSA) has water contamination as a critical risk factor (13). Unsafe water used for cleaning and food processing is also a key risk factor contributing to food-borne diseases (25). A clear correlation between poor access to basic and safely managed water sources (Figure 3A) and deaths attributed to unsafe water sources (Figure 3 B) is observed. Therefore, geographical inequalities related to drinking water access directly influence life expectancy.

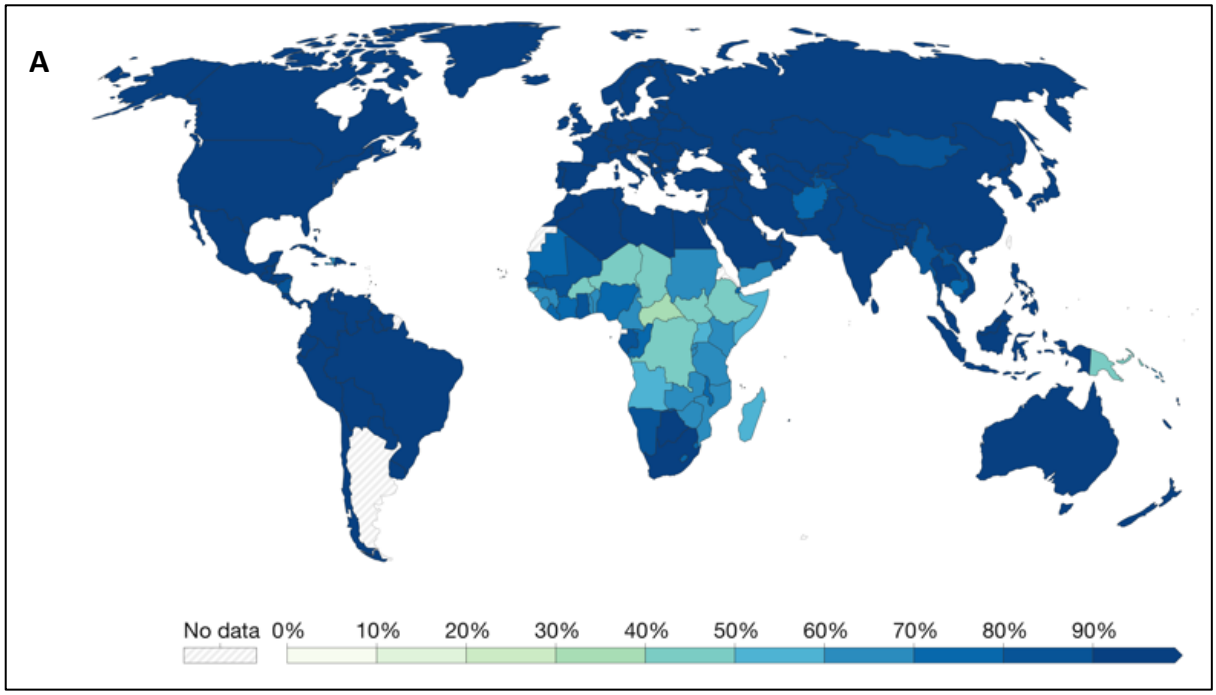


Figure 3. A) Share of the population using basic and safely managed water services (2020). WHO and UNICEF (via World Bank).

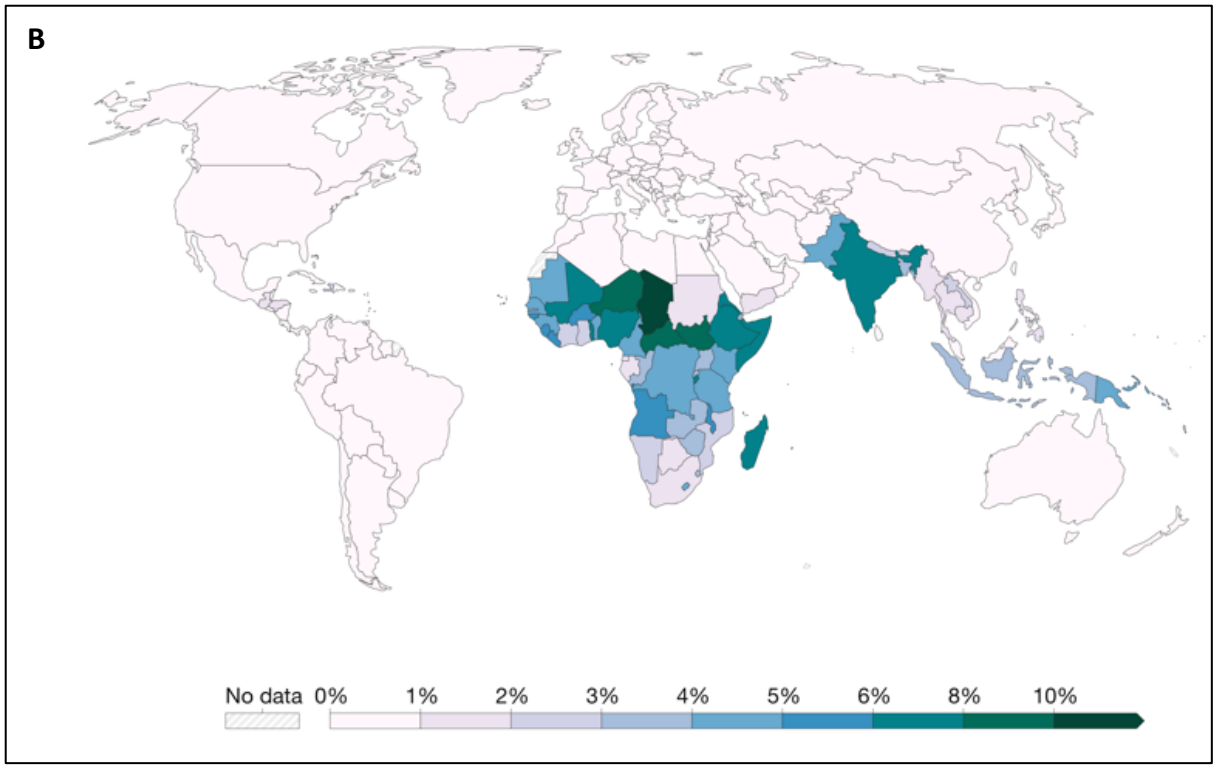


Figure 4. B) Share of deaths attributed to unsafe water sources (2019). IHME. Global Burden of Disease (2019).

Although not immune from contamination due to poor construction, boreholes are undoubtedly better than alternative unimproved water sources in rural Africa. They perform well even during meteorological droughts (16). Still, we can't assume that an improved water source is contamination-free (26) and that good quality water at the source means safe water at home (27). To overcome the high rates of waterborne diseases in SSA, it is also essential to look beyond the water quality in the main sources of water supply, given that, depending on reliability and availability, more than one water source can be used by a household. Therefore, families might change from an improved water source to an unimproved one based on availability and price (28). In addition, contamination during transportation and poor water storage can turn water adequate for consumption into microbiologically contaminated water (27, 29). Furthermore, the financial conditions in which poor populations, especially the ones living in informal settlements due to increasing urbanization, will access water need to be addressed (30).

The indicator for measuring progress toward Target 6.1 of the Sustainable Development Goals (SDGs) is the "population using safely managed drinking water

services" as defined by JMP and UNICEF (12). However, waterborne disease is a multifactorial challenge, and the focus can't be placed on a single target: access to an improved water source. In Tanzania, the incidence of diarrhea increased in rural communities despite interventions to improve drinking water access. The practice of open defecation, inappropriate infant fecal disposal, and unusable latrines during the wet season might have contributed to this (31). Therefore, the availability of drinking water alone may not influence the incidence of waterborne diseases if it is not part of a community behavior change.

Climate change effects are expected to exacerbate the occurrence and transmission of waterborne diseases, and diarrheal diseases in particular, in vulnerable communities. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) states that there is "very high confidence" that increased risks of food- and water-borne diseases can be expected "if climate change continues as projected until mid-century" (32). The surface temperature across Africa is forecasted to increase faster than the projected global average (33). With the increase in temperature, heavy rainfall, flooding, and drought caused by climate change can potentially alter the distribution of diarrheal diseases (Figure 4).

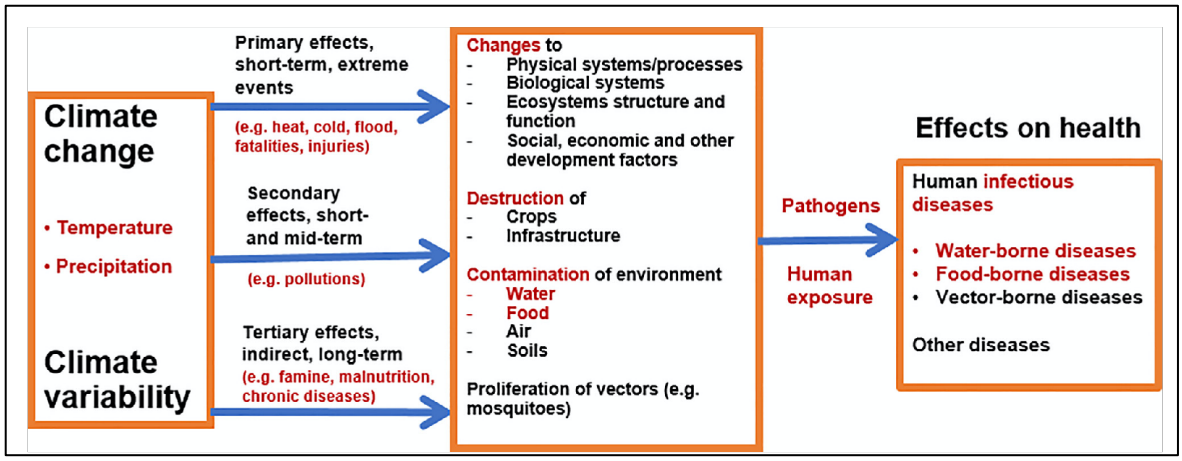


Figure 5. Influence of climate change on food-borne and water-borne diseases (25).

Dry periods can concentrate while precipitation can mobilize enteric pathogens, contaminating drinking water sources and increasing chances of human-pathogen contact. Social factors, such as water and sanitation infrastructure and healthcare access, are critical in determining how much a population will suffer the effects of

climate change. Therefore, vulnerable communities from low-income countries might be the main ones affected by climate change (25).

1.2 Inequalities on drinking water and sanitation access

Drinking water inequalities are reported in low-income countries and are a significant public health concern. People living in rural areas are less likely to have access to improved water and sanitation facilities (Figure 5). For instance, in rural areas of Tanzania, only 46% of the population has access to improved water sources. Less than 55% of the population reported at the country level (31). This pattern is also observed in many low-income countries like Burkina Faso, Benin, and Mali. In DRC, for example, over 80% of the urban population has access to improved water sources compared to less than 40% in rural areas (12). As priorities are usually given to large urban centers, the need for more infrastructure is exacerbated in rural areas. Hard-to-reach areas in low-income countries, like islands and remote communities with non-paved roads and steep mountains, are extra challenging to safe drinking water achievement. In Madagascar, Saint-Marie island, the construction material has to be shipped from inland. Additionally, boreholes near the ocean are at risk of seawater contamination, resulting in a high water intake from unimproved sources (6).

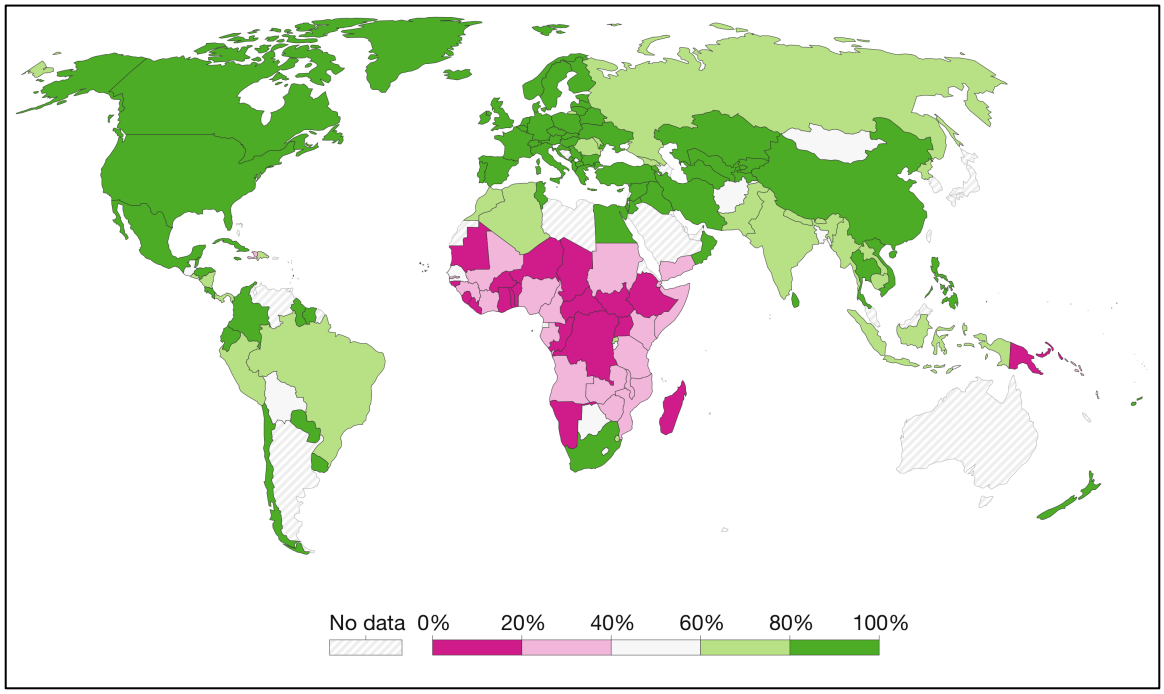


Figure 6. Share of rural population using basic and safely managed sanitation services (2020). WHO and UNICEF (via worldbank).

Regarding sanitation, inequality is even more alarming: for example, only 8% of the population has access to sanitation in rural areas, as opposed to 15.4% at the country level in Tanzania (31). Basic sanitation facilities include using “improved facilities” not shared with other households, including flush/pour flush (to piped systems, septic tanks, pit latrines), ventilated latrines, and composting toilets. Safely managed sanitation services are defined as improved facilities not shared with other households and where excreta are safely disposed of *in situ* or transported and treated offsite (34). As observed in the Figure 5, most African countries have less than 40% of the rural population using basic and safely managed sanitation services. Lack of proper sanitation access directly impacts the water quality as groundwater and other water sources are prone to contamination from human waste (18). Therefore, even when access to water sources is available in rural areas, the water quality may not meet safety standards.

Rural areas tend to face more significant drinking water access inequalities because of geographical and economic challenges alongside a lack of infrastructure and funding. Living in an urban area, however, doesn’t guarantee safe water access, especially in low-income countries. Water connection remains mostly a privilege for the high and middle-income classes. They generally live in more accessible areas and can afford and advocate for the services (13, 31). On the other hand, residents of informal settlement communities live in densely packed housing and often lack access to public services (35). An analysis tabulating service coverage by income decile found a clear relationship between income level and basic water access in Mexico, Ghana, and Zambia. For instance, basic water access in Ghana was reported in 60% of households in the lowest decile of total expenditure and 94% in the highest decile. Other countries, like Cambodia, showed a less obvious relationship, with a 16% difference between the lowest and highest decile of total expenditure. Many factors can influence basic water access, like the availability of affordable water supplies, government support, and WASH programmes in the area (36). More broadly, lower income and inequality in drinking water access are contributing factors to health vulnerability.

Water fetching responsibilities reveal unequal gender dynamics. In many cultures, fetching water is a household activity for which women and girls are responsible. It is

estimated that in 8 out of 10 households this daily task that requires multiple steps: walking to a source, joining long queues, filling containers, and carrying them home is performed by women (12). The result is a disproportionate burden on women and girls; they are predisposed to musculoskeletal injuries, physical pain, and exhaustion because of their daily heavyweight (35, 37). It is reported that water carrying, especially by head loading, is a major contributing factor in musculoskeletal disease burden in low-income countries (38). In addition to being a physically demanding task, it is also time-consuming, preventing girls from getting educated. A study on water accessibility performed in remote mountainous villages in Nepal, found that a one-hour increase in the time spent on a water-fetching trip will decrease the probability of girls completing primary school by about 17 percentage points (in the age group of 14–16 years) (39). Education is crucial in breaking the poverty cycle in a girl's life; it directly impacts average income, decreasing chances of early marriage with clear health benefits (40).

The time lost fetching water also keeps women from participating in the labor market, missing out on the chance to earn a decent living (41). Another substantial downside is the danger women and girls face when walking several kilometers to the water source in the early mornings. It includes the possibility of sexual assault and attacks by wild animals and being more exposed to gender-based violence because of their absence from home (35). On March 2023, during the International Women's Day celebration, the United Nations highlighted the importance of empowering women and recognizing their critical contribution to the water crisis (Figure 6).



Figure 7. A tweet from the United Nations. @UN_Water, 20 Mar 2023

Although women are the most affected, they are not in the decision-making process. Fewer than 50 countries have laws or policies that specifically mention women's participation in rural sanitation or water resources management (42), resulting in continued marginalization. Granting women a voice to address those obstacles critically is crucial for sustainable development.

1.3 Sustainable development goal 6 (SDG 6 – the 'Water Goal')

In 2015, the United Nations established the Sustainable Development Goals (SDGs), also known as the Global Goals. These goals are a call to action to eradicate poverty, safeguard the planet, and ensure universal peace and prosperity for all individuals by 2030. Currently, 16 interconnected goals are designed to address different areas. The sixth goal of the SDGs brings attention to the issue of water availability and sanitation for all. More specifically, the targets described in this goal focus on access to safe and affordable drinking water and adequate and equitable hygiene and sanitation. The actions taken in one domain will have repercussions in others, emphasizing the need for a comprehensive approach that addresses social, economic, and environmental sustainability. Clean water availability is intertwined with all other SDGs; from "no poverty", good health and well-being through economic growth and even educational opportunities. Consequently, you can't reach any SDGs if the water issue is pending (43).

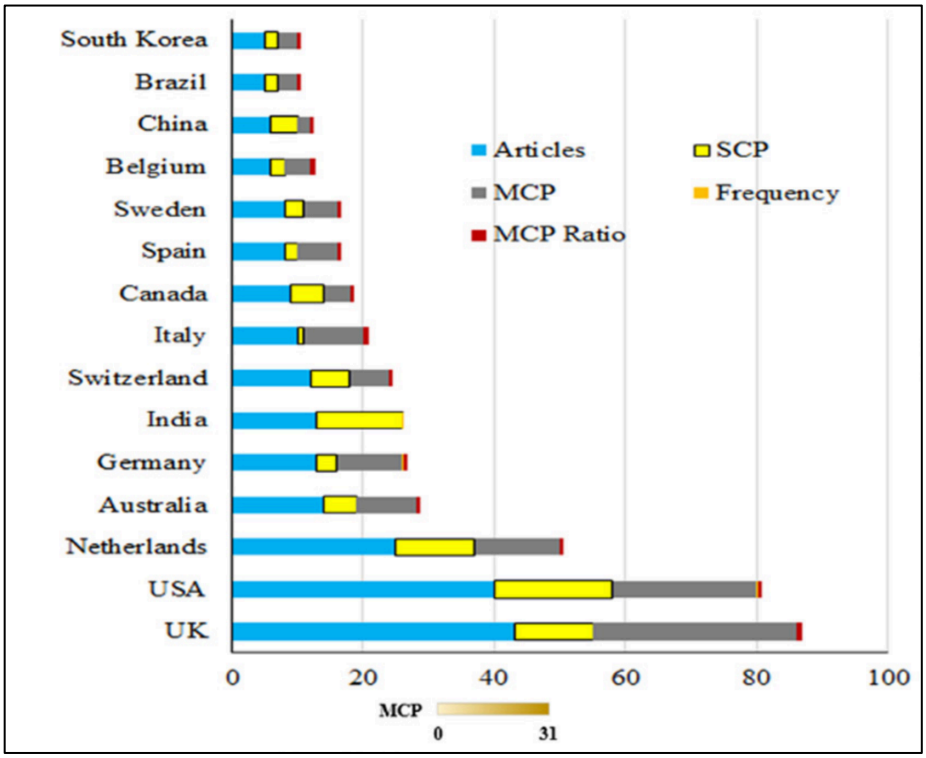


Figure 8. Countries hosting most corresponding authors on SDG 6 research. Legend: multi-country publications (MCP); single country publications (SCP) (44).

A technology adapted to low-income countries to produce sodium hypochlorite locally for water treatment is a contribution to SDG 6 achievement : *“Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all”*. More precisely, the Goal 6.1 : “*By 2030, achieve universal and equitable access to safe and affordable drinking water for all*”, a subset of SDG 6 is the target of the research herein presented (45). This goal has one indicator: “*6.1.1 Proportion of population using safely managed drinking water services*” which is the underlying guidance of the research published (Chapters 3-8).

A study examining the progress of research on SDG6 from 2015 to 2021 found that only a few countries have been actively involved in this area. The United States, the United Kingdom, and the Netherlands are leading the way. Among the top ten countries publishing the most SDG 6-related research, 50% are from Europe, and 20% are from Asia (China and India) and North America (USA and Canada). With the exception of Malawi, almost no countries from South America or Africa have produced a significant number of publications on SDG 6 (Figure 7). Less economically developed countries remain underrepresented, despite facing significant water and sanitation challenges. They also found that engineering, science, and technology-oriented discussions dominate SDG 6 research, while societal and economic aspects of water and sanitation sustainability are lagging behind. Additionally, chemical and data-related research on human-water interactions is less developed compared to other areas (44).

1.4 Community participation in water access and treatment

In low- and middle-income countries (LMICs), self-supplied water sources are very common i.e. individuals, households, families, and entire communities can privately own and share wells, rainwater collection systems, or boreholes (28, 46). These self-supply and community-based water services often emerge in a range of contexts. For instance, densely populated cities without a reliable public water system, informal settlements, and rural or remote areas not served by the government will likely use these sources. It can be an alternative to existing water sources or the primary water source of a household. Depending on the household's budget, the water collected can be used for domestic purposes or only for drinking. Wealthier families might afford a self-supply source in their backyard or pay for it from independent providers delivering water at their door, while poorer households would gather water from community service (underpayment) only for drinking and access to other multiple sources, like river water, for daily tasks. Families far from the community water service will use it less frequently but increase water collection during drought (13, 31, 47). For different reasons and at different times of the year, the choice of water sources by the population might differ (48).

A lack of drinking water supplies drives different layers of community engagement. They might be performing water treatment daily at home, queuing up in the community tap or buying at their doorstep to guarantee the household consumption. As there are several opportunities in the water market, part of the community is involved in providing services to address the drinking water challenges. Consequently, any possible solution regarding water access and management requires understanding the community problems and, beyond that, the systems already in place (48).

From the perspective of low-income urban households, the availability of pipes and affordability are reportedly the major challenges to water access (49). A range of local solutions are found in the field; over 75% of urban poor get water directly from a range of private but small independent providers. They can offer a wide variety of services adapted to diverse consumer needs (Figure 8). Without contract conditions, they are demand-driven and sell small water quantities to satisfy the daily needs of low-income families, remaining an affordable immediate solution (48). It is reported in the literature

that households obtaining water outside publicly provided networks can spend up to 52 times more money (49). Although independent providers are part of the solution, not having individual household connections is definitely a source of stress and expenditure.

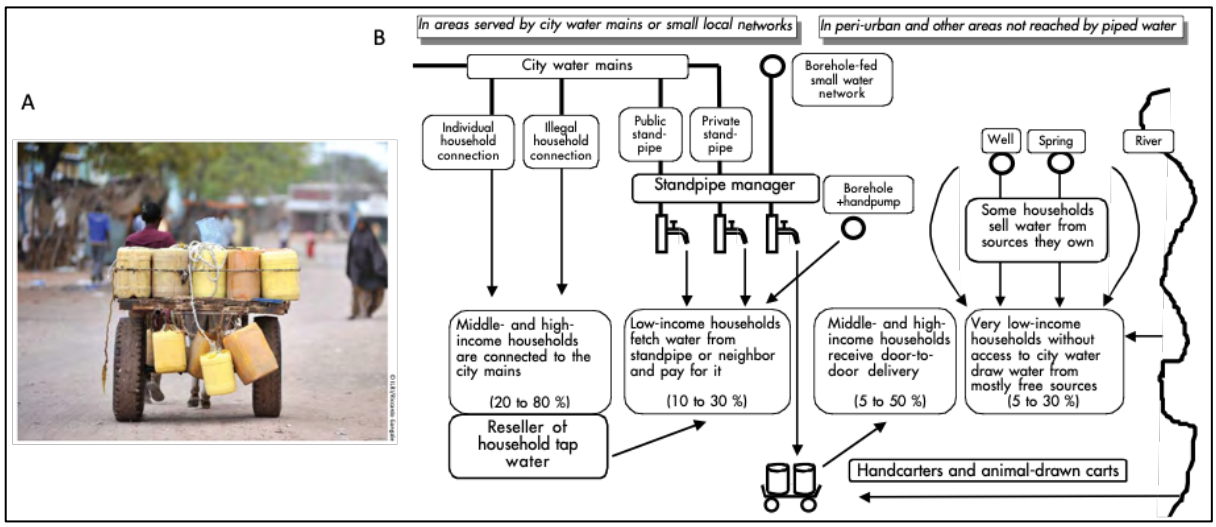


Figure 9. A) Independent water provider, Kenya (50). B) Water from source to household in African cities (48).

As shown in Figure 8, decentralized water systems (DWS) distribute water through fountains to overcome the challenge of drinking water supply. Low-income households will spend more time queuing and are more likely to collect water from free sources while middle and higher income can afford the door-to-door water delivery service (48).

An approach to curb safe drinking water constraints is well documented in the DRC. The ASUREP (Associations d'Usagers des Réseaux d'Eau Potable) model is a citizen's association managing autonomously decentralized water systems since 2005. The water is sold at water fountains, and the structures in place vary from 8-50 water fountains, reaching up to 600.000 beneficiaries in total In Kinshasa. In 2019, a survey in the peri urban neighbourhoods of Kinshasa showed that the model was well accepted by 85% of households interviewed. In addition, it was proved sustainable

even for low-income households representing less than 10% of daily expenditure (51). This model was developed by a Congolese NGO and is found in several West African countries (52). Some ASUREPs are very well structured and have a long-term contract with authorities to serve the population. This is the case of ASUREP CISHADU – BUHOZI, which possesses its own website (https://asurepcishadu.com/). They are delegated by the authorities of South Kivu to provide public drinking water service to thousands of people in the peri-urban area. A documentary about this service type is available on the web (https://youtu.be/SEIvUtTakUk?si=oOlHz7QHFuNnydOs), (Figure 9) (53).

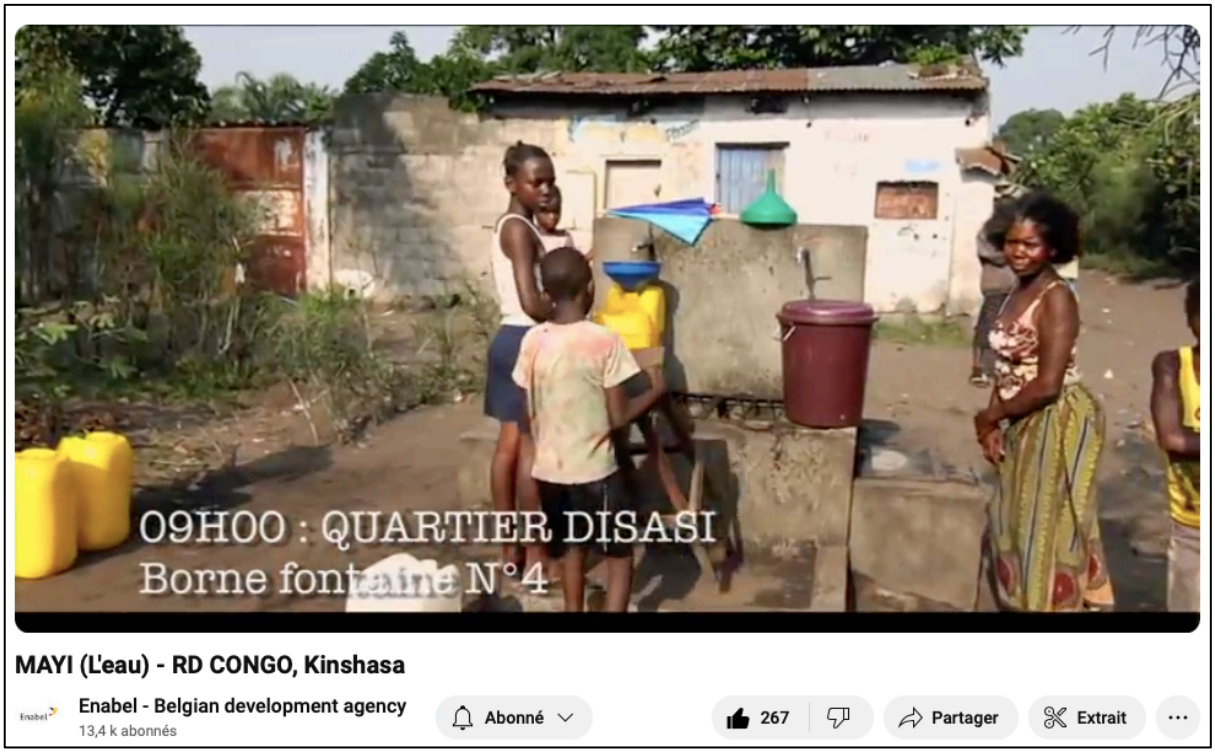


Figure 10. Documentary about ASUREPs in Congo (53).

Another type of community participation is through social enterprise. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) defines social enterprises as "*any private activity conducted in the public interest, organised with an entrepreneurial strategy, but whose main purpose is not the maximisation of profit but the attainment of certain economic and social goals, and which has the capacity for bringing innovative solutions to the problems of social exclusion and unemployment*" (54).

In Africa, the availability and quality of sodium hypochlorite are reportedly barriers to water treatment and hospital infection control. In remote areas, production, transportation, and storage are challenging (55). Social, economic, and environmental factors are responsible for the challenging situation low-income countries face in achieving drinking water health literacy. The employment of existing leadership structures, such as schoolteachers, can lead to community engagement creating a group effect. This is crucial for sustainability (56). The Figure 10 shows a model of public–private collaboration supported by an NGO in Burkina Faso to respond to the lack of sodium hypochlorite in the market. The public sector is involved in creating community awareness to perform household water treatment, coordinating communication in schools, and implementing the initial interventions in hospitals. The financial and technical support from an NGO guarantees start-up phase of the social enterprise, led by a local entrepreneur, who can supply sodium hypochlorite at a low price produced through electro-chlorination (57). With this strategy in place, sustainable development can be reached through market demand. In this case, sodium hypochlorite to be used by schools, hospitals, and communities.

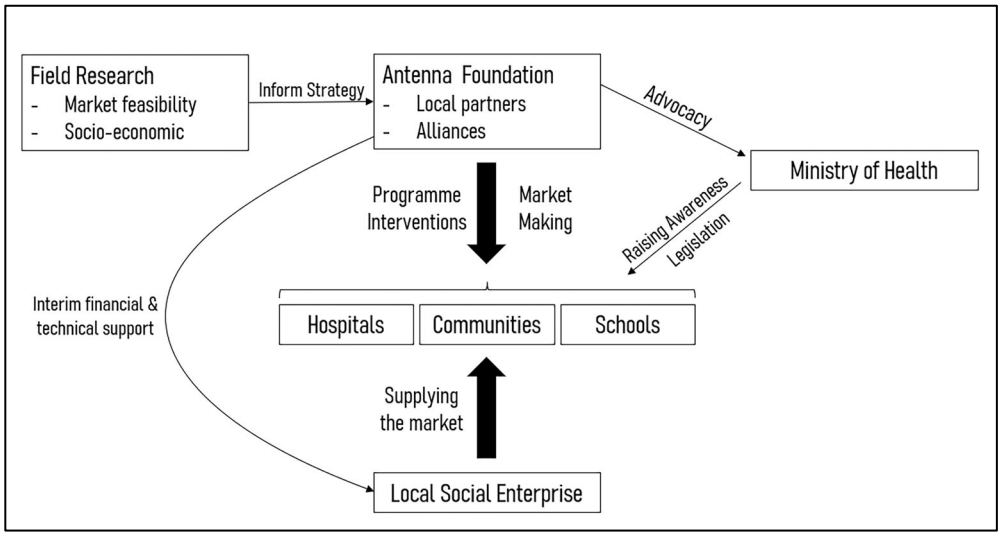


Figure 11. Sustainable development approach (57).

In summary, community participation in drinking water management is a multi-stakeholder approach. It occurs simultaneously in different regions through collaboration between communities, government bodies, and NGOs (57).

1.5 Advantages and disadvantages of chlorination as a means to control waterborne disease

The history of chlorination as a water treatment method dates back to the early 1900s when it was first introduced as a response to waterborne disease outbreaks, particularly typhoid fever and cholera, and emerged as a vital intervention in the early 20th century (58). Chlorination primarily relies on the reactivity of chlorine as a strong oxidizing agent. Hypochlorite ions, formed when sodium hypochlorite ('bleach') is added to the water, destroy the outer membranes of microorganisms (bacteria, viruses, and fungi), leading to their inactivation, which prevents them from causing infections (59). Although most microorganisms in water can be inactivated by chlorine, inactivation might not be straightforward for some pathogens e.g., giardia and cryptosporidium (60). In addition, the turbidity levels above 5 NTU (Nephelometric Turbidity Units) of water intended for chlorination is a limiting factor. WHO guidelines recommend turbidity levels of less than 5 NTU for water supplies that are to be treated for drinking water, as suspended particles interfere with the effectiveness of chlorination (61). However, the relative ease of use and low-cost of this disinfectant means that chlorination remains an essential tool in the fight against waterborne diseases in low-income countries (62).

In addition to the municipal distribution system, chlorination can also be applied at different points in a water treatment process, e.g., at the point of use (POU) from household taps, stored water, or point of collection (POC) like community decentralized water systems or directly in the tap (fountain) (63). The drinking water quality guideline recommends that fecal indicator bacteria (FIB), especially Escherichia coli (*E. coli)* or thermo tolerant coliform (TTC), should not be found in any 100 mL of the drinking water sample. Therefore, the WHO recommends a minimum residual chlorine concentration of 0.2 ppm in drinking water to avoid recontamination (61), and routine monitoring of FRC levels is essential to ensure the continued provision of safe water.

Household water treatment through chlorination can also be an interim solution while there is no piped connection. Sodium hypochlorite, when available, is affordable and can provide residual protection. In spite of clear advantages here, the challenges of

adopting a new habit must not be underestimated. In Indonesia, households practicing chlorination had lower levels of *E. coli* contamination in stored drinking water and diarrhea in young children than households that boiled their water. However, despite the beneficial effects of chlorination and its relatively low cost, adherence by the population was found to be very low (64). The low uptake of chlorine at household levels (POU) is reported in many countries (65, 66), as the adoption of new technologies until it becomes a habit requires several interventions. Behavior change is especially hard for families in poverty. During acute emergency response, like cholera outbreaks, the distribution of chlorine-based products for household water treatment is commonly practiced. It has been shown to improve the microbiological quality of water when paired with appropriate training and follow-up by community health workers (67).

In addition to consumer acceptance factors (odour and taste) and the fact that chlorination alone doesn't guarantee complete water decontamination or chemical contaminant removal, another disadvantage is the formation of disinfection by-products (DBPs). These are chemical compounds that can be formed when chlorine reacts with natural organic matter (like decaying vegetation) or other substances present in the water. Common DBPs include trihalomethanes (THMs) and haloacetic acids (HAAs). There is growing concern that DBP might cause health risks (increase cancer incidence) (68). The Guidelines on drinking water quality, however, state that disinfection with chlorine should not be compromised to control DBP. The risks associated with those products are smaller than those associated with inadequate disinfection (69). The causality between DBPs exposure with cancer and other diseases is controversial and has not been conclusively proven. Sodium hypochlorite is recommended for water treatment by the World Health Organization (WHO) (61, 69). The benefits of chlorination outweigh the potential disadvantages, as the literature clearly shows its importance to public health, including a reduction of diarrheal risk and mortality (70).

1.6 Decentralized water treatment methods in low-income countries

In low-income countries, it is often the case that communities either do not have access to centralized water treatment facilities, or supply from these facilities is unreliable. Therefore, centralized water treatment and supply are often replaced by POU or POC water treatment methods. Exactly which water treatment method a given community adopts depends on the local context, affordability, ease of use, and type of water source (71). Household treatment systems owned and operated by individual families are common, whereas decentralized systems require community management or, at the very least, a dedicated group responsible for operations. Decentralized treatment systems are structures designed to serve specific communities or regions, aiming to reduce pathogens in water sources prior to consumption (72).

Solar disinfection, or SODIS, is a well-documented household water treatment method involving filling 1-2L plastic bottles with water and exposing them to the sun for six or more hours (71). Its efficacy in eliminating pathogens that are inactivated by sunlight UV and the increase in water temperature is proven at the laboratory level, reducing the presence of bacteria, viruses, and parasites and making the water safe for consumption (73, 74). Although its effectiveness is influenced by sunlight intensity and water turbidity, fecal contamination was reduced in households despite a high level of water source contamination. Poor uptake of the method by the community remains the main barrier reported in South Africa, and Bolivia (75). A statistically significant reduction in dysentery was achieved only in households with high motivation for using this method, indicating the importance of community adherence (76).

Boiling or heating is a commonly used water treatment method employed in low-income households with limited drinking water access. The high temperature disrupts the structure of most pathogenic microorganisms (bacteria like *E. coli*, viruses, and parasites), rendering them inactivated (72). It can be used across a wide range of waters without limitation to turbidity or chemical contamination (75). Although very effective, boiling has limitations: It is time-consuming, requires fuel, and doesn't grant FRC, which allows residual protection from recontamination (72). In addition, indoor air quality can be affected when cooking is performed on wood and charcoal stoves

(77). A study on the quality of stored drinking water found that on-site, manual chlorination was associated with lower *E. coli* contamination and diarrhoeal rates among children <5 years than in households that performed boiling as a water treatment method (64). Therefore, although SODIS and boiling can improve drinking water quality through inactivation, in-house recontamination during storage is a persistent problem reported in diverse low-income settings such as Indonesia and Bolivia (64, 78) . The lack of residual disinfectant in treated water often results in post-treatment pathogen contamination during handling and storage.

Household water chlorination can be administered through various modalities. When performed manually, POU chlorination may provide inconsistent FRC due to unsustained use. On the contrary, passive chlorinators installed in households consistently deliver chlorine (79). As demonstrated in Figure 11, passive chlorinators don't require electricity for operation. They can autonomously and continuously deliver chlorine to the household and decentralized systems. The chlorine dosing delivered by passive chlorinators can vary according to the device used and the quality of chlorine tablets. Another challenge is the availability of chlorine in the market and its price, subject to fluctuations. While those particularities associated with this technology may be a barrier to its broader use, passive chlorinators can provide an FRC dose that elevates the water standards (63). Many studies have shown that chlorine can improve microbiological quality in stored household water, reducing diarrheal diseases (58, 80).

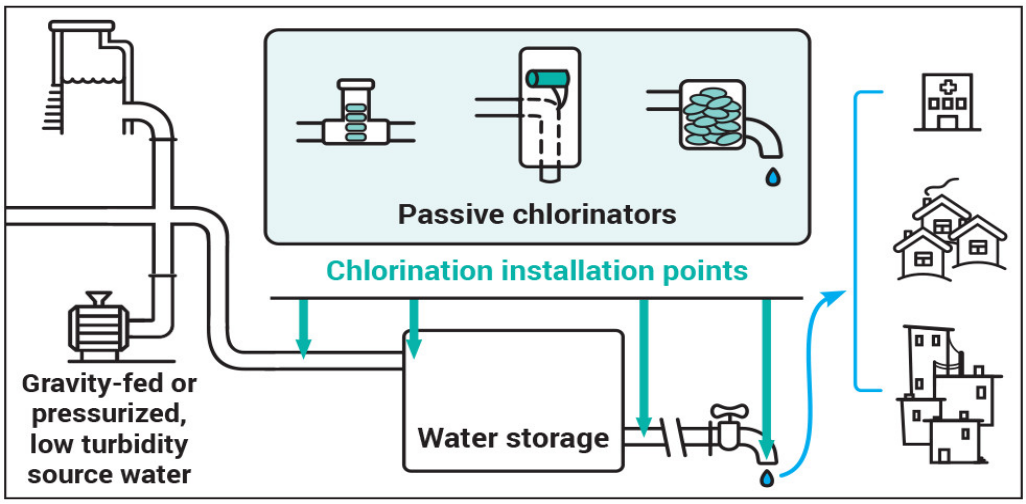


Figure 12. Passive chlorination at the point of consumption (63).

The integration of electro-chlorinator devices into decentralized water treatment systems can address the challenges of sodium hypochlorite scarcity, price volatility, and quality concerns in remote regions. Chapter 2 discusses the adaptation of electro-chlorinator devices for use in low-income and remote areas. Research involving these devices is presented in Chapters 3 through 8.

Self-Supply Water Quality

Monitoring self-supply water quality is essential to achieving the SDG 6 goal. From a practical perspective, water that is free from microbiological contamination and available when needed can only be achieved if routine testing on water quality is performed, even in self-supply or decentralized systems. Consumption of drinking water that is fecally contaminated (POU), although coming from a source classified as “improved,” is reported in low-income countries (26, 81).

Establishing guidelines for defining and assessing community water interventions across diverse settings is imperative. Efforts to assess data on water quality in low-income households are evolving with access to online surveys and smartphones (82). But historically, POU water quality monitoring has been neglected (81)

CHAPTER 2. ELECTRO-CHLORINATORS ADAPTED TO LOW-INCOME COUNTRIES

2.1 Electro-chlorination

The electrolysis of saltwater is the process typically used to produce sodium hypochlorite (Figure 12). To achieve a high-quality and high-yield production, it is crucial to optimize the electrochemical process by carefully selecting the electrocatalytic electrodes (cathode and anode), determining the appropriate electrode gap, and controlling the temperature of the electrochemical cell. Maintaining product stability over an extended period is also an intricate process. It requires preventing the presence of impurities such as heavy metal ions and suspended particulates like carbon micro-powders. Moreover, strict control of the pH of the final product is necessary to ensure the optimal disinfection power of the hypochlorite solution. The storage needs to be at a controlled temperature below 30 degrees Celsius. It is advisable to package these solutions in containers that are impermeable to light (59).

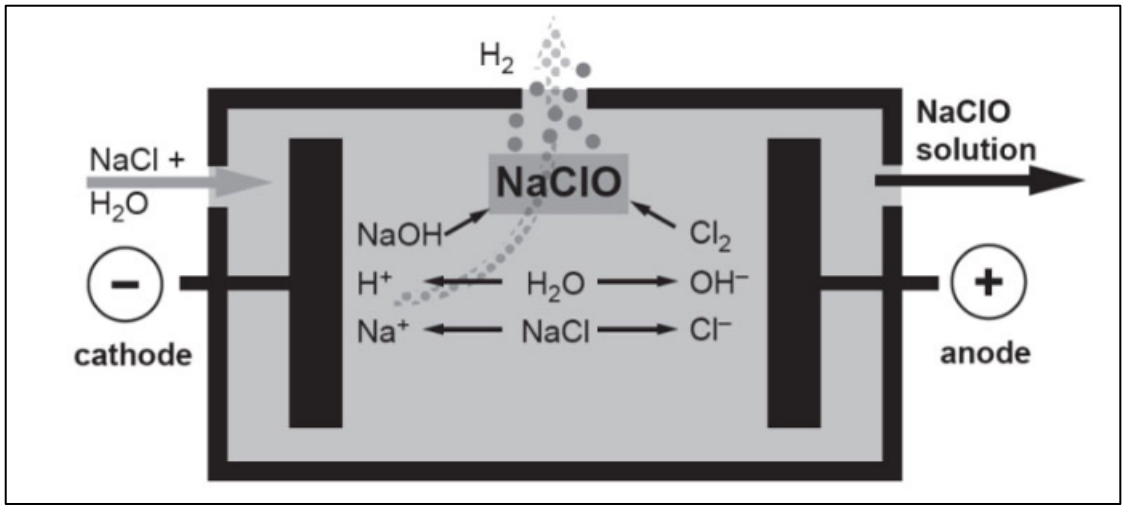


Figure 13. Representation of electrolysis (59).

The reactions during electrolysis can be summarized as follows (83):

$NaCl + H_2O + energy \rightarrow NaClO + H_2$

Cathode reaction: $2H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2\ (g) + 2\ OH^-$

Anode reactions: $2\ Cl^- \rightarrow Cl_2\ (g) + 2\ e^-$ / $4OH^- \rightarrow O_2\ (g) + 2H_2O + 4e^-$

This process requires electricity, often limited or unavailable in rural areas. Therefore, there is a pressing need for technology adapted to an unreliable electricity supply that is easy to operate and independent of external resources (83, 84). Operational costs, maintenance, and acquisition are of utmost importance when developing a technology that addresses the needs of unprivileged populations. Cost-effectiveness and calculations on amortization were present in many analyses from the research described below.

As stated previously (Chapter 1), in addition to availability, the low quality observed in commercial products found in low-income countries is problematic despite pH stabilization (55). Therefore, a locally produced sodium hypochlorite that can be immediately consumed would avoid degradation caused by heat and light exposure during transport and storage.

2.2 The electro-chlorination technology adapted to low and middle-income countries

The scientific literature is increasingly focusing on the research of chlorinator devices adapted to the challenging situations faced by the most vulnerable populations (85-88). Although various standard electro-chlorinators are available in the market, most are unsuitable for use in low- and middle-income countries (LMICs) due to their need for significant capital investment, proprietary components, a continuous electricity supply, and extensive monitoring by trained technical staff. Two distinct classes of electrolyzers (electro-chlorinator devices) exist for sodium hypochlorite generation. The standard is flow-based, similar to those used commercially on a large scale, while the second is batch-type (operated in cycles, completing the electrochemical reaction in a single, contained volume before starting a new batch). The batch-type design is often more cost-effective, simpler, and easier to maintain, making it particularly suitable for applications in resource-limited settings. A solar-driven batch-type device could provide communities with complete independence in sodium hypochlorite production (89). In Uganda, PATH and UNICEF installed commercial chlorine generators in healthcare facilities for routine disinfection. However, functional challenges compromised the adoption and utilization of these standard devices, resulting in their replacement with adapted batch-type devices (85).

Recently, a group from the University of California, Berkeley, developed an electrochlorination technology combining electrodialysis and electrochemical oxidation, whereby chloride present in source waters is converted to free chlorine species without the addition of NaCl by placing an anion exchange membrane between two electrodes to create separate anolyte and catholyte chambers (87). Other groups are also researching along the same lines using a 3D-printed biomimetic flow field stimulating the chlorides naturally present in groundwater sources to generate chlorine (90). Those innovative technologies allow for the provision of water treatment with zero salt dosing, which simplifies logistics. A study comparing *in situ* electrochlorination and conventional water chlorination for decentralized disinfection at the household level found no statistically significant difference between disinfection

efficiencies for E. coli. After a single pass through the electrochemical cell during *in situ* electrochlorination, the chloride-containing water matrix, typical of freshwater sources, achieved a chlorine concentration appropriate for disinfection (91). The optimal field conditions, costs, and user acceptance in which those systems operate on a larger scale are still to be determined.

Hospital staff and communities reported that the burden of procuring sodium hypochlorite, alongside price fluctuations and quality issues, was a barrier to water treatment and sanitation (Chapters 3-8).

2.3 The scope of this thesis

Water disinfection by chlorination has effectively controlled waterborne diarrheal diseases (70, 92-94). This chemical method, chlorination, is mainly used for water treatment and cleaning hospital surfaces to prevent healthcare-associated infections (HAIs). Waterborne diseases represent a significant economic burden in low-income countries and are responsible for increased morbidity and mortality rates (10).

WHO recommends sodium hypochlorite at 0.5 % or 5 g/L (equivalent to 5000 ppm) for disinfecting surfaces in healthcare settings and that a minimum residual chlorine concentration of 0.2 ppm is present in drinking water through distribution systems (61).

The scope of the thesis is the research of electro-chlorinator devices (batch type) for local sodium hypochlorite production (using water, salt, and electricity) for water treatment in low-income rural communities, peri-urban settlements, and institutions like healthcare facilities and schools.

BOX 1: The choice of electro-chlorinator devices	
Advantages	*Challenges*
❖ Sodium hypochlorite is a safe and effective disinfection method. ❖ Autonomy: local production ensuring consistent supply. ❖ Free residual chlorine (FRC): avoid water recontamination during transport and storage. ❖ Minimal operation cost: requiring only water, salt and electricity. ❖ Scalability: adapted to the needs of different communities. Can be applied at POU and POC.	❖ Installation cost: external funding is essential in most low-income communities ❖ Maintenance of equipment: remote communities often lack financial and technical resources. ❖ Existing Infrastructure: water source needs to be compatible. ❖ Cultural factors: chlorine taste acceptance and trust in the technology (community engagement).

The data acquired in remote African areas related to the water source quality before and after implementation of the electro-chlorination system led to innovative solutions adapted to a context where the lack of resources, training, and weak national institutions might have primarily shaped the overall strategy. Nevertheless, the original adaptations presented in a series of six publications (1-6) using this technology are relevant to cases where the acquisition of chlorine due to product shortage, elevated price, or even quality issues might compromise water treatment. The following topics are discussed in the research output:

- A development process at the engineering level was used to design a robust series of devices that could support humidity and heat, be independent of electricity (solar panel), and be used extensively while being affordable.
- Progress on usability was investigated as the system was operated mainly by staff from different backgrounds who needed help understanding complicated instructions.
- The electro-chlorinator devices used in diverse settings, from schools, hospitals, and community water tanks serving up to 55.000 people in countries like: Burkina Faso, Chad, Benin, Madagascar, and Congo, required field adaptations and tailored training. They were described.
- Financing under different conditions and programme execution supported by multiple actors was evaluated.

A research network collaboration between universities from the North (Geneva University) and South (Federal University of Bahia, Brazil-UFBA) alongside professionals from the Ministry of Health and Education from Burkina Faso, Madagascar, and Benin was established to provide knowledge exchange and capacity building and address challenges related to water scarcity, treatment, and governance. A transdisciplinary research approach was required so that innovations could move beyond academia and address the needs of the ones “research is meant to serve,” i.e., communities.

2.3.1 The electro-chlorinator devices used in this thesis

The Antenna Foundation initially developed the electro-chlorinator devices WATA for use in low-resource and emergency settings requiring only salt, water, and a power grid (Figure 13). Since 2018, WATALUX, the Antenna Foundation's spin-off social enterprise, has commercialized and upgraded those devices (57). The WATALUX team was responsible for device manufacturing and field implementation on all programmes described in the thesis. The research was independently conceptualized and analyzed by members of the Antenna Foundation in partnership with universities and governmental agencies.

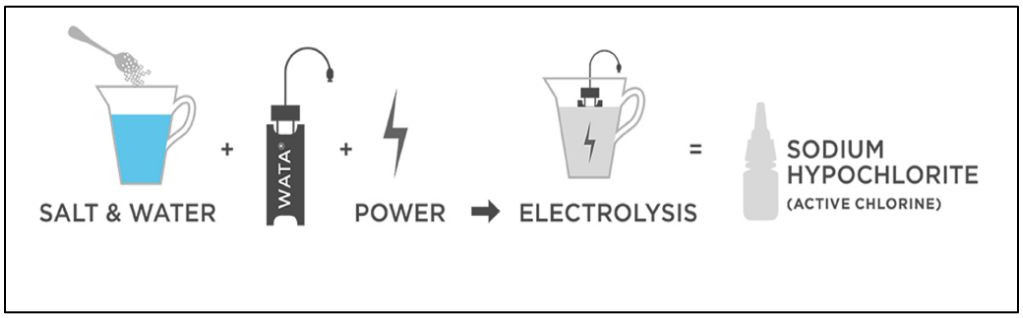


Figure 14. Sodium hypochlorite production with electro-chlorinator devices. Source WATA Webpage

WATALUX developed a range of electro-chlorinator devices (Figure 14) able to produce sodium hypochlorite through electrolysis, as explained in Chapter 2.1. They were used in programmes according to the needs of sodium hypochlorite production. For instance, WATA-Standard can produce 2 L of disinfectant within 2 hours, about 8L daily. WATA-Plus produces 15L of disinfectant in 4 hours, up to 30L daily (Supplementary material 11.1).



Figure 15. Electro-chlorinator devices. Source: WATA Webpage

It is estimated through follow-up based on devices already implemented in the field that a WATA-Standard and WATA-Plus powered by a solar grid will last for 14 years, performing one cycle daily, producing sodium hypochlorite at 0.14 dollars/L and 0.07 dollars/L, respectively (internal reports).

To meet the needs of rural communities where access to energy is precarious, WATA solar kits are powered by photovoltaic energy (Figure 15). Therefore, self-sufficiency can be attained by utilizing local renewable energy sources, such as solar panels.

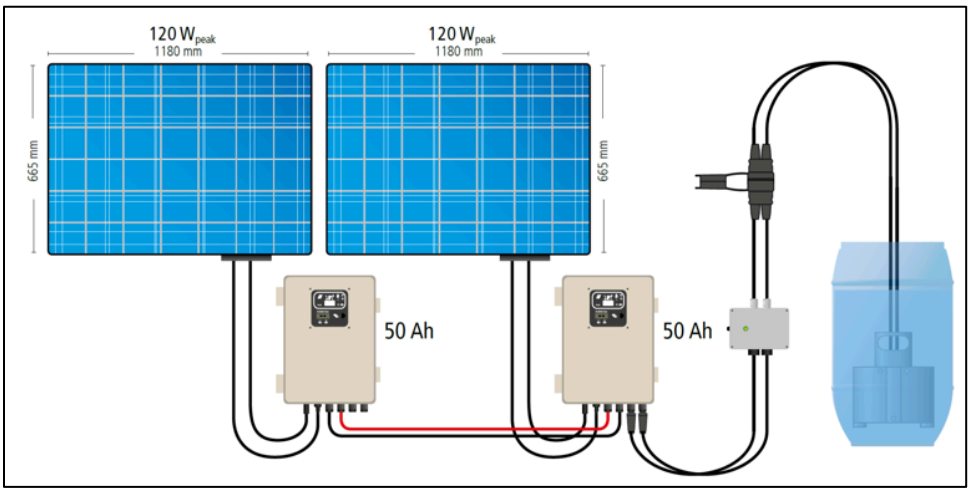


Figure 16. WATA solar kits. (WATA Webpage).

2.3.2 The reagents used in monitoring

Remote tools to monitor real-time chlorine levels are necessary to identify potential system failures.

WATABlue
This reagent is a colorimetric test to measure the residual chlorine level in accordance with WHO recommendations, namely between 0.5 and 1 ppm.
The kit contains a 14-ml bottle of WataBlue reagent, a 5-ml syringe, a test tube, and a user manual (11.2 Supplementary material).

WATATEST

This reagent makes it possible to determine the concentration of active chlorine (Cl2, HOCL, OCL-) in any chlorine solution, in grams per litre, within a range of 1 to 7 g/l (0.1 to 0.7% of active chlorine and 0.32 to 2.23° Cl), with an accuracy of ± 0.5 g/l.
The kit contains a 50-ml bottle of WataTest reagent, a 20-ml measuring spoon, a 3 ml pipette, a 1-ml syringe, and a user manual (11.3 Supplementary material).

WATAStab

The WataStab ensures a minimum of 3 months stabilization of your sodium hypochlorite solution. This ready-to-use kit can stabilize up to 1,000 L of sodium hypochlorite without additional consumables. The stabilizing agent can be found in any local shop. Kit contents: 1kg of stabilizing agent, 2 mL dosing spoon, 20 mL dosing spoon, 1 electronic pH meter, 60 mL syringe, 100 mL beaker.

On-site training is crucial for device operation and successful obtention of sodium hypochlorite. To build local capacity, several tutorials are available on how to operate

WATA technology and how to use its reagents. There is a YOUTUBE page dedicated to this purpose.

The research process and impact measures on electro-chlorinators' use are the original contributions to the knowledge of the articles described herein. They were adapted to problematic contexts in low-income countries, requiring little training or maintenance costs. There is no single solution to the challenges because they vary according to diverse field conditions. The innovative field adaptations of electro-chlorinator devices to low-income settings allowing sodium hypochlorite production are described in 6 articles. The results of the first programme funded by UNICEF in hospitals from Burkina Faso (Chapter 3) were published in 2020 and cited by the WHO report: "Burkina Faso National Action Plan on Antimicrobial Resistance: review of Progress in the Human Health Sector." From water treatment stations in Benin and Congo (Chapters 5 and 6), hospitals in Chad (Chapter 4) to schools in Burkina Faso and Madagascar (Chapters 3 and 8), the technological adaptations necessary to overcome challenges and setbacks in each type of context are discussed, providing a background for decision-makers and researchers from the field. The published output on water treatment using electro-chlorinators refers to the articles released between 2020-2024 and is described in detail (Chapters 3-8).

CHAPTER 3. PREVENTING NOSOCOMIAL INFECTIONS IN HEALTHCARE FACILITIES – BURKINA FASO.

This chapter is published as follows:

DUVERNAY, P. G., DE LAGUICHE, E., NOGUEIRA, R. C., GRAZ, B., NANA, L., OUEDRAOGO, W., SAUTER, Y. & SAUVAGEAT, E. 2020. Preventing nosocomial infections in resource-limited settings: An interventional approach in healthcare facilities in Burkina Faso. *Infection Disease & Health,* 25**,** 186-193.

Contribution to authorship: I'm the 3rd author in this publication and was responsible for reviewing the results, data analysis, writing process, and submission.

FOREWORD

Sodium hypochlorite is a commonly used broad-spectrum disinfectant in healthcare facilities. Therefore, it is mandatory to use it in high-risk hospital areas where patients are more susceptible to infections to prevent the spread of HAIs. Daily access to sufficient levels and high-quality sodium hypochlorite is required for the disinfection of surfaces and medical equipment. Moreover, contaminated water in healthcare settings also spreads waterborne diseases to hospital staff and patients (95).

The hospital setting was a suitable starting point for implementing electro-chlorinator devices. Although the staff can be undertrained in the disinfection process in low-income countries, they are conscious of the need to comply with the disinfection protocol. Therefore, they were willing to accept the training and incorporate the production process into their schedule.

The first research (Chapter 3) is a pilot study on electro-chlorinators' installation in 26 healthcare facilities in Burkina Faso. The device's usability and performance, in addition to cost-benefit analysis, were evaluated in this setting. The article was published in the Journal of Infection Disease and Health in 2020 (1). The second research (chapter 4) describes WASH indicators of 68 healthcare facilities (HCF) in rural Chad. After installing electro-chlorinator devices, a programme was evaluated to reduce acquired infection at the point of care and water-related illnesses. The article was published in the Health Science and Disease Journal in 2021 (2).

3.1 Background

The underlying hypothesis guiding the programme design was that decentralizing sodium hypochlorite production, i.e., disinfectant access, alongside sensibilization on essential hospital hygiene practices, would improve HAI indices in the hospital.

26 HCFs were chosen to evaluate the electro-chlorinators technology in several settings found in the country. The diversity of the structures selected was intended to make the sample as nationally representative as possible. The Ministry of Heath provided awareness of hygiene practices in those hospitals. A control group where none of those interventions were performed was used as a comparator.

The programme was approved by Burkina Faso Ministry of Health. Antenna Foundation financed the electro-chlorinated devices and project concept; CEAS and Ministry of Health financed human resources for implementation.

Several questions to evaluate the feasibility of introducing those devices in HCFs were addressed:

1. Will the HCFs comply with hygiene practices upon disinfectant availability?
2. Are the devices adapted to the vast diversity of HCFs? Is it user-friendly?
3. Is the Sodium hypochlorite produced sufficient and of good quality?
4. Is this a cost-effective technology?

The study, described in detail below, provided insight into the potential for electro-chlorinator devices to improve hygiene compliance in healthcare facilities in low-resource settings.



Figure 17. On the left: mixture of salty water for production. On the right: quality control of sodium hypochlorite produced (Antenna Foundation Archives).

The photos from Figure 16, taken during the programme in Burkina Faso, illustrate the medical staff during production and quality control of sodium hypochlorite.

3.2 Abstract

Background: Nosocomial pathogens are transmitted by contamination of surfaces causing healthcare-associated infections (HAI). The impact of locally produced disinfectant with operational training as a means to improve hygiene in resource-limited healthcare facilities and prevent HAI was evaluated. Method: In Burkina Faso, 4 types of electro-chlorinator devices that convert salt and water into sodium hypochlorite through electrolysis were installed in 26 healthcare facilities distributed across 3 sanitary districts. The programme was evaluated at 4 months and 11 months and performance compared with a control group. *Results:* After 11 months, over 90% of the facilities applied 8 of the 11 essential hygiene practices defined by the Ministry of Health, compared to 20% in the control group. 61.5 % of the healthcare facilities improved the chlorine concentration of their sodium hypochlorite solutions, reaching an average concentration of 5.1 g/L compared to an average of 2.1 g/L in the control

group. Additionally, a cost-benefit analysis demonstrated that locally produced sodium hypochlorite led to daily savings ranging between 2.7 and 53 euros depending on the device compared with the purchase of chlorine tablets. *Conclusions:* Results, therefore, suggest that electro-chlorinator devices in addition to hygiene sensitization can be a simple, cost-effective and tailored intervention to reduce the prevalence of HAI in low-resource settings.

3.3 Introduction

Healthcare-associated infections (HAI), also known as nosocomial infections, are acquired by patients during the process of care in a hospital or other healthcare facility (96). Such infections are major contributors to morbidity and mortality and point to insufficient hygiene practices within the healthcare facility (97, 98). The propagation of HAI either occurs through parenteral or airborne transmission, in addition to hand contamination (97). As such, insufficient disinfection of the medical equipment, lack of asepsis during intrusive interventions and hand contamination by the medical staff significantly increase the risk of HAI within healthcare facilities (97).

While extensive data has been gathered on the prevalence of HAI in developed countries, such statistical information is particularly scarce in developing countries (97-99). A systematic literature review conducted by the WHO estimates that the prevalence of HAI among hospitalized patients in developed countries revolves around 7.6% (99). Research conducted on the prevalence of surgical site infection discloses that the rate of HAI in low and middle countries varies between 1.2 and 23.6%, while the rate in developed countries ranges from 1.2 to 5.2% (99).

HAI can be prevented by improving sanitation and hygiene, including safe medical waste disposal, toilet sanitation, hand washing and access to safe drinking water (100). Sodium hypochlorite (NaOCl) is an important chemical disinfectant that is widely used in health care exhibiting a broad spectrum of antimicrobial activity (101, 102). The biocidal effect of sodium hypochlorite varies depending on the microorganism. For example, 0.1% (1000 ppm) sodium hypochlorite significantly reduces human coronavirus and human parainfluenza virus infectivity on surfaces within 1 min exposure time while a solution of approximately 5000 ppm hypochlorite applied for 1 min produced a 99.9% reduction in hepatitis A virus. WHO recommends sodium hypochlorite at 0.5% or 5g/L (equivalent to 5000 ppm) for disinfecting surfaces at health care settings and that a minimum residual chlorine concentration of 0.2 ppm is present in drinking water (99, 103). As such, promoting access to sodium hypochlorite in healthcare facilities can contribute to the improvement of sanitation and hygiene, thereby reducing the prevalence of HAI and generating savings (104).

In Burkina Faso, healthcare facilities are expected to follow the eleven essential hospital hygiene practices which require that they obtain daily access to sufficient levels and quality of sodium hypochlorite. In practice, lack of means, difficult access to disinfection materials and the lack of sensitization of the medical staff concerning the importance of hygiene practices often leads facilities to underperform (105, 106).

A range of electro-chlorinator devices powered by solar energy or by the grid, which transforms salty water into sodium hypochlorite through electrolysis, was developed and adapted to low-income settings. By giving healthcare facilities the tools to produce their sodium hypochlorite, this technology allows for the decentralization of sodium

hypochlorite production, fosters the availability of the solution and has the potential to improve hygiene and sanitation within medical structures.

Driven by the conviction of the necessity for policy formulation regarding HAI in developing countries, this paper analyses the impact of providing access to electro-chlorinator devices to healthcare facilities on hygiene compliance and HAI prevalence.

3.4 Material and methods

1. Sample

Burkina Faso is divided into 63 sanitary districts, which are responsible for the implementation of health programmes within their region. Anticipating potential differences between these districts, the sample group is composed of 24 healthcare facilities and 2 hospitals distributed across 3 sanitary districts: Bogodogo, Nongr-Massom, and Boulmiougou.

The facilities were chosen to evaluate the relevance of WATA technology for each type of healthcare facility, regardless of its functionality (Medical Center, Regional Hospital Center or University Hospital Center), its environment (rural or urban), its energy supply (locally produced thermal energy SONABEL or solar networks/photovoltaic energy) or the volume of its needs (Table 1). The study didn't use a random sampling given that the primary aim of the project was to evaluate the feasibility of introducing electro-chlorinator devices in Burkina Faso as a means to prevent HAI. The diversity of the structures selected was intended to make the sample as nationally representative as possible.

Table 1. Profile of healthcare facilities and WATA device distribution (N=26).

Sanitary District	Healthcare Facility	Environment	Energy Supply	Required volume (L/day)	WATA device
Bogodogo	CM de Bogodogo			60	Maxi WATA
	CM de Saaba			25	WATA Plus
	CSPS de Didri	Rural	Solar	10	WATA Plus
	CSPS de Koubri	Rural		25	WATA Plus
	CSPS Trame d'accueil du secteur 43			20	WATA Plus
	CSPS Trame d'accueil Ouaga2000			10	WATA Plus
	CM urbain de Nagrin			35	Midi- WATA
	CM de Tanghin Dassouri	Rural		15	WATA Plus
Boulmiougou	CSPS du Secteur 14			20	WATA Plus
	CSPS de Komsilga	Rural		15	WATA Plus
	CSPS de Tintilou Sud	Rural	Solar	10	WATA Plus
	CM de Kossodo			60	Maxi WATA
	CSPS du Secteur 13			5	WATA Standard
	CM du Secteur 17			20	WATA Plus
	CSPS du secteur 19			15	WATA Plus
Nongr-	CSPS du Secteur 42			15	WATA Plus
Massom	CSPS du Bang Pooré			5	WATA Standard
	CSPS de Polesgo	Rural	Solar	10	WATA Plus
	CSPS de Roumtenga	Rural	Solar	5	WATA Standard
	CSPS de Sakoula	Rural	Solar	5	WATA Standard
	CSPS de Songdin	Rural	Solar	5	WATA Standard
	Dispensaire de Wendé			5	WATA Standard
	Dispensaire LTNASL			5	WATA Standard
	Dispensaire MACO			5	WATA Standard
CHR	CHR de Koudougou			65	Maxi WATA
CHU	CHU Pédiatrique Charles de Gaulle			40	Midi- WATA

Abbreviations: (CM) medical center, (CSPS) health and social promotion center, (CHR) regional hospital center, (CHU) university hospital

2. WATA- chlorinated device description

The WATA device produces sodium hypochlorite (equivalent to 6 g/l of active chlorine) using water, salt, and electricity. The saltwater solution (25 grams of sodium chloride per liter) is converted into chlorine (sodium hypochlorite) through electrolysis. The active chlorine content of sodium hypochlorite is essential to guarantee adequate disinfection of medical equipment and surfaces. Sterilization must be done with a 0.5% solution, meaning a solution that contains at least 5g/L of concentrated chlorine (102). Four WATA devices were used in the study. All of them produce sodium hypochlorite concentrated at 5g/L:

- WATA- Standard can produce 2 liters of disinfectant within 2 hours, producing about 8L of disinfectant daily.
- WATA-plus produces 15L of disinfectant in 4 hours, producing up to 30L daily.
- Midi-WATA produces 30L of disinfectant in 4 hours, and up to 60L daily.
- Maxi- WATA produces 60L in 4 hours and 30 minutes, or up to 120L in daily.

Each WATA is equipped with a programable timer. This allows the user to programme the automatic start and stop of WATA, and therefore, of production. Those timers have been specifically selected to meet the local constraints of power outages. In fact, in such a situation, the timer pauses and then resumes where it left off as soon as the power returns.

3. Study Design

This study aimed to conduct a pilot programme to evaluate the relevance of electro-chlorinator devices together with operational training as a means to improve hygiene in healthcare facilities and prevent HAI in Burkina Faso. The pilot was implemented

with the collaboration of the Ministry of Health, the Ecological Centre Albert Schweizer (CEAS) of Burkina Faso and the Antenna Foundation.

CEAS Burkina Faso, an association that promotes technological innovation in Africa, trained eleven agents belonging to the health ministry to use WATA devices in addition to sensitizing them to essential hygiene practices, while Antenna Foundation supervised the installation of devices of different sizes in the various healthcare centers selected (Figure 17). In the distribution of tasks, it was agreed that the Ministry of Health was responsible for raising awareness and promoting hospital hygiene and that Antenna was responsible for ensuring the availability and quality of chlorine through WATA.

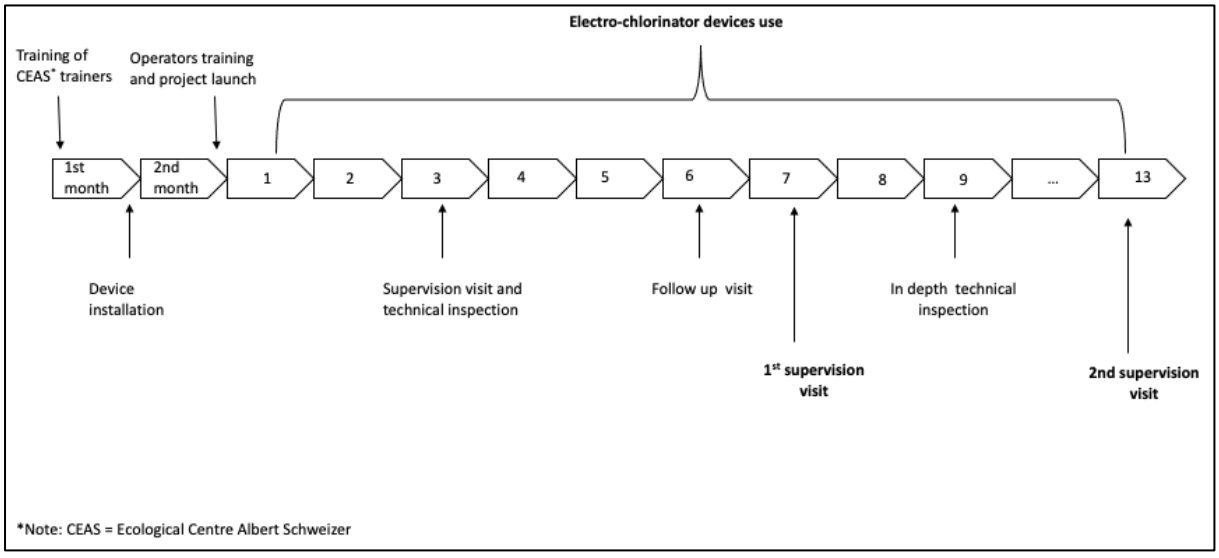


Figure 18. Study design: Training, installation of devices and follow-up visits.

Each one of the project partners; the Ministry of Health, the Antenna Technologies foundation and the CEAS-Burkina were present during supervisions. The health units were warned of the visit and it was clearly explained to them that the aim was not to control or judge them, but simply to gather information. The common thread was very

similar between the two supervision phases and was materialized by supervision grids which had been established beforehand jointly by all the partners (Supplementary material 11.4). Although the control group did not receive any hospital hygiene promotion or electro-chlorinator device, the procedure for supervision was the same.

The programme was evaluated at 4 months and 11 months as follows:

1. Hygiene practices. The compliance with the eleven essential hospital hygiene practices defined by the Ministry of Health and the regional health authority, which must be applied systematically to guarantee optimal hygiene in health care facilities, was evaluated by a series of questions and visual inspection on site (Supplemental material 11.4). Some health centers were evaluated on less than 11 essential practices because they do not perform childbirth and 3 practices are linked to it. Therefore, it is the % of implementation that was taken into account.

2. Adaptability. To evaluate if WATA device technology is indeed adapted to the wide diversity of facilities the frequency of use, reliability (amount of production) and storage conditions of the sodium hypochlorite generated were evaluated. Example of questions that were applied in the supervision grid: Do you still need to buy/look for chlorine in the market? How often?

3. Quality control of the production. The control of the chlorine concentration of the sodium hypochlorite produced with the electro-chlorinator devices was performed with the WataTest, a reagent that makes it possible to determine the

concentration of active chlorine (Cl2, HOCL, OCL-) of any chlorinated solution, in grams per liter, in a range of 1 to 7 g / L (0.1 to 0.7% of active chlorine and 0.32 to 2.23 ° Cl) with an accuracy of ± 0.5 g/L. The daily control of the production was performed by the WataTest but for the evaluation carried during supervisions the thiosulphate titration test was chosen to provide better accuracy.

4. Cost-effectiveness. Evaluating the savings that can be incurred by using electro-chlorinator devices to produce a sufficient amount of sodium hypochlorite as opposed to purchasing chlorine tablets. WATA devices are guaranteed for 2 years by the manufacturer but have a much longer lifespan when used correctly (4-5 years easily). The main goal was, therefore, to evaluate if these devices are profitable before the end of their service life so that they can be replaced, if necessary, with the money saved by their use to obtain an economically sustainable system. The analysis took the production costs entailed by the WATA devices into account, namely energy, salt, water and supervision cost. The time dedicated to training was not included as training is also necessary when using chlorine tablets.

A control group of 20 healthcare facilities was introduced to analyze the regular hygiene habits of healthcare facilities and control the chlorine concentration of their disinfection solutions in comparison to the facilities equipped with electro-chlorinator devices. This group was not selected randomly as it was formed based on the structures selected in the sample group in an attempt to compare the results obtained in facilities without electro-chlorinator devices with those undergoing the intervention.

Data collection was done through three different vectors. On the local level, each facility completed a daily update on the performance of its WATA device (volume, concentration, observation). Follow-up visits were additionally conducted by the different sanitary districts' health promotion agents. Finally, two in-depth reports were compiled by Antenna Foundation, CEAS Burkina Faso and the Health Ministry, collecting the necessary data to validate the results 6 months and a year after the start of the programme (Figure 17).

3.5 Results

The analysis of the results is divided into four different themes, each centered around one or numerous key indicators. It is the summary of the 11 essential hospital hygiene practices implementation during the 1st supervision (after approx. 4 months of WATA use) as well as during the last supervision (approx. 11 months after the start of the pilot programme). The installation of the devices and training of operators was not performed at the same time in the whole country and the moment of the first inspection one facility was not yet performant. Therefore, the first supervision evaluated 25 out of 26 health care facilities. In the second supervision, 22 out of 26 healthcare facilities were evaluated due to reasons such as the absence of the operator/manager of health facilities (2), theft of equipment batteries (1) or broken equipment (1). During both supervisions, chlorine concentration was not evaluated whenever the electro-chlorinator device was temporarily out of use due to the donation of chlorine tablets by town halls. Therefore, in the first supervision chlorine concentration was evaluated in 22 healthcare facilities and the second supervision in 13 healthcare facilities.

1. Essential hygiene practices in hospital settings

The contribution of electro-chlorinator devices to the hygiene performance of healthcare facilities was evaluated by comparing the performance of the sample group with the control group.

Data were collected after four months and after eleven months among the sample group. In the former, results showed that 19 out of the 25 healthcare facilities (76%) systematically applied at least 8 out of the 11 hygiene practices. Data gathered after 11 months suggests an improvement as 20 out of the 22 (90.9%) healthcare facilities systematically applied 8 out of the 11 hygiene practices (Figure 18). In the control group, only 4 out of the 20 healthcare facilities (20%) systematically applied 8 out of the 11 hygiene practices after 11 months.

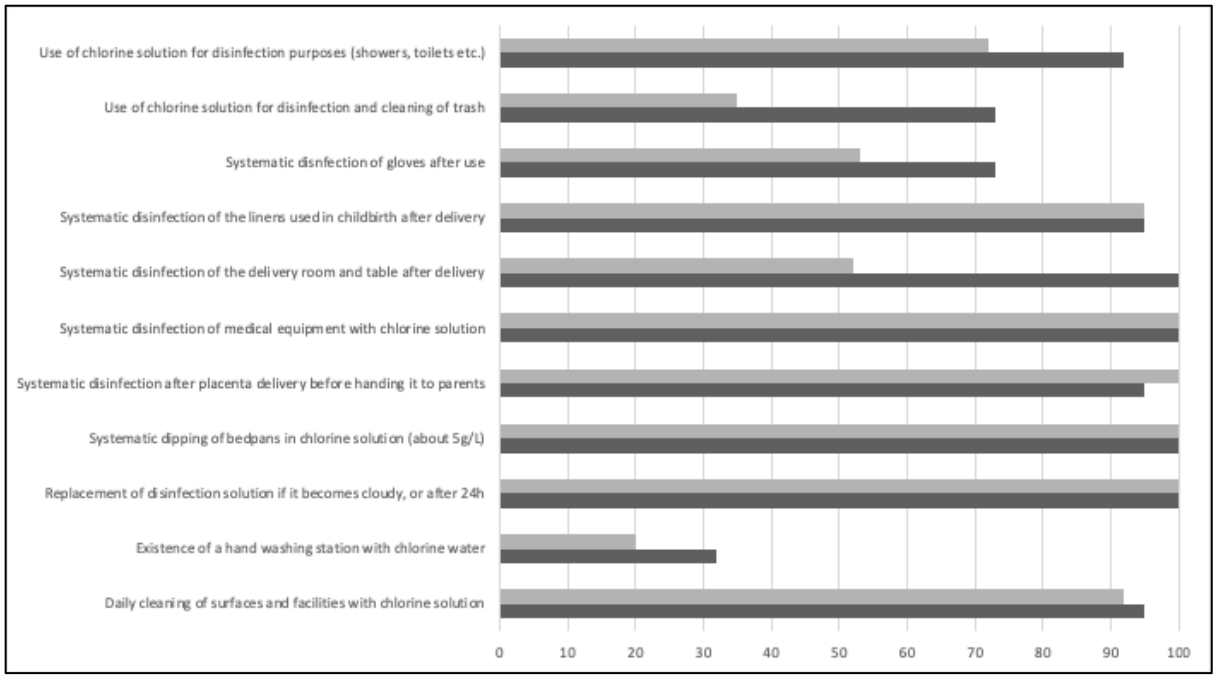


Figure 19. Compliance with the 11 essential hygiene practices after 4 (grey bar) and 11 months (black bar) on HCF from the sample group.

2. Use, dimensions and needs satisfaction

Three indicators are evaluated in this section to access the adaptability of the proposed technology to each health care facility:

The first indicator relates to the use of the WATA device. After 4 months, 17 of the 25 healthcare facilities evaluated were using their WATA device at least every other day, of which 11 reported daily use. The second supervision (11 months) suggested an improvement, with 16 of the 22 facilities supervised using their device at least every other day, of which 12 reported daily use. On average, the healthcare facilities were producing sodium hypochlorite every 1.7 days.

The second indicator analyses the reliability of the electro-chlorinator devices, looking at the average number of healthcare facilities that had been short of sodium hypochlorite over a month due to insufficient production. The average percentage of healthcare facilities facing a shortage reached 8% (2 out of 25) after 4 months and was reduced to 4.5%(1 out of 22) after 11 months. None of the facilities using a WATA device powered by solar panels reported having lacked the power necessary to produce sodium hypochlorite.

Finally, the last indicator looked at the average time during which the sodium hypochlorite produced remained stored before being used. The average storage time defined as appropriate ranged between 0 and 48 hours, which corresponds to the use indicator defined above. The supervision effectuated after 4 months revealed that 61.5% (16 out of 26) of the facilities fulfilled the criteria of maximum storage time of 48

hours, of which 23% (6 out of 26) stored sodium hypochlorite for 24 hours only. The second supervision demonstrated an improvement, with 17 of the 22 healthcare facilities evaluated storing the sodium hypochlorite for a maximum of 48 hours (77.2% of the facilities supervised), of which 11 stored its production for a maximum of 24 hours.

3. Chlorine concentration of the sodium hypochlorite solution

The first supervision was effectuated before the study started in 9 centers (exploratory phase). The average chlorine concentration found was 2.2g/L. Only one out of 9 of the facilities obtained the targeted concentration of 5 g/L (11.1 %). After 4 months, a second evaluation was conducted. The average chlorine concentration reached 3.4 g/L, and (5 out of 22) 22.7 % of the facilities had a chlorine concentration higher than 5 g/L. The third supervision occurred after 11 months. The average chlorine concentration went up to 5.1 g/L, and 61.5 % (8 out of 13) of the facilities had solutions with a concentration above 5 g/L. In parallel, the technical inspection was done applying the thiosulfate titration method. The results obtained revealed that the average chlorine concentration reached 5.42 g/L.

Data was additionally collected within the control group after 4 months to compare the performance of the target group with that of a group with no access to the WATA devices. As illustrated in table 2, the average chlorine concentration only reached 2.1 g/L, and none of the facilities had a concentration equivalent or superior to 5 g/L (Table 2).

Table 2. Active chlorine content evaluation.

	Target Group		Control Group
	4 months	11 months	4 months
Average concentration	3.4 g/L	5.1 g/L	2.1 g/L
Percentage of facilities with a chlorine concentration ≤5 g/L	22.70%	61.50%	0%

4. Economic evaluation

A cost-benefit analysis allowed the comparison of the costs incurred by healthcare facilities buying sodium dichloroisocyanurate tablets and those using electro-chlorinator devices.

The resulting numbers suggest that electro-chlorinator devices generate daily savings ranging from 2.7 euros to 53 euros depending on the size of the WATA device and the needs of the facility compared to chlorine tablets.

An additional analysis was conducted to determine the amount of time necessary to offset the costs of purchasing a WATA device. The results show that the investment cost necessary to equip a healthcare facility with a WATA device is offset after 58 to 381 days, depending on the healthcare facility's size and the device type (Table 3).

Table 3. Cost-benefit analysis of electro-chlorinator devices.

	Savings per day (WATA vs tablets)	Break-even point	
		In days	Chlorine (L)
WATA Standard	€ 2,61	161	964
WATA standard (solar)	€ 2,66	381	2 284
WATA Plus	€ 13,02	135	4 051
WATA Plus (solar)	€ 13,31	254	7 263
Midi WATA	€ 25,92	99	5 964
Maxi WATA	€ 52,09	58	6 975

Finally, it was found WATA installation often leads to an increase in the consumption of chlorine solution for disinfection. Indeed, it is a device that allows independent production and in the desired quantity and this, therefore, pushes many health centers to use this availability for better disinfection. This is not quantifiable financially, but it shows how much chlorine in tablets can act as a limit on needs due to its cost and availability.

3.6 Discussion

1. Essential hygiene practices in hospital settings

Hygiene compliance among healthcare facilities with access to WATA devices and hygiene awareness campaigns significantly improved, while only 20% of the facilities in the control group systematically applied 8 out of the 11 essential hygiene practices. The significant differences observed between the two groups may in part have stemmed from the difficulties encountered by the average healthcare facility to have reliable access to a sufficient amount of quality disinfecting solution for their hygiene needs. As such, the higher rate of compliance with the hygiene norms listed by the Ministry of Health among facilities with access to electro-chlorinator devices suggests that improved access to sodium hypochlorite may foster hygiene compliance.

Insufficient knowledge regarding the importance of fulfilling all of the 11 hygiene practices may additionally have contributed to a worse score among the facilities of the control group, hinting to the necessity of hygiene sensitization. This suggests that while electro-chlorinator devices correlate with an improvement in hygiene practices among healthcare facilities, the programme may be more impactful when combined with hygiene sensitization. These results are consistent with literature about nosocomial infections and hygiene compliance, which indicates that hygiene training is essential to achieve a behavior change among healthcare workers and foster compliance with hygiene protocols (107-109).

2. Use, dimensions and needs satisfaction

The initial data gathered after 4 months revealed that 8 out of 25 (in the sample group were using their device at a lesser frequency than every other day. This result however improved after 11 months, where 73% (16 out of 22) of the facilities reported using their device at least every other day. This result may have been impacted by the fact that most hygiene facilities were initially not applying all 11 of the hygiene practices defined by the Health Ministry. As a result, these facilities may have been under-using their electro-chlorinator devices. This hypothesis is supported by the data collected after 11 months, in which a higher percentage of facilities report using their device every other day. The awareness campaigns relating to the importance of hygiene in healthcare facilities and the availability of chlorine solution may have improved the compliance of the medical staff with hygiene practices (108). The average percentage of health units that experienced a problem with WATA during a month was 4.3% compared to 7.7% during the first supervision which is low.

3. Chlorine concentration of the sodium hypochlorite solution

The chlorine concentration found up until four months after launching the project revealed that the quality of the disinfection solution produced with the electro-chlorinator devices was only sufficient among (5 out of 22) 22.7% of the healthcare facilities in the sample group. The data collected after 11 months, however, suggested improvement as (8 out of 13) 61.5% of the facilities were producing a disinfection solution of adequate concentration. The rising percentage of facilities abiding by the concentration standards suggests that some time may be necessary to allow the users of electro-chlorinator devices to familiarize themselves with the WATA technology and reach an adequate chlorine concentration of at least 5g/L.

The data gathered after 11 months allows for a comparison between the sample and the control group. 61.5% of the facilities with access to electro-chlorinator devices were found to have a solution with a chlorine concentration equivalent to or higher than 5g/L. However, this threshold of chlorine concentration wasn't reached by any of the facilities belonging to the control group, which were using other chlorine types found on the market such as chlorine tablets or bleach. These results, therefore, highlight the imperative need for a chlorination method such as electro-chlorinator devices to allow healthcare facilities to produce a disinfectant of sufficient quality and an adequate chlorine concentration.

4. Economic evaluation

The investment cost necessary to equip a healthcare facility with a WATA device is offset in a maximum of 381 days which is less than the 2 years guaranteed by the manufacturer or the usual lifespan of the product when used correctly (4-5 years). The

solar kits were also performant during the rainy season and this was very reassuring for the implementation of the electro-chlorinator devices in rural areas. Although not financially quantifiable, a device that allows independent production and in the desired quantity is even more important for isolated areas.

3.7 Limitations

Some limitations may impact the accuracy of the results found. Improvements in hygiene were measured by referring to the eleven hygiene practices defined by the Ministry of Health of Burkina Faso. This approach could have been complemented with an epidemiological study comparing the prevalence of HAI in healthcare facilities with and without access to WATA devices. The combination of these two methods of evaluation would allow for a more accurate evaluation of the contribution of electro-chlorinator devices to the improvement of hygiene practices and prevention of HAI. Also, there may be some baseline differences between the control and the sample group given that their selection was not random. This may additionally limit the reliability of the associations observed between the intervention and the outcomes. These limitations can be taken into account when conducting future studies related to the prevention of nosocomial infections in medical settings.

3.8 Conclusion

The pilot study conducted in Burkina Faso provides an insight into the potential for electro-chlorinator devices to significantly improve hygiene compliance in healthcare

facilities in low resource settings, and thereby contribute to the prevention of nosocomial infections. The provision of electro-chlorinator devices in healthcare facilities allowed these structures to have access to sufficient amounts of sodium hypochlorite, which promoted compliance with the eleven essential hygiene practices defined by the Ministry of Health. Besides, a cost-benefit analysis confirmed that the initial investment cost for a WATA device could be offset within the first year and that sodium hypochlorite production through an electro-chlorinator device generated significant savings in comparison to the daily purchase of chlorine tablets. Therefore, electro-chlorinator devices in addition to sensitization to essential hygiene practice could be a simple, cost-effective and tailored alternative to reduce the prevalence of health acquired infections in low-resource settings.

CHAPTER 4. LOCALLY PRODUCED CHLORINE IN HEALTHCARE FACILITIES – RURAL CHAD.

This chapter is published as follows:

NOGUEIRA, R. C., NIGRO, M., VEUTHEY, J., TIGALBAYE, C., BAZIRUTWABO, B., FAM THIOR, M. D. & VOILLAT, J. 2021. Can locally produced chlorine improve water sanitation & hygiene indicators in health care facilities in rural Chad? *Health Sciences & Disease,* 22, 51-56.

Contribution to authorship: I am the first author of this publication, and I was involved in protocol design, project management, data analysis, manuscript writing, and submission.

4.1 Background

The data provided in the research below refers to a programme funded by UNICEF, to install electro-chlorinator devices in 68 HCFs in rural Chad. A baseline survey to assess water sanitation and surface disinfection in those HCFs identified that chlorine shortage and lack of staff training represent substantial setbacks in controlling HAI and water treatment in this region.



Figure 20. Surface disinfection in hospitals (left) and water chlorination (right), Chad 2019. (WATA archives).

As described in this chapter, the HCFs became independent in sodium hypochlorite production. The programme was focused on staff training for local chlorine production and equipment maintenance (Figure 19). Chlorine was readily used for surface disinfection, but it was not a straightforward process for water treatment. End users' rejection of drinking water that smells or tastes of chlorine was a barrier to water treatment.

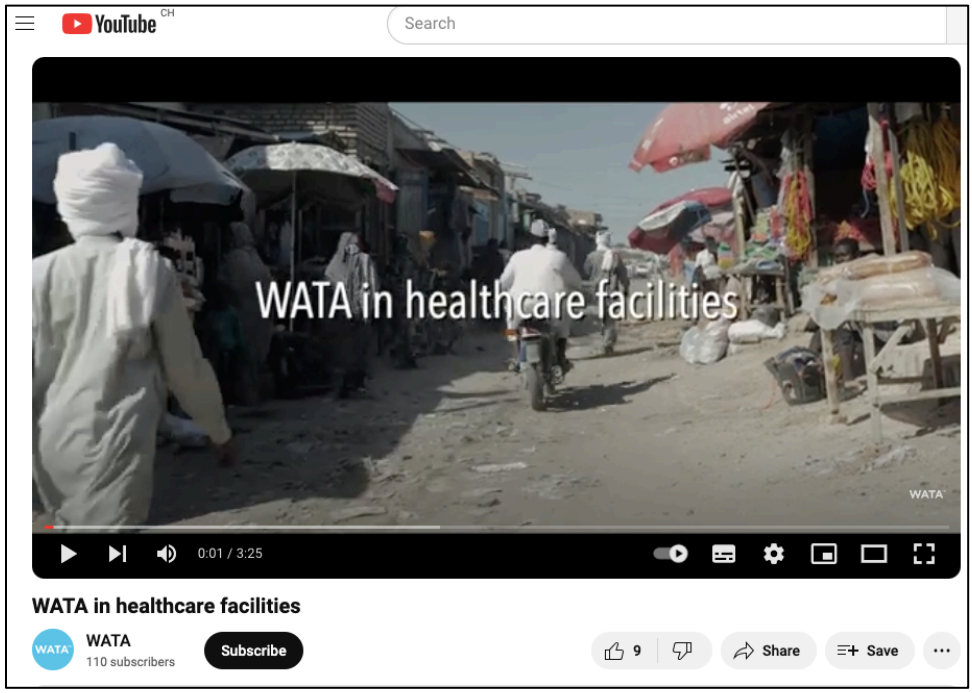


Figure 21. The WATA in healthcare facilities. Programme's video (https://www.youtube.com/watch?v=HFHjEI29HIQ) (110).

4.2 Abstract

Background: Chad faces an extreme lack of basic infrastructure. In 2019 its Human Development Index was 0.398, positioning it at 187 out of 189 countries. Chad's health care facilities (HCF) often don't have water treatment or surface disinfection.

Method: The private company Watalux SA, sponsored by UNICEF Chad and supported by staff members from Antenna Foundation, measured the Water Sanitation and Hygiene (WASH) indicators in 68 HCFs across three districts of rural Chad and installed electro-chlorinator devices enabling local production of sodium hypochlorite.

Watalux subsequently evaluated this programme aimed to reduce hospital-acquired infections and water-related illness.

Results*:* Among the HCFs included in the diagnosis phase, 73% had latrines, 67% had water tanks, and almost all of them used chlorine for surface disinfection on a regular basis, but only half the HCFs used chlorine for water treatment. The main barriers that prevented people from using chlorine were: running out of the product; this was followed by lack of staff training, and finally the chlorine's smell. After the installation, 61% of HCFs produced sodium hypochlorite every day and 97% of operators knew how to produce sodium hypochlorite. After the project's implementation, all HCFs produced sufficient quantities of chlorine.

Conclusion: The installation of electro-chlorinator devices improved WASH indicators. The project also clearly increased surface disinfection. However, the use of chlorine in drinking water treatment might face other challenges beyond product availability (e.g. acceptance of smell by the local population and staff training).

4.3 Introduction

Chad is literally one of the most impoverished countries in the world. In 2019 Chad's Human Development Index was 0.398, positioning it 187th out of 189 countries. The average life expectancy is 59.6 years for both sexes. Children in Chad are particularly hard hit with 39.8% of the under 5-year-olds malnourished and presenting moderate to severe stunting. The country faces a lack of basic infrastructure and to date, there is no reliable data on the percentage of the population that drinks water from an improved source, nor how many are using an improved sanitation facility (111).
There is a staggering absence of data about where Chad stands in terms of nosocomial (hospital-acquired) infections. As in many other low-income countries, government surveillance systems for nosocomial infections are almost non-existent, but it is estimated that 16% of patients acquire infections while seeking care in African hospitals (112). In 2014, the general Chadian government expenditure on health was 8.9% and only 24.3% of births were attended by skilled health personnel (111).

The latest figures, from 2020, estimate that 43% of the Chadian population did not have access to improved drinking water sources (113). This means that nearly half of the country's population regularly consumes water that is not safe for drinking. Furthermore, there are large discrepancies between urban and rural areas, the latter often being in significantly worse situations (114).

Electro-chlorinator devices transform salty water into sodium hypochlorite through electrolysis and can be installed in a wide diversity of healthcare facilities. The device is adapted to the difficult contexts found in low-income countries requiring little training or maintenance costs. In Burkina Faso, the provision of electro-chlorinator devices in twenty-six health care facilities (HCFs) allowed these HCFs to have access to sufficient amounts of sodium hypochlorite, which promoted compliance with hygiene practices. In addition, the initial investment cost could be offset within the first year (1). Similarly, two university hospitals in Mali performed microbiological control of surfaces and medical devices before and after disinfection with chlorine produced locally by electrolysis and observed the reduction in the number of pathogenic germs present. They concluded that the availability of a high-quality chlorine solution can be an important asset in the establishment of an effective system for the protection of patients and nursing staff (115).

In the present article, we describe the situation of 68 HCFs and evaluate a programme in rural Chad to reduce acquired infection at the point of care and water-related illnesses. The authors monitored electro-chlorinator devices that produced chlorine locally in sixty-seven HCFs. The extent to which access to chlorine can improve water sanitation and hygiene indicators was at the heart of our research.

The results reported can be a source of data on the HCF assessed and help inform programmes seeking alternative approaches for low-income rural communities.

4.4 Methods

Setting

This paper assessed 68 health care facilities between July and August 2018. These HCFs are located in three sanitary districts and distributed as follows: 10% (7/68) located in Bokoro, 32% (22/68) in Moussoro, and 58% (39/68) in Mao (Figure 21). In these facilities, baseline WASH indicators were measured in July 2018 and the

suitability of its infrastructure to have an electro-chlorinator device (WATA™) installed was evaluated. The HCFs were identified with the help of UNICEF Chad.

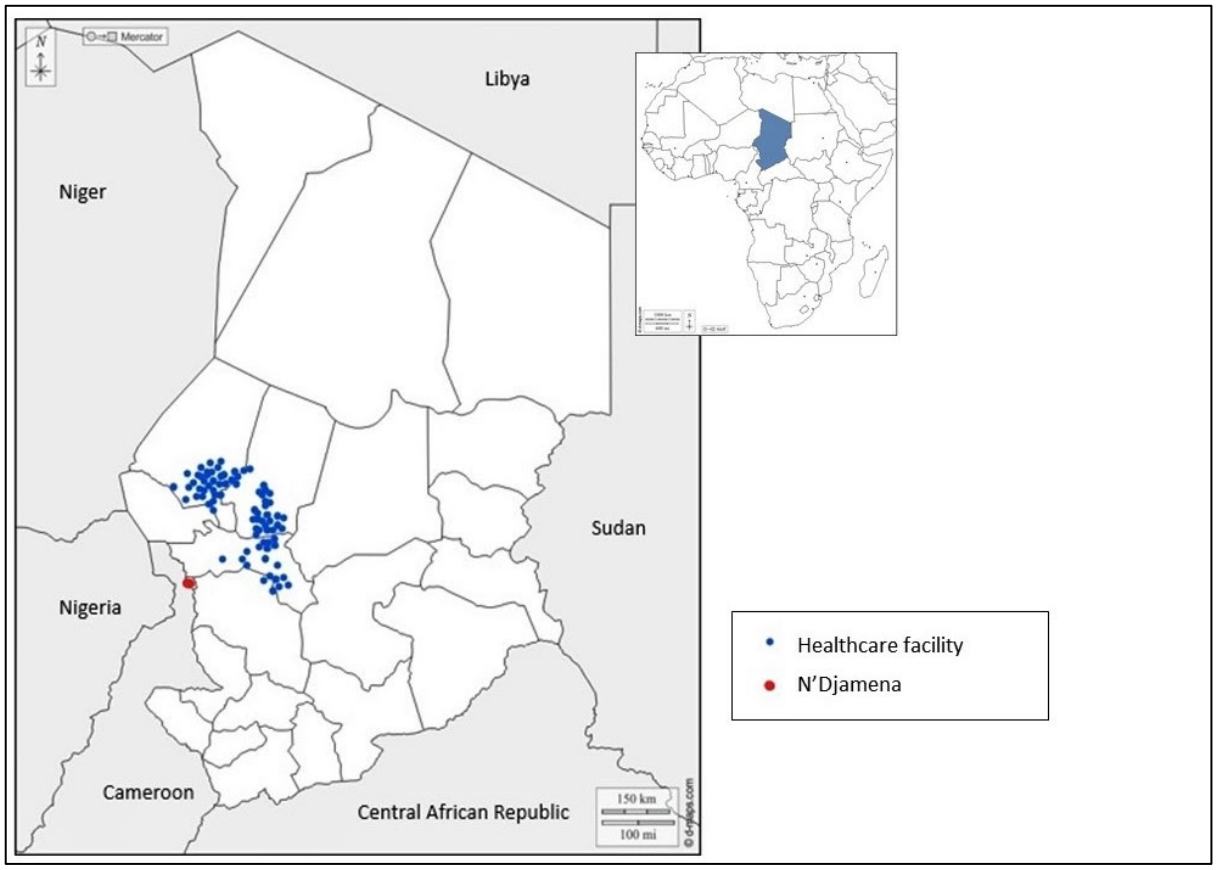


Figure 22. Location of Health Care Facilities (blue dots) & the capital (red dot).

Project design

The project time frame was 1) diagnosis, 2) installation followed by training, and finally 3) two follow-up periods. This study follows the before-and-after comparison design.

Diagnosis

The project used a data management platform called mWater to collect WASH indicators like the presence of latrines and water tanks, usage of chlorine for surface disinfection, and whether the water was analyzed/treated.

A baseline survey was conducted to assess the needs of HCFs as well as to better understand the main barriers to the use of chlorine to disinfect surfaces and water treatment.

The main requirements for the installation were the presence of two separate rooms to carry out the electrolysis: one room for the production of chlorine and another for the batteries and the control box. Furthermore, it was necessary to have someone in charge of the production. The room was also evaluated to see if it would be suitable for storing solar panels and equipment in a safe and secure environment. If the HCF did not fit the project's requirements, the center was replaced by a different one.

Installation

Electro-chlorinator devices were installed in all centers that met the requirements as well as the centers that were able to adapt their installations to fit the project's requirements. The choice of the device was in accordance with the size of the center. Training for the staff was also provided (Figure 22).



Figure 23. Photo of an electro-chlorinator device and a production room.

Description of the devices

Two types of devices, WATA™, were used in the programme. All of them produce sodium hypochlorite concentrated at 6 g/L:

I. WATA-Standard can produce 2 L of disinfectant within 2 hours, producing about 8L of disinfectant daily.
II. WATA-Plus produces 15L of disinfectant in 4 hours, producing up to 30L daily.

It is estimated that a WATA-Standard and WATA-Plus powered by a solar grid will last for 14 years, performing one cycle daily producing sodium hypochlorite at 0.14 dollars/L and 0.07 dollars/L respectively.

Training

More than one staff member from each HCF was trained in production, dilution, and sample collection techniques. This training allowed them to operate the devices, control the quality of chlorine batch produced, and learn about the conditioning of sodium hypochlorite.

Follow-up

Follow-ups were performed twice. The facilities were first revisited after five months, then eight months after the installation (July 2019 and November 2019). The facilities were revisited to evaluate if the WATA devices and solar kits were operating in good conditions, if the staff was successfully operating the devices, and if the center was independent in producing chlorine.

4.5 Results

Baseline assessment

Among the 68 health care facilities (HCFs) included in the diagnosis phase, 73%(50) had latrines, 67%(46) had water tanks, but only two performed water analysis. Almost all of the HCFs use chlorine for surface disinfection 95%(64), but only half use it for water treatment 50%(34) (Table 4).

Table 4. WASH indicators were collected in 68 HCF in Chad.

WASH indicators of the health care facilities (N=68)	
Presence of latrines	73%(50)
Usage of chlorine for surface disinfection	95%(64)

Perform water analysis	2.9%(2)
Perform water treatment	50%(34)
Presence of a water tank	67%(46)

The GPS localizations of the facilities studied is available in Supplementary Material 11.5 and the GPS localization of all facilities identified in the programme can be find in Supplementary Material 11.6. Product shortage was among the main barriers reported to chlorine usage 51%(35), followed by lack of staff training, and finally the "bad smell of chlorine" (Table 5). Only 12 centers reported not having problems with chlorine usage.

Table 5. Main barriers to chlorine usage

Main barriers concerning chlorine usage (N=68)	
Product shortage	51%(35)
Lack of training	39%(27)
Bad smell	12%(8)

Installation and monitoring

The diagnosis phase was performed in 68 Health Care Facilities (HCFs), but installation only took place in 67 HCFs because one of them couldn't comply with the installation requirements.

In the end, 67 electro-chlorinator devices were installed in rural Chad. Two models of the device were installed: 64 WATA-Standard and three WATA-Plus. During the first follow-up, five months after installation, 97%(65/67) of WATA devices and 89%(60/67) of solar kits were in good condition and operating. Sodium hypochlorite was daily produced in 61%(41/67) of health care facilities and up to three times a week in 31%(21/67) of them. Almost all operators, 97%(65/67), knew how to produce sodium hypochlorite and were fully trained. WATA devices were perceived as very useful by

91%(61/67) of health centers, and all of them (100%) were sufficient in chlorine production.

In the second follow-up, nine months after installation, only one WATA device was out of service, waiting to be replaced, and all solar kits were in good condition and operating. Although, since the installation, eleven repairs had been done. All operators knew how to produce sodium hypochlorite and all HCFs were producing sufficient quantities of chlorine.

4.6 Discussion

This study is part of a programme that assessed water sanitation and surface disinfection in 68 HCFs in rural Chad. We identified that chlorine shortage and lack of staff training faced by them in the regions of Bokoro, Moussoro, and Mao represent important setbacks in the control of healthcare-acquired infections and water treatment. The aim of the programme was to help those HCFs to become independent in the production of sodium hypochlorite.

The “bad smell” caused by chlorine was also mentioned in the survey during the diagnostic phase conducted to understand the main barriers concerning chlorine usage. Because 95% of facilities use chlorine for disinfection when it is available and only 50% of them perform water treatment, we assume that the “bad smell” is related to the use of high amount of chlorine in the process of water treatment by staff members. It was already reported in the literature that along with financial and time costs of usage, taste and smell are barriers to point-of-use water chlorination (66). Indeed, in Zambia, 32% of individuals that stopped using sodium hypochlorite reported that it was because of the smell (116). Another study conducted in Dhaka, Bangladesh, found that lower target doses for chlorine could potentially increase acceptability, usage, and demand for such products. Aversion to the taste or smell of chlorinated water can limit the use of chlorine treatment products (117). Therefore, staff training might play a pivotal role in water treatment as it is possible to find a threshold of chlorine dosage that improves acceptability by decreasing the “bad smell,” without compromising water quality. The programme was focused on staff training for local chlorine production and equipment maintenance, and the extensive training and follow-up were key elements to achieve success in chlorine production and usage. In

future interventions, attention must be made to water chlorination strategies to reinforce that sodium hypochlorite is also used for water treatment.

Before the implementation of the programme, the high incidence of chlorine shortage, reported in 35 out of 68 (51%) HCF, might have contributed to infection through contaminated water, hands, and medical equipment. In those conditions, HCFs become an infection hub, and patients seeking treatment fall ill, and potentially die, from healthcare-acquired infections. Cronk & Bartram (2018), using nationally representative data from six middle and low-income countries, found that only 2% of HCFs provide the combination of water, sanitation, hygiene, and waste management services. It was also found in the same study using a bigger number of countries that there are significant inequalities; HCFs in rural settings had significantly lower odds of having a basic water service as compared to HCFs in urban settings (114). Because Chad was not represented in this study, due to data unavailability, the estimates may be inaccurate but at the same time, they reflect a reality that we found in our programme: water tanks and latrines were not always available in HCFs and water analyses were rarely performed. Geographical conditions might explain the shortage of chlorine in the HCFs assessed as Chad ranks 5th among the largest countries in Africa, covering 1,284,000 km². Only 664 km of roads are permanently paved, while 1,609 km of roads remain unpaved. Communications between the different parts of the country are sometimes difficult, if not possible at all, for several months because flooding makes many of them impracticable. In addition, the supply of goods in provinces is often related to informal businesses. Often, the best ways to transport supplies are the two rivers of the country: the Chari and the Logone. These rivers constitute the country's main arteries but there are frequent problems of water levels between the dry season and the rainy season. Furthermore, during the dry season, these rivers are completely unavailable for navigation (118). Therefore we can assert that the countryside is difficult to reach and products that are not locally produced can easily become scarce.

The cost of supplying "environmental health" to HCFs are extremely important to budget for service delivery, but when it comes to low-income countries there is a lack of available data (119). Indeed, it was not possible to find another study in Chadian HCFs where we could compare the implementation of similar technology from installation through operations and maintenance. In Burkina Faso, a cost-benefit analysis allowed the comparison of the costs incurred by health care facilities buying

sodium dichlor-oisocyanurate tablets and those using electro-chlorinator devices. Globally, it was reported that WATA-Standard solar allowed savings of 2.66 euros daily with an estimated offset of investment after 381 days while WATA-plus solar saved the HCFs 13.31 euros daily with an investment offset after 254 days (1). In Mali, when produced in the hospital, 1 liter of bleach costs fourteen times cheaper than the product from the local market (115). Although important savings are reported, the possibility of local production in the case of Chadian HCFs is what seems to play a major role in the curb of hospital-acquired infections.

The literacy rate in Chad among those 15 years and over is of only 41.5% (118), so an important aspect when implementing a programme is adaptability to this context. The follow-up visits were also to check if operators were fully capable of producing the sodium hypochlorite as it is described in the procedures. With all of them able to comply, it's a technology that can be easily implemented in Rural Chad. In addition, 66 out of 67 of the devices were fully operating after nine months which indicates that the material can resist the meteorological conditions of the region. Furthermore, this success also underlines the importance of the strict requirements that HCFs need to meet before installation, like a room dedicated to the electrolysis and someone in charge of the production.

4.7 Conclusion

The installation of electro-chlorinator devices in Health Care Facilities (HCFs) in rural Chad and extensive staff training performed allowed those facilities to become self-sufficient in sodium hypochlorite production which can greatly contribute to the improvement of Water, Sanitation and Hygiene (WASH) indicators. HFCs will certainly use the chlorine for surface disinfection as it is a practice already implemented in the centers. However, the use for treating drinking water might not be as straightforward. Indeed, extra attention should be given in future programmes to other barriers beyond product availability that should be taken into consideration, such as the rejection by end users of drinking water that smells or tastes of chlorine.

CHAPTER 5. NOVEL WATER TREATMENT SYSTEM IN LOW-RESOURCE COMMUNITY.

This chapter is published as follows:

NOGUEIRA, R. C., NIGRO, M., VEUTHEY, J., THIOR, M. D. F., AMOUR, C. O. D. & VOILLAT, J. 2022. Novel water treatment system in a low-resource community. *Journal of Water & Health,* 20**,** 863-870.

Contribution to authorship: I'm the first author and was involved in the research grant proposal, protocol design, project management, data analysis, publication writing, and submission.

FOREWORD

The installation of boreholes equipped with handpumps, even if they are more than 30 minutes from a household, is considered a good strategy for improving resilience to drought (16). It is estimated that 26% of the global population relies on water collection on the premises (12). Therefore, the goal was to design a water treatment system adapted to local conditions to ensure safe drinking water with residual chlorine without significant infrastructure investments. In this scenario, contribution to community health improvement without the household-level burden of behavior change can be achieved.

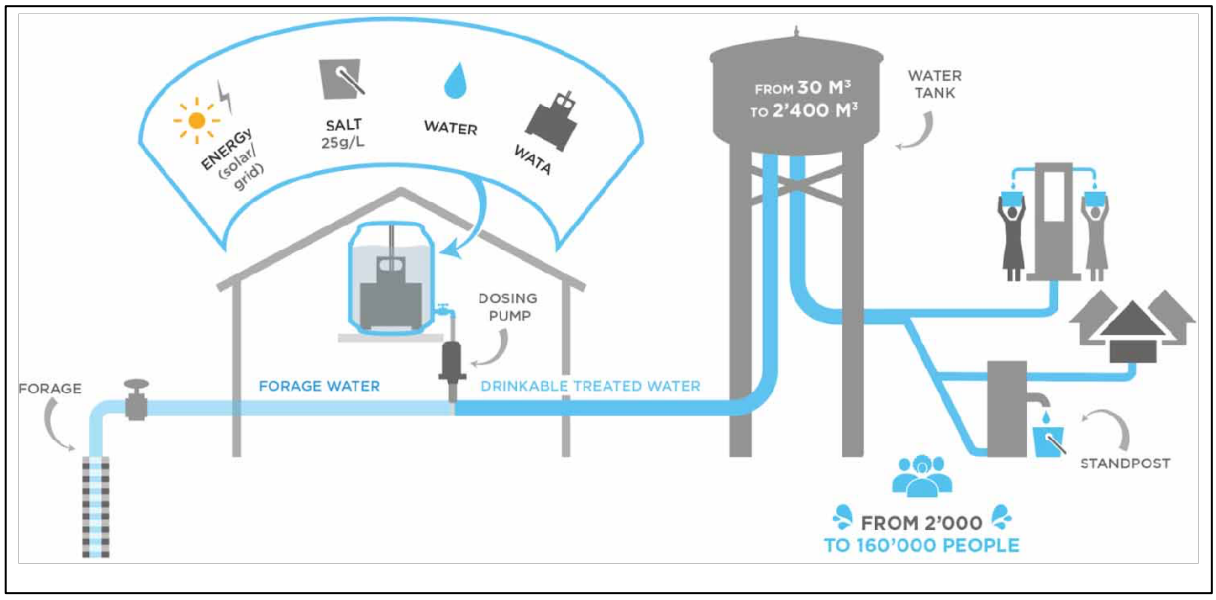


Figure 24. Adaptation of electro-chlorinators coupled to community water tanks.

Several prototypes were designed to produce chlorine locally and automatically inject it into the water tank (Figure 23). Although much can be forecasted, the conditions found in the field: the structure of installations, the source of water, and its quality, influence the strategy. Therefore, a local team able to make decisions and adapt the system is crucial to the success of the technology. It's teamwork, and all stakeholders need to bring their contributions.

Two research studies were conducted in the field. The first (Chapter 5), an innovation that allowed the local production of sodium hypochlorite and injection in 31 community water tanks in Benin, was evaluated. Residual chlorine was measured in the fountains. This study was performed between 2019 and 2021. The results were published in the Journal of Water Health in 2022 (3). In Congo (Chapter 6), we measured the impact of sodium hypochlorite local production and injection in water tanks going some steps further: Decentralized water systems serving up to 55.000 members (a larger network), quality control of water stored in households before and after the programme, and economic evaluation of installation. The research was conducted in 2021-2022 and published in 2024.

Implementing electro-chlorinator devices in water tanks in Benin and Congo provided communities with access to chlorinated water at the point of collection. The study in Benin can be considered a pilot study. Although the system was installed in several DWSs, the water networks were smaller, with fewer fountains. It proved the ability of electro-chlorinators to provide on-site sodium hypochlorite and chlorinated water in the fountain. In Congo, the DWS was more extensive and required several field adaptations. Water quality was measured throughout all networks until household storage. A socio-economic survey allowed a snapshot into both communities surrounding the DWS.

5.1 Background

In this pilot study, we designed a before-and-after comparison to evaluate an adapted low-cost technology in rural Benin (West Africa) that locally produces sodium hypochlorite and then injects it into the system.

The technology was field-tested in four locations in Benin and adapted according to German Cooperation and Development Agency (GIZ) and local operators' feedback. The system described in Figure 24 was adapted so that residual chlorine was present in the water from all taps following the country's specifications.

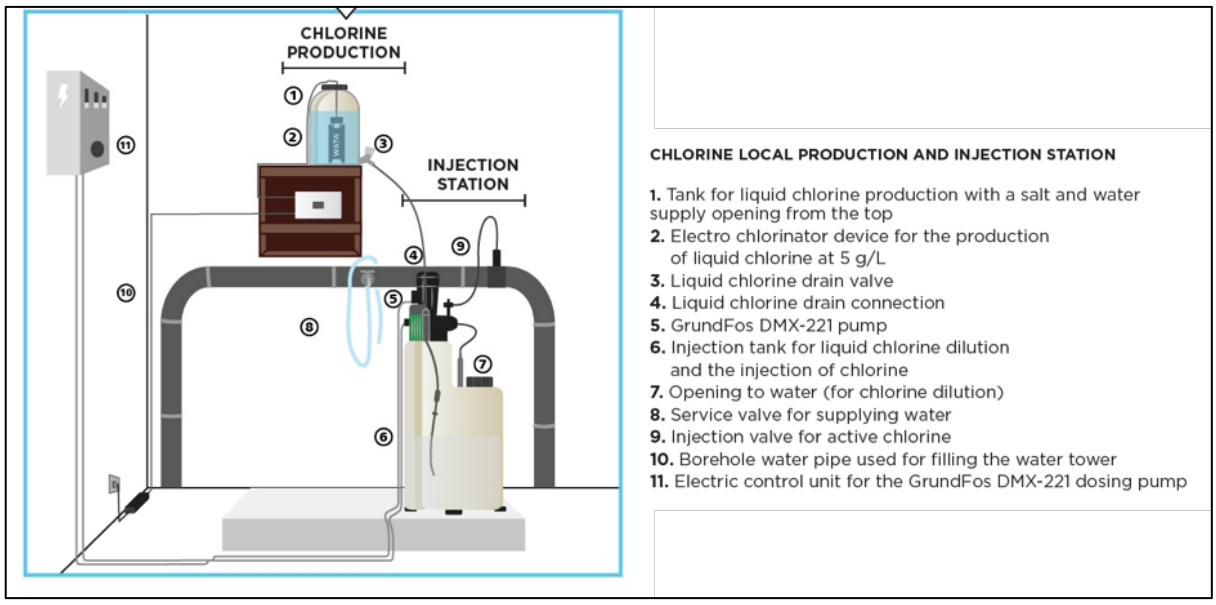


Figure 25. Chlorine production and injection station.

31 Water tanks in rural Benin received the installation of electro-chlorinators, WATA^{TM}, that produce liquid chlorine coupled into the dosing pump tank. We found that community-based chlorination interventions that provide locally produced chlorine at the collection point could be an effective and scalable strategy in low-income settings. To increase taste acceptability by the population, we were extra careful about the average residual chlorine level at the fountains.



Figure 26. Chlorination system in water tank station (A) and water fountain (B). Photo taken by Odilon Amour. Benin, 2020.

The success of the technology tested depends on the infrastructure of the water facility, while the programme depends on local community engagement and external funding. One of the limitations of this study design was that water quality was measured only at the fountain. We couldn't assess if the residual chlorine were sufficient to avoid recontamination during transport and storage. In areas living in hygienically critical conditions, safe water at the fountain might not mean safe water at home as well. The details of this study are described in the publication below.

Funding
The German Cooperation and Development Agency (GIZ) funded the project.

Conflict of interest statement
This research was conceptualized and analyzed by Antenna Foundation (a non-profit organization, in Switzerland, that aims to disseminate innovations that improve the essential needs of the world's most vulnerable populations) in partnership with Watalux SA (a private company also based in Switzerland that manufactures and distributes electro-chlorinators).

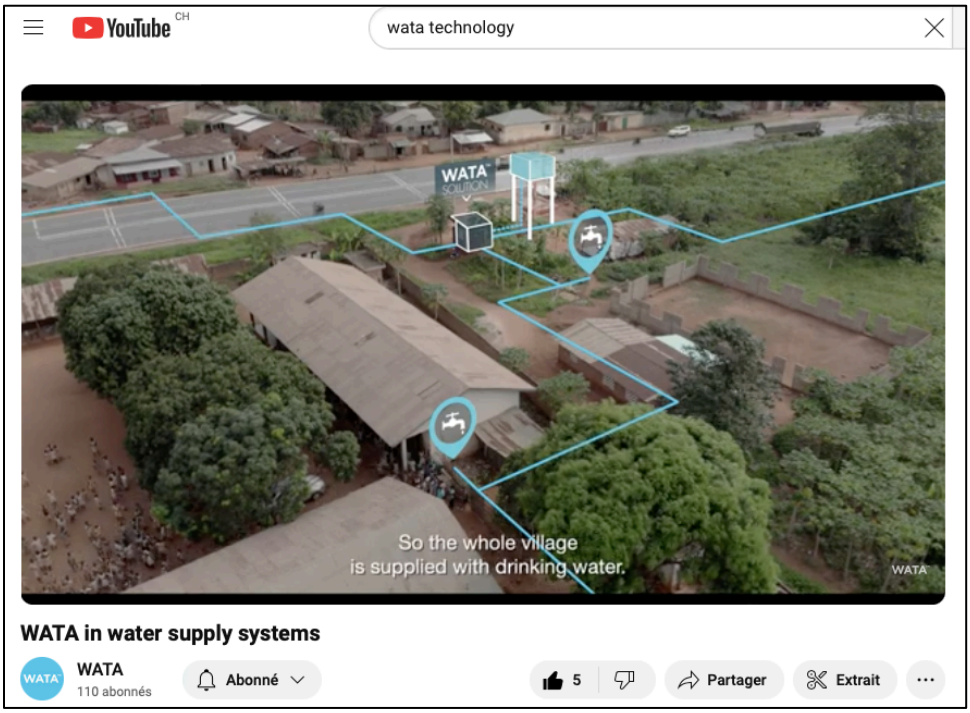


Figure 27. WATA in water supply systems. A video of the programme in Benin (https://www.youtube.com/watch?v=BieGZyb5QCU (120).

Highlights:

- Chlorine powder shortage was experienced by 52% of the 31 tanks inquired.
- 60% of water samples collected before chlorination had microbiological contamination.
- After installation, the average residual chlorine level was 0.29 ± 0.2mg/L.
- Infrastructural problems were present in 30% (9/31) of sites.

5.2 Abstract

BACKGROUND: This paper evaluates the performance of a low-cost technology in rural Benin (West Africa) that locally produces chlorine (sodium hypochlorite) then injects it into the community water tanks. METHODS: 31 Water tanks were selected in cooperation with local authorities to receive electro-chlorinator devices (WATA™). Water samples were tested at two points: before chlorination and at the most distant terminal after chlorination. Residual chlorine control tests and microbiology control were performed. Water samples that tested positive for the presence of microorganisms were taken to be analyzed at a laboratory when possible. RESULTS: The water provided to the community was not always chlorinated, and over half of the tanks lacked access to chlorine powder. Amongst the sites using the technology, 30% (9/31) of them had structural problems that prevented the existing system from performing adequately. Furthermore, 60% of the water samples collected before chlorination were positive for microbiological contamination. All samples collected from systems where proper chlorination was taking place tested negative for microbiological contamination. However, the water from six tanks presenting structural problems continued to be distributed to the population despite contamination. The average residual chlorine level analyzed at the most distant terminal fountain was 0.29 ± 0.2mg/L, which is within the country's reference level 0.1-0.8mg/L. CONCLUSION: The installation of water-chlorinator devices (WATA™) produces water without microbiological contamination and with chlorine levels within the WHO's recommended values. However, the success of the technology depends on the pre-existing structure of the water tank.

5.3 Introduction

In 2020, Eight out of ten people who lacked essential services lived in rural areas. Around half of them lived in developing countries, and over 380 million people still lacking drinking water services lived in sub-Saharan Africa. Globally, it is estimated that one in four people lacked safely managed drinking water which is defined as drinking water from an improved source that is accessible on premises, available when needed, and free from fecal and chemical contamination (36).

The demographic and health survey conducted in Benin between 2017-2018 found that the proportion of households with access to an improved water source is higher in urban areas (77%) than in rural areas (66%). More than a third of households (35%) get their water from a pump or borehole in rural areas and 17% from a public tap or fountain. Water is available on site for 20% of households in rural areas. In addition, for more than two out of five families (42%), the travel time to obtain drinking water is estimated at less than 30 minutes, but in 26% of cases, it exceeds 30 minutes. Overall, almost all households do not use any means to treat water (92%), whether in urban (91%) or rural (93%) areas (121).

Often communities in low-resource areas have few options to treat their water. There is a pressing need for technology adapted to an unreliable electricity supply that is easy to operate and independent of external resources. Electro chlorinator devices produce liquid chlorine from water, simple cooking salt, and electricity. This technology was previously tested in healthcare facilities in Burkina Faso (1), in rural Chad (2), and university hospitals (115) in Mali. It allowed access to sufficient sodium hypochlorite, which promoted compliance with hygiene practices and reduced the number of pathogenic germs on hospital surfaces. In a refugee settlement in Sudan, a decrease in waterborne diseases was observed after a centrally administered water treatment containing chlorine was added to intervention wells. They found that chlorination provided efficient and timely decontamination of the supplied water pumped from the ground into tanks and later distributed to the public (122).

We designed a before-and-after comparison study to evaluate an adapted low-cost technology in rural Benin (West Africa) that locally produces chlorine (sodium hypochlorite) then injects it into the system. Thirty-one water tanks from community-managed decentralized water systems were assessed, the quality of its water analyzed, and the feasibility of implanting this technology evaluated. In the present article, essential elements vital to ensure consistent and sustainable use of this type of intervention are discussed.

5.4 Methods

Study setting and period

In Benin, 31 water tanks were selected by the German Cooperation and Development Agency (GIZ) and local authorities to receive the implementation during November-

December 2020 of a novel technology conceptualized and prototyped in collaboration between WATALUX and Burex-3eA (Figure 27).



Figure 28. Locations where the devices were installed. Legend: AEV=Adduction d'eau villageoise (Village water supply).

The system

The technology was field-tested in Benin (four locations) and adapted according to GIZ's and local operators' feedback. We found that only the taps 10 meters from the chlorination room still had the residual chlorine following the WHO standard during this exploratory phase. The faucets at 1 and 2 km from the chlorination room didn't comply with the drinking water quality standards. The chlorine injected into the chlorination room was entirely absorbed on the delivery circuit (before the water tank) but was absent in the distribution circuit (after the water tank). The amount of active chlorine injected by the dosing pump into the network was insufficient for the treatment in the sites accessed. Therefore, the system later installed was adapted so that residual chlorine could be detected in all taps following the country's specifications.

The 31 water tanks were fitted with a GRUNDFOS dosing pump. So, in parallel, the electro chlorinators, WATA™, that produce liquid chlorine were coupled into the dosing pump tank. The on-site electrochlorination system (Figure 28) is composed by two main parts : chlorine liquid production with water, salt, electricity and WATA

electrolyzer (2) in tank (1) and chlorine dosing and injection station with an electrical dosing pump (5), a storage tank for chlorine solution and an injection valve (9) connected to the main water pipe. First, a 8L salty water at 25g/L is prepared in tank (1). The WATA-Standard (2) was then operated by switching on the power supply. After 6 hours, concentrated chlorine solution was produced in the tank (1). This chlorine solution is transferred by gravity to the storage and injection tank (6). Chlorine is then available 24h/24h for water treatment. The dosing pump (5) is settled to take the exact amount of chlorine needed and inject it to the water. The devices installed were all WATA-standard models. They produce 2L of sodium hypochlorite with a concentration of 5g/L in 2 hours, thus producing about 8L of disinfectant daily. This amount is sufficient to treat up to 25,000L of water with residual chlorine of 1.5mg/L.

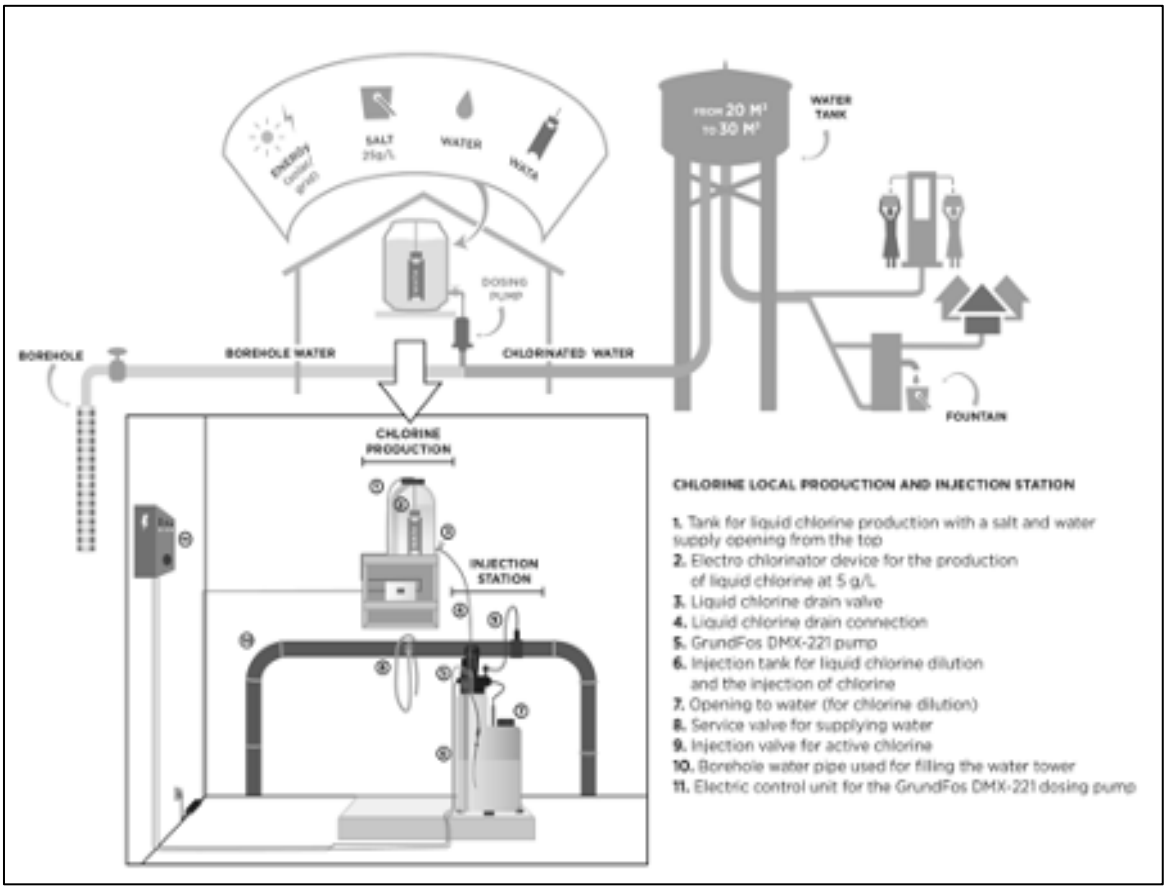


Figure 29. Chlorine production coupled into the dosing pump tank.

Data collection

The baseline survey and water test (microbiology), installation, and water control (microbiology and residual chlorine) happened in November-December 2020. A Follow-up visit occurred six months later, in May 2021.

Baseline

The project used a data management platform called mWater to collect data (123). Before implementing the new technology, a questionnaire was applied to assess the challenges operators faced regarding chlorine availability. Before installation, a water sample from the raw borehole was collected to investigate the presence of microbiological contamination. This procedure was performed in all water stations, 31 sites in total. The samples were collected with a sterile recipient and immediately tested using the portable test described below. Ethics review was not required as we collected routine data amid an ongoing water supply intervention.

After installation

The installation was performed throughout the day; two water samples were collected using the procedure described above for analysis at the point furthest from the chlorination room. We tested the microbiological contamination and quantified the residual chlorine. This procedure was performed in all water tank stations after installation.

6 months after installation

31 Water tank stations were visited during the follow-up visit. Water samples from three different locations where the raw borehole was positive for microbiological contamination were sent to a laboratory in the capital city, Cotonou, to be analyzed. A satisfaction survey was also performed in those stations to evaluate if they were performant and if the technology implemented was satisfying expectations.

Analysis performed

Portable Microbiological Test (self-test)

A portable test developed by GIZ in the field allows visual determination of water quality (124). The kit was acquired at Food and Water Quality Control Laboratory (LCQEA), located within the Departmental Directorate of Health (DDS) of the Littoral

in Placodji (Republic of Benin), and samples were collected and incubated for three days, according to the manufacturer's manual. After incubation, results were classified as positive or negative for microbiological contamination.

Residual Chlorine Control Test

Residual chlorine was measured with Pocket Colorimeter (Hanna checker HI701, Hanna Instruments, France). This pocket colorimeter measures free and total chlorine between 0.00 and 2.5 ppm with an accuracy of ±0.03mg/L. It also uses an EPA-approved DPD method. It has a large, easy-to-read LCD display and is extremely simple.

Laboratory Microbiological Test

The water samples were collected in a 500ml whirl-pak® sampling bag (Thermo fisher) for microbiological analysis. The water samples were stored at a cold temperature (in a cooler) and then taken to the laboratory. The analyses were carried out at the Food and Water Quality Control Laboratory (LCQEA), located within the Departmental Directorate of Health (DDS) of the Littoral in Placodji (Republic of Benin). According to the accredited laboratory source, the techniques applied for the water analysis were as follows: *Escherichia coli* and *Thermotolerant coliforms* (CFU/100mL): NFV-08-05. Rapid-E Coli Agar (24h at 44℃); Suspected Coliforms (CFU/100mL): NFV-08-05. Rapid-E Coli Agar (24h at 37℃); Salmonella and Shigella (CFU/100mL): ISO 19250: 2010. Salmonella and Shigella Agar (24h-48h at 37℃) and Fecal enterococci (CFU/100mL): NFT 90416 – SLANETZ and BARTLEY Agar (24h at 37℃).

5.5 Results

The 31 water tanks were distributed in 19 villages located in seven different departments (Alibori, Atacora, Atlantique, Couffo, Donga, Mono, and Plateau). The volume of each water tank was between 20 and 30 cubic meters. Around 130,000 people used these facilities regularly in 2020.

Before the electro-chlorinator devices (WATA™) coupled into the dosing pump were installed, the water provided was not always chlorinated, and 16 out of 31 (52%) tanks lacked access to chlorine powder, which was one of the biggest challenges in disinfecting water. Our survey shows that this is traditionally mainly because of

logistics (81%) and cost issues (19%). One water tank didn't use chlorine, and 14 reported not having problems acquiring chlorine powder.

After installation, amongst the sites using the novel technology, 30% (9/31) of them had infrastructural problems like lack of water (2), faulty dosing pump (6), and lack of electricity (1) that prevented the system from performing. Furthermore, the portable test revealed that (18/30) 60% of groundwater samples collected from the borehole before chlorination were positive for microbiological contamination. The laboratory analysis confirmed the contamination of three samples from groundwater collected from the Atlantique department (Pahou and Houegbo communities) and the Mono department (community of Athiémé) with high levels of common germs but also with thermotolerant coliforms (Table 6). The other sites were too far from the laboratory, so the water samples from the borehole (baseline) and after chlorination were tested for microbiological contamination with the portable test.

Table 6. Microbiological analysis results for samples collected at the borehole.

Analysis performed	Water before chlorination (borehole)		
	Site 1	Site 2	Site 3
Common germs per 1 mL of CFU	65	70	40
Suspected Coliforms (CFU/100mL)	25	10	8
Thermotolerant coliforms (CFU/100mL)	22	7	7
Escherichia coli (CFU/100 mL)	0	0	0
Faecal enterococci (CFU/100 mL)	0	3	0
Salmonella (CFU/100 mL)	0	0	0

After the installation of the WATA™ technology, all samples collected from functioning systems were negative for microbiological contamination. The samples from systems presenting infrastructural problems maintained the microbial contamination as chlorination was impossible. Therefore, the water from six tanks presenting infrastructural problems continued to be distributed to the population despite testing positive for microbial contamination. The lack of electricity and faulty dosing pump

prevented the production and distribution of sodium hypochlorite even if the WATA™ device was in complete working condition. Residual chlorine was analyzed in water samples from performant facilities, i.e., 22 water tanks. The average residual chlorine level analyzed at the most distant terminal fountain was 0.29 ± 0.2mg/L, which is within the country's reference level 0,1-0,8mg/L. Chlorine residual values varied between 0.11-0.78mg/L.

Six months after installation, we conducted a follow-up visit to all 31 sites, and only 15 out of 31 systems were perfectly performing. Among the nine sites with infrastructure problems during the installation, only one was fully performant during the follow-up because the previous problem was a lack of water. The main reason was a faulty dosing pump.

5.6 Discussion

Our findings suggest that community-based chlorination interventions that provide locally produced chlorine at the collection point could be an effective and scalable strategy in low-income settings. All samples collected from functioning systems were negative for microbiological contamination and had chlorine residual values within the country's reference level. Systems that require minimal behavior change for users and are economically viable can be great alternatives to achieving global progress towards Sustainable Development Goal 6.1. But, automation of the system was only possible if there was robust infrastructure and dedicated staff on site.

The fact that roughly half of the tanks faced a lack of access to chlorine powder and that 60% of water samples collected before chlorination were positive for microbiological contamination is in accordance with what is found in the literature. It is estimated that 1 billion people accessing improved water sources receive water that does not meet international standards for safety (24). In Benin, this is even more worrisome because almost all households do not use any means to treat water (121). Approximately 11% of primary roads in Benin are paved, and they are mostly in the southern region and the main towns. Muddy roads often become impassable during the rainy season, which explains the main issue, logistics, to acquire chlorine in rural areas.

The long distances and challenging road conditions often prevented us from reaching a laboratory within 24 hours from the water tanks' locations, which is why only three borehole water samples were tested in the laboratory accredited by the government. The substantial germ pollution found in our samples follows what was reported in a water quality study in artesian boreholes in Dogbo Ahomey in the district of Tota, municipality of Dogbo in Benin. Their hypothesis for the high rate of microbial contamination in the various sites investigated was poor protection of these boreholes (29). Although the borehole water quality is found to be better than the water from other sources like drilling, rainwater, and surface water, as described in a study on the microbiological quality of drinking water in the Ahomadégbé district (125), it might still not be compliant with WHO standards with the presence of presumed *coliforms* and *thermotolerant coliforms* as observed in our samples.

Households in rural areas living in hygienically critical conditions often introduce fecal contamination into drinking water during transportation and storage (27, 29). That's why residual chlorine is vital in water at the community level to avoid water recontamination following the immersion of unclean fingers or storage in a dirty container. Furthermore, a recent meta-analysis examining many possible links between climate change, WASH factors, and cholera transmission found that chlorination showed lower odds of cholera transmission (OR 0.47; 95%CI 0.23–0.98). Instead, drinking untreated water was shown to have higher odds of cholera transmission (OR 2.8; 95%CI 1.82–4.29)(126). Indicating that relationships between climate change dynamics, WASH factors, and cholera transmission are essential to consider soon. Nevertheless, attention must be made when introducing new habits, and poor product acceptance by local populations may be challenging to overcome. In a recent study conducted in urban Bangladesh, it was reported that a low chlorine residual (<0.5ppm) in treated water increased the taste acceptability of chlorinated drinking water while still reducing the risk of diarrhea (93). After installing the electro-chlorinator devices, the average residual chlorine level analyzed at the most distant terminal fountains, 0.29 ± 0.2mg/L, is below this value.

Limitations of the study

30% (9/31) of the sites from our study presented infrastructure problems, which was a severe limitation. Non-functional rural water supplies are a significant obstacle in low-

income countries, thus preventing safe water for all Sustainable Development Goal achievement. In a recent review of statistics for hand pump water supplies in sub-Saharan Africa, it was found that approximately one in four hand pumps is non-functional, which in 2015 was broadly equivalent to 175,000 water points in a state of disrepair (17). The data collection and analysis happened in November-December 2020, the dry season in Benin. If data collection were performed in the wet season, perhaps we would identify a percentage higher than 60% of microbial contamination from the water collected in the borehole.

5.7 Conclusion

In the water tank sites that we studied in remote communities of Benin, the significant challenges to water treatment were 1) the cost and logistics of acquiring chlorine tablets and 2) infrastructure problems. The installation of water-chlorinator devices (WATA™) to produce chlorine locally to be dispensed into the system can effectively eliminate many traditional setbacks and produce water without microbiological contamination and with chlorine levels within the WHO's recommended values. The system installed might be an alternative decentralized water treatment method with good acceptability by the local population. However, the success of the technology tested depends on the infrastructure of the water facility.

CHAPTER 6. DECENTRALIZED WATER SYSTEMS - CONGO.

This chapter is published as follows:

NOGUEIRA, R. C., MENNEGUERRE, M. A., FAM THIOR, M. D., MIALA, T., MESU, A. & PROD'HOMME, F. 2024. The contribution of decentralized water systems on water quality in Maniema province, DRC. *International Journal of Environmental Health Research*, 1-14.

Contribution to authorship: I'm the first author involved in the research grant proposal, protocol design, project management, data analysis, publication writing, and submission.

6.1 Background

In Benin, a pilot study was conducted to investigate a system that could inject sodium hypochlorite produced by electro-chlorinators into the water tank. The chlorination provided efficient and timely decontamination at the distribution point (fountains). In Congo, two Decentralized Water Systems (DWS) in Maniema province were renovated and received the installation of electro-chlorinator devices. This time, the presence of free residual chlorine (FRC) and *E. coli* as indicators for fecal contamination in the water at the borehole, treatment site, various distribution points in the network, and in the containers of selected households were assessed. A socio-economic and feasibility study was also performed to evaluate the technology's adequacy.

Without DWS structure, the population collects water in the nearest "miloba" or other unimproved sources, as demonstrated in Figure 29.



Figure 30. Examples of "miloba" in Kindu city, DRC. Photo taken by Antoine Mesu, 2022.

Our findings show that the technology was operationally feasible, with operators adopting it and proper chlorine levels effectively preventing microbiological contamination in households for 12 hours. However, the system's long-term sustainability should be assessed and would require new measures. The details of this study are described below.

Ethical considerations

Ethical clearance was obtained from the school of public health of Kinshasa University and Eawag in Switzerland. Community consent was obtained from the respective community leaders. Oral consent was given by participants and they were informed to have the full right not to participate.

6.2 Abstract

Decentralized water systems (DWS) distribute water in remote African areas. Throughout an intervention in Maniema, Congo, the influence of a DWS performing chlorination in the community's water quality was measured. Additionally, a socio-economic and WASH practices survey was conducted in the communities. Free residual chlorine (FRC) and microbiological contamination were measured; at the borehole, treatment site, distribution points, and households's water containers. In Big Five, water was collected from unimproved sources before DWS construction. Despite that, only 16,6% of households used efficient water treatment methods, resulting in

73% of water stored unsafe for consumption. After construction, household water quality drastically improved, regardless of FRC fluctuations; 93% of samples were classified as low health risk (safe). The renovation guaranteed continuous supply through electro-chlorinators in RVA, where chlorination was intermittent. Water from DWS with adequate chlorine levels prevented microbiological contamination in households for 12 hours. Although economically attractive, the system's sustainability will require future evaluation.

Keywords: groundwater; water supply, electrochlorination, drinking water, Africa, descentralized water systems.

6.3 Introduction

The Democratic Republic of the Congo (DRC) is the largest country in Sub-Saharian Africa, with 2.34 million km2 of land and about 90 million inhabitants. Despite the potential of its rich freshwater resources, not even half of the DRC's population has access to clean drinking water. 16% of the rural population uses surface water as a drinking water source (127, 128).

Decentralized water treatment and supply systems (DWS), are found in peri-urban areas and rural towns throughout Africa due to the lack of centralized drinking water supply (48). These systems can be private or community-managed where the state is unable to provide drinking water to the population (129). In peri-urban districts of Kinshasa, a model of professional community management, the Associations of Users of Drinking Water Networks (ASUREP), was established in 2005. The installation of these community operated water supply systems is often financed by non-profit organizations, while operating expenses are covered by water sales (130). The systems serve areas that are not covered by the public water network in DRC. The ASUREP model is now present in the whole country, including rural areas. The systems generally provide water from an improved source, but water is not systematically treated. If chlorination is provided, the regularity of the treatment depends on the local availability of calcium hypochlorite, logistics, and price. The lack of regular water treatment and irregular provision of residual disinfectant increases the risk of microbiological contamination in the drinking water provided.

It is estimated that 1 billion people worldwide consume drinking water fecally contaminated coming from technically “improved” water facilities (26). In sub-rural neighborhoods of Kinshasa, DRC, the concentration of E. coli in shallow wells during the wet season increased by 2–3 orders of magnitude compared to those measured during the dry season (131). In rural areas, the water is often more contaminated than in urban areas, with Africa and South-East Asia suffering more than other continents (81). An additional challenge is that under hygienically challenging conditions, water often is subject to recontamination during transport and storage even if the quality of the water has been good at the point of collection (27, 29). In stored water, a minimum chlorine concentration of 0.2 mg/L should remain to prevent recontamination (36). The reaction of chlorine with water depends on the conditions found in the field, such as temperature, organic matter content, exposure to ultraviolet light, and storage conditions (132). When chlorination at the DWS is adequately practiced, it allows a dose of disinfectant at the most distant fountain that guarantees drinking water on site. However, safe water at the point of collection does not mean safe water at home (133). In a previous pilot study, chlorination provided efficient and timely decontamination at the point of distribution. Locally produced Sodium hypochlorite was automatically injected into water tank stations in rural Benin to treat the borehole water. The concentration of free residual chlorine was 0.29 ± 0.2mg/L at the most distant point of distribution (3). The current publication aim to assess the presence of free residual chlorine (FRC) and *E. coli* as indicator for faecal contamination throughout a larger DWS until household. Therefore, water at the borehole, the treatment site with water tanks up to 4 times bigger, various distribution points in the network, and the water container of selected households were analysed in two sites from Maniema province DRC. In addition, a socio-economic and feasibility study were performed to evaluate the adequacy of the technology implemented in both communities.

6.4 Materials and methods

An impact measurement study was conducted in Maniema province, DRC, to assess the influence of a DWS performing chlorination in the Kasuku and Mikelenge community.

Study area

Maniema is one of the 26 DRC provinces. It consists of the city of Kindu and seven territories: Punia, Pangi, Lubutu, Kibombo, Kasongo, Kailo, and Kabambare. The city of Kindu comprises the communes of Alunguli, Kasuku, and Mikelenge (134). The study was implemented in two water supply schemes: The RVA DWS is located in the Basoko neighborhood, Kasuku commune (Supplementary material 11.7). In May 2022, it had 14 fountains serving around 10.500 people. The Big five DWS is located in Mikelenge commune and had 55 fountains serving over 56.000 people (Figure 30).

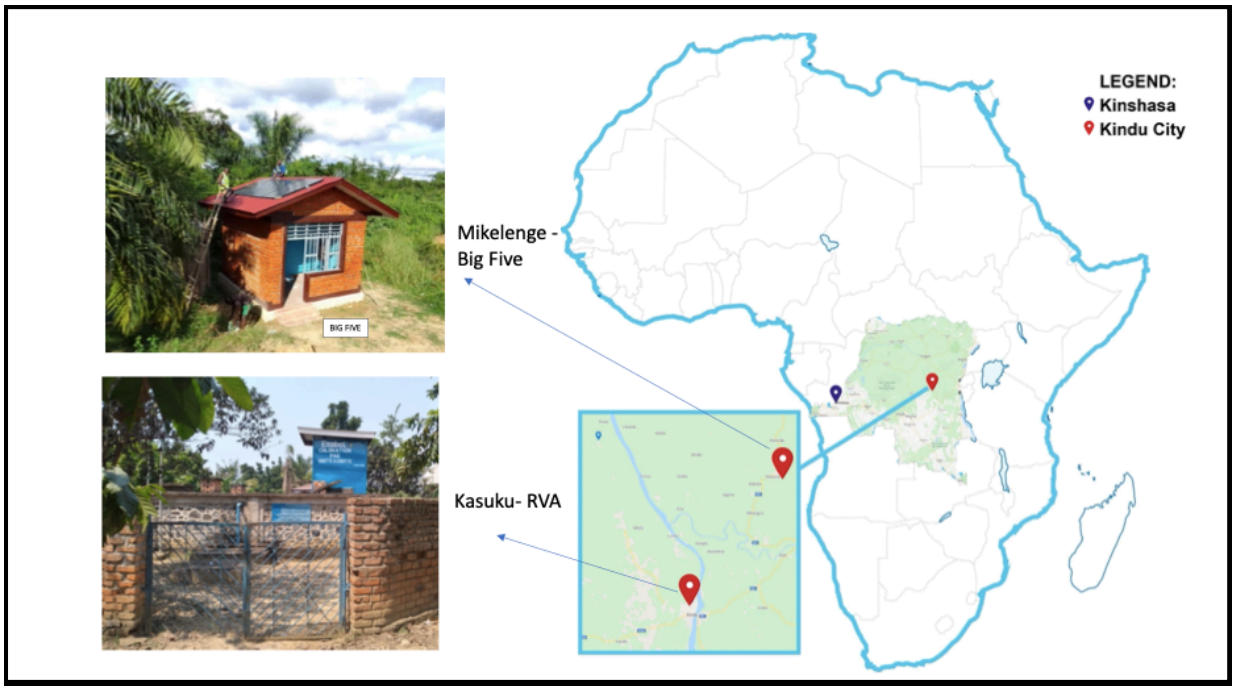


Figure 31. Water networks from Kindu city, RDC.

Study design

In March 2018, a socio-economic survey related to housing, hygiene, and sanitation; was performed in the study area.

During May and June 2022, a before-and-after intervention study on the water quality of the Big five DWS neigbourhood was performed (Figure 31).

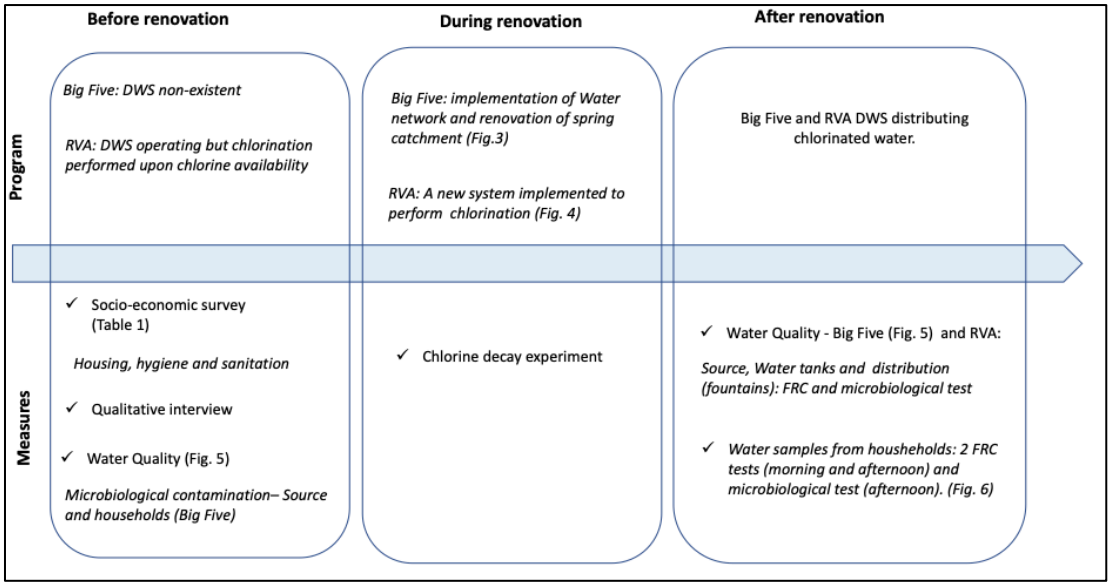


Figure 32. Study design: Before, during and after intervention.

This water network underwent a major renovation on the spring catchment and implementation of water network (Figure 32). The population from this area was collecting water elsewhere. Total coliform counts and residual chlorine measures were the primary sources of quantitative input to evaluate the intervention at the collection point and the water stored in the households. The qualitative interviews at the household level were designed to draw an overview of the population using ASUREP services living in the targeted neighborhoods of the project intervention areas. Area residents willing to participate in the survey was the only inclusion criteria. The interviews were performed before the intervention. Their source of water, perceptions of drinking water quality, time employed in the collection process, storage, and if they apply any treatment to eliminate contamination were topics covered in this survey applied to residents around the RVA and the Big five DWS in May 2022.

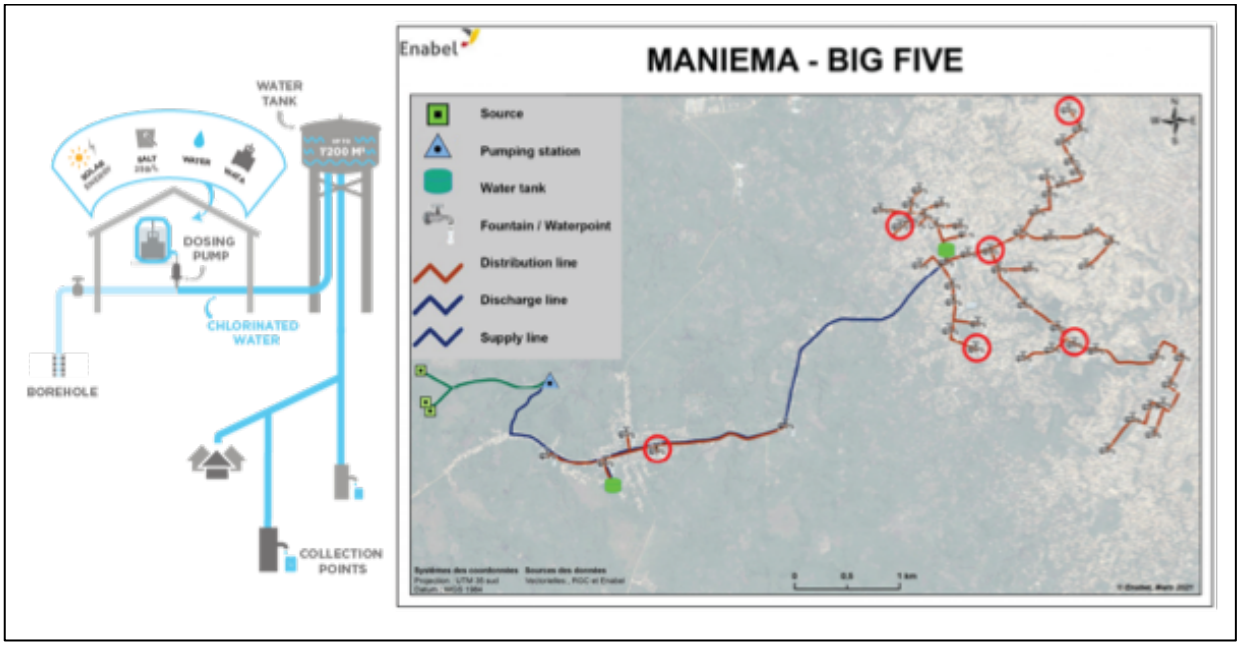


Figure 33. Water network station and fountains selected. Big Five, Kindu City, DRC.

The RVA water network was operating before the intervention, and chlorination was performed according to chlorine availability on the market. A new system was designed to capture spring water, perform chlorination (with locally produced chlorine) and distribute it to the fountains who received 2 additional tapstands (Figure 33). Water quality (residual chlorine and microbiological analysis) was measured after the intervention.

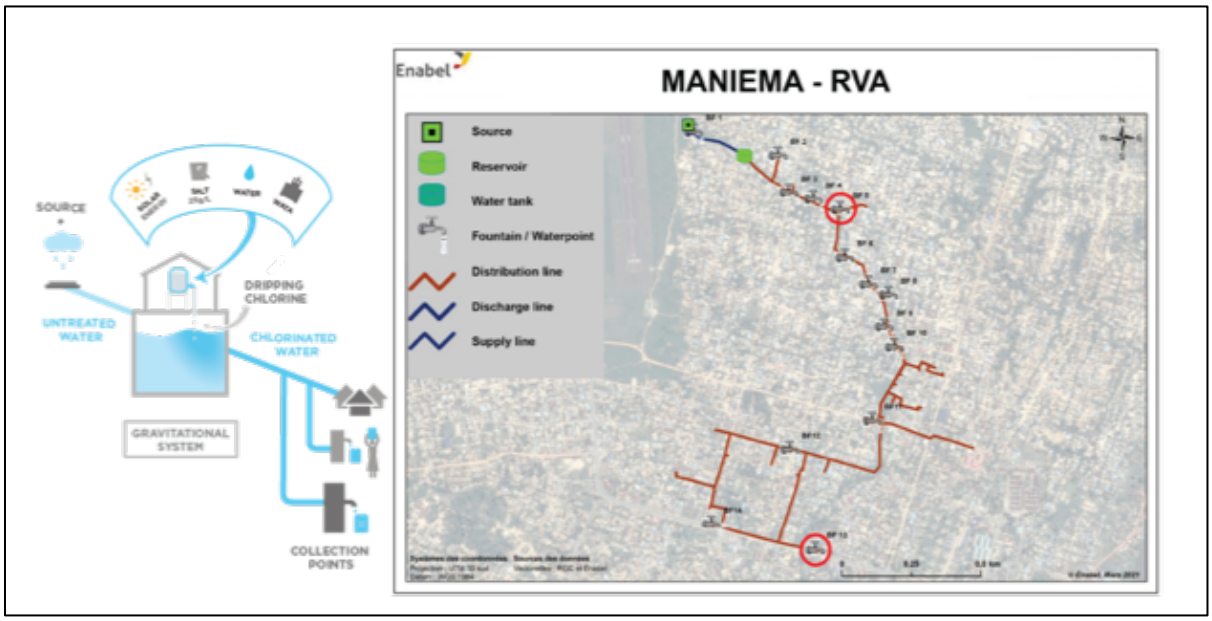


Figure 34. Water network and fountains selected. RVA in Kindu city, DRC.

Study population

Socio-economic status in 2018

The sample selection followed the binomial distribution of BERNOULLI formula (n = t2 * p * (1-p) / m2). Using the following criteria:
n: Minimum sample size to obtain significant results
t: Confidence level (confidence level of 95, therefore1.96)
p: proportion of the population served with water by ASUREPs
m: Margin of error (set to 5)

The water networks' served and not served population was taken as variables. Therefore in 2018, 262 households using the Big five DWS and 200 homes using the RVA DWS participated in the survey.

Before Intervention

A 22-question survey was applied in the water network community in May 2022, a month before installation. The intervention budget allowed a random selection of 34 households in RVA and 102 households in the Big five. A local team collected data

recording geographic positioning system (GPS) using the GPS Tracks app for the iPad. Coordinates of households interviewed were matched to survey responses and water samples collected.In the Big five DWS, 17 households around the fountains: number 4, 13, 20, 25, 34, and 39 were randomly selected to participate in the survey, 102 households in total (Figure 32 right). Fountains near, mid-distant, and far from the water tank were selected to offer a comprehensive sampling of the water network. The GPS location of those fountains is described in Supplementary Material 6.

Each household was identified by its name, telephone number and GPS address. Each one of them received a unique identification number allowing to match water samples before and after intervention. After the interview, the water stored in their house was tested in the morning and afternoon for microbiological contamination; a total of 204 samples. Water quality from the Big five source was also tested: 2 sources, 3 times a day for 4 days; 24 samples. Because there was no piped system (DWS) in place before the intervention in Big five, the water source tested was the source where households collected water. In RVA, there was no water test before the intervention. Only the qualitative interview was conducted (Figure 33).

Intervention

The electro chlorinators that produce liquid chlorine coupled into the dosing pump tank were field-tested in Benin. The on-site electrochlorination system is composed of two main parts: chlorine liquid production with water, salt, electricity, and electrolyzer (acquired from WATA^{TM}) and chlorine dosing and injection station with a proportional dosing pump and an injection connected to the main water pipe (3).

In the Big Five water network (Figure 32), the water pumped from the borehole is chlorinated with locally produced sodium hypochlorite. While in Benin the water tanks have 20-30 m3 water capacity, in Congo there are two water tanks 4 times this size and 55 fountains where the population collects water. Therefore, a considerably larger scale.

In the RVA water network, 17 households collecting water from fountain 5 (close to the water tank) and 17 collecting water from fountain 13 (distant to the water tank) were randomly selected for the survey (Figure 33 right). The GPS location of those fountains is described in Supplementary material 6.

On a spring catchment like in the RVA's water source with continuous supply, chlorinating in the tank only once per day is not satisfactory as noted in previous

essays. Therefore, it is necessary to continuously chlorinate in accordance with the catchment's flow rate during ASUREP's opening hours. For this purpose, a drip device was developed allowing continuous injection without pressure and complex automation. It consists of a small tank filled with chlorine solution where the flow is regulated by a simple tap, with a flexible hose attached to the supply pipe (Figure 33). The correct chlorine flow is adjusted empirically by adding successive doses until the desired FRC level is achieved.

After Intervention

After the intervention in the Big Five DWS, a water control procedure in the same 102 houses visited before intervention was performed. The procedure consisted of FRC tests in the morning and afternoon with the water collected from the fountain. A microbiological contamination test was performed with the water stored in the container in the afternoon (102 samples). Therefore, the quality of stored water during the day was measured through: 2 FRC tests (morning and afternoon – 204 samples) and one microbiological test (afternoon- 102 samples). The time difference between water collected from the fountain and measurement in the household is estimated to be about 2-4 h in morning and 10-12 h in the afternoon. In addition, the water from the renovated borehole and fountains was tested.
The same procedure used in the Big five DWS to collect water samples was applied in RVA community (description below). But, in this case, there were 2 fountains selected. In total, 34 houses were monitored yelding a 2 FRC tests (morning and afternoon – 68 samples) and one microbiological test (afternoon- 43 samples). In addition, the water from the borehole and 2 fountains was tested.

Determination of chlorine demand

To determine the chlorine demand of the two water sources in the project and adjust dosage to a FRC value of 0.2 mg/L, Water from the borehole was chlorinated in different concentrations and stored in clean and covered containers. During 34h, water samples were collected every 6-8 hours and FRC concentration measured.

Measurement of *Escherichia coli*

A 100-mL water sample was collected for a Compartment Bag Test (CBT) (Aquagenx, Chapel Hill, NC, USA) to determine the most probable number (MPN) of E. coli through a simple colour comparison following 2 days incubation of the sample. The Aquagenx CBT is a rapid field test that can be conducted onsite at the water supply with minimal training and human capacity. In summary, the hands were washed using water and soap or hydroalcoholic gel. Following that, water was collected either from the tap (if available) or using an intermediate clean container. The CBTs were processed immediately according to the manufacturer's instructions (Supplementary material 11.8).

According to the manufacturer's table, water was quantified with an upper 95% confidence level/100 mL and classified as Low risk/safe (0 MPN/100 mL), intermediate risk/probably safe (1-3.7 MPN/100 mL), intermediate risk/ possibly safe (3.1-9.6), high risk/ possibly unsafe (13.6-17.1 MPN/100 mL), high risk/probably unsafe (32.6-48.3 MPN/100 mL) and unsafe (over 100 MPN/100 mL). A priority assessment classification based on the observed E. coli concentration (MPN counts/100 mL): Low Risk [0,1); Intermediate Risk [1,10); High Risk [10,100); and Very High Risk [100,þ∞) (12) allowed a more descriptive water quality results across different sources (Figure 34).



Figure 35. Chlorolimetric analysis for the detection of the bacteria *Escherichia coli*. (A) safe - (0 MPN/100ml), (B) intermediate risk (3.4 MPN/100 ml) and (C) Unsafe (over 100 MPN/100 ml).

Measurement of Chlorine

Residual chlorine was measured using a Pocket Colorimeter (Hanna checker HI701, Hanna Instruments, France). This pocket colorimeter measures free and total chlorine between 0.00 and 2.5 ppm with an accuracy of ±0.03mg/L. It also uses an Environmental Protection Agency (EPA)-approved N,N-diethyl-p-phenylenediamine (DPD) method. The average of FRC and standard deviation were calculated for each data set.

Economic calculations

Although not officially available in the Kindu region, HTH (calcium Hypochlorite powder) can be purchased sometimes in the dark market. The costs of producing chlorine locally (with electro-chlorinators) versus chlorine production with HTH were calculated using the following assumptions:

1) Chlorine needs estimation per site based on 0.2 mg/L of free residual chlorine at water point collection. An equivalent amount of HTH to ensure the same chlorine concentration and production of chlorine with WATA devices was calculated.
2) The chlorine production costs with HTH, including purchasing HTH powder and human resources for preparing chlorine solution. For chlorine production with WATA devices, salt costs, human resources costs, and amortization of investment needed in the first year were included.
3) The estimated product life of WATA devices is 9 years. The kind of devices used is different between the two sites as it is a WATA-Plus for RVA network and a Maxi-WATA for Big five network.

6.5 Results

Socio-economic survey and WASH practices of the study population

In 2018, a survey on socio-economic status was applied to 262 households collecting water from the Big five and 200 households using RVA water networks located in Kindu city. The community surrounding RVA was found to be more economically favored than the community surrounding Big five regarding housing structure, sanitation, and education level. When asked about water treatment methods, only

38,8% (90/232) of households in the Big five (Mikelenge) and 52,5% (105/200) of households in RVA reported knowing about it.

The average number of people living in the same houses surrounding RVA (8,8) and the Big five (9,7) exceeds the national average of 5.3 (134); those are among the country's poorest communities (Table 7).

Table 7. Socio-economic status of households using RVA and Big Five water networks*.

The households	Mikelenge (Big Five) N= 262	Kasuku (RVA) N=200
Average number of people living in the same house	9.7	8.8
Primary income		
Informal sector (Agriculture, hunting, fishing)	61.5% (161)	50% (100)
State agents (teachers, health professionals)	27.1% (71)	32.5% (65)
Other	11.4% (30)	17.5% (35)
The highest level of education		
Unable to read and write	2.3% (6)	2.5% (5)
Primary school (able to read and write)	7.3% (19)	6.5% (13)
Secondary humanities	23.7% (62)	15 % (30)
State diploma	40.1% (105)	26.5% (53)
University degree	26.7% (70)	49.5% (99)
Possession of a telephone	86.6% (227)	92% (184)
The quality of housing (type of walls)		
Durable (Bricks, cement blocks)	36.3% (95)	55.5% (111)
Semi-durable (Adobe)	56.5% (148)	36.5% (73)
Non-durable (cob, rammed earth, plank, mat, metal sheet)	7.3% (19)	8% (16)
Type and nature of toilets		
Wet pit latrines (mechanical/manual water)	5.3% (14)	14.5% (29)
Dry pit latrines (waterless, ventilated pit)	1.5% (4)	6.5% (13)
Traditional latrines with covered hole	50.4% (132)	47.5% (95)
Traditional latrine with uncovered hole	38.5% (101)	26.5% (53)

No toilet/bush/field	4.2% (11)	5% (10)
How hands are washed		
In a container, same water is used for several people	55.3% (145)	32.5% (65)
With a flow for each individual	44.7% (117)	67.5% (135)

*The percentages are calculated based on the total number of households reported in the brackets.

In May 2022, a survey applied before the installation assessed the habits of households surrounding the randomly selected Fountains of RVA and Big Five. All households (34/34) around RVA fountains reported using ASUREP water as their primary source of drinking water. When inquired about other sources, 73,5% (25/34) reported collecting water only from ASUREP for drinking; while 26,5% (9/34), reported also using wells, bottled water, and private connection. Only two households, 5,8%, reported drinking water from the river as an alternative source. In the Big five community, where there was no access to piped supply, (15,7%) 16/102 households reported that their primary source of drinking water came from the river, and 8,8% (9/102) exclusively use this source for drinking purposes. For 63,7% of households (65/102), the main source was a nearby well (known as Miloba), and for 20,6% (21/102), a mixture of other unimproved sources. These wells, like Muloba, are single holes generally 3 to 6 m deep into which a bucket pulled by rope is lowered. The yarn is always left on the ground. The well is sometimes closed by a wooden hatch, its circumference 80 cm to 1 m maximum. In almost 30% (30/102) of households, water collected from the river was an alternative source of drinking water.

Treatment was not performed in 91,2% (31/34) of households from RVA, perhaps because drinking water taste was rated as very good 82,3% (28/34) and good 17,6% (6/34). In the Big five network, however, water taste was rated a “little bad” by 14,7% of households (15/102), good by 52% (53/102), and very good by 33,3% (34/102), and 45% (46/102) of households reported treating their drinking water. Sadly, only 16,6% (17/102) used efficient methods like chlorination (15/102) and boiling (2/102). What was mostly used, 76% (78/102), as a treatment was letting the water stand. This is particularly problematic because drinking water is stored for less than 24h in 41,2% (14/34) of RVA households and 13,7% (14/102) of Big Five households. Both

communities have households storing their water for more than 24 h (23,5% (8/34) RVA; 46,1% (47/102) Big Five) and even more than 2 days (35,3% (12/34) RVA; 40,2% (41/102) Big Five).

The intervention

Chlorine decay experiment

The chlorine decay experiment revealed that water should be at 0,53 mg/L FRC at the point of collection to maintain a concentration of at least 0,2 mg/L FRC after 24 h (+10 h additional) when correctly stored in a container at home. Therefore, 0,53 mg/L FRC was set as the target concentration at the point of collection.

Water quality

In Big Five, the water from the borehole before the renovation was not free from contamination. The water quality was classified as low risk in 63% (15/24) of samples collected, intermediate risk in 29% (7/24), and very high risk in 8% 2 samples collected from the source (Figure 35 A left).

Before the intervention, the average water quality in households surrounding the 6 selected fountains from the Big Five DWS was critical. Among the 204 water samples collected in 102 houses (morning and afternoon), 63% (129/204) were classified as a very high health risk, 10% (20/204) as high risk, and 9% (19/204) intermediate risk. Only 18% (36/204) had a low health risk, i.e., suitable for consumption (Figure 35 B). As reported in the survey, households collected their water elsewhere because the DWS was out of order. Therefore, the main water source from the Big Five community was unimproved.

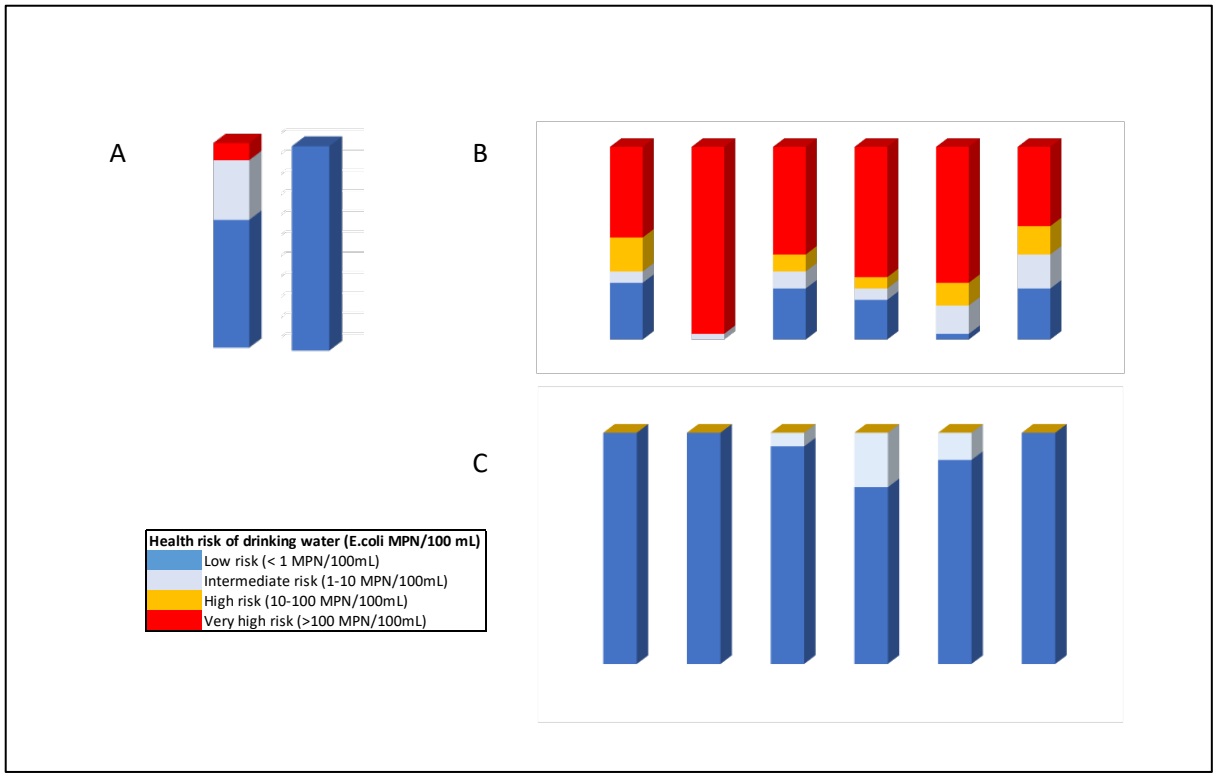
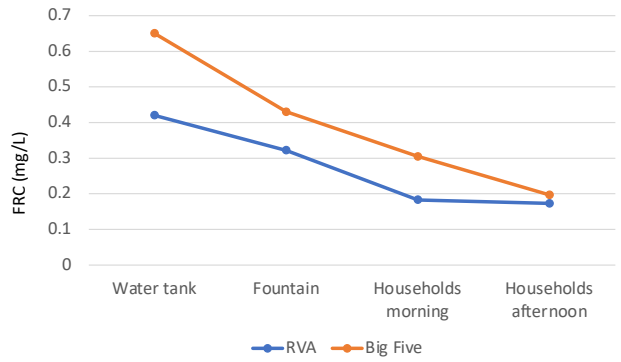


Figure 36. Risk levels for water quality. A) Risk level for water quality in the source used in households before (left) and after (right) the intervention. B) Health risk level for water stored in households before (top) and C) after intervention.

After the intervention, households from the more economically favored community (RVA) with better sanitation, housing, and education had stored drinking water of better quality. *E. coli* was not detected in any of the households -data not shown - despite the lower FRC level (Figure 36 A). The chlorine level within fountains in the Big five DWS fluctuated (Figure 36 B) despite the elevated average level of FRC measured in the water leaving both water tanks, which was 0.77 ± 0.09 and 0,54 ± 0,12 mg/L. A network with 55 fountains is challenging, and the ones distant from the water tank might get a lower FRC level. Some houses had a level of chlorine below 0,2 mg/L even if the fountain they collected water from had a high FRC level. Probably, they mixed the water collected with the one from the previous day or with water from a different source. However, water quality drastically improved in the Big Five community. After the intervention, 93% (95/102) of water samples collected after 12h storage (in the afternoon) were classified as low risk and 7% (2/102) as intermediate risk. All samples collected from the source were free from contamination (Figure 35 C).

A



B

	BF4	BF13	BF20	BF25	BF34	BF39
Fountain	0.75 ± 0.08	0.52 ± 0.06	0.31 ± 0.14	0.53 ± 0.09	0.21 ± 0.05	0.25 ± 0.24
Households morning (17)	0.48 ± 0.19	0.5 ± 0.05	0.21 ± 0.07	0.17 ± 0.10	0.14 ± 0.10	0.33 ± 0.20
Households afternoon (17)	0.27 ± 0.15	0.27 ± 0.04	0.17 ± 0.07	0.13 ± 0.07	0.13 ± 0.05	0.20 ± 0.11

Figure 37. Average FRC levels at different sampling points in RVA and Big Five DWS (A). For Big Five network: B) Average and standard deviation of FRC (mg/L) in the water from the fountains and stored in nearby households (N=17).

RVA DWS chlorinated their water upon product availability prior to WATA. FRC and *E. coli* measures validated the drip device and electro-chlorinator system installed. Even with FRC measures below the Big Five, no contamination from *E. coli* was found in the samples collected (Figure 36 A).

Social and economic considerations

An economic study was conducted to compare locally production of chlorine using electro-chlorinator devices versus chlorine production with HTH (calcium Hypochlorite powder). Although investment for local production is considerable ($20.052 in Big Five and $11.476 in RVA), yearly amortization is higher when chlorine needs are higher. Therefore, in Big Five yearly amortization is $1.000 higher than in RVA; yielding a higher yearly saving (Table 8).

Table 8. The costs of producing chlorine locally (with electro-chlorinators) versus HTH.

	Big Five	RVA
Estimated chlorine needs per year (Kg)		
Production with WATA devices	156	84,24
HTH at 70% of active chlorine	202,8	109,5
Investment for local production with electro-chlorinators($)	20.052,0	11.476
Yearly amortization ($)	2.228	1.275
Production costs per year ($)		
Salt	*780*	*350*
HTH	*9.126*	*4.928*
Human resources	*1.029*	*780*
Using electro-chlorinators (+ amortization)	4.037	2.406
Using HTH	10.155	5.708
Yearly savings when chlorine is locally produced versus HTH acquisition ($)	**6.118**	**3.301**

6.6 Discussion

The results are a snapshot of 2 communities surrounding a DWS in Maniema province, Congo. A DWS providing residual chlorination until the point of consumption was designed for each one of the communities. Their economic status and WASH practices were assessed through a survey in 2018, and the influence of a DWS performing chlorination in the community's water quality as well as water source, perceptions of drinking water quality by the community was measured in 2022.

Our findings align with the literature, which reports that more than 75% of the DRC population cannot access in-home piped water (12). Therefore, they need to rely on self-supply from multiple sources as reported in many low-income countries (135, 136). As observed before the intervention, in the Big Five community, the lack of

improved water sources in the sourroundings, pushes the population to collect water in “milobas” and any other available source with poor water quality. Consequently, 86% (88/102) of households stored their water for more than 24h, with many inhabitants per household which facilitates microbiological contamination. Sanitation and hygiene were not appropriate with wet pit latrine possession very low (5,3%) and hand washing with water used for several people (55,3%), as observed in households from rural Africa (137). This might also have played a role in water quality found. Previous research shows increased waterborne diarrheal disease as the distance from water sources increases (138). Schools near water sources refill storage containers more often, avoiding contamination during transport and extended storage periods (139). Even when 45% of households reported treating their water, microbiological contamination was detected. Indeed, before DWS installation, only 18% of water stored in the households was considered safe. A lack of education on the implications of inadequate water storage and factors related to poverty (long working hours, poor sanitation at the household level) may be the root causes of the water quality found in Big Five households. On the other hand, when the water is perceived as “good” and coming from an improved source, the population tends to neglect water treatment. This pattern was observed in over 90% of households from RVA community who just didn’t perform any treatment. Despite the good water quality at the source, without residual chlorine, the water can easily be contaminated during transport and storage. In RVA, almost 60% (20/34) of houses store water for more than 24h, contributing to microbiological contamination.

Altogether, the situation described in Big Five and RVA communities represents the challenges faced in low-income countries: water collection from unimproved sources with poor water quality (during DWS intermittent service) or improved sources without residual chlorine necessary for protection. Although water from improved sources is safer than surface water, it often does not meet international standards for safety (140). In rural Benin, 60% of groundwater collected from 31 DWS stations presented microbiological contamination (3). As reported in this paper and in previous studies, even a covered borehole might have microbiologically contaminated water, and untreated groundwater can be a source of enteric diseases (141). It is a fact that Drinking water quality is low across the DRC and responsible for negative health outcomes (128). Information collected at the General Hospital indicates that Kindu is regularly affected by cholera epidemics. The disease has struck the city several times

in recent years (August – November 2015), July 2016, and July 2017-February 2018 (internal report, Enabel).

There are several small-scale water treatment technologies reported in the literature but they are mostly focused on pathogen removal (142). In the present study, both water treatment systems provided locally produced chlorine sufficient to inactivate *E. coli* at the point of collection regardless of the FRC fluctuation observed. FRC plays a crucial role in preventing microbiological contamination that can occur during the transportation and storage process (27). This is a step forward from the previous research (3), considering the large size of the Big Five network and limited educational level of operators. In addition, the innovations in drip device in RVA to provide constant chlorine flow indicate how versatile electro-chlorinators can be. This seems to be a promising technology to eliminate microbiological contamination and improve drinking water quality at the source and at home depending on how long water is stored. But, although it has proved efficient and economically attractive, with cost recovery in less than four years, this is not a straightforward process. Usually, local communities and authorities are unable to provide the upfront payment without NGO support, as reported in many other countries (143) and observed recently in Madagascar (6). Depending on logistics and price fluctuations, HTH acquisition remains the leading practice. Furthermore, it is imperative to establish guidelines for defining and assessing community water interventions across diverse settings (21). Nevertheless, the use of electrochlorinators is observed by independent groups, as reported in Mali, where a decrease in surface contamination in the hospital was observed due to chlorine availability (115).

Study limitations

The findings of our intervention should be interpreted in light of certain limitations. Firstly, due to budget constraints, it was not possible to conduct pre- and post-programme assessments of E. coli and chlorine levels. Instead, all parameters of RVA DWS were evaluated only after the intervention and the chlorine levels for Big Five DWS as well. This decision was taken because RVA practiced chlorination upon the availability of disinfectant, and the primary objective was to investigate the efficiency of the new system (electro-chlorinators and drip device). Big five DWS was built from scratch, and surrounding households collected water from an unimproved source without practicing chlorination. Therefore, no need to test chlorine levels before

intervention. This allowed saving money, but is not a classical assessment. Secondly, chlorine levels and microbiological contamination were measured only up to 12 hours of storage. Therefore, households collecting water once per day may still consume contaminated water from their storage containers. Thirdly, attention must be paid when comparing WASH programmes implemented in disparate geographic locations. Challenges associated with procuring supplies may exert a substantial influence on the intervention, as recently observed in Madagascar where costs were prohibitively high and even basic supplies necessary for the borehole renovation were inaccessible

6.7 Conclusions

Economically viable and technically suitable systems that require minimal behavior change can provide safe water access to low-income communities. Our findings show that the technology was operationally feasible even in large water networks, with operators adopting it, and proper chlorine levels effectively preventing microbiological contamination in households for 12 hours. However, the long-term sustainability of the system should be assessed and would require new measures to do so.

CHAPTER 7. WATER QUALITY AND HYGIENE BEHAVIOR - RURAL SCHOOLS BURKINA FASO.

This chapter is published as follows:

DUVERNAY, P. G., NOGUEIRA, R. C., PITTET, L., DOS PASSOS, M. P. V., GUIRA, O., BAMOUNI, I. & KORGO, P. 2022. Water quality and hygiene behavior in Burkina Faso: the impact of locally produced sodium hypochlorite solution in schools. *Health Sciences & Disease,* 23.

Contribution to authorship: This publication is authored by two primary contributors. I am included as one of the first authors and involved in the protocol revision, data analysis, manuscript writing and submission.

FOREWORD

The research below provides an overview of rural schools' difficulties complying with WASH measures. In Burkina Faso, the programme was performed in a selected geographic area: Oubritenga and Kadiogo provinces. The article was published in 2022.

In Saint-Marie, due to the small size of the island, it was possible to cover all schools, and the diarrhea cases were monitored in nearby healthcare centers (Chapter 8). In addition, several field adaptations were performed to comply with the available water source. In this article, the long-term results of a water treatment programme using electro-chlorinator devices in partnership with local entities in Madagascar and its impact on diarrhea cases in the island of Saint-Marie are reported. The article was published in the Journal of Water, Sanitation, and Hygiene for Development in 2023.

7.1 Background

In this pilot study, a Mini-WATA kit able to produce 0,5 L of sodium hypochlorite in 3 hours (6g/L), potabilizing up to 2'000L of water, was installed in each school. The teachers were trained to use the electrolyzers and perform water treatment.

This intervention study aimed to determine whether installing electro-chlorinator devices and providing hygiene training in twenty schools in Oubritenga and Kadiogo provinces in Burkina Faso would affect behavioral change. Although the intervention was performed in twenty schools, only the data from six schools randomly selected where intervention occurred, and three control schools were assessed.



Figure 38. Classroom photo, Burkina Faso (Antenna Archives).

Sodium hypochlorite is a crucial element in the water treatment process, and we aimed to measure the adequacy of an electro-chlorinator device in rural schools in Burkina Faso (Figure 37). The underlying theory of change is that if schools incorporate sodium hypochlorite production into their programme alongside WASH courses, a change of behavior; sustainable use of this disinfectant leading to water quality improvement is observed.

7.2 Abstract

Introduction: Sodium hypochlorite is a crucial element in the water treatment process. We aimed to verify if schools that lack adequate access to water and don't provide hygiene education courses would improve water quality after an intervention programme. **Methods:** Twenty schools from the rural area of Burkina Faso were equipped with electro-chlorinator devices that produce sodium hypochlorite and received training to make water drinkable. Data related to behavioral change was collected. In addition, microbiological analysis of fecal coliforms, total coliforms, and fecal streptococci was performed in the drinking water from water stations or water storage containers. These indicators were measured before and two years after the programme in six schools that participated, paired with three control schools from the same region. **Results:** Before the intervention, no schools practiced treating their water. After intervention, schools did it daily. WASH courses and water treatment training were also observed in intervention schools. Only the samples belonging to the control schools contained microorganisms in the drinking water after the intervention, particularly fecal coliforms and total coliforms. Fecal streptococci were not detected in any of the samples analyzed. Before the intervention, 50% of water samples from the intervention group and 66% from the control group were contaminated with fecal coliforms. **Conclusion:** Schools became independent of external disinfectant production after receiving electro-chlorinator devices and proper training to comply with WASH measures. Our findings might be useful to public health practitioners trying to implement sustainable programmes.

7.3 Introduction

Access to safe drinking water is a fundamental human right and an essential component of adequate health protection and promotion (61). An estimated 2.5 billion people worldwide still lack access to adequate sanitation, resulting in many diseases stemming from unsafe water, poor sanitation, and inadequate hygiene (144, 145). Unsanitary conditions and lack of access to safe drinking water are major contributors to morbidity and mortality rates, as illustrated by diarrheal diseases (34).

The sixth goal of the sustainable 127eveloppment goals (SDGs) brings attention to the issue of water availability and sanitation for all. More specifically, the targets described in this goal focus on access to safe and affordable drinking water and adequate and equitable hygiene and sanitation (45). One way to work towards these objectives is to provide drinking water, sanitary infrastructure, and hygiene education in schools. Schools in low-income countries often lack adequate access to water and sanitation facilities and do not provide hygiene promotion (146). WASH interventions, which simultaneously address water, sanitation, and hygiene issues, can therefore strategically use schools as an entry point for health promotion, infection control, and education, improving child health in addition to academic performance (147). The shortage of sodium hypochlorite is perceived as a significant barrier to water treatment and healthcare disinfection procedures in rural Africa. From hospitals in Burkina Faso (1), Mali (115), and Chad (2) to water treatment stations in Benin (3); the logistics, price fluctuations, and quality of the disinfectant acquired are challenges in the fight against waterborne and nosocomial diseases.

This intervention study aimed to determine whether installing electro-chlorinator devices and providing hygiene training in twenty schools in Oubritenga and Kadiogo provinces in Burkina Faso would effect behavioral change. The underlying theory of change is that if schools incorporate sodium hypochlorite production into their programme alongside WASH courses, we would observe a change of behavior; sustainable use of this disinfectant leading to water quality improvement. Here, we report the results on the programme impact.

7.4 Methods

The project was conducted in 20 schools in the Oubritenga and Kadiogo provinces of Burkina Faso. Among them, six schools were selected to participate in the impact evaluation, and they were paired with three control schools in similar situations. Data were collected within the schools in each province. The schools were selected according to some inclusion criteria, which involved being a public school in a rural environment, having a borehole, and not having a power supply. These criteria ensured that the schools selected were as representative as possible of the conditions of an average school in Burkina Faso (Figure 38).

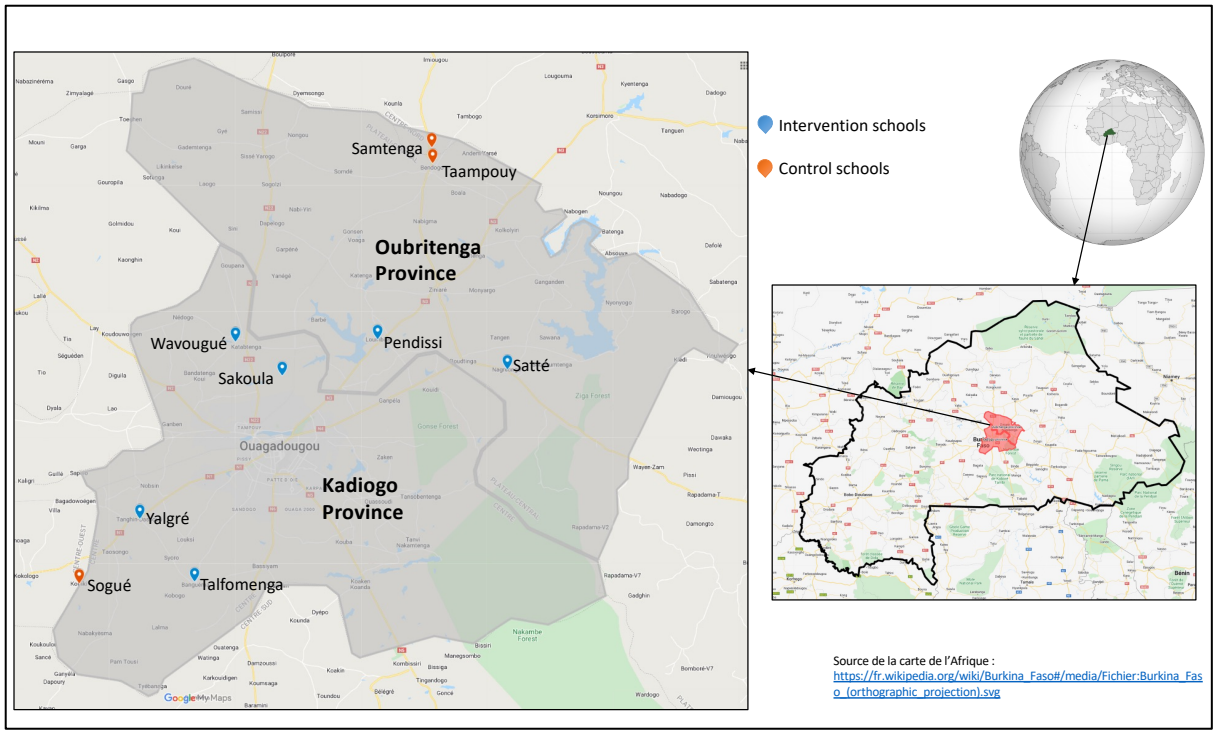


Figure 39. Location of intervention and control schools

Study design

Pre-intervention indicators were assessed, in June 2017, in nine schools regarding the quality of the water used by communities and the knowledge of hygiene practices among students and their communities. The nine schools included in the project were divided as follows: six schools were allocated for intervention, and three schools were allocated for control where no intervention was done (Figure 39).

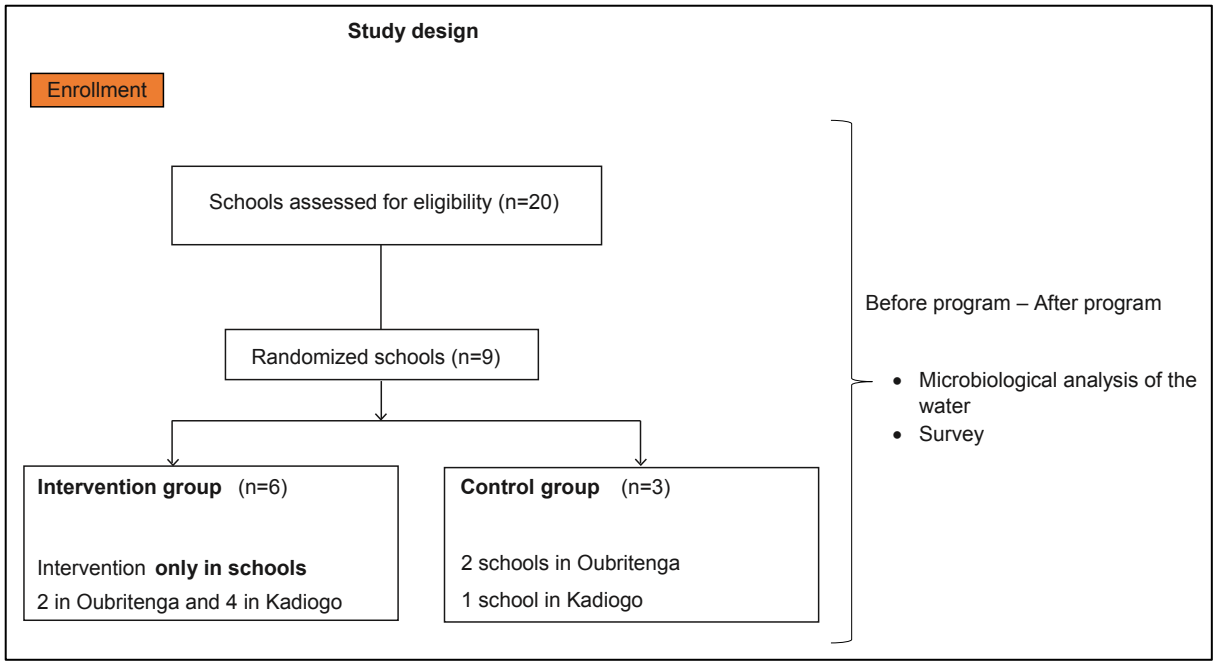


Figure 40. Study design: intervention and control group.

Two years after the project's initiation in June 2019, the survey was repeated in the selected intervention and control schools. The final evaluation measured the intervention impact of the water treatment project on schools and analyzed behavioral changes regarding chlorine-based water purification.

The intervention

The schools were provided with electro-chlorinator devices (Mini-WATA kit, developed by Antenna Foundation) to produce sodium hypochlorite, and received training on using chlorine to make water drinkable. A teacher's practical document, "Healthy Water in Schools: a teacher's guide," was developed to be implemented (Supplementary material 11.8). This guide provides teachers with the necessary knowledge about home water treatment, which they can then pass on to their students. Topics covered include water contamination, hygiene and sanitation practices like handwash, and water chlorination including household water treatment.

The equipment and infrastructures provided for each school:

- 1 complete electro-chlorinator device (Mini-WATA kit).
- 1 solar module for powering the Mini-WATA

- ❖ 1 drinking water station per class
- ❖ 1 user kit consisting of cups, buckets, and cans in proportion to the number of students in each class
- ❖ Tippy-Tap model handwashing devices
- ❖ Supplies for the operation of Mini-WATA
- ❖ 1 liquid soap production kit

According to the manual's information and following the procedure described in Figure 40, sodium hypochlorite was produced in the class using the electro-chlorinator device and used for water treatment. Each Mini-WATA kit is able to produce 0,5 L of sodium hypochlorite in 3 hours (6g/L), potabilizing up to 2'000L of water. The target of active chlorine was 1.5 ppm and water turbidity inferior to 5 NTU.

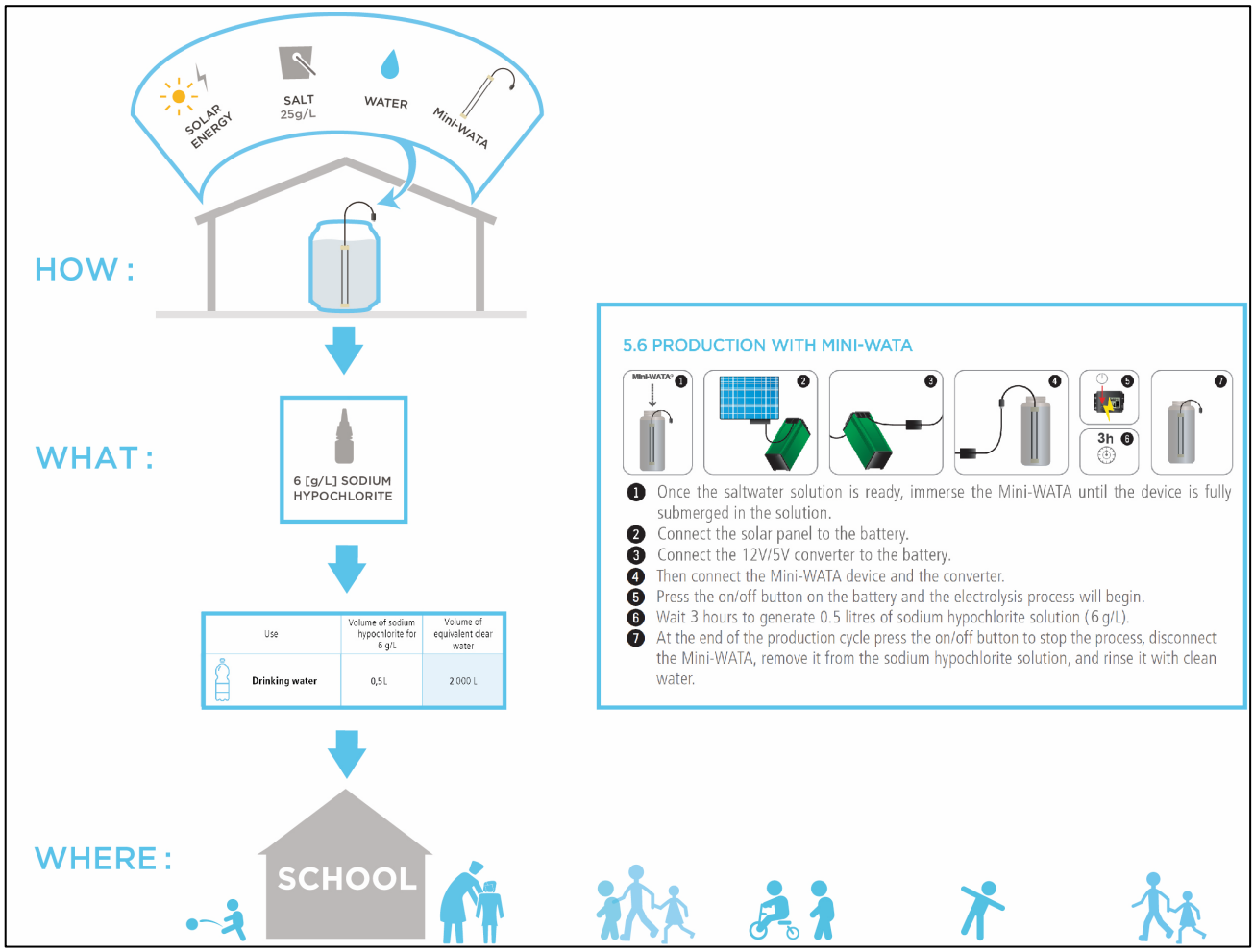


Figure 41. Sodium hypochlorite production and its usage in schools.

Data collection and impact evaluation:

1- Water treatment, hygiene, and sanitation knowledge.

A cross-sectional study during which qualitative and quantitative data was collected a week before and two years after the intervention.

2- Water quality

Microbiological analysis of fecal coliforms, total coliforms, and fecal streptococci was performed in the drinking water from water stations or water storage containers for student consumption. Samples were aseptically collected, in the same way school members used water for drinking, to be analyzed by the National Public Health Laboratory (LNSP). Fecal and total coliforms were measured in 100 ml water samples. Briefly, the laboratory procedures involve membrane filtration followed by incubation of the membranes on selective media at 44–45 °C and colony counting after 24 hours. Results are expressed as CFU/100mL.

Data processing and analysis

For qualitative analysis, data was entered on Epi info V7 with data clearance, consistency control, and tabulation according to the analysis plan. Quantitative data was analyzed with the Statistical Package for Social Sciences (SPSS V2).

7.5 Results

School demographics

The total sample consisted of one control school and four intervention schools in Kadiogo, two control schools, and two intervention schools in Oubritenga (Figure 39). A total of 1493 students were enrolled in the intervention schools and 293 students were enrolled in the control schools.

Adoption of new behavior

We evaluated water treatment practice and the adoption of new behavior in the control and intervention schools. Before the intervention, none of the schools practiced treating their water. After the intervention: training and with the mini-WATA equipment provided, the schools could produce sodium hypochlorite and perform water treatment for the students. After two years, all the intervention schools visited were practicing drinking water treatment on a daily basis. Evidence of changes in WASH knowledge, attitudes, and behaviors, such as hand-washing with soap after the Tippy-Tap model handwashing devices were installed was also observed in the schools. After two years, the adoption of WASH courses in the curriculum was observed in 5 schools in the intervention group (although two schools already had it before the intervention) and in one school in the control group. Students started being trained in household water treatment in the intervention group as described in the teacher's manual, but this was not observed in the control group during the follow-up visit. All schools from the control group were willing to purchase a commercial chlorine solution, while only 4 (67%) would pay for it in the intervention group (Figure 41).

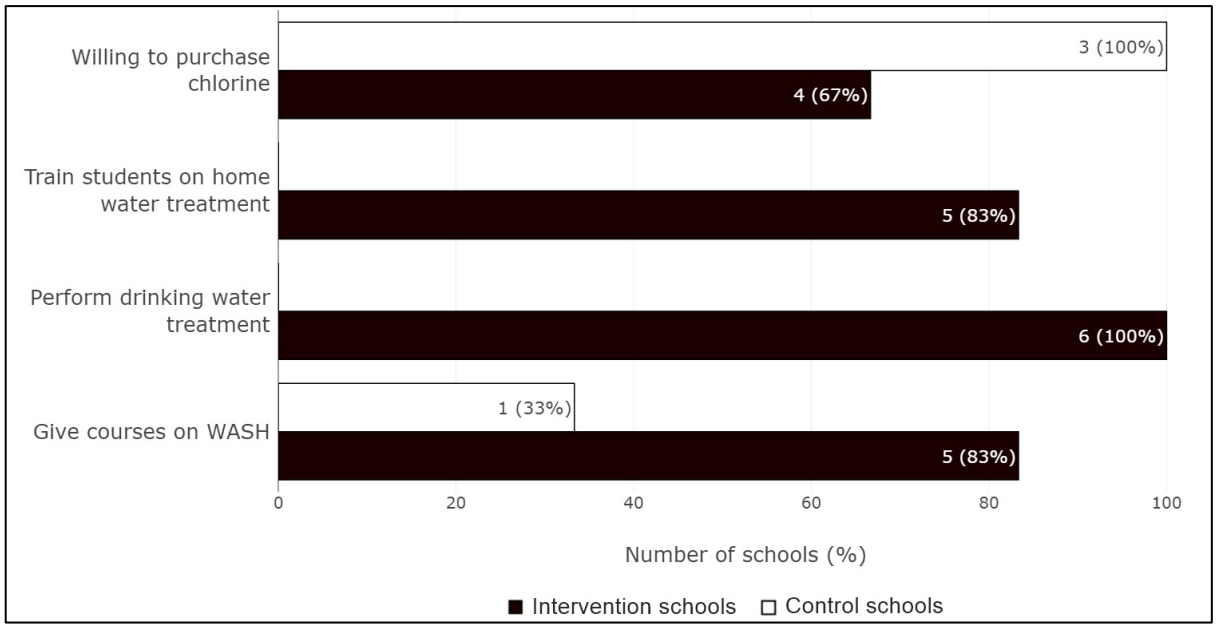


Figure 42. Comparison between intervention and control schools after the programme.

Water quality

Finally, we evaluated the impact of water chlorination after using the Mini-WATA devices by assessing the quality of the water consumed by the students.

We performed microbiological analysis of water samples taken from the water stations or water storage containers for student consumption in the three control and six intervention schools. Analyses were performed to identify fecal coliforms, total coliforms, and fecal streptococci. The results showed that after the intervention only the samples belonging to the control schools contained microorganisms in the drinking water, particularly fecal coliforms and total coliforms. Fecal streptococci were not detected in any of the samples analyzed (neither in control nor in intervention schools). Results are reported by a number of coliforms in 100ml of water analyzed (Table 9).

Table 9. Water analysis before and after the intervention (cfu/100 ml).

Groups	Before intervention		After intervention	
	Total coliforms	Fecal coliforms	Total coliforms	Fecal coliforms
Control Schools				
Samtenga	100	0	100	15
Sogué	100	100	100	53
Tampouy	100	0	100	35
Intervention Schools				
Pendissi	100	0	0	0
Wavougué	100	15	0	0
Yalgré	100	35	0	0
Sakoula	0	0	0	0
Satté	100	0	0	0
Talofmenga	100	100	0	0

7.6 Discussion

Water sanitation and hygiene are crucial for prevention and control of waterborne diseases. School-based WASH interventions aim to primarily reduce the incidence of diseases caused by contaminated water and lack of hygiene practices, and improve school enrolment, performance, and attendance. Those benefits might also go beyond the school, as children can act as agents of change in their households and

communities, influencing hygiene practices around them (146). Our intervention evaluated a practical aspect linked to WASH interventions; the sustainable use of a device to provide sodium hypochlorite that is crucial for water treatment. Among the six schools selected for a close follow-up two years after the intervention, all of them still treated their drinking water, and four (67%) would be willing to purchase chlorine if something happened to the device. None of the control schools treated their water and this affected the quality of water collected in the schools. However, they were willing to purchase sodium hypochlorite. Perhaps this is due to communication between schools, children from the same family going to different schools or government interventions.

Fecal coliforms, also known as thermotolerant coliforms (TTC), are a subset of the total coliform group. Fecal coliforms are present in the gut and feces of warm-blooded animals. The WHO recommended guideline values for fecal and E. coli coliform bacteria are none detectable per 100 mL and total count not exceeding 500 CFU/100 mL (36). The levels of fecal and total coliforms in the water samples in the intervention group were not detectable, with a clear improvement on the situation before intervention. This was not observed in the control group. The access to electro-chlorinator devices, installation of tippy-taps (handwashing devices), and the training performed in the schools might have contributed to this scenario. Before the intervention, 50% (3/6) of water samples from the intervention group and 66% (1/3) from the control group were contaminated with fecal coliforms. These results are consistent with studies on water quality of stored drinking water in rural schools in Mozambique and Uganda (139).

Drinking water quality is an important indicator of WASH services and directly impacts students' health. An analysis of individual-level data from multiple studies found that for all ages, the risk of diarrhea increased by 21%, 35%, and 49% for those whose household water samples were from 11–100, 101–1,000, and > 1,000 TTC/100 mL respectively, compared to < 1 TTC/100 mL (148) indicating a clear link between fecal coliforms and diarrhea.

There are several studies on the effects of WASH interventions in schools on attendance and waterborne diseases among students (146) but very few on drinking water quality as an intermediate indicator of WASH interventions (139), and even

fewer on long term sustainable actions to guarantee water treatment. Sodium hypochlorite is a key element in the water treatment process, and we aimed to measure the adequacy of an electro-chlorinator device in rural schools in Burkina Faso.

7.7 Conclusion

With this intervention, schools became independent of external disinfectant production after proper training on electro-chlorinator devices operation to comply with WASH measures; the drinking water quality was clearly improved. Our findings might be useful to public health practitioners trying to implement sustainable waterborne diseases control programmes. This research provides important guidance for sustaining WASH in schools from low-income countries.

CHAPTER 8. DIARRHEA CASES AND ON-SITE SODIUM HYPOCHLORITE PRODUCTION IN MADAGASCAR.

This chapter is published as follows:

DUVERNAY, P. G., NOGUEIRA, R. C., PITTET, L., RAZAFIMAHATRATRA, S., POULET, M., VEUTHEY, J., DADARE, A. & BOUTOUHELY, A. 2023. Decreasing diarrhea cases through on-site sodium hypochlorite production in Madagascar. *Journal of Water, Sanitation & Hygiene for Development,* 13**,** 187-196.

Contribution to authorship: This publication is authored by two primary contributors. I am included as one of the first authors and involved in the protocol revision, data analysis, manuscript writing and submission.

8.1 Background

Sainte-Marie is an island 30 km northeast of Madagascar's east coast. Using the same approach described in the previous study from Burkina Faso, the programme targeted 20 schools with 4,547 students aged 2–14 years old distributed throughout the island. Ten health centers located in the schools' vicinity were identified to monitor the incidence of diarrhea cases between 2018 and 2021.

In addition to providing electro-chlorinator devices to schools, the water sources were renovated based on their need and adapted to each context. The school teachers who volunteered to participate ensured the output during the first 2 weeks. They were previously trained in water treatment, chlorine production, and tippy-taps construction (Figure 42).

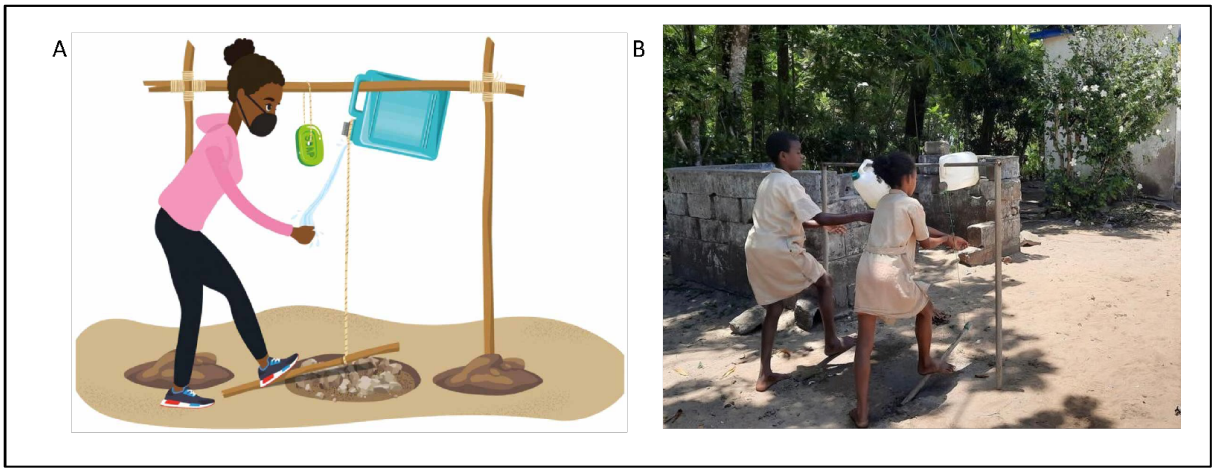


Figure 43. Hand washing device. Tippy-tap schema (credit: UNICEF) and field tippy-tap in Madagascar, 2021.

Afterward, students created ‘water clubs’, under the supervision of their teachers, and these water clubs carried out the daily tasks for the programme (Figure 43). The school was an entry point to turn kids into future leaders to act on this issue.



Figure 44. Sodium hypochlorite production. A) Training the teachers and B) Water club (Madagascar 2021). Source: Antenna Archives.

The research below describes in detail the implementation of the programme and data collected in partnership with a local NGO and authorities. The article was published in 2023 and there are 2 first authors in the publication. I’m one of them.

FUNDING

This programme was jointly financed by the commune of Bernex and the Antenna Foundation, Switzerland; the Association GHIMAO, France. Madagascar's Ministries of Education and Health have made their staff and infrastructure available.

ETHICAL APPROVAL

Not applicable. Diarrhea incidence was collected in the health centers as part of the District Health Service Statistics Department.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

This research was conceptualized and analyzed by the Antenna Foundation. The different water chlorination devices used in this case study are commercialized by WATALUX, a social enterprise that grew out of the Antenna Foundation.

Highlights

- Before the project, none of the schools practiced water treatment, and 35 % didn't have hand washing facilities.
- A partnership between NGOs, local authorities, and schools made the programme sustainable.
- There appears to be a strong association between diarrhea cases drop by 58 % and the programme’s implementation.

8.2 Abstract

Schools from Saint-Marie Island, off the east coast of Madagascar, participated in Water Sanitation & Hygene (WASH) programmes. We report an association between the programme, the sustainable access to water treatment in 20 schools, and the impact on diarrhea incidence in the region.

We performed a quasi-experimental longitudinal study on the programme’s sustainability by accessing the continuation of point-of-use water chlorination, safe water storage, and hand washing practices on the diarrhea cases of children. Patient

files from 10 health centers near the schools were consulted. Sodium hypochlorite was locally produced by the students for water treatment, and the programme's sustainability was accessed between 2016 and 2021. After the intervention, 40 % of water sources were entirely replaced, and 60 % received improvements. A student's water club, guided by teachers, was responsible for all activities related to water treatment. The health centers around the schools participating in the programme saw diarrhea cases drop by 58 % between 2018 and 2021. There appears to be an association between a decrease in diarrhea cases and the programme's implementation. The strategy used can be replicated. Nevertheless, the programme's success is multifactorial, depending on community engagement, adapted technology, funding and governmental support to ensure sustainability.

8.3 Introduction

This paper is about how to use electro-chlorinator devices to implement an inexpensive and successful WASH (Water, Sanitation, and Hygiene) programme in a rural part of Madagascar.

Children from Madagascar have one of the world's highest stunting prevalence: 42 % of its children are experiencing stunted growth (149), which is worrisome because higher mortality is observed in stunted children (150); they also have a more significant risk of developing cognitive impairments later in life (151). Globally, stunting prevalence among children younger than 5 years was estimated to be 21,9 % in 2017. Africa accounts for 30 % of stunted children, with significant differences between countries and socioeconomic inequalities within a country (150).

A study on the nutritional, family, household, and socio-economic factors associated with stunting children in Madagascar, pointed out that not having constant access to soap was associated with an 80 % increase in stunted child growth in the capital, Antananarivo (149). Vonaesch and collaborators suggest hand hygiene as the easiest and most effective WASH intervention to be implemented. In addition, co-morbidities such as diarrhea and dermatitis were found to be risk factors, while higher education of the mother was a protective factor against stunting. Those findings reflect the multifactorial nature of stunting, which requires interventions in different sectors such as hand hygiene, education, and nutrition to curb this condition (152, 153).

Electro-chlorinator devices transform salty water into sodium hypochlorite (NaClO) through electrolysis. Local disinfectant production can overcome water treatment and disinfection barriers in rural Africa, such as logistics, price fluctuations, and quality. Community water network stations in Benin (3), hospitals (1, 2), and schools in Burkina Faso (5) benefited from water quality improvement after incorporating sodium hypochlorite production. In-situ chlorination can provide decontamination, thus decreasing waterborne diseases as reported in a refugee settlement in Sudan (122) and avoid water recontamination during storage, which is sadly frequently observed in areas with hygienically critical conditions (27).

Our underlying hypothesis was that point-of-use (POU) water quality interventions using safe water storage (SWS), water treatment (WT) through chlorination, and education through school programmes would guarantee the consistent practice of WASH behaviors. As reported in the literature, WASH improvements prevent diarrhea (146, 154, 155). Therefore, twenty schools from Sainte-Marie Island, Madagascar, were studied before and after a WASH programme. The data on diarrhea incidence collected from health centers and lessons learned are presented, hoping to assist government authorities, Non-Governmental Organizations (NGOs), local communities, and anyone planning WASH programmes in the education sector.

8.4 Material and Methods

Study area and population

Saint-Marie is an island located 30 km northeast of the east coast of Madagascar covering an area of 222 km^2 with an estimated population of 30,000 inhabitants. It is located in the province of Tamatave and in the region of Analanjirofo.The programme targeted 20 schools with a total of 4,547 students aged 2-14 years old distributed throughout the island. Ten health centers located in the school's vicinity were identified to monitor the incidence of diarrhea cases (Figure 44). The health centers were between 0,1 km to 8 km from the nearest school. Information on baseline conditions regarding hand washing facilities, water source, and overall water quality was collected before the intervention (Table 10).

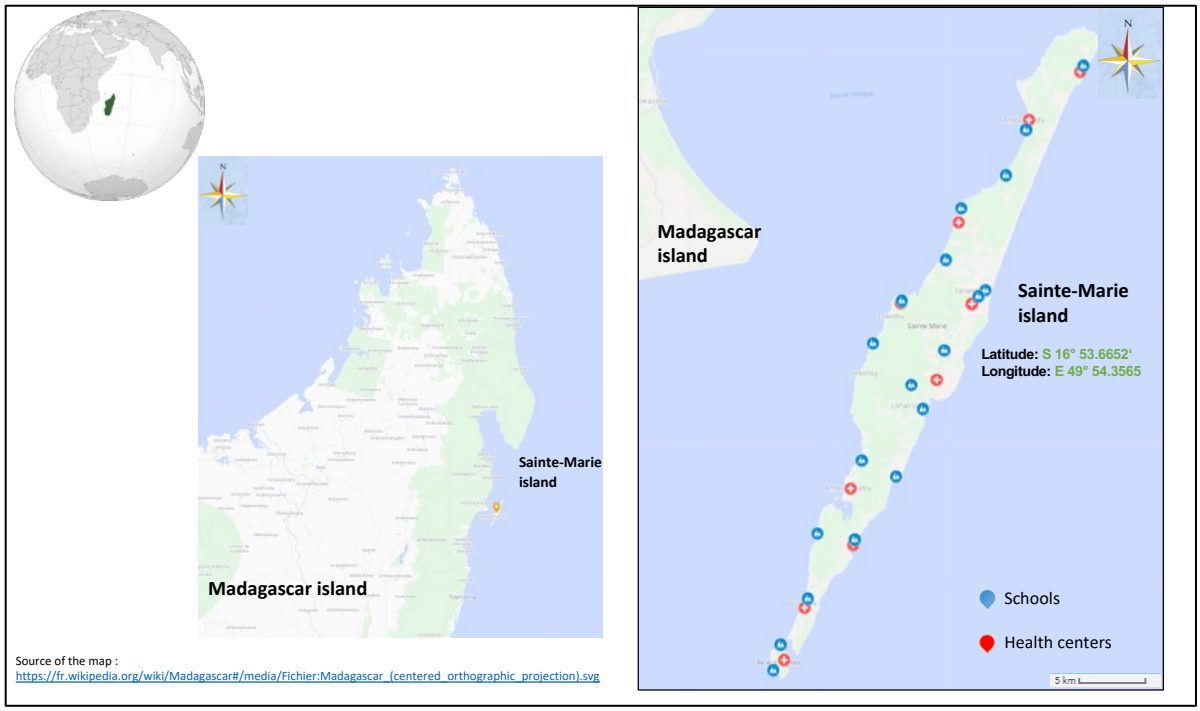


Figure 45. Location of schools and health centers in Saint-Marie Island, Madagascar.

The intervention – Rano Madio

The ultimate goal of the Rano Madio programme was to design a reliable water system that provides sufficient water for handwashing and safe drinking water, adapted to the conditions in the field. With a prerequisite's water turbidity inferior to 5 NTU (Nephelometric Turbidity Units), the target of active chlorine was 1.5 mg/ L, for an expected residual chlorine level between 0.5 to 1 ppm (Parts per million). A quasi-experimental longitudinal study design allowed the data collection and outcomes interpretation.

The pilot study

From November 2016 to November 2018, eight schools successfully enrolled in a programme called "Rano Madio 1." This programme provided a centralized sodium hypochlorite production, distributed in schools by the operator in charge of the water treatment, allowing drinking water treatment every 48 hours. The schools were located mainly in the south region. A rainwater collection system was installed in each school, and the operator performed the treatment of 2-3 barrels of 215 L each, depending on the school's size. Pedagogical programmes that created awareness of water treatment and hand hygiene were introduced in the schools with the help of the local educational

department CISCO (School District of Sainte Marie). The study also observed that students accepted the taste of their drinking water after chlorination.

The intervention

From March 2019 to January 2021, 12 new schools and the eight schools that participated in the pilot were enrolled in the “Rano Madio 2” programme. This programme provided a decentralized sodium hypochlorite production with the installation of one electro-chlorinator in each school. The school teachers who volunteered to participate ensured the output during the first two weeks. They were previously trained in water treatment, chlorine production, and the construction of tippy taps. Afterwards, students created “water clubs,” under the supervision of their teachers, and these water clubs carried on the daily tasks for the programme.

The activities of the water clubs throughout the year consisted of the daily production of chlorine, the injection of chlorine into the class fountains, the control of residual chlorine in the class fountains, the cleanliness of the materials (bowls, cups, transport cans, and the support table), the maintenance and the handwashing facility (availability of soap and water). The role of the water clubs was also to raise awareness among all students and the community about water treatment, the need to drink clean water, and respect for hygiene rules. The recovery of water from roofs and its storage in 2,500 L tanks, the rehabilitation, and rearrangement of existing freshwater wells have been implemented. Fountains with 50 L of chlorinated water per day, with a tap for easy and safe distribution, were also made available to pupils in each classroom.

A teacher's manual (Supplementary material 11.9) developed by Antenna Foundation’s School Unit and previously used in Burkina Faso (5) was adapted to the Malagasy context by CISCO, the local structure of the Ministry of National Education of Madagascar (Supplementary material 11.10). Paper copies were distributed, and an online version was available to download. It contained technical sheets, teaching material, and instructions on:

● The explanation of the Household Water Treatment and Safe Storage (HWTS), including its components and benefits;

● The teaching of the features, operation, and maintenance of the Mini-WATA and the Standard-WATA devices (the chlorination devices used in this programme);
● The explanation of the practical work on chlorine production and water purification in the classroom using the Mini-WATA and the Standard-WATA devices;
● The teaching of good practices in setting up and maintaining the necessary equipment for the HWTS in a school;
● The promotion of behavioral changes in hygiene and sanitation.

The installation of “tippy-taps” enabled hand washing by using the foot to tilt the container without needing to touch the tap. This low-cost locally made device helps avoid contamination. Soap is hung on a string next to the container (Figure 42). A high commitment of CISCO, the school system, the ministry of health, and the creation of student water clubs allowed for the smooth implementation of the programme. In addition, a competition organized by the water clubs and supervised by the local project manager resulted in 527 tippy-taps being built in the community in 35 %(527/1500) of the households involved in the project. The strong commitment of Sainte Marie's head of the School District and his collaborators, the support of the Ministry of Health, and the involvement of the pupils through the Water Clubs enabled the gradual and lasting appropriation of the programme's content and its success.
The three-year agreement signed between the Malagasy association Cetamada, the French association GHIMAO and the Antenna Foundation to execute Rano Madio project in December 2021 contains a section guaranteeing the programme's sustainability by transferring to CISCO the daily operations of chlorination and maintenance of the installations and the
integration of the Rano Madio programme into the school curriculum.

During COVID, schools were closed for three months (April-June 2020), and the inhabitants were forbidden to meet in groups above 50. Masks were adopted in public places. In the beginning, a mobile handwash facility was installed by UNICEF in three schools. Inhabitants returned to an almost everyday life towards the end of 2020, adopting the masks in public spaces.

Sodium hypochlorite production

The centralized sodium hypochlorite production in the Rano Madio 1 programme was performed with a WATA-Standard^{tm} device (Developed by Antenna Foundation, commercialized by Watalux SA). In 2 hours, using 2 litres of water, 50 grams of salt, and access to a 220 V power grid, it produced a 2 L solution of sodium hypochlorite at a concentration of 5 g / L, allowing the potabilization of up to 6,800 L of water. The sodium hypochlorite solution was distributed among the schools participating in the pilot study. An external operator performed the production during the pilot study phase.

The decentralized production of sodium hypochlorite in each of the 20 schools from the Rano Madio 2 programme was performed with Mini-WATA^{tm} devices (as above, also developed by Antenna Foundation, commercialized by Watalux SA). In 2 hours, using 0.5 L of water, 12,5 grams of salt, and electricity, the devices produce 0,5 L of sodium hypochlorite, allowing the potabilization of 1,700 L of water. The solar kit from the device or 220 V solar installation already in place were used in 85 % (17/20) of schools. Only 15 % (3/20) of schools had access to the national electricity network. The water club performed the production during the intervention period.

Quality measurements

WataTest^{tm} was applied to test the chlorine concentration after production, and WataBlue^{tm} was used to check chlorine residual (Supplementary material 11.2 and 11.3).

Water potabilization was calculated at 1.5 mg of active chlorine per litre with 0.5 to 1 ppm residual chlorine. This concentration indicates that the bacteria have been correctly killed or inactivated after 30 minutes.

2.4 Data collection and calculations

The baseline data were collected in each school before the start of the programme. The eight pilot schools from 2016 to 2018 and the other 12 schools from March 2019 to January 2021. The number of schools during the pilot phase and at the later stage is related to the total budget available for this operation. The incidence of diarrhea cases was acquired at the health centers, from historical patient files, during March and April 2022. Two District Health Officers supervised the operation, and the data

was verified by the Information and Management System's Manager of the Sainte-Marie Health Service.

A 3-point-estimate based on historical data was used to calculate the device's longevity in years, directly linked to the programme's continuity. Then, a yearly cost per pupil based on upfront payments for installation and programme maintenance was calculated considering the expected years of the device's longevity. That is, how long could schools enjoy the facilities implemented without needing to replace any part/instrument used in the process of water collection, storage, and chlorination. Direct family savings were calculated based on the average amount spent when a child has a diarrhea episode. Calculations of the government's savings through the programme on medical consultations were based on historical data collected from healthcare centers and an estimation based on the last year of the programme until the devices expected longevity.

8.5 Results

The intervention to improve the water quality was based on the school's previous conditions. Water sources that provided water with turbidity ≤ to 5 NTU were kept and improved if necessary. The water storage conditions and handwashing facilities were adapted to school size and necessity. The lectures and pedagogical programmes were tailored to age groups.

At the baseline, before the programme's start, the water from 70 % (7/10) of the well source was mostly muddy or brackish, and all wells were non-covered. The well was dry in three schools during November and December. This happens when the well's depth is limited by a layer of hard rock that require special equipment to be removed. So, they had to collect water in a river or stream nearby. In 35 % (7/20) of schools, there was no handwashing facility before the programme; in five schools, no facility was in place, and in two, they were non-operational.

Water treatment and handwashing were not performed in any of the 20 schools before the programme. It was also not encouraged in the schools with a handwashing system operating (Table 10).

Table 10. Schools at baseline and after the programme.

Schools at baseline (N=20)		Schools after the program (N=20)	
Main hand washing facilities			
Not present	5	*Tippy-Tap*	11
Faucets non- operational	2	*Faucets fully operating*	3
Faucets fully operating	3	*Tap buckets*	6
Tippy-Tap	4		
Tap buckets	6		
Source of water			
Uncovered water well	10	*Improved wells*	5
Hills	5	*Hills*	2
Rain water	7		
River/stream	4	*2.500 L water tank*	13

After evaluation, 5 out of 10 wells received improvements or rehabilitations like excavation to increase depth, cleaning, disinfection, and proper coverage. The wells in five schools were not retained as a water source because the water was salty. In those cases, installing a 2,500 L tank with concrete support allowed the rainwater harvested from the roofs of school buildings. The systems that collected water from the hills were non-functional in three schools; rainwater harvesting tanks have replaced them. The functioning systems were cleaned, and water storage tanks were replaced where needed. Most of the existing rainwater harvesting systems, 5/7, were replaced by new ones as the pre-existing infrastructure had problems and did not allow water to be stored for long or were fragile. The water collected from the river/stream was not clear and, in most cases, used for drinking purposes only during the dry season. This source of water was kept, but the 2,500 L tank became the primary water supply source. Therefore, 40 % of the water supply source from schools was wholly replaced so that a safer and more sustainable flow could be ensured. In addition, 60 % of water sources received improvements in their wells, storage capacity, and, in some cases, an additional water source. 50 L chlorinated water fountains (drinking water) were installed in classes. Tippy-taps were installed in all schools and made available to students for daily hand washing. The students who make up the water clubs and teachers received training on water treatment and maintaining the system installed. They also participated in constructing Tippy-taps so they could replace them when needed.

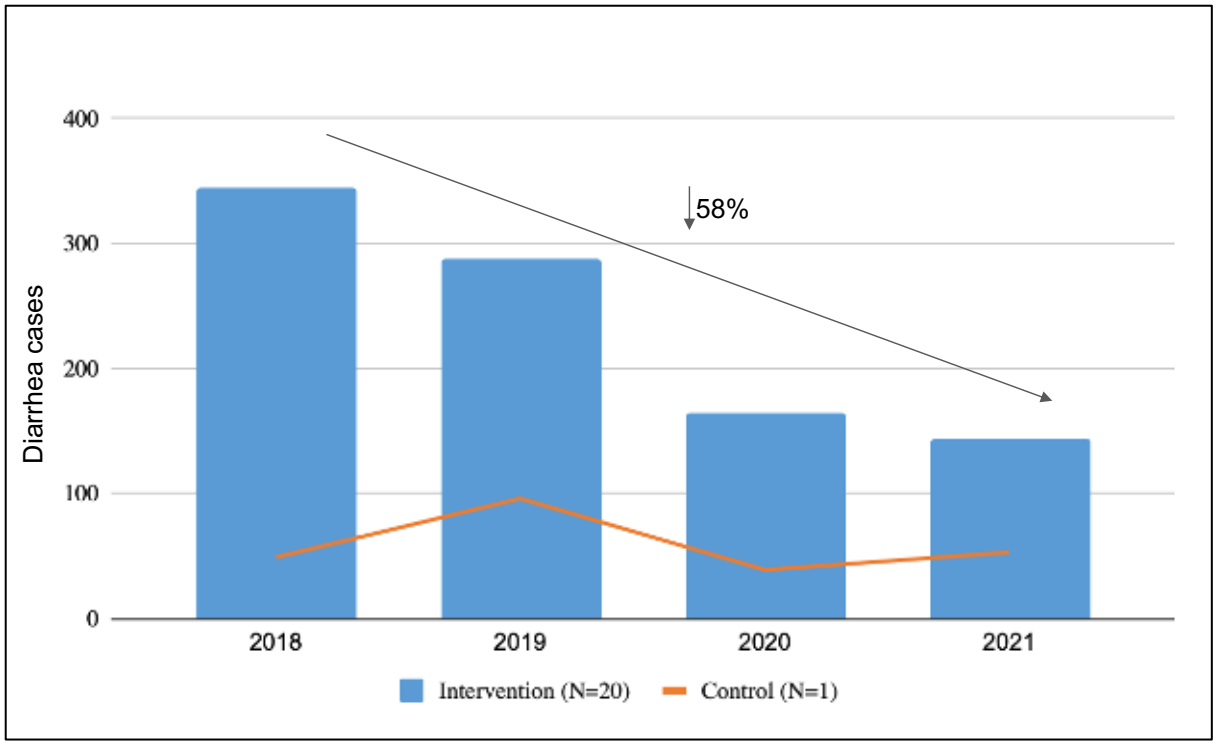


Figure 46. Diarrhea cases that were registered in health centers surrounding the control and intervention schools. Children from 1-14 years old.

In 2018, the number of diarrhea cases in children from 1 to 14 years old in the health centers surrounding the 20 schools enrolled in the Rano Madio programme was 344. Children are enrolled in schools after they reach one year old. In 2019, diarrhea cases in the same health centers were 287, and the number kept decreasing from 2020 (164 patients) until the end of 2021 (144 patients), resulting in a 58 % decrease in the number of cases in 2021 when compared to 2018. The same trend was not observed in the private health center used as control, situated more than 10 km away from 75% (15/20) of schools and assisting a population more economically privileged (Figure 45).

The overall cost of the programme was around 90,000 dollars. This operating cost is minimal as only kitchen salt is required for sodium hypochlorite production. The students' water clubs are responsible for and involved in the whole process and daily tasks, from the production of sodium hypochlorite to the injection of chlorine into the classroom fountains. The reagents used to control chlorine concentration after production and residual chlorine in the water of the classroom fountains are generally used during the project implementation and until the learning curve is well established.

After this learning period, production conformity control is performed by visual inspection (presence of bubbles during the electrolysis process) and chlorine odor. Using a 3-point-estimate based on historical data, we calculated 8.3 years of device longevity, serving 4.547 pupils resulting in 2.4 dollars (US Dollar, USD) per pupil yearly. Family direct savings every year on the purchase of medication are estimated on average at 1.16 dollars as expenses can range from 0.32 to 2 USD depending on the severity of diarrhea which is 60 % of an average daily income. During the 8.3 years of continuity and before CISCO needs to make any significant investment in installations, the government is expected to save 1,796 dollars on consultations, which is eight months of a nurse's earnings in a health center. Although financially attractive, the goal is not an accounting amortization but the fulfillment of objective 6 of the UN Charter: “ensure access to water and sanitation for all.”

8.6 Discussion

A recent systematic review identified a lack of published information about WASH programmes in schools compared with WASH programmes aimed at communities (156). There are even fewer studies on long-term sustainable actions to guarantee the water treatment. In this paper, we investigated WASH interventions in 20 schools in a low-income country, Madagascar, where access to safe drinking water, handwashing facilities, and hygiene education was provided in partnership with local authorities. A water system tailored to each school allowed the pupils safe and sufficient drinking water. Handwashing facilities provided minimum hygiene and helped to reduce various waterborne diseases. An electro-chlorinator device operated by the student water club produced sodium hypochlorite locally, which was used for water treatment. The rate of diarrhea cases dropped 58 % between 2018 and 2021. The programme is a good example of a successful partnership between NGOs, schools, and local authorities aiming to ensure sustainable access to safe water.

The commitment from local governments to the WASH programme was essential for ensuring the success and sustainability of the projects. A self-financed and easy-to-operate system can ensure continuity (157). It is crucial, however, to understand the impacts of different types of WASH programmes on health outcomes. We found that the extent to which students operate as change agents dictates the school's

engagement and ensures sustainable and universal access to WASH adapted to their socio-economic setting. Our findings are aligned with a study published on the student's willingness to use chlorine tablets as a new treatment method after a school programme in Tanzania (158). The authors observed a significant increase ($p < 0.05$) in their attitude toward water treatment (100 %), water quality (78 %), and water consumption (67 %). In addition, more than 90 % of the students were willing to buy chlorine tablets if made available (158). These studies indicate the importance of empowering students, which is what was done in this publication's programme by creating water clubs.

The programme was designed in two parts so we could implement the lessons learned from the pilot phase on a larger scale during an intervention. During the pilot phase, an operator's decentralized production of sodium hypochlorite and distribution to each school was costly and unsustainable in the long run. Nevertheless, this phase was essential to understand the following points:

A) The pilot phase shed light on the threshold of chlorinated water acceptance, as communities not used to drinking chlorinated water may associate it with poor taste (93). Furthermore, as it is the primary determinant affecting the adherence to a given water source, the pilot study was an attempt to observe if children would drink chlorinated water at the concentration practiced in the schools.

B) The pilot phase also helped us understand the missing details during water treatment and storage in the schools. Therefore, leading to changes in the size of storage containers to ensure water availability to all students and setting a production schedule to guarantee the daily availability of disinfectant.

C) The pilot phase allowed the community to incorporate the technology, the operation of electro-chlorinators, and the treatment of water, thus ensuring a consistent delivery of WASH intervention. Indeed, it is not uncommon in this kind of programme that the chosen technology is unsuitable for the local conditions, making operation and monitoring difficult. During the pilot study, it was possible to understand the local needs. The student's water club, teacher's manual, and the training provided in each school were an adaptation to create community engagement in the changing process and adoption of the new technology.

D) Finally, local authorities' engagement contributed largely to the programme's success. The local health center staff and local education authorities, CISCO, were essential to the programme's success. The pilot phase was a liaison process.

Borehole water is considered of better quality than the water from other sources like rainwater or surface water (125); however, in this programme, preference was given to recovery tanks (rainwater collection) to mitigate the salinity of groundwater infiltrated by the proximity of the ocean. Because of the school's closeness to the sea, the water in the wells was brackish. The cost of a drilling rig (5.000 Euros for drilling with installation) is superior to that of a rainwater collector (800 Euros). The rig must be transported from Tamatave to Sainte Marie by boat, and fuel was required. Therefore, digging a well over 20m was logistically impossible.

One must be cautious when interpreting the results of diarrhea decrease through the years. A COVID outbreak happened during the programme, and results could have been impacted by other programmes, even if the schools reported that it was not the case as they didn't participate in any other programme during this period. That said, awareness regarding hand washing to block virus transmission might have encouraged this habit in the community. Interestingly, the trend was not observed in the "control" health center, located over 10 km away from 75 % of schools from the WASH programme and assisting a population with better financial means. Migele et al. (2007) used a similar approach to ours in Kenyan schools collecting reports in nearby clinics. These authors observed a 46 % drop in diarrhea cases among children after one year. In that Kenyan study, the yearly costs per pupil, of USD 4.80, are higher than what was spent in our Madagascar programme, but this is because chlorine is not locally produced, and their programme requires operating support (154). A relatively recent meta-analysis of the costing and financing of WASH in schools underlines the difficulties in budgeting and its vast variation by geographic area, local context, and project needs (156). The calculation of cost per pupil doesn't favor small schools like the ones found on Saint-Marie Island. Some of the expenses for an immense establishment are the same as the ones needed for a small one. Attention must be made when comparing WASH programmes in different geographic locations. Difficulties in acquiring the equipment necessary for the chlorination process might play a significant role in the programme's execution, as observed while working on an island where everything was costly and out of reach. Financing is crucial. Usually, local communities and authorities would not have the possibility of providing the upfront payment without NGO support, as reported in many other countries (143). However, in our case study, the design and operation were jointly conceived between CISCO and local authorities. Most importantly, the programme was incorporated by CISCO

into the school curriculum after implementation, and we believe this improves the likelihood of sustainability. Although our study was not blinded and potentially open to some form of reporting bias, diarrhea incidence rates extracted from a hospital file should not be at risk of reporting bias, as is the case of self-reported diarrhea (159).
The programme's exit strategy is that the population who will not have access to the chlorinated water network is ready to buy chlorine tablets already available in small shops, as observed in other programmes (158). At the community level, the island's leading urban water distributor (JIRAMA), three rural water supply networks, and five health centers will be equipped with electro chlorinators to produce chlorine for water treatment and disinfection needs. The challenges and adaptations of this implementation will be the subject of a further impact study.

LIMITATIONS OF THE STUDY

The implementing NGO took into consideration the available funds and the island's specific geography to better tailor the programme. This took place incrementally and therefore the programme was not uniformly launched, which caused some difficulties in the analysis. The COVID outbreak could have influenced the behavior and access to sanitation, leading to health changes beyond our control.

8.7 Conclusions and implications for the future.

There appears to be an association between a decrease in diarrhea cases and the programme's implementation. The formulae used in the schools, local sodium hypochlorite production alongside training on water treatment and hand hygiene, can be replicated. On-site chlorination may be a valuable interim solution for reducing the incidence of diarrheal diseases until potable water is made accessible to the community. Nevertheless, the programme's success is multifactorial, depending on community engagement after an educational programme, adapted technology with proper funding, and governmental support to ensure sustainability.

CHAPTER 9. THESIS DISCUSSION

The preceding research (Chapters 3-8) demonstrates how electro-chlorinator devices have the potential to be scaled and adapted to meet the needs of both small and large communities in low and middle-income countries across Africa. After training, operators from diverse backgrounds produced high-quality and sufficient sodium hypochlorite to comply with the needs of hospitals, schools, and community water tanks. The adaptations made to the electro-chlorinator devices enabled drinking water with free residual chlorine (FRC) in small structures like school classrooms and large community water networks. In Congo (Chapter 6), following the installation of a customized electro-chlorination system within a network of 55 fountains, the proportion of water deemed suitable for consumption increased from 18% to 93% at households despite fluctuations in FRC levels (0.25-0.75) at the fountains. The main scientific contribution was the exploration of the technology's versatility in these specific settings.

While the primary focus of this technology application was to achieve microbiologically safe drinking water by effectively neutralizing all pathogenic microorganisms, the research output also investigated the intricacies involved in successfully implementing electrochlorination technologies. As the research presented in the preceding chapters of this thesis demonstrates, this process is contingent upon various factors beyond the device’s operational aspects. Financial considerations, availability of human resources, and water source quality are critical factors to successful programme implementation.

Data derived from WASH projects implemented by NGOs remain largely unpublished (160, 161). By filling this gap, these articles contribute to the literature on scientific developments using electro-chlorinators adapted for low-income countries. Furthermore, they serve as reports on the geographic, demographic, and economic development diversity regarding water access and treatment in each region.

9.1 The impact of sodium hypochlorite scarcity in remote areas

The scarcity of sodium hypochlorite in rural African areas was reportedly one of the main barriers to surface disinfection and water treatment in 35 out of 68 (51%) HCFs in Chad, (Chapter 4) (2). In Benin (Chapter 5), 16 out of 31 (52%) DWS lacked access to chlorine powder, one of the biggest challenges in disinfecting water. This was particularly worrisome because 60% of borehole groundwater was microbiologically contaminated (3). The lack of FRC in drinking water impacts household water quality as it prevents microbiological contamination during transportation and storage (27). In Congo (Chapter 6), microbiological contamination was detected even when 45% of households reported treating their water, with only 16,6% using efficient methods like boiling and chlorination. Indeed, before DWS installation, only 18% of water stored in the households was considered safe (4). In Burkina Faso (Chapter 7), prior to the intervention, schools didn't practice water chlorination, resulting in a contamination rate of 50% (3/6) of stored water samples with fecal and total coliforms (5). The lack of water treatment in schools is aligned with the literature. In a large study on 374 rural schools, 124 in Mozambique and 250 in Uganda, serving 206,487 total students, only 10 and 17% of schools reported drinking water treatment, respectively (139). As reported by a University Hospital in Mali, the availability of a high-quality chlorine solution (through local production) can be an essential asset in establishing an effective system for protecting patients and nursing staff (115). Likewise, FRC concentration in stored water exhibits an inverse relationship with *E. coli* contamination (162). Consequently, restricted access to sodium hypochlorite affects remote communities on multiple levels: in hospitals, schools, and homes.

9.2 Tailoring training to address the needs of diverse contexts and population groups

The quality of sodium hypochlorite produced by electro-chlorinators was extensively monitored during the first intervention in HCFs from Burkina Faso (Chapter 3) through chlorine concentration. The data collected between 4 and 11 months suggest that some time may be necessary to allow the users of electro-chlorinator devices to familiarize themselves with the technology and reach an adequate standard chlorine concentration of at least 5 g/L (1). In a publication by an independent research group

to evaluate low-cost, non-electrically powered chlorination devices, the operators expressed difficulties in handling and operating the Mini-Wata^{TM} in Uganda (163). On the other hand, two university hospitals in Mali acquired the same electro-chlorinator cited in the research conducted in Burkina Faso (1), and no operation challenges were reported. They performed microbiological control of surfaces and medical devices before and after disinfection with locally produced chlorine and observed fewer pathogenic germs (115). Perhaps the different perception regarding the usability reported in the literature was because, in Mali, it was an experiment led by medical students with access to online resources. At the same time, in Uganda, the users were water kiosk operators. In Chad (Chapter 4), the HCFs were revisited after five months, then eight months after the installation of devices. During the visits, additional training was provided if the staff were not successfully operating the devices, which guaranteed chlorine sufficiency in all HCFs (2). Ensuring consistent on-site training may be pivotal for optimizing device usability, especially considering end-user's environmental conditions and literacy rate.

The study started in hospitals, then community water tanks and schools to evaluate the effectiveness, efficiency, and overall user satisfaction of the electro-chlorinator devices. Adaptations were made at each step of the way to ensure everyone, from hospital staff to students, could operate the device. To achieve efficient usability, the device's instructions for use and online training material were adapted through the years, considering cognitive abilities and the environmental condition of end-users. The allocation of additional resources towards the creation of instructional videos and tutorials to facilitate autonomous learning when on-site training is unavailable is necessary.

The literature emphasizes that the sustainability of water treatment programmes is intertwined with community involvement at various levels (164). Our findings align with the literature as the success of all interventions was highly dependent on communities with local leadership and hospitals with trained staff (or willing to comply with disinfection measures). In the same study, we conducted observations of healthcare facilities located within the same geographical region and characterized by similar infrastructural attributes. Notably, our findings revealed a significant divergence in the efficacy of water treatment and disinfection practices. The primary determinant of this

disparity could be attributed to administrative decisions and the influence of local leadership (2). Furthermore, this was not limited to healthcare institutions; it was equally applicable to schools and Decentralized water services. Moreover, it was perceived that the programme's longevity in Madagascar would not be ensured without a comprehensive approach and end-user participation. The engagement of schoolteachers was crucial for integrating water treatment and hygiene practices into educational curricula. In Madagascar and Burkina Faso (Chapters 7 and 8), they reviewed the “Teachers Manual” and suggested amendments for cultural adjustments. Furthermore, institutional support, exemplified by school directors, and governmental backing from entities such as the Ministry of Health and Ministry of Education were essential for sustaining education initiatives, facilitating device maintenance, and conducting programme monitoring (5, 6). Similarly, local operators’ feedback was essential in adapting devices for water tank systems in Benin and Congo (Chapters 5 and 6) (3, 4). The same was observed in Chad and Burkina Faso (Chapters 3 and 4), where frontline workers such as nurses and cleaning staff produced and utilized sodium hypochlorite, which is indispensable for hospital programme efficacy (1, 2). Nevertheless, due to the absence of adequate training concerning water treatment in Chad, sodium hypochlorite provision did not result in implementing water treatment practices at the hospital (2). Understanding how communities acquire knowledge concerning public health hazards and the impact of their cultural context is of utmost importance. Communication through local changemakers is key for social mobilization and is decisive for the programme's success.

9.3 Operational aspects of implementing electro-chlorination system

Producing high-quality sodium hypochlorite through electro-chlorination is one of the many steps in the water treatment process. The pre-existing structure in place needs to be evaluated before installation. In Benin (Chapter 5), the technology allowed injection of sodium hypochlorite into the water tanks, yielding an average residual chlorine level at the most distant terminal fountain of 0.29 ± 0.2mg/L, within the country’s reference level 0.1-0.8mg/L. However, 30% (9/31) of water tanks had structural problems, like lack of water (2), faulty dosing pump (6), and lack of electricity (1), which prevented the existing system from performing adequately (3). In Congo

(Chapter 6), even in a large DWS network named Big Five comprising 55 fountains, it was possible to achieve an average of FRC between 0.75±0.08 and 0.21± 0.05 mg/L in the closest and most distant fountains, respectively. Yet, this network was previously non-functional, and without a significant renovation, installing electro-chlorinator devices wouldn't be possible. The DWS in the same region, RVA, received a different sodium hypochlorite injection method to accommodate the water source: spring catchment instead of borehole water. A drip device was developed, allowing continuous injection without pressure and complex automation (4). As demonstrated above, installing electro-chlorinator devices in DWS requires technical expertise. Electro-chlorination systems might be a decentralized opportunity to curb waterborne diseases and hospital infections in resource-limited settings. Although no one solution fits all, local production of sodium hypochlorite can be technically feasible, provided that site-specific approaches are taken into consideration. No single adaptation strategy exists to meet the needs of all communities and contexts. Adaptive capacity is limited when there is a lack of knowledge of risks related to contaminated water consumption, water treatment methods, and device engineering. In Madagascar (Chapter 8), the solar kit from the device or 220 V solar installation already in place was used in 85% (17/20) of schools. Only 15% (3/20) of schools had access to the national electricity network. In addition, each water system/source was tailored to each school, allowing the pupils to drink safe and sufficient water throughout the year (6). The funding, particularly from NGO interventions, is usually directed towards construction. However, ongoing operation and maintenance also require technical expertise to ensure sustainability. Inadequate funding allocation has resulted in service discontinuation in sub-Saharan Africa (17).

Another essential aspect to consider when designing a decentralized water treatment strategy is the quality and intermittency of the water source (165). A deeper understanding of water supply regularity is necessary when implementing an electro-chlorinator device for in situ chlorination. When water access is intermittent, individuals must seek multiple sources to fulfill their basic needs (135, 136). This was observed in Congo (Chapter 6) during implementation. In the Big Five community, where there was no access to piped supply, (15,7%) 16/of 102 households reported that their primary source of drinking water came from the river, and 8,8% (9/102) exclusively used this source for drinking purposes. For 63,7% of households (65/102),

the main source was a nearby well (known as Miloba), and for 20,6% (21/102), a mixture of other unimproved sources. In those situations, the community fetched water from alternative sources that were not improved or safe. Consequently, the water stored in the houses had high levels of microbiological contamination at baseline. On the contrary, 80% of households surrounding the RVA water network, a well-functioning piped system, reported using this service (4). In Madagascar (Chapter 8), during the drought period, several schools abandoned the existing water source to find alternative sources because water was unavailable. In addition, 70% (7/10) of the school's water sources were muddy or brackish because of their closeness to the sea (6). As reported in the literature, water stored for a longer period is subjected to recontamination. Previous research indicates that the incidence of waterborne diarrheal disease increases with greater distance from water sources (138). Schools located near water sources refill storage containers more frequently, thereby reducing the risk of contamination during transport and extended storage periods (139). In relation to this, intermittency needs to be considered to avoid disruption when investing in a water source. Drinking untreated water, even occasionally, can have severe health consequences that counteract the positive effects of an intervention. Therefore, without improvements in the water supply source, storage capacity, and, in some cases, an additional water source, the installation of electro-chlorinators is not beneficial.

Establishing the threshold of chlorinated water acceptance is imperative, particularly in communities unaccustomed to its consumption (93). In HCFs from Chad (Chapter 4), it was observed that the availability of sodium hypochlorite didn't necessarily increase water treatment. "Bad taste" and "smell" were reported (2). Broader acceptance was observed when standards that accommodated the community's preferences were set. This was the case for the school programmes in Burkina Faso and Madagascar (Chapters 7 and 8), as well as the DWS in Benin and Congo (Chapters 5 and 6). Therefore, the role of consumer preference needs to be considered when evaluating the uptake of new technologies. Drinking water's taste and odor perceptions are important factors in encouraging adherence. When those aspects are ignored, households may shift to other potentially unsafe water sources or establishments. Communities that are not used to chlorinating their water are more

sensible and might reject chlorinated water when chlorine taste and odour are perceptible.

Following technology adaptation and field testing, engaging in long-term monitoring processes is imperative to ascertain progress and identify potential bottlenecks. However, funding allocated by non-governmental organizations (NGOs) tends to prioritize the implementation of large-scale structures, often neglecting the monitoring phase (166). This oversight may result in a lack of integration of household-level water quality (Point-of-Use, POU) into impact assessment frameworks of programmes and a failure to consistently monitor water treatment technologies' efficacy over time. Indeed, the financial support from donors applied in all programmes related to this thesis covered only the implementation phase for the DWS in Benin and Congo (Chapter 5 and 6) (3, 4). In Madagascar (Chapter 8), long-term data was gathered thanks to the Antenna Foundation and local authorities's support after the programme. The same happened in Burkina Faso (Chapter 7), where schools were revisited 2 years after implementation (5). Inadequacies in monitoring could potentially diminish the public health impact of water intervention efforts. Further research is needed on the outcomes and long-term impacts of a technology implemented in a given community (166). Partnerships with Universities have merged as a solution to gathering high-quality data on NGO interventions for evidence-based usage (82). This might be a solution to finance long-term monitoring.

9.4 Financial considerations: funding for installation and maintenance cost

The installation cost was calculated for community water tanks in Congo (Chapter 6), hospitals in Burkina Faso (Chapter 3), and school intervention in Saint-Marie Island,Madagascar (Chapter 8). However, comparing programmes is challenging due to geographical differences and data collection methods. Specific guidelines to evaluate cost, performance, and sustainability for this type of water treatment programme are of the utmost importance so that the data collected can be compared.

In HCFs from Burkina Faso (Chapter 3), a cost-benefit analysis allowed the comparison of the costs incurred to buy sodium dichlor-oisocyanurate tablets and

those using electro-chlorinator devices. Globally, it was reported that WATA-Standard Solar allowed savings of 2.66 euros daily with an estimated investment offset after 381 days. WATA-plus Solar saved the HCFs 13.31 euros daily with an investment offset after 254 days (1). In Mali, when produced in the hospital, an independent group using the same devices reported that 1 liter of bleach costs fourteen times cheaper than the product from the local market (115). Our findings on the cost savings associated with onsite chlorine production in healthcare facilities in Burkina Faso (Chapter 3) are consistent with recent research on the installation of electrolytic STREAM Disinfectant Generators (Aqua Research, New Mexico, USA) in 10 primary healthcare facilities in central and western Uganda. The study reports a 36.9% reduction in costs compared to commercially available chlorine (85).

In Schools from Madagascar (Chapter 8), using a 3-point estimate based on historical data, with a calculated 8.3 years of device longevity, the device served 4.547 pupils, resulting in 2.4 dollars (US Dollar, USD) per pupil yearly (6). An independent assessment of low-cost, non-electrically powered chlorination devices for water kiosks in eastern Uganda reported that: “Liquid chlorine was purchased at the local market as 1.2 per cent sodium hypochlorite solution (NaOCl, $0.S2-0.96/m3 for 2 mg/L) or self-produced as NaOCl solution (0.5-0.6 per cent), using a Mini-WATA electrochlorinator (Antenna Foundation, $2S0). For liquid chlorine, the WATA system is economically attractive (~S0.15-0.59/m3 for 2 mg/L, including salt cost and device cost; lifespan of device: 1-5 years; water production: 600-1,200 m^3/year) and circumvents the need for a chlorine supply chain” (163).

Although the technology is economically attractive and has minimal operating costs, as only kitchen salt is required for sodium hypochlorite production, ongoing maintenance, such as repairing and replacing parts, can strain electro-chlorinators' operation. This is observed in rural areas where boreholes are equipped with handpumps. It was found that one in four systems installed were out of service in rural Africa (17). In Congo (Chapter 6), the whole infrastructure of the Big Five network had to be repaired before the installation of electro-chlorinator devices. Consequently, the yearly savings calculated when chlorine is locally produced, and the amortization of electro-chlorinator installation is only one part of the equation if the infrastructure is inadequate. An economic evaluation of water supply systems utilizing inline solar-

driven electro-chlorination, incorporating an autonomous water disinfection unit, was conducted in rural regions of Nepal, Egypt, and Tanzania. The analysis revealed that none of the sites demonstrated a feasible potential for recovering the initial investment within the projected lifespan of the technical infrastructure (88). Those findings align with our perceptions that the economic viability of electro-chlorination systems in low-income communities is strongly dependent on external funding from governments, NGO's, or sponsors who are not interested primarily in financial return on their investments. This is also observed in several WASH programmes from low-income countries (143). Therefore, finding support for upfront payment from donors primarily concerned with fulfilling objective 6 of the UN Charter: "ensure access to water and sanitation for all," is of utmost importance. Furthermore, partnership with the government is crucial for sustainability, as demonstrated by the school programme in Madagascar (Chapter 8), where the government provided ongoing educational and operational support following the implementation of the electro-chlorination system (6).

9.5 Electro-chlorination system in remote communities: challenges and advantages

The main advantage of implementing an electrochlorination system in remote communities is the local production of sodium hypochlorite, which ensures a consistent disinfectant supply. Reliance on external vendors, transportation logistics, price fluctuation, and quality issues from sodium hypochlorite available in remote areas are barriers to water treatment. Difficulties in acquiring sodium hypochlorite were reported in every location where the study was conducted (Chapter 3-8).

Although other water treatment methods can be applied (Chapter 1.6), chlorination can be easily adjusted to meet different water quality requirements and varying levels of contamination. It can also be applied at several timepoints as a water treatment practice (household or community level). Chlorine-based treatment methods are the sole options that provide sustained water disinfection within water distribution networks (167). It prevents recontamination after the initial disinfection process through free residual chlorine (FRC), which continues to provide antimicrobial protection as the water is stored and distributed. This ongoing protection is especially

important in large distribution networks, where the water may travel long distances and be exposed to various contamination risks. Like the DWS in Congo (Chapter 6), which has 55 fountains (4) .

In a decentralized setting, like remote African areas, it was technically demonstrated the feasibility of *in situ* sodium hypochlorite production for water treatment providing microbial inactivation. Utilizing alternative energy sources, such as solar panels, those devices offer remote communities autonomy.

As discussed above, implementing an electrochlorination system in low-income remote areas poses several challenges. Addressing funding for installation, training tailored to a given population, long-term sustainability, quality of water source, and community acceptance requires a well-planned comprehensive approach.

9.6 Future perspectives

9.6.1 Bridging the gaps: transdisciplinary research and NGO-Academia collaborations

Developing countries face challenges accessing technologies adapted to their needs. Transdisciplinary collaboration between research groups from north and south, local NGOs, funding agencies, and the community is needed to implement sustainable solutions and accurate data collection. The Government of Malawi, in collaboration with the University of Strathclyde and the Government of Scotland, is utilizing the mWater data platform to collect water asset management data as part of the Climate Justice Fund: Water Futures Programme (160). A recent review identified Malawi as the only African country yielding a significant number of publications on SDG 6. University Strathclyde, UK, and University Malawi Polytech, Malawi, were identified as a collaboration cluster for water research. Among the countries with the most multi-country collaborations in SDG 6 publications, it was identified a higher degree of

collaboration between European and North American countries and a moderate level of collaboration between Asian countries (44).

A lot is discussed about the need on research network collaboration between universities from the North and South to provide knowledge exchange and capacity building. This is key when addressing water scarcity, treatment, and governance challenges. Similarly, South-South collaborations must be fostered to understand better social structures and cultural contexts that are valuable to community engagement and scientific advancements. In addition, partnerships between academic institutions and NGOs are essential to designing robust impact measurement methodologies and scientific reporting (82). Academics could address the long-term monitoring, a void often left unfilled by NGOs due to funding absence. More importantly, their involvement could introduce an impartial perspective crucial for systematic scientific data. It benefits society when decision-makers can rely on high-quality evidence of what works in different contexts reported in the scientific literature to identify success stories, failures, progress made, and research gaps (168).

9.6.2 Facing the lack of gender equity

Although women are the most affected, they are not in the decision-making process. Through my experience of 7 years of working in this sector, mainly men were involved in managing water network systems. From a public health perspective, women play a key role in the household's habits. In addition, they are the ones more affected by the lack of drinking water, as fetching water is considered a household task (41). However, in the ASUREP community (water tanks) and hospitals, they were nowhere to be seen. A gender-balanced partnership is crucial for sustainability and progress in the WASH sector, but we observed that only men were present in the local groups. A more inclusive approach is necessary to engage as many voices as possible, but this is still a work in progress. A recent systematic review of publications from UNICEF and World Bank WASH projects addressing theoretical and practical gender inclusion found that one of the main challenges to achieving effective gender equality in WASH projects was the lack of involvement of all genders in the design and implementation of projects (169).

9.6.3 Groundwater quality (Source water quality)

While beyond the scope of the thesis research, a deeper understanding of the actions needed to safeguard groundwater and how climate change will affect water sources is of utmost importance for the future. For instance, the elevation of sea levels represents a risk of saline contamination in water sources, as observed in Madagascar (Chapter 8) (6). In addition, increasing temperature extremes and heavy precipitation causes contamination of surface and groundwater. Current research suggests that climate change will play a pivotal role in drinking water quantity and quality (20). Therefore, water treatment technologies will need to be adapted to meet the challenges caused by climate change.

9.6.4 Waterborne diseases and the interrelationship between Water, Sanitation, and Hygiene

Water, Sanitation, and Hygiene should be addressed together. Focusing on only one aspect might have little influence on the prevalence of diarrhea cases in a community. As observed in Chadian hospitals (Chapter 4), regardless of disinfectant availability for hospital disinfection, water treatment was neglected because the programme didn't include an educational campaign and efforts to find a chlorine threshold acceptable to the population (2). In Madagascar (Chapter 8), the schools adopted water treatment, handwashing, and sanitation (use of sodium hypochlorite to clean toilets) altogether because the implementation of an electro-chlorination system was part of an educational programme which improved public health within the community (6).

9.7 Strengths and limitations

The thesis possesses several strengths alongside certain limitations. It investigated the feasibility of using a range of devices for chlorine production in different settings and locations in Africa, allowing data collection on the technology's acceptability and performance from participants directly using the devices. In addition, technical parameters were established (like solar panels, educational materials, and testing kits) so that the electro-chlorinators could be operated with minimal complexity. The findings generated in settings using electro-chlorinators for the first time to generate sodium hypochlorite constitute the original contribution to knowledge and can be set as a benchmark for guiding future projects.

The limitations of the research include the type of financing and operational approach used in all projects. Because of the high upfront costs, all projects were financed by NGOs. Therefore, data on installations funded by locals weren't gathered. Usually, the installations were performed on a large scale by a team of operators. The financial analysis didn't include the costs of installing a single electro-chlorinator device to serve a community water network. Because each decentralized system operates independently, this situation will likely happen in remote areas. The operational approach and field adaptations were also performed under a multi-professional system. The collaboration between local teams and NGO engineers enabled them to address the challenges encountered in the field effectively. However, hospitals, schools, or water network communities may face different challenges if they independently acquire and install the electro-chlorinator device. This scenario would likely increase the demand for local expertise, particularly when adaptations are required. Collectively, the data on costs, performance, and technology adoption are contextually specific to the scenario under study. In Madagascar (Chapter 8), the overlap between the study period and the 2020 SARS-CoV-2 pandemic may have contributed to alterations in public health practices, potentially influencing hygiene behaviors and disease transmission patterns in Saint-Marie Island. This situation may have impacted the reported incidence of diarrheal cases at healthcare centers. There were no attempts to measure the levels of organic precursors in the water to minimize DBP (Disinfection by products) production when chlorine was applied. Today, the literature is discussing this critical step that was overlooked in the study conducted.

Another aspect that could have been explored is the variation of groundwater quality due to seasonal changes and the presence of chemical contaminants such as pesticides. The prioritization was the microbiological quality of drinking water, primarily due to the immediate health risks posed by pathogens. Finally, a more extended evaluation period would allow greater insights into the devices' long-term functionality, especially in the water network communities where it is extensively used.

10. REFERENCES

1. Duvernay PG, de Laguiche E, Nogueira RC, Graz B, Nana L, Ouedraogo W, et al. Preventing nosocomial infections in resource-limited settings: An interventional approach in healthcare facilities in Burkina Faso. Infect Dis Health. 2020;25(3):186-93.doi: 10.1016/j.idh.2020.04.003.
2. Nogueira RC, Nigro M, Veuthey J, Tigalbaye C, Bazirutwabo B, Fam Thior MD, et al. Can Locally Produced Chlorine Improve Water Sanitation & Hygiene Indicators in Health Care Facilities in Rural Chad? Health Sci Dis. 2021;22(11):51-6
3. Nogueira RC, Nigro M, Veuthey J, Thior MDF, Amour COD, Voillat J. Novel water treatment system in a low-resource community. J Water Health. 2022;20(5):863-70.doi: 10.2166/wh.2022.064.
4. Nogueira RC, Menneguerre MA, Fam Thior MD, Miala T, Mesu A, Prod'homme F. The contribution of decentralized water systems on water quality in Maniema province, DRC. Int J Environ Health Res. 2024:1-14.doi: doi.org/10.1080/09603123.2024.2312545.
5. Duvernay PG, Nogueira RC, Pittet L, Dos Passos MPV, Guira O, Bamouni I, et al. Water Quality and Hygiene Behavior in Burkina Faso: The Impact of Locally Produced Sodium Hypochlorite Solution in Schools. Health Sci Dis. 2022;23(8).doi: 10.5281/hsd.v23i8.3692.
6. Duvernay PG, Nogueira RC, Pittet L, Razafimahatratra S, Poulet M, Veuthey J, et al. Decreasing diarrhea cases through on-site sodium hypochlorite production in Madagascar. J water sanit hyg dev. 2023;13(3):187-96.doi: 10.2166/washdev.2023.168.
7. Foster V, Briceno-Garmendia C. Africa's Infrastructure: A Time for Transformation. World Bank; 2010. Contract No.: CC BY 3.0 IGO.
8. Vollset SE, Goren E, Yuan CW, Cao J, Smith AE, Hsiao T, et al. Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet. 2020;396(10258):1285-306.doi: 10.1016/S0140-6736(20)30677-2.
9. Dos Santos S, Adams EA, Neville G, Wada Y, de Sherbinin A, Mullin Bernhardt E, et al. Urban growth and water access in sub-Saharan Africa: Progress, challenges, and emerging research directions. Sci Total Environ. 2017;607-608:497-508.doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.06.157.
10. GBD. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet. 2020;396(10258):1204-22.doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
11. Howard G BJ, Williams A, Overbo A, Fuente D, Geere JA. . Domestic water quantity, service level and health. Geneva: World Health Organization; 2020. Contract No.: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
12. WHO and UNICEF. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Geneva World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF); 2017. Report No.: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
13. Mutono N, Wright JA, Mutembei H, Muema J, Thomas MLH, Mutunga M, et al. The nexus between improved water supply and water-borne diseases in urban areas in Africa: a scoping review. AAS Open Res [Internet]. 2021; 4(27). doi: 10.12688/aasopenres.13225.1.
14. Lee GO, Whitney HJ, Blum AG, Lybik N, Cevallos W, Trueba G, et al. Household coping strategies associated with unreliable water supplies and diarrhea in Ecuador, an upper-middle-income country. Water Res. 2020;170:115269.doi: 10.1016/j.watres.2019.115269.
15. Onipe T, Edokpayi JN, Odiyo JO. A review on the potential sources and health implications of fluoride in groundwater of Sub-Saharan Africa. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2020;55(9):1078-93.doi: 10.1080/10934529.2020.1770516.
16. MacDonald AM, Bell RA, Kebede S, Azagegn T, Yehualaeshet T, Pichon F, et al. Groundwater and resilience to drought in the Ethiopian highlands. Environ Res Lett. 2019;14(9).doi: 10.1088/1748-9326/ab282f.

17. Foster T, Furey S, Banks B, Willetts J. Functionality of handpump water supplies: a review of data from sub-Saharan Africa and the Asia-Pacific region. Int J Water Resour Dev. 2019;36(5):855-69.doi: 10.1080/07900627.2018.1543117.
18. Motlagh AM, Yang Z, Saba H. Groundwater quality. Water Environ Res. 2020;92(10):1649-58.doi: 10.1002/wer.1412.
19. Chique C, Hynds P, Burke LP, Morris D, Ryan MP, O'Dwyer J. Contamination of domestic groundwater systems by verotoxigenic escherichia coli (VTEC), 2003-2019: A global scoping review. Water Res. 2021;188:116496.doi: 10.1016/j.watres.2020.116496.
20. Poulin C, Peletz R, Ercumen A, Pickering AJ, Marshall K, Boehm AB, et al. What Environmental Factors Influence the Concentration of Fecal Indicator Bacteria in Groundwater? Insights from Explanatory Modeling in Uganda and Bangladesh. Environ Sci Technol. 2020;54(21):13566-78.doi: 10.1021/acs.est.0c02567.
21. Bonsor H, MacDonald A, Casey V, Carter R, Wilson P. The need for a standard approach to assessing the functionality of rural community water supplies. Hydrogeol J. 2018;26(2):367-70.doi: 10.1007/s10040-017-1711-0.
22. Cuthbert MO, Taylor RG, Favreau G, Todd MC, Shamsudduha M, Villholth KG, et al. Observed controls on resilience of groundwater to climate variability in sub-Saharan Africa. Nature. 2019;572(7768):230-4.doi: 10.1038/s41586-019-1441-7.
23. Lapworth DJ, MacDonald AM, Kebede S, Owor M, Chavula G, Fallas H, et al. Drinking water quality from rural handpump-boreholes in Africa. Environ Res Lett. 2020;15(6).doi: 10.1088/1748-9326/ab8031.
24. Onda K, LoBuglio J, Bartram J. Global access to safe water: accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress. Int J Environ Res Public Health. 2012;9(3):880-94.doi: 10.3390/ijerph9030880.
25. Cisse G. Food-borne and water-borne diseases under climate change in low- and middle-income countries: Further efforts needed for reducing environmental health exposure risks. Acta Trop. 2019;194:181-8.doi: 10.1016/j.actatropica.2019.03.012.
26. Bain R, Cronk R, Wright J, Yang H, Slaymaker T, Bartram J. Fecal contamination of drinking-water in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. PLoS Med. 2014;11(5):e1001644.doi: 10.1371/journal.pmed.1001644.
27. Meierhofer R, Banziger C, Deppeler S, Kunwar BM, Bhatta M. From Water Source to Tap of Ceramic Filters-Factors That Influence Water Quality Between Collection and Consumption in Rural Households in Nepal. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(11).doi: 10.3390/ijerph15112439.
28. Edokpayi JN, Rogawski ET, Kahler DM, Hill CL, Reynolds C, Nyathi E, et al. Challenges to Sustainable Safe Drinking Water: A Case Study of Water Quality and Use across Seasons in Rural Communities in Limpopo Province, South Africa. Water (Basel). 2018;10(2).doi: 10.3390/w10020159.
29. Hounkpatin ASY, Dougnon VT, Jules H, Kpognon E, Johnson RC. Quality and Method of Management of Drinking Water in Rural Areas in Benin: Case of Artesian Drills of Dogbo Ahomey in the Borough of Tota, Municipality of Dogbo. J Water Resour Prot 2021;13(11):823-34.doi: 10.4236/jwarp.2021.1311044.
30. Hutchings P, Willcock S, Lynch K, Bundhoo D, Brewer T, Cooper S, et al. Understanding rural–urban transitions in the Global South through peri-urban turbulence. Nat Sustain. 2022;5(11):924-30.doi: 10.1038/s41893-022-00920-w.
31. Kamara JK, Galukande M, Maeda F, Luboga S, Renzaho AMN. Understanding the Challenges of Improving Sanitation and Hygiene Outcomes in a Community Based Intervention: A Cross-Sectional Study in Rural Tanzania. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(6).doi: 10.3390/ijerph14060602.
32. Levy K, Smith SM, Carlton EJ. Climate Change Impacts on Waterborne Diseases: Moving Toward Designing Interventions. Curr Environ Health Rep. 2018;5(2):272-82.doi: 10.1007/s40572-018-0199-7.
33. Song F, Zhang GJ, Ramanathan V, Leung LR. Trends in surface equivalent potential temperature: A more comprehensive metric for global warming and weather extremes. Proc Natl Acad Sci U S A. 2022;119(6).doi: 10.1073/pnas.2117832119.

34. WHO. Global progress report on water, sanitation and hygiene in health care facilities: fundamentals first. Geneva, Switzerland. : World Health Organization; 2020. Contract No.: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
35. Adams EA, Byrns S, Kumwenda S, Quilliam R, Mkandawire T, Price H. Water journeys: Household water insecurity, health risks, and embodiment in slums and informal settlements. Soc Sci Med. 2022;313:115394.doi: 10.1016/j.socscimed.2022.115394.
36. WHO. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs. Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF) 2021. Contract No.: Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
37. Venkataramanan V, Geere JL, Thomae B, Stoler J, Hunter PR, Young SL, et al. In pursuit of 'safe' water: the burden of personal injury from water fetching in 21 low-income and middle-income countries. BMJ Glob Health. 2020;5(10).doi: 10.1136/bmjgh-2020-003328.
38. Geere JA, Bartram J, Bates L, Danquah L, Evans B, Fisher MB, et al. Carrying water may be a major contributor to disability from musculoskeletal disorders in low income countries: a cross-sectional survey in South Africa, Ghana and Vietnam. J Glob Health. 2018;8(1):010406.doi: 10.7189/jogh.08.010406.
39. Dhital RP, Ito T, Kaneko S, Komatsu S, Yoshida Y. Household access to water and education for girls: The case of villages in hilly and mountainous areas of Nepal. Oxf Dev Stud. 2021;50(2):142-57.doi: 10.1080/13600818.2021.1965978.
40. UNESCO. Global Education Monitoring Report – Gender Report: A new generation: 25 years of efforts for gender equality in education Paris: UNESCO; 2020.
41. De Guzman K, Stone G, Yang AR, Schaffer KE, Lo S, Kojok R, et al. Drinking water and the implications for gender equity and empowerment: A systematic review of qualitative and quantitative evidence. Int J Hyg Environ Health. 2023;247:114044.doi: 10.1016/j.ijheh.2022.114044.
42. UN-Water. Summary Progress Update 2021 – SDG 6 – water and sanitation for all. Geneva, Switzerland: United Nations; 2021.
43. UN. The Millennium Development Goals Report. United Nations; 2015. Contract No.: id:7222, eSocialSciences.
44. Roy A, Basu A, Su Y, Li Y, Dong X. Understanding Recent Trends in Global Sustainable Development Goal 6 Research: Scientometric, Text Mining and an Improved Framework for Future Research. Sustainability. 2022;14(4).doi: 10.3390/su14042208.
45. United Nations. The Sustainable Development Goals Report. 300 East 42nd Street, New York, NY, 10017, United States of America.: United Nations; 2020. Contract No.: ISBN: 978-92-1-101425-9.
46. Foster T, Priadi C, Kotra KK, Odagiri M, Rand EC, Willetts J. Self-supplied drinking water in low- and middle-income countries in the Asia-Pacific. npj Clean Water. 2021;4(1).doi: 10.1038/s41545-021-00121-6.
47. Elliott M, Foster T, MacDonald MC, Harris AR, Schwab KJ, Hadwen WL. Addressing how multiple household water sources and uses build water resilience and support sustainable development. npj Clean Water. 2019;2(1).doi: 10.1038/s41545-019-0031-4.
48. Collignon B, Vézina M. Independent water and sanitation providers in African Cities. Washington, DC.: World Bank 2000.
49. Beard VA, Mitlin D. Water access in global South cities: The challenges of intermittency and affordability. World Development. 2021;147.doi: 10.1016/j.worlddev.2021.105625.
50. Wildman T, Brady C, Henderson E. Rethinking emergency water provision: can we stop direct water trucking in the same places every year? Overseas Development Institute. 2014 May 30:34-5.
51. Tsumbu DH, Cammaerts D, Adant I, Raoul S, Nzuzi FL, Deliège J. Acceptabilité sociale d'un système décentralisé d'approvisionnement en eau potable - le cas d'étude des Associations d'Usagers de Réseaux d'Eau Potable (ASUREP) à Kinshasa, République Démocratique du Congo Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement. 2020;2:9-19

52. Baron C, Bonnassieux A. Gouvernance hybride, participation et accès à l'eau potable: Le cas des associations d'usagers de l'eau (AUE) au Burkina Faso Annales de Géographie. 2013;123(693):525-48
53. Colson P. Mayi ! (L'eau). Congo, RDC2017.
54. OECD. Social Enterprises. Paris 1999.
55. Lantagne DS. Viability of commercially available bleach for water treatment in developing countries. Am J Public Health. 2009;99(11):1975-8.doi: 10.2105/AJPH.2009.160077.
56. Tsekleves E, Fonseca Braga M, Abonge C, Santana M, Pickup R, Yongabi Anchang K, et al. Community engagement in water, sanitation and hygiene in sub-Saharan Africa: does it WASH? J Water Sanit Hyg Dev. 2022;12(2):143-56.doi: 10.2166/washdev.2022.136.
57. Couche-Franquet M, Duvernay P-G, Hayman B, Veuthey J, Yo HA. Social enterprises as effective exit strategies for development NGOs: the case of Bilada in Burkina Faso. Dev Pract. 2023:1-7.doi: 10.1080/09614524.2023.2250932.
58. McGuire MJ. Chlorine Revolution. The History of Water Disinfection and the Fight to Save Lives. : American Water Works Association; 2013.
59. Ponzano GP. Sodium hypochlorite: history, properties, electrochemical production. Contrib Nephrol. 2007;154:7-23.doi: 10.1159/000096810.
60. Pruss-Ustun A, Bartram J, Clasen T, Colford JM, Jr., Cumming O, Curtis V, et al. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. Trop Med Int Health. 2014;19(8):894-905.doi: 10.1111/tmi.12329.
61. WHO. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva World Health Organization (WHO); 2017. Contract No.: ISBN 978-92-4-154995-0.
62. Mintz ED, Reiff FM, Tauxe RV. Safe water treatment and storage in the home. A practical new strategy to prevent waterborne disease. JAMA. 1995;273(12):948-53
63. Lindmark M, Cherukumilli K, Crider YS, Marcenac P, Lozier M, Voth-Gaeddert L, et al. Passive In-Line Chlorination for Drinking Water Disinfection: A Critical Review. Environ Sci Technol. 2022;56(13):9164-81.doi: 10.1021/acs.est.1c08580.
64. Fagerli K, Trivedi KK, Sodha SV, Blanton E, Ati A, Nguyen T, et al. Comparison of boiling and chlorination on the quality of stored drinking water and childhood diarrhoea in Indonesian households. Epidemiol Infect. 2017;145(15):3294-302.doi: 10.1017/S0950268817002217.
65. Rosa G, Clasen T. Estimating the scope of household water treatment in low- and medium-income countries. Am J Trop Med Hyg. 2010;82(2):289-300.doi: 10.4269/ajtmh.2010.09-0382.
66. Luby SP, Mendoza C, Keswick BH, Chiller TM, Hoekstra RM. Difficulties in bringing point-of-use water treatment to scale in rural Guatemala. Am J Trop Med Hyg. 2008;78(3):382-7
67. Lantagne D, Yates T. Household Water Treatment and Cholera Control. J Infect Dis. 2018;218(suppl_3):S147-S53.doi: 10.1093/infdis/jiy488.
68. Kalita I, Kamilaris A, Havinga P, Reva I. Assessing the Health Impact of Disinfection Byproducts in Drinking Water. ACS ES T Water. 2024;4(4):1564-78.doi: 10.1021/acsestwater.3c00664.
69. WHO. Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization; 2022. Report No.: 978-92-4-004506-4 978-92-4-004507-1.
70. Clasen TF, Alexander KT, Sinclair D, Boisson S, Peletz R, Chang HH, et al. Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea. Cochrane Database Syst Rev. 2015(10):CD004794.doi: 10.1002/14651858.CD004794.pub3.
71. Pooi CK, Ng HY. Review of low-cost point-of-use water treatment systems for developing communities. npj Clean Water. 2018;1(1).doi: 10.1038/s41545-018-0011-0.
72. MacMahon J. Water purity and sustainable water treatment systems for developing countries. . Water and Climate Change Elsevier 2022. p. 115-44.

73. McGuigan KG, Mendez-Hermida F, Castro-Hermida JA, Ares-Mazas E, Kehoe SC, Boyle M, et al. Batch solar disinfection inactivates oocysts of Cryptosporidium parvum and cysts of Giardia muris in drinking water. J Appl Microbiol. 2006;101(2):453-63.doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.02935.x.
74. Mendez-Hermida F, Castro-Hermida JA, Ares-Mazas E, Kehoe SC, McGuigan KG. Effect of batch-process solar disinfection on survival of Cryptosporidium parvum oocysts in drinking water. Appl Environ Microbiol. 2005;71(3):1653-4.doi: 10.1128/AEM.71.3.1653-1654.2005.
75. Goddard FGB, Clasen TF. Household Water Treatment and Safe Storage in Low-Income Countries. Encyclopedia of Environmental Health2019. p. 510-21.
76. Du Preez M, McGuigan KG, Conroy RM. Solar disinfection of drinking water in the prevention of dysentery in South African children aged under 5 years: the role of participant motivation. Environ Sci Technol. 2010;44(22):8744-9.doi: 10.1021/es103328j.
77. Rehfuess E, Mehta S, Pruss-Ustun A. Assessing household solid fuel use: multiple implications for the Millennium Development Goals. Environ Health Perspect. 2006;114(3):373-8.doi: 10.1289/ehp.8603.
78. Rufener S, Mausezahl D, Mosler HJ, Weingartner R. Quality of drinking-water at source and point-of-consumption--drinking cup as a high potential recontamination risk: a field study in Bolivia. J Health Popul Nutr. 2010;28(1):34-41.doi: 10.3329/jhpn.v28i1.4521.
79. Pickering AJ, Crider Y, Amin N, Bauza V, Unicomb L, Davis J, et al. Differences in field effectiveness and adoption between a novel automated chlorination system and household manual chlorination of drinking water in Dhaka, Bangladesh: a randomized controlled trial. PLoS One. 2015;10(3):e0118397.doi: 10.1371/journal.pone.0118397.
80. Sobsey MD, Handzel T, Venczel L. Chlorination and safe storage of household drinking water in developing countries to reduce waterborne disease. Water Sci Technol. 2003;47(3):221-8
81. Bain R, Cronk R, Hossain R, Bonjour S, Onda K, Wright J, et al. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. Trop Med Int Health. 2014;19(8):917-27.doi: 10.1111/tmi.12334.
82. Ajith V, Fishman R, Yosef E, Edris S, Ramesh R, Alookaran Suresh R, et al. An integrated methodology for assessment of drinking-water quality in low-income settings. Environ Dev. 2023;46:100862.doi: 10.1016/j.envdev.2023.100862.
83. Choi J, Shim S, Yoon J. Design and operating parameters affecting an electrochlorination system. J Ind Eng Chem. 2013;19(1):215-9.doi: 10.1016/j.jiec.2012.08.004.
84. Bhattacharya M, Bandyopadhyay K, Gupta A. Design of a cost-effective electrochlorination system for point-of-use water treatment. Environ Eng Res. 2020;26(5):200437-0.doi: 10.4491/eer.2020.437.
85. Drolet A, Mugumya T, Hsu S, Izudi J, Ruhweza M, Mugisha E, et al. Performance and acceptability of the STREAM Disinfectant Generator for infection prevention and control practices in primary health care facilities in Uganda. Antimicrob Resist Infect Control. 2024;13(1):77.doi: 10.1186/s13756-024-01433-1.
86. Naranjo-Soledad A, Smesrud L, Bandaru SRS, Hernandez D, Mehare M, Mahmoud S, et al. Low-cost, local production of a safe and effective disinfectant for resource-constrained communities. PLOS Glob Public Health. 2024;4(6):e0002213.doi: 10.1371/journal.pgph.0002213.
87. Ocasio D, Sedlak DL. Membrane-Assisted Electrochlorination for Zero-Chemical-Input Point-of-Use Drinking Water Disinfection. ACS ES T Eng. 2022;2(10):1933-41.doi: 10.1021/acsestengg.2c00116.
88. Otter P, Sattler W, Grischek T, Jaskolski M, Mey E, Ulmer N, et al. Economic evaluation of water supply systems operated with solar-driven electro-chlorination in rural regions in Nepal, Egypt and Tanzania. Water Res. 2020;187:116384.doi: 10.1016/j.watres.2020.116384.

89. Chinello E, H. Hashemi SM, Psaltis D, Moser C. Editors' Choice—Solar-Electrochemical Platforms for Sodium Hypochlorite Generation in Developing Countries. J Electrochem Soc. 2019;166(12):E336-E46.doi: 10.1149/2.0491912jes.
90. García-López I, Arenas LF, Hereijgers J, Águeda VI, Garrido-Escudero A. Drinking Water Electrochlorination in a Single-Pass Biomimetic Flow Cell with Zero Salt Dosing. ACS Sustain Chem Eng. 2024;12(8):3130-41.doi: 10.1021/acssuschemeng.3c07066.
91. Atrashkevich A, Alum A, Stirling R, Abbaszadegan M, Garcia-Segura S. Approaching easy water disinfection for all: Can in situ electrochlorination outperform conventional chlorination under realistic conditions? Water Res. 2024;250:121014.doi: 10.1016/j.watres.2023.121014.
92. Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, Colford JM, Jr. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. Lancet Infect Dis. 2005;5(1):42-52.doi: 10.1016/S1473-3099(04)01253-8.
93. Pickering AJ, Crider Y, Sultana S, Swarthout J, Goddard FGB, Anjerul Islam S, et al. Effect of in-line drinking water chlorination at the point of collection on child diarrhoea in urban Bangladesh: a double-blind, cluster-randomised controlled trial. Lancet Glob Health. 2019;7(9):e1247-e56.doi: 10.1016/s2214-109x(19)30315-8.
94. Sharma Waddington H, Masset E, Bick S, Cairncross S. Impact on childhood mortality of interventions to improve drinking water, sanitation, and hygiene (WASH) to households: Systematic review and meta-analysis. PLoS Med. 2023;20(4):e1004215.doi: 10.1371/journal.pmed.1004215.
95. Gon G, Dansero L, Aiken AM, Bottomley C, Dancer SJ, Graham WJ, et al. A Better Disinfectant for Low-Resourced Hospitals? A Multi-Period Cluster Randomised Trial Comparing Hypochlorous Acid with Sodium Hypochlorite in Nigerian Hospitals: The EWASH Trial. Microorganisms. 2022;10(5).doi: 10.3390/microorganisms10050910.
96. Bagheri Nejad S, Allegranzi B, Syed SB, Ellis B, Pittet D. Health-care-associated infection in Africa: a systematic review. Bull World Health Organ. 2011;89(10):757-65.doi: 10.2471/BLT.11.088179.
97. Simon F, Kraemer P, De Pina JJ, Demortiere E, RAPP C. Le risque nosocomal en Afrique intertropicale Partie 2: les infections des patients Med Trop 2007;67:197-203
98. Dramowski A, Cotton MF, Whitelaw A. A framework for preventing healthcare-associated infection in neonates and children in South Africa. S Afr Med J. 2017;107(3):192-5.doi: 10.7196/SAMJ.2017.v107i3.12035.
99. WHO. Report on the burden of endemic healthcare-associated infection worldwide. . Geneva, Switzerland. : World Health Organization; 2011.
100. Magnus TP, Marra AR, Camargo TZ, Victor Eda S, da Costa LS, Cardoso VJ, et al. Measuring hand hygiene compliance rates in different special care settings: a comparative study of methodologies. Int J Infect Dis. 2015;33:205-8.doi: 10.1016/j.ijid.2015.02.016.
101. Hacek DM, Ogle AM, Fisher A, Robicsek A, Peterson LR. Significant impact of terminal room cleaning with bleach on reducing nosocomial Clostridium difficile. Am J Infect Control. 2010;38(5):350-3.doi: 10.1016/j.ajic.2009.11.003.
102. Mosci D, Marmo GW, Sciolino L, Zaccaro C, Antonellini R, Accogli L, et al. Automatic environmental disinfection with hydrogen peroxide and silver ions versus manual environmental disinfection with sodium hypochlorite: a multicentre randomized before-and-after trial. J Hosp Infect. 2017;97(2):175-9.doi: 10.1016/j.jhin.2017.06.010.
103. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. Clin Microbiol Rev. 1997;10(4):597-610.doi: 10.1128/CMR.10.4.597.
104. Thi Anh Thu L, Thi Hong Thoa V, Thi Van Trang D, Phuc Tien N, Thuy Van D, Thi Kim Anh L, et al. Cost-effectiveness of a hand hygiene program on health care-associated infections in intensive care patients at a tertiary care hospital in Vietnam. Am J Infect Control. 2015;43(12):e93-9.doi: 10.1016/j.ajic.2015.08.006.
105. Bardossy AC, Zervos J, Zervos M. Preventing Hospital-acquired Infections in Low-income and Middle-income Countries: Impact, Gaps, and Opportunities. Infect Dis Clin North Am. 2016;30(3):805-18.doi: 10.1016/j.idc.2016.04.006.

106. WHO-UNICEF. Wash in healthcare facilities. Geneva, Switzerland. : World Health Organization; 2019.
107. Hien H, Drabo KM, Ouedraogo L, Konfe S, Zeba S, Sangare L, et al. Healthcare-associated infection in Burkina Faso: an assessment in a district hospital. J Public Health Afr. 2012;3(2):e29.doi: 10.4081/jphia.2012.e29.
108. Barker AK, Brown K, Siraj D, Ahsan M, Sengupta S, Safdar N. Barriers and facilitators to infection control at a hospital in northern India: a qualitative study. Antimicrob Resist Infect Control. 2017;6:35.doi: 10.1186/s13756-017-0189-9.
109. Yawson AE, Hesse AA. Hand hygiene practices and resources in a teaching hospital in Ghana. J Infect Dev Ctries. 2013;7(4):338-47.doi: 10.3855/jidc.2422.
110. Daher G. WATA in Healthcare centers. Chad: WhatTookYouSoLong; 2021.
111. UNDP UNDP. Human Development Report [Available from: http://hdr.undp.org/en/countries/profiles/TCD
112. Allegranzi B, Bagheri Nejad S, Combescure C, Graafmans W, Attar H, Donaldson L, et al. Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and meta-analysis. Lancet. 2011;377(9761):228-41.doi: 10.1016/S0140-6736(10)61458-4.
113. GWH O. Global progress report on water, sanitation and hygiene in health care facilities: fundamentals first 2020 [
114. Cronk R, Bartram J. Environmental conditions in health care facilities in low- and middle-income countries: Coverage and inequalities. Int J Hyg Environ Health. 2018;221(3):409-22.doi: 10.1016/j.ijheh.2018.01.004.
115. Traoré AT, Bengaly L, Giani S, Kouriba B, Sanogo R. Contrôle Microbiologique de Dispositifs Médicaux, Surfaces des Blocs Opératoires et Salles d'Accouchement avant et après Désinfection avec du Chlore Produit Localement dans Deux Hôpitaux Universitaires Maliens. Health Sci Dis. 2020;21(11):48-52
116. Olembo L, Kaona FAD, Tuba M, Burnham G. Safe water systems: An evaluation of the Zambia Clorin program. Johns Hopkins University Mimeograph; 2004.
117. Crider Y, Sultana S, Unicomb L, Davis J, Luby SP, Pickering AJ. Can you taste it? Taste detection and acceptability thresholds for chlorine residual in drinking water in Dhaka, Bangladesh. Sci Total Environ. 2018;613-614:840-6.doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.135.
118. Institut National de la Statistique dEEeDI. Généralités sur le Tchad https://www.inseed.td/index.php/systeme-statistique-national/generalites-sur-le-tchad Ministère de l'Economie, République du Tchad. ; 2018 [
119. Anderson DM, Cronk R, Fejfar D, Pak E, Cawley M, Bartram J. Safe healthcare facilities: A systematic review on the costs of establishing and maintaining environmental health in facilities in low- and middle-income countries. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2021 Jan 19 PMC7833392]; 18(2). doi: 10.3390/ijerph18020817.
120. Daher G. WATA in water supply systems Benin: WhatTookYouSoLong; 2022.
121. INSAE. Enquête Démographique et de Santé au Bénin (EDSB) de 2017-2018. Cotonou, Bénin et Rockville, Maryland, USA Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique (INSAE) et ICF; 2018.
122. Salih A, Alam-Elhuda D. Reservoir Chlorination of the Local Well-Tank-Faucet Systems is a Rapid and Efficient Tool for Controlling Water-related Diseases: Pathogens' Load-clinical Response Rate Correlation. J Epidemiol Glob Health. 2019;9(3):185-90.doi: 10.2991/jegh.k.190527.001.
123. mWater. Platform 2021 [Available from: https://www.mwater.co/platform.
124. GIZ. Clean and affordable drinking water 2016 [Available from: https://www.giz.de/en/worldwide/18987.html.
125. Johnson RC, Boni G, Amoukpo H, Barogui Y, Diez G, Agossadou D, et al. Microbiological Quality Assessment of Drinking Water in Lalo Commune, Benin (West Africa). J Water Resour Prot. 2016;08(08):816-22.doi: 10.4236/jwarp.2016.88066.
126. Jones N, Bouzid M, Few R, Hunter P, Lake I. Water, sanitation and hygiene risk factors for the transmission of cholera in a changing climate: using a systematic review to develop a causal process diagram. J Water Health. 2020;18(2):145-58.doi: 10.2166/wh.2020.088.

127. Country Economy. République démocratique du Congo: Country Economy; 2023 [Available from: https://fr.countryeconomy.com/pays/republique-democratique-du-congo
128. World Bank. WASH Poor in a Water-Rich Country: A Diagnostic of Water, Sanitation, Hygiene, and Poverty in the Democratic Republic of Congo. . Washington, DC.: World Bank 2017.
129. Tantoh HB, McKay TJM, Mbetiji MM. Toward improved river basin management for sustainable community-based water supply systems and community development in North-West Cameroon. Community Dev. 2022;55(4):449-69.doi: 10.1080/15575330.2022.2155674.
130. Bédécarrats F, Lafuente-Sampietro O, Leménager M, Lukono Sowa D. Building commons to cope with chaotic urbanization? Performance and sustainability of decentralized water services in the outskirts of Kinshasa. J Hydrol. 2019;573:1096-108.doi: 10.1016/j.jhydrol.2016.07.023.
131. Kayembe JM, Thevenon F, Laffite A, Sivalingam P, Ngelinkoto P, Mulaji CK, et al. High levels of faecal contamination in drinking groundwater and recreational water due to poor sanitation, in the sub-rural neighbourhoods of Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. Int J Hyg Environ Health. 2018;221(3):400-8.doi: 10.1016/j.ijheh.2018.01.003.
132. Garcia-Avila F, Sanchez-Alvarracin C, Cadme-Galabay M, Conchado-Martinez J, Garcia-Mera G, Zhindon-Arevalo C. Relationship between chlorine decay and temperature in the drinking water. MethodsX. 2020;7:101002.doi: 10.1016/j.mex.2020.101002.
133. Gross E, Guenther I, Schipper Y. Improved water supply and water handling technologies: Revealed complements but perceived substitutes for safe water quality. Development Engineering. 2022;7.doi: 10.1016/j.deveng.2021.100089.
134. ICF International. Democratic Republic of Congo Demographic and Health Survey 2013-14: Key Findings. Rockville, Maryland, USA.: Ministère du Plan et Suivi de la Mise en œuvre de la Révolution de la Modernité (MPSMRM), Ministère de la Santé Publique (MSP) and ICF International; 2014.
135. Foster T, Willetts J. Multiple water source use in rural Vanuatu: are households choosing the safest option for drinking? Int J Environ Health Res. 2018;28(6):579-89.doi: 10.1080/09603123.2018.1491953.
136. Howard G, Teuton J, Luyima P, Odongo R. Water usage patterns in low-income urban communities in Uganda: implications for water supply surveillance. Int J Environ Health Res. 2002;12(1):63-73.doi: 10.1080/09603120120110068.
137. Tumwine J, Thompson J, Katui-Katua M, Mujwahuzi M, Johnstone N, Porras I. Sanitation and hygiene in urban and rural households in East Africa. Int J Environ Health Res. 2003;13(2):107-15.doi: 10.1080/0960312031000098035.
138. Wang X, Hunter PR. A systematic review and meta-analysis of the association between self-reported diarrheal disease and distance from home to water source. Am J Trop Med Hyg. 2010;83(3):582-4.doi: 10.4269/ajtmh.2010.10-0215.
139. Morgan CE, Bowling JM, Bartram J, Kayser GL. Attributes of drinking water, sanitation, and hygiene associated with microbiological water quality of stored drinking water in rural schools in Mozambique and Uganda. Int J Hyg Environ Health. 2021;236:113804.doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113804.
140. Onda K, Lobuglio J, Bartram J. Global access to safe water: accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress. World Health Popul. 2013;14(3):32-44.doi: 10.12927/whp.2013.23437.
141. Murphy HM, Prioleau MD, Borchardt MA, Hynds PD. Review: Epidemiological evidence of groundwater contribution to global enteric disease, 1948–2015. Hydrogeol J. 2017;25(4):981-1001.doi: 10.1007/s10040-017-1543-y.
142. Letcher TM. Water and climate change : sustainable development, environmental and policy issues. Amsterdam, Netherlands: Elsevier; 2022. xxi, 458 pages p.
143. Scanlon T, Uguru OP, Jafry T, Chinsinga B, Mvula P, Chunga J, et al. The role of social actors in water access in Sub-Saharan Africa: Evidence from Malawi and Zambia. Water Resour Rural Dev. 2016;8:25-36.doi: 10.1016/j.wrr.2016.08.001.
144. Solomon ET, Robele S, Kloos H, Mengistie B. Effect of household water treatment with chlorine on diarrhea among children under the age of five years in rural areas of Dire Dawa,

eastern Ethiopia: a cluster randomized controlled trial. Infect Dis Poverty. 2020;9(1):64.doi: 10.1186/s40249-020-00680-9.
145. Schlegelmilch MP, Lakhani A, Saunders LD, Jhangri GS. Evaluation of water, sanitation and hygiene program outcomes shows knowledge-behavior gaps in Coast Province, Kenya. Pan Afr Med J. 2016;23:145.doi: 10.11604/pamj.2016.23.145.7546.
146. McMichael C. Water, Sanitation and Hygiene (WASH) in Schools in Low-Income Countries: A Review of Evidence of Impact. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(3).doi: 10.3390/ijerph16030359.
147. Karon AJ, Cronin AA, Cronk R, Hendrawan R. Improving water, sanitation, and hygiene in schools in Indonesia: A cross-sectional assessment on sustaining infrastructural and behavioral interventions. Int J Hyg Environ Health. 2017;220(3):539-50.doi: 10.1016/j.ijheh.2017.02.001.
148. Hodge J, Chang HH, Boisson S, Collin SM, Peletz R, Clasen T. Assessing the Association between Thermotolerant Coliforms in Drinking Water and Diarrhea: An Analysis of Individual-Level Data from Multiple Studies. Environ Health Perspect. 2016;124(10):1560-7.doi: 10.1289/EHP156.
149. Vonaesch P, Djorie SG, Kandou KJE, Rakotondrainipiana M, Schaeffer L, Andriatsalama PV, et al. Factors Associated with Stunted Growth in Children Under Five Years in Antananarivo, Madagascar and Bangui, Central African Republic. Matern Child Health J. 2021;25(10):1626-37.doi: 10.1007/s10995-021-03201-8.
150. Victora CG, Christian P, Vidaletti LP, Gatica-Dominguez G, Menon P, Black RE. Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: variable progress towards an unfinished agenda. Lancet. 2021;397(10282):1388-99.doi: 10.1016/S0140-6736(21)00394-9.
151. Prendergast AJ, Humphrey JH. The stunting syndrome in developing countries. Paediatr Int Child Health. 2014;34(4):250-65.doi: 10.1179/2046905514Y.0000000158.
152. Argaw A, Hanley-Cook G, De Cock N, Kolsteren P, Huybregts L, Lachat C. Drivers of Under-Five Stunting Trend in 14 Low- and Middle-Income Countries since the Turn of the Millennium: A Multilevel Pooled Analysis of 50 Demographic and Health Surveys. Nutrients. 2019;11(10).doi: 10.3390/nu11102485.
153. Hawkes C, Ruel MT, Salm L, Sinclair B, Branca F. Double-duty actions: seizing programme and policy opportunities to address malnutrition in all its forms. Lancet. 2020;395(10218):142-55.doi: 10.1016/S0140-6736(19)32506-1.
154. Migele J, Ombeki S, Ayalo M, Biggerstaff M, Quick R. Diarrhea prevention in a Kenyan school through the use of a simple safe water and hygiene intervention. Am J Trop Med Hyg. 2007;76(2):351-3
155. Dreibelbis R, Freeman MC, Greene LE, Saboori S, Rheingans R. The impact of school water, sanitation, and hygiene interventions on the health of younger siblings of pupils: a cluster-randomized trial in Kenya. Am J Public Health. 2014;104(1):e91-7.doi: 10.2105/AJPH.2013.301412.
156. McGinnis SM, McKeon T, Desai R, Ejelonu A, Laskowski S, Murphy HM. A Systematic Review: Costing and Financing of Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) in Schools. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(4).doi: 10.3390/ijerph14040442.
157. Cord C, Javernick-Will A, Buhungiro E, Harvey A, Jordan E, Lockwood H, et al. Pathways to consumer demand and payment for professional rural water infrastructure maintenance across low-income contexts. Sci Total Environ. 2022;815:152906.doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.152906.
158. Felix GA, Ngasala TM, Mbatta G. Willingness of boarding school students in Tanzania to employ point-of-use water treatment: a case study. J Water Sanit Hyg Dev. 2022;12(1):52-7.doi: 10.2166/washdev.2021.134.
159. Najnin N, Leder K, Forbes A, Unicomb L, Qadri F, Ram PK, et al. Inconsistency in Diarrhea Measurements when Assessing Intervention Impact in a Non-Blinded Cluster-Randomized Controlled Trial. Am J Trop Med Hyg. 2019;101(1):51-8.doi: 10.4269/ajtmh.18-0872.

160. Van den Homberg M, Susha I. Characterizing Data Ecosystems to Support Official Statistics with Open Mapping Data for Reporting on Sustainable Development Goals. ISPRS Int J Geo-Inf. 2018;7(12).doi: 10.3390/ijgi7120456.
161. Bukari FIM, Aabeyir R, Achanso AS. The Role of Non-Governmental Sector in Community Water, Sanitation and Hygiene Technologies and Services in North- Western Ghana. Ghana J Geogr. 2023;15(2):1-32.doi: 10.4314/gjg.v15i2.1.
162. Gupta SK, Suantio A, Gray A, Widyastuti E, Jain N, Rolos R, et al. Factors associated with E. coli contamination of household drinking water among tsunami and earthquake survivors, Indonesia. Am J Trop Med Hyg. 2007;76(6):1158-62
163. Dossegger L, Tournefier A, Germann L, Gartner N, Huonder T, Etenu C, et al. Assessment of low-cost, non-electrically powered chlorination devices for gravity-driven membrane water kiosks in eastern Uganda Waterlines. 2021;40:92-106.doi: 10.3362/1756-3488.20-00014>.
164. Marks SJ, Kumpel E, Guo J, Bartram J, Davis J. Pathways to sustainability: A fuzzy-set qualitative comparative analysis of rural water supply programs. J Clean Prod. 2018;205:789-98.doi: 10.1016/j.jclepro.2018.09.029.
165. Sinharoy SS, Pittluck R, Clasen T. Review of drivers and barriers of water and sanitation policies for urban informal settlements in low-income and middle-income countries. Util Policy. 2019;60:100957.doi: 10.1016/j.jup.2019.100957.
166. Lantagne D, String G. A systematic review of outcomes and lessons learned from general, rural, and country-specific Water Safety Plan implementations. Water Supply. 2016;16(6):1580-94.doi: 10.2166/ws.2016.073.
167. Martinez-Huitle CA, Brillas E. Electrochemical alternatives for drinking water disinfection. Angew Chem Int Ed Engl. 2008;47(11):1998-2005.doi: 10.1002/anie.200703621.
168. Chirgwin H, Cairncross S, Zehra D, Sharma Waddington H. Interventions promoting uptake of water, sanitation and hygiene (WASH) technologies in low- and middle-income countries: An evidence and gap map of effectiveness studies. Campbell Syst Rev. 2021;17(4):e1194.doi: 10.1002/cl2.1194.
169. Robinson HJ, Barrington D, Evans B, Hutchings P, Narayanaswamy L. An analysis of gender inclusion in Water, Sanitation and Hygiene (WASH) projects: Intention vs. reality. Dev Policy Rev. 2024;42(2):e12741.doi: https://doi.org/10.1111/dpr.12741.

11. SUPPLEMENTAL MATERIAL

11.1 WATA devices – Operating Instructions

ENGLISH

WATA™

1. WATA RANGE PRESENTATION

1.1 DEVICES

WHO Scheme certified technology



		Mini-WATA	WATA-Standard	WATA-Plus	Maxi-WATA
Single batch	Solution volume	0,5 L	2 L	15 L	60 L
	Active chlorine quantity	2,5 g	10 g	75 g	300 g
	Solution's active chlorine concentration	5 g/L – 0,5%	5 g/L – 0,5%	5 g/L – 0,5%	5 g/L – 0,5%
	Production time	2 h	2 h	2 h	2 h
	Salt quantity requested	12,5 g	50 g	375 g	1 500 g
Maximum production and applications	Active chlorine production capacity in 24 h	30 g	120 g	900 g	3 600 g
	Equivalence for disinfection at 0,5%	6 L	24 L	180 L	720 L
	Equivalence for disinfection at 0,2%	15 L	60 L	450 L	1 800 L
	Equivalence for disinfection at 0,1%	30 L	120 L	900 L	3 600 L
	Equivalence for disinfection at 0,05%	60 L	240 L	1 800 L	7 200 L
	Equivalence for water treatment*	30 m^3	120 m^3	900 m^3	3 600 m^3

* 1 mg of active chlorine per liter of water treated

EN

FR

1.2 WATATEST

The WataTest reagent measures the active chlorine concentration of any kind of chlorine solution.
This reagent determines the active chlorine concentration from a sodium hypochlorite solution produced with WATA, or from a calcium hypochlorite solution (HTH), or NaDCC or bleach. It is an easy drop by drop test that gives the concentration measured. Knowing the solution's active chlorine concentration is fundamental and determines the use that can be done with this chlorine solution (safe water treatment, equipment disinfection, vegetables disinfection, etc.).

Kit content : 50 mL flask of WataTest reagent ; 20 mL dosing spoon ; 3 mL graduated pipette ; 1 mL syringe ; 1 user manual

1.3 WATABLUE

The WataBlue reagent measures the residual chlorine quantity in drinking water.
To prevent the drinking water from a recontamination, it is fundamental to have a residual chlorine content. This test is based on WHO* recommendations, specifying for an effective disinfection, a residual concentration of free chlorine of ≥0,5 mg/L after at least 30 min contact time at pH <8,0. The residual chlorine certifies a full treatment of the water and keeps it safe from potentiel recontamination. Up to 250 tests can be done with a WataBlue kit.

Kit content : 14 mL flask of WataBlue reagent ; 5 mL syringe ; 1 test tube ; 1 user manual

1.4 WATASTAB

The WataStab ensures a minimum of 3 months stabilization of your sodium hypochlorite solution.
If you wish to use your sodium hypochlorite solution for a longer period than 24 h, then we propose this really simple stabilization method. This ready-to-use kit can stabilize up to 1 000 L of sodium hypochlorite without any aditional consumable. You will then be able to find this consumable in any local shop.

Kit content : 1 kg of stabilizing agent ; 2 mL dosing spoon ; 20 mL dosing spoon ;1 electronic pH meter ; 60 mL syringe, 100 mL beaker

* WHO, 2017, Guidelines for Drinking-water Quality – Fourth edition – Chemical summary table

2. GENERAL RECOMMENDATIONS

2.1 GENERAL RECOMMENDATIONS

Failure to comply with the conditions of use described in this manual will void the warranty.

Choose one or more people to be responsible for production

These people must have read this manual or be trained by an official trainer certified by WATALUX SA company (official trainers list available on demand at contact@watatechnology.com). Production with a WATA is not just about adding salt to water. Failure to follow the indicated procedures will result in excessive energy consumption that will be detrimental to the proper operation and life of the power supply.

Choose an appropriate area and time for production

Only people specially trained in using a WATA should use it. Due to the emissions of hydrogen (a highly flammable gas) produced during electrolysis, when a WATA is in use, it must be kept away from any flame or spark. Additionally, it is recommended not to inhale the chlorine fumes that also result from electrolysis and to work in a well ventilated room. **Production must be carried out in an area with a temperature between 25 and 30° C**, away from sunlight and dust. In countries with a hot climate, it is advisable to work early in the morning or in the evening.

Use a log book

To facilitate the monitoring of the chlorine production and to trace any problems which are encountered, the use of a log book is recommended, each time the WATA is used, in order to record the name of the person responsible for the production, the starting and finishing time, and a brief description of the procedure. Find examples in the "download" page of our website www.watatechnology.com.

Regularly check production

Production must be checked at least every hour. Watch for bubbles to emerge in the solution, this is proof that the electrolysis is in progress. Check that the power supply does not overheat. Check the temperature of your solution, a high temperature will cause a loss of efficiency during the production of active chlorine. If there is a risk of dust or other substances falling into the solution, cover with a mosquito-net like covering. This will allow the gas to escape and, if the room is well ventilated, to dissipate.

Precautions

Avoid handling the titanium plates. Do not bend the power cables.

2.2 RECOMMENDATIONS REGARDING THE SODIUM HYPOCHLORITE SOLUTION

Comply with the recommended production volumes

	Recommended volume (L)
Mini-WATA	0,5
WATA-Standard	2
WATA-Plus	15
Maxi-WATA	60

Target output and concentration

A WATA uses electrolysis of salt water to produce a solution of sodium hypochlorite with a 5 g/L concentration of active chlorine. Failure to observe these parameters could result in poor quality production or damage the power supply.

Comply with the concentration of 5 g/L

A WATA can produce a solution of sodium hypochlorite equivalent to 1 to 5 g/L of active chlorine. The concentration cannot be increased beyond 7 g/L. A prolonged operating time or excess salt will increase the bath temperature, not the concentration. If this occurs, there is a risk of damaging the power supply and/or not reaching the 5 g/L concentration. Use the WataTest ("12. Measuring active chlorine concentration with WataTest", page 30) to determine concentration once the procedure is complete.

Water temperature for production

To begin the procedure, use water with a temperature between 20° C and 27° C. Check the temperature using a clean thermometer.

2.3 ELECTRIC POWER PRECAUTIONS

In the case of unstable current, use a voltage regulator.

If the power grid suffers intermittent interruptions, sudden voltage drops and surges, the power supply could be destroyed (fluctuations in the intensity of light emitted by the bulbs provide sufficient evidence that this occurring). In this case, use a voltage regulator. Similarly, if a generator has large variations in operating speeds, the use of a voltage regulator is recommended.

The box containing the power supply must be placed in a dry area protected from splashing water and should remain closed at all times, especially while the WATA is in use. **It should be placed as far as possible from the chlorine vapours and never at ground level.** It should only be opened by qualified persons with electrical training after the power supply has been

disconnected. The electrical voltage in the electrolysis bath does poses no risk of electrocution for the user. However, care must be taken to limit access to the device to only authorized persons. Furthermore, salt and/or chlorine are not good for electrical appliances, so rinse hands/gloves before handling the power supply.

Use with a generator
The generator must not run out of fuel while the WATA is in use. Make sure the tank is full at the beginning of the procedure. Wait for the generator's set speed has stabilised before connecting it to the WATA. When the procedure is complete, first unplug the WATA's power supply and then turn off the generator.

Overheating of the power supply
In the case of overheating, the power supply automatically turns off and restarts when its internal temperature came back to a suitable temperature. However, it is recommended to stop the procedure and allow the power supply to cool down for 15 minutes.

3. SAFETY PRECAUTIONS

3.1 PRECAUTIONS REGARDING THE USE OF WATA DEVICES

DANGER / IMPORTANCE

HIGH
- Inhalation of chlorine gas

MODERATE
- Corrosion of metallic objects by chlorine gas

LOW
- Explosion (due to hydrogen production during electrolysis)
- Electric shock
- Ingestion of sodium hypochlorite

RECOMMENDATIONS

- Keep out of reach of children or use under the supervision of an adult.
- Work in a ventilated room, do not breathe in the fumes of chlorine gas without proper protective gear.
- Wear protective equipment appropriate to the volume of production (glasses, long sleeves). If the volume of production is high and ventilation is not sufficient, it is recommended to wear a protective mask against the chlorine gas (a dust mask is ineffective against chlorine gas emissions).
- In case of inhalation of the gases, leave the production area and breathe clean air.

- Do not drink or eat in the production room.
- Keep metal objects away to avoid corrosion.
- Keep power supplies away from the production tanks.
- Do not plug in or turn on the device until it is immersed in the production tank.



3.2 PRECAUTIONS RELATED TO THE SODIUM HYPOCHLORITE SOLUTION

DANGER / IMPORTANCE

HIGH
- Eye Contact
- Ingestion

MODERATE
- Degradation of sodium hypochlorite if storage conditions are not respected

LOW
- Prolonged skin contact
- Corrosion of metal objects
- Fabric discoloration

RECOMMENDATIONS

- Keep out of reach of children or use under the supervision of an adult.
- Handle the concentrated sodium hypochlorite with care and attention. It is recommended that safety glasses be worn. In case the solution comes into contact with the eyes, rinse thoroughly with clear water.
- Do not drink the concentrated sodium hypochlorite solution. If swallowed, do not induce vomiting, drink plenty of water and seek medical advice.
- Label containers/flasks containing the sodium hypochlorite production with the active chlorine concentration, time and date of production.
- The sodium hypochlorite should be used within 24 hours of production or stabilised and stored in a cool, dark place.
- Unused sodium hypochlorite should be disposed of in accordance with local regulations to avoid contamination of sensitive water points (e.g. rivers, near groundwater, springs, etc.).

- Do not use in combination with other products (acids, ammonia, cleaning products...)





4. WATER QUALITY

The initial quality of the water used affects the efficiency of the sodium hypochlorite production and the efficacy of the water disinfection. The main parameters characterizing the initial water quality are pH and turbidity

4.1 PH

The pH is a measure of a solution's acidity or alkalinity on a scale of 0 to 14, a pH of 7 indicating a neutral solution (such as pure water), <7 indicating an acidic solution (such as juice lemon) and >7 indicating an alkaline solution (such as soap).

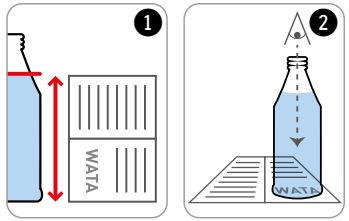
4.2 TURBIDITY

Turbidity measures the opacity of a liquid. Turbidity of water is caused by the presence of solid particles in suspension (clay, sand, bacteria, chemical or metallic residues, etc.), that make the water cloudy. Following Sphère Handbook* recommendations, to ensure optimal efficiency in producing of sodium hypochlorite and chlorinating drinking water, **the water used should measure less than 5 Nephelometric Turbidity Unit (NTU).**

In case a turbidity meter is unavailable, we suggest an alternative, though imprecise, method to measure turbidity.

* Sphère Handbook, 2011, p. 100

To determine if the water can be used to produce sodium hypochlorite or to chlorinate drinking water, fill a bottle of water to a height equal to this manual, when it is open and in a vertical position ❶. Place the bottle over the WATA logo and look at it from above through the bottle ❷. If you can read the WATA logo through the water, the water measures less than 5 units of turbidity.



There should be ample illumination, but the light should not be blinding. The bottle must be transparent, colourless, clear and without scratches or dirt. A flat-bottomed bottle is preferable. Since these conditions can not always be met, a glimpse of the WATA logo is acceptable.

4.3 IMPACT ON THE PRODUCTION OF SODIUM HYPOCHLORITE

Water with high turbidity can lead to the formation of undesirable products during the production of sodium hypochlorite

4.4 IMPACT ON DRINKING WATER

The pH influences chlorine's ability to destroy microbes and viruses. Based on World Health Organization recommendations**, the water used should have a pH between 6,5 and 8,5 to effectively disinfect the water with sodium hypochlorite. It is therefore recommended to complete a pH measurement using the strips included in your kit.

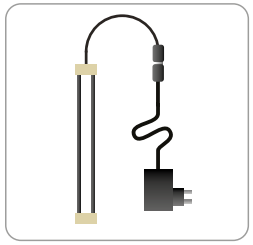
During the chlorination process, high turbidity may decrease the treatment's efficacy.
For more than 5 turbidity units, when the water is mildly turbid (<30 units of turbidity) a double dose of sodium hypochlorite can be used; when the water is more turbid (>30 turbidity units), it must be filtered and/or decantated and then disinfected with a double dose of sodium hypochlorite. However, it is imperative to check that residual chlorine remains in the water 30 minutes after disinfection with WataBlue ("13. Testing residual chlorine inside drinking water with WataBlue", page 30).

** WHO, 2017, Guidelines for Drinking-water Quality – Fourth edition, p. 226a

5. MINI-WATA PRODUCTION PROCEDURE

Beware of referring to the right procedure for your device model. WATA range is made up of 4 different devices : Mini-WATA, WATA-Standard, WATA-Plus and Maxi-WATA. If you do not know your device model, you will find it engraved on its plastic casing.

5.1 PRESENTATION

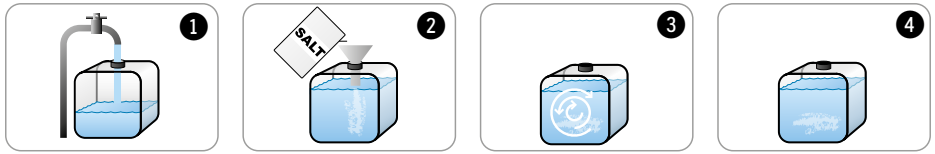


Mini-WATA produces 0,5 litres of sodium hypochlorite solution in 2 hours, with a 0,5% (5 g/L) active chlorine concentration. You can do several chlorine production cycle in a single day. The Mini-WATA works with direct current and consumes a nominal power of 10 W.

5.2 NECESSARY MATERIALS

- 1 Mini-WATA device
- 1 (500 mL) container
- 1 AC/DC power supply to connect to the network
  - Input voltage : 100 – 240 VAC
  - Input frequency : 47 – 63 Hz
  - Output voltage : 5 V
  - Nominal output current : 2 A
- Ordinary salt
- Clear water (between 20° and 27°)
- 1 Funnel
- 1 (1 L) bottle of saturated solution
- 1 Small wooden/plastic table
- 1 (50 ml) syringe

5.3 PREPARATION OF THE SATURATED BRINE

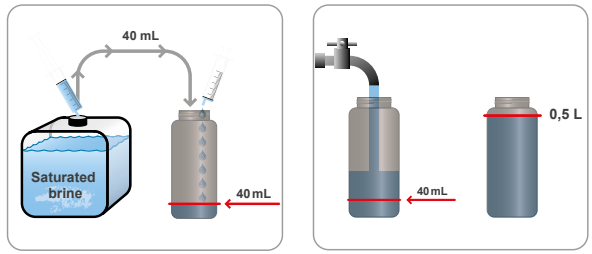


1. Take a container of any size (never use metal) and fill it with water.
2. Add large amounts of salt (about 400 g of salt per litre of water). Refined salt is preferable.
3. Shake/mix regularly for 15 minutes so that a maximum amount of salt has dissolved. Allow the solution to rest.
4. Make sure there is salt in the bottom of the container. Close and label it. If there is no salt left in the bottom of the container, add more and repeat the procedure beginning with Step Number 3.

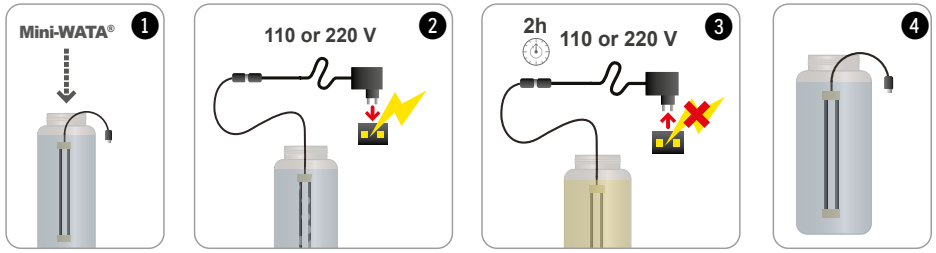
A solution prepared in this manner may be kept for a long period of time. **Do not agitate the container containing the saturated solution and do not forget to check that there is salt in the bottom before each use.**

5.4 PREPARATION OF THE SOLUTION FOR USE WITH THE ELECTROLYSER

With the large syringe (50 mL, supplied in the kit), add **40 mL of the saturated solution per 0,5 L of water to be electrolyzed** then continue to fill your container with clear water (total volume 0,5 L).



5.5 INSTALLING AND CONNECTING THE MINI-WATA



1. Once the saltwater solution is ready, immerse the Mini-WATA until the device is fully submerged in the solution.
2. Connect the Mini-WATA to the mains electricity network (110 or 220 V). There will be an immediate release of bubbles within the bottle.
3. Wait 2 hours to generate 0,5 litres of sodium hypochlorite solution (5 g/L).
4. At the end of the process, disconnect the Mini-WATA, remove it from the sodium hypochlorite solution, and rinse it in clean water.

5.6 MINI-WATA MAINTENANCE

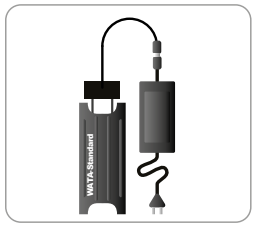
After each use, rinse the appliance by immersing it in a bucket of clear water. Dry and store in a secure, dry place, protected by a clean cloth. Never rub the titanium plates.

If white deposits (lime) appear on the electrodes, they can be easily cleaned. To clean it, prepare a solution of 50% vinegar and 50% clean water. As an indication and to avoid massive use of vinegar, use the plastic bottle supplied with the kit, and prepare a 0,5 litre solution composed of 0,25 litre of vinegar and 0,25 litre of water. The titanium plates must be completely immersed in the solution. Leave the device to soak for at least 24 hours then visually check the state of cleanliness (lime deposits should have disappeared). Then rinse with clear water. Never rub the titanium plates.

6. WATA-STANDARD PRODUCTION PROCEDURE

Beware of referring to the right procedure for your device model. WATA range is made up of 4 different devices : Mini-WATA, WATA-Standard, WATA-Plus and Maxi-WATA. If you do not know your device model, you will find it engraved on its plastic casing.

6.1 PRESENTATION

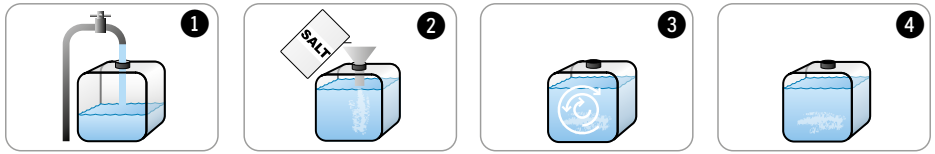


The WATA-Standard produces 2 litres of sodium hypochlorite solution in 2 hours, with a 0,5% (5 g/L) active chlorine concentration. You can do several chlorine production cycle in a single day. The WATA-Standard works with direct current and consumes a nominal power of 36 W.

6.2 NECESSARY MATERIALS

- 1 WATA-Standard device
- 1 container holding approximately 2,5 L
- 1 AC/DC power supply to connect to the network :
  - Input voltage : 90 – 305 VAC
  - Input frequency : 47 – 63 Hz
  - Input current : 0,5 A / 230 VAC
  - Output voltage : 9~15 VDC
  - Nominal output current : 3 A
- 1 control box
- Ordinary salt
- Clear water (between 20° and 27°)
- 1 Funnel
- 1 Small wooden/plastic table
- 1 (50 mL) syringe
- 1 container for the saturated brine

6.3 PREPARATION OF THE SATURATED BRINE

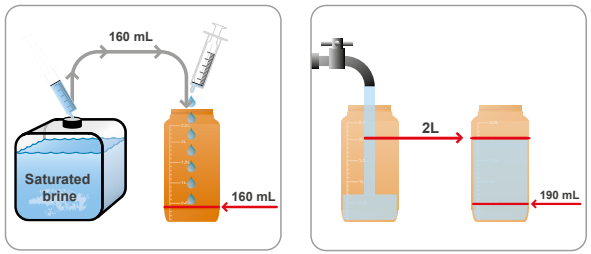


1. Take a container of any size (never use metal) and fill it with water.
2. Add large amounts of salt (about 400 g of salt per litre of water). Refined salt is preferable.
3. Shake/mix regularly for 15 minutes so that a maximum amount of salt has dissolved. Let the solution rest.
4. Make sure there is salt in the bottom of the container. Close and label it. If there is no salt left in the bottom of the container, add more and repeat the procedure beginning with Step Number 3.

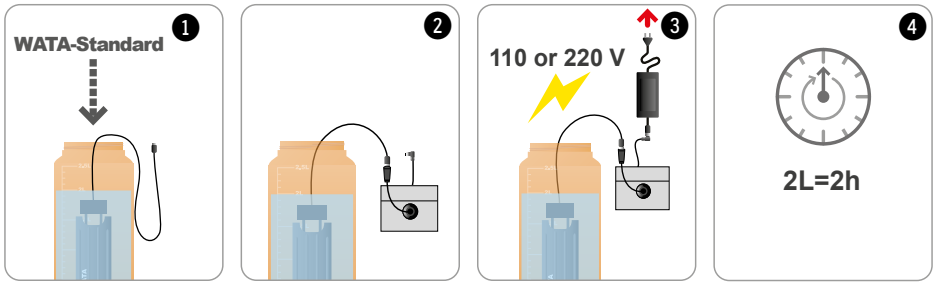
A solution prepared in this manner may be kept for a long period of time. **Do not agitate the container containing the saturated solution and do not forget to check that there is salt in the bottom before each use.**

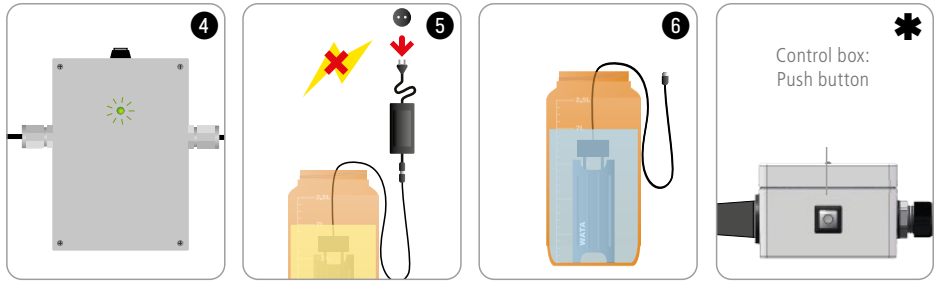
6.4 PREPARATION OF THE SOLUTION FOR USE WITH THE ELECTROLYSER

With the large syringe (50 mL, supplied in the kit), add **160 mL of the saturated brine per 2 L of water to be electrolyzed** then continue to fill your container with clear water (total volume 2 L).



6.5 INSTALLING AND CONNECTING THE WATA-STANDARD





1. Once the saltwater solution is ready, immerse the WATA-Standard until the device is fully submerged in the solution.
2. Connect the WATA-Standard to the control box.
3. Connect the power supply to the socket, then connect the control box to the electric power supply. The timer will start; the LED light will turn green and the electrolysis process will begin.
4. After 2 hours the process will automatically stop, after generating 2 litres of sodium hypochlorite solution (5 g/L). The LED light on the control box will flash green.
5. At the end of the process, disconnect the WATA-Standard, remove it from the sodium hypochlorite solution, and rinse it in clear water.
6. Disconnect the power source, then the control box and put them away.

✱ The push button on the box can be used to reset the timer, if necessary.

6.6 WATA-STANDARD MAINTENANCE

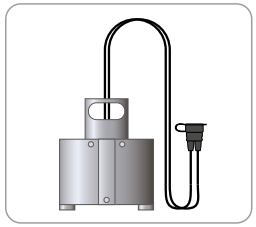
Your device is equipped with an automatic descaling function, it is only necessary to rinse the device after each use by immersing it in a bucket of clear water. Dry the device and then store it in a safe and dry place protected with a clean cloth.

However, if white deposits (lime) appear on the electrodes, they can be easily cleaned. To do this, prepare a solution of 50% vinegar and 50% clean water. As an indication and to avoid massive use of vinegar, use the plastic bottle supplied with the kit to prepare a 2-litre solution consisting of 1 litre of vinegar and 1 litre of water. The titanium plates must be completely immersed in the solution. Leave the device to soak for at least 24 hours then visually check the state of cleanliness (lime deposits should have disappeared). Then rinse with clear water. Never rub the titanium plates.

7. WATA-PLUS PRODUCTION PROCEDURE

Beware of referring to the right procedure for your device model. WATA range is made up of 4 different devices : Mini-WATA, WATA-Standard, WATA-Plus and Maxi-WATA. If you do not know your device model, you will find it engraved on its plastic casing.

7.1 PRESENTATION



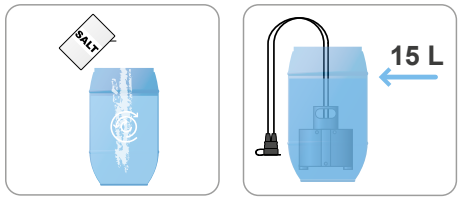
The WATA-Plus produces 15 litres of sodium hypochlorite solution in 2 hours, with a 0,5% (5 g/L) active chlorine concentration. You can do several chlorine production cycle in a single day. WATA-Plus works with direct current and consumes a nominal power of 216 W.

7.2 NECESSARY MATERIALS

- 1 WATA-Plus device
- 1 AC/DC power supply to connect to the network :
  - Input voltage : 90 – 305 VAC
  - Input frequency : 47 – 63 Hz
  - Input current : 1,65 A / 230 VAC
  - Output voltage : 8~15 VDC
  - Nominal output current : 18 A
- Ordinary salt
- Clear water (between 20° and 27°)
- 1 Funnel
- 1 Small wooden/plastic table
- 1 kitchen scale
- 1 plastic container holding 30 L

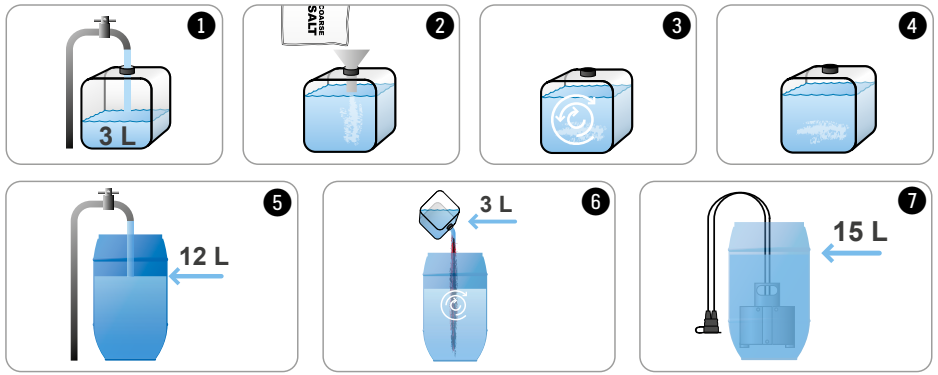
The production of sodium hypochlorite differs according to the quality of salt used. If the salt is pure or refined, follow procedure 7,3, if it is coarse or dirty, follow procedure 7,4.

7.3 PREPARATION OF THE SOLUTION FOR ELECTROLYSIS WITH PURE OR REFINED SALT (15 L BASE)



1. Pour 15 litres of clean water into a clean plastic container.
2. Weigh and add 375 grams of refined salt. Mix thoroughly until the salt is completely dissolved.
3. Immerse completely the WATA-Plus body in the salt water.

7.4 PREPARATION OF THE SOLUTION FOR ELECTROLYSIS WITH COARSE OR DIRTY SALT (15 L BASE)



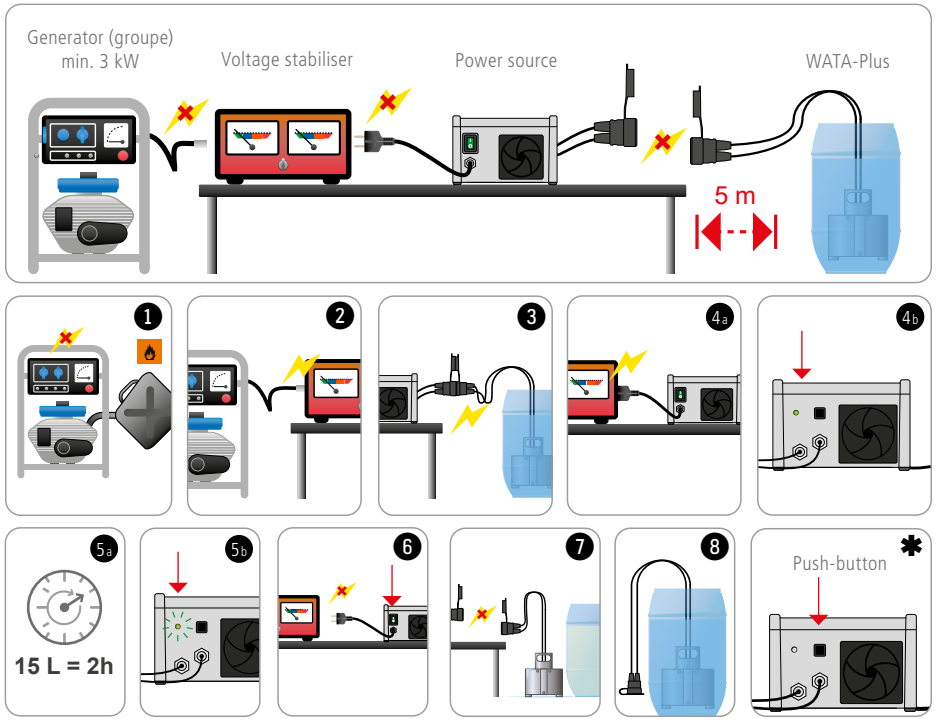
1. Pour 3 litres of clean water into a clean plastic container.
2. Weigh and add 375 grams of salt.
3. Shake/mix regularly for 15 minutes so that a maximum amount of salt has dissolved.
4. Allow the salt's impurities to settle at the bottom of the can. The salt is now dissolved in the water.
5. Pour 12 litres of water into a plastic container (never metal).
6. Place a filter (e.g. a coffee filter or clean, tightly woven fabric) over the container and add the 3 litres of pre-dissolved salt water. Mix well.
7. Immerse completely the WATA-Plus body in the salt water.

7.5 INSTALLING AND CONNECTING THE WATA-PLUS

⚠ **It is advisable to use a voltage stabiliser between the power source and the 15 V / 18 A power supply. Have the electrical system's stability inspected by a specialist.**

⚠ **If using a diesel generator (or generator unit), the recommended minimum power is 3 kW / kVA.**

⚠ **The power supply must be as far as possible from the production container to avoid the highly corrosive chlorine vapour. They must not be placed on the ground. Ideally, they should be placed in a room other than the chlorine production room.**



❶ Fill the fuel tank and turn on your diesel generator (if you use the power grid, go directly to step ❷.
❷ Connect a voltage stabilizer to the 120 / 230 V (alternating current) electrical power socket and switch it on.
❸ Connect the power-supply to the WATA-Plus.
❹ a. Connect the power supply to the voltage stabiliser and switch it on.
b. The LED light is green. The chlorine production and the timer start automatically.

❺ a. Production will automatically stop after 2 hours when the concentration (5 g/L) has been reached for 15 litres of sodium hypochlorite solution.
b. The LED light on the power-supply will flash green.
❻ At the end of the process, switch off the power supply and disconnect it from the voltage stabiliser.
❼ Remove the WATA-Plus from the bath, then disconnect the WATA-Plus cables.
❽ Switch off the voltage stabiliser and unplug it from the wall socket. Rinse the WATA-Plus with clean water.
✱ The push button on the power-supply can be used to reset the timer, if necessary.

7.6 WATA-PLUS MAINTENANCE

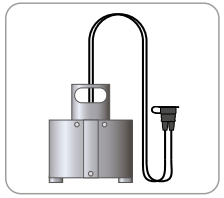
Your device is equipped with an automatic descaling function, it is only necessary to rinse the device after each use by immersing it in a bucket of clear water. Dry the device and then store it in a safe and dry place protected with a clean cloth.

However, if white deposits (lime) appear on the electrodes, they can be easily cleaned. To do this, prepare a solution of 50% vinegar and 50% clean water. As an indication and to avoid massive use of vinegar, use a 10 litre plastic container to prepare a 6 litre solution consisting of 3 litre of vinegar and 3 litre of water. The titanium plates must be completely immersed in the solution. Leave the device to soak for at least 24 hours then visually check the state of cleanliness (lime deposits should have disappeared). Then rinse with clear water. Never rub the titanium plates.

8. MAXI-WATA PRODUCTION PROCEDURE

Beware of referring to the right procedure for your device model. WATA range is made up of 4 different devices : Mini-WATA, WATA-Standard, WATA-Plus and Maxi-WATA. If you do not know your device model, you will find it engraved its plastic casing.

8.1 PRESENTATION



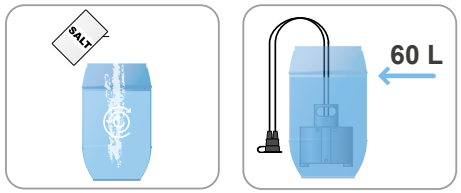
The Maxi-WATA produces 60 litres of sodium hypochlorite solution in 2 hours, with a 0,5% (5 g/L) active chlorine concentration. You can do several chlorine production cycle in a single day. The Maxi-WATA works with direct current and consumes a nominal power of 888 W.

8.2 NECESSARY MATERIALS

- 1 Maxi-WATA device
- AC/DC power supply to hook up to the grid :
  - Input voltage : 90 – 264 VAC
  - Input frequency : 47 – 63 Hz
  - Input current : 8 A / 230 VAC
  - Output voltage : 20~27 VDC
  - Nominal output current : 37 A
- Ordinary salt
- Clear water (between 20° and 27°)
- 1 Funnel
- 1 Small wooden/plastic table
- 1 kitchen scale
- 1 plastic container (barrel) holding approximately 100 L

The production of sodium hypochlorite differs according to the quality of salt used. If the salt is pure or refined, follow procedure 8,3, if it is coarse or dirty, follow procedure 8,4.

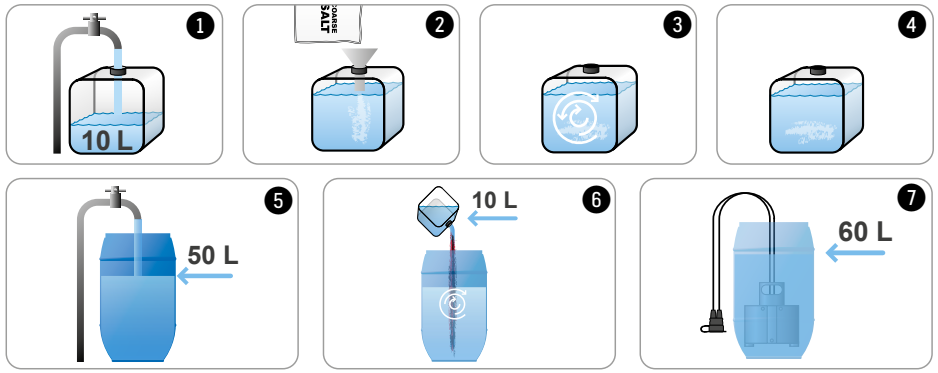
8.3 PREPARATION OF THE SOLUTION FOR ELECTROLYSIS WITH PURE OR REFINED SALT (60 L BASE)



1. Pour 60 litres of clean water into a clean plastic container.
2. Weigh and add 1,5 kg of refined salt. Mix thoroughly until the salt is completely dissolved.
3. Immerse completely the Maxi-WATA body in the salt water.

EN
FR

8.4 PREPARATION OF THE SOLUTION FOR ELECTROLYSIS WITH COARSE OR DIRTY SALT (BASE 60 L)



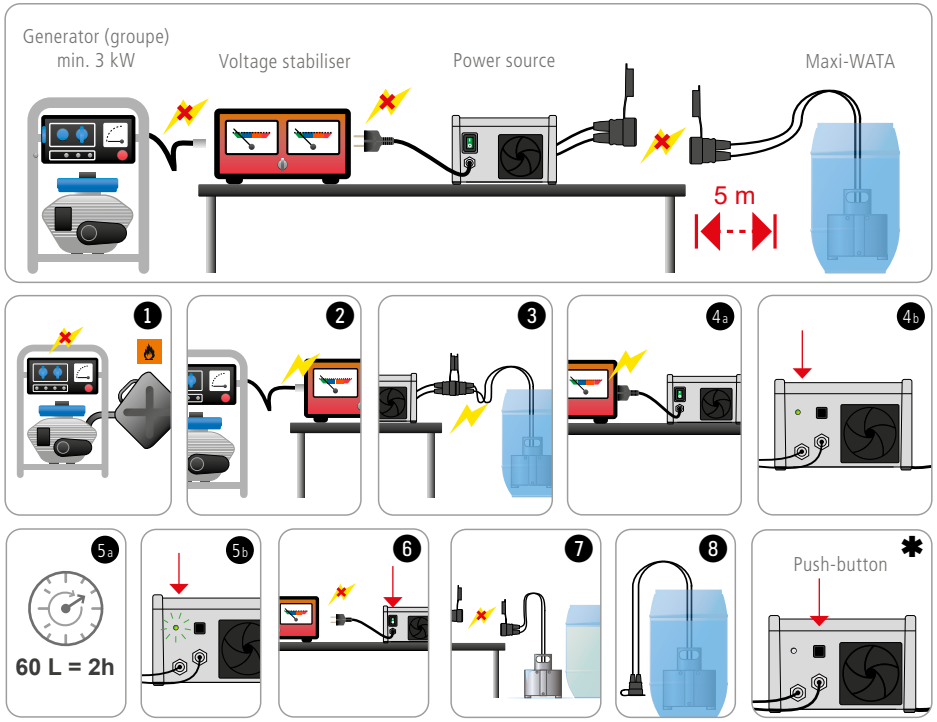
1. Pour 10 litres of clean water into a clean plastic container.
2. Weigh and add 1,5 kg of salt.
3. Shake/mix regularly for 15 minutes so that a maximum amount of salt has dissolved.
4. Allow the salt's impurities to settle at the bottom of the can. Salt is now dissolved in the water.
5. Pour 50 litres of water into a plastic container (never metal).
6. Place a filter (e.g. a coffee filter or clean, tightly woven cloth) over the container and add the 10 litres containing the pre-dissolved salt. Mix well.
7. Immerse completely the Maxi-WATA body in the salt water.

8.5 INSTALLING AND CONNECTING THE MAXI-WATA

⚠ **It is advisable to use a voltage stabiliser between the power source and the 27 V / 37 A power supply. Have the electrical system stability inspected by a specialist.**

⚠ **If using a diesel generator (or generator unit), the recommended minimum power is 3 kW / kVA.**

⚠ **The power supply must be as far as possible from the production container to avoid the highly corrosive chlorine vapour. They must not be placed on the ground. Ideally, they should be placed in a room other than the chlorine production room.**



1. Fill the fuel tank and turn on your diesel generator (if you use the power grid, go directly to step 2.
2. Connect a voltage stabiliser to the 120 / 230 V (alternating current) electrical power socket and switch it on.
3. Connect the power-supply to the Maxi-WATA.
4. a. Connect the power supply to the voltage stabiliser and switch it on.
   b. The LED light is green. The chlorine production and the timer start automatically.
5. a. Production will automatically stop after 2 hours when the concentration (5 g/L) has been reached for 60 litres of sodium hypochlorite solution.
   b. The LED light on the power-supply will flash green.
6. At the end of the process, switch off the power supply. Disconnect the power supply from the voltage stabiliser.
7. Remove the Maxi-WATA from the bath then disconnect the Maxi-WATA cables.
8. Switch off the voltage stabiliser and unplug it from the wall socket. Rinse the Maxi-WATA with clear water.

✱ The push button on the power-supply can be used to reset the timer, if necessary.

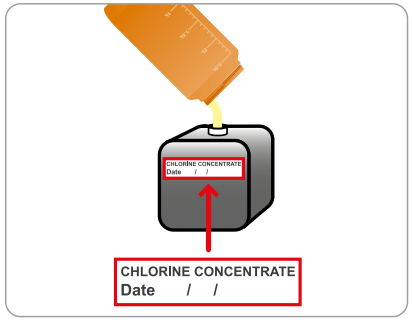
8.6 MAXI-WATA MAINTENANCE

Your device is equipped with an automatic descaling function, it is only necessary to rinse the device after each use by immersing it in a bucket of clear water. Dry the device and then store it in a safe and dry place protected with a clean cloth.

However, if white deposits (lime) appear on the electrodes, they can be easily cleaned. To do this, prepare a solution of 50% vinegar and 50% clean water. As an indication and to avoid massive use of vinegar, use a 15 litre plastic container to prepare a 10-litre solution consisting of 5 litre of vinegar and 5 litre of water. The titanium plates must be completely immersed in the solution. Leave the device to soak for at least 24 hours then visually check the state of cleanliness (lime deposits should have disappeared). Then rinse with clear water. Never rub the titanium plates.

9. SODIUM HYPOCHLORITE STORAGE AND STABILISATION WITH WATASTAB

9.1 STORAGE



Store the sodium hypochlorite solution in an opaque, non-metallic, clean, tightly closed container, labelled with the date of production. Place the container in a cool place out of reach of children. Do not expose it to sunlight.

Use the sodium hypochlorite solution within 24 hours of its production.

9.2 STABILISATION OF THE CHLORINATED SOLUTION

To use the sodium hypochlorite produced by a WATA electrolyser later than 24 hours after its production, we elaborate a very simple stabilization method with our WataStab kit. The WataStab kit ensure a minimum shelf life of 3 months for your sodium hypochlorite solution. This ready-to-use kit can stabilize up to 1,000 L of sodium hypochlorite without any additional consumable. You will then be able to find this consumable in any local shop.

For more information and orders, please go to our website :
https://watatechnology.com/en/

If you want to produce sodium hypochlorite for the purpose of distributing it in vials, it must be stabilised. You must comply with any laws currently in force in the country of operation and any quality control procedure approved by the local authorities must be respected.

10. CHLORINATION OF WATER WITH SODIUM HYPOCHLORITE

Only water responding to a pH between 6,5 and 8,5 and a turbidity below 5 NTU should be consider to be treated with chlorine (see chapter 4 p.12). If the water is muddy or coloured, it must be filtered or decanted first.

The dose of active chlorine to add to the water to make it drinkable depends on how contaminated the water is intially. To ensure that 99% of the pathogenic organisms are destroyed 30 minutes after chlorination, it is sufficient to check that residual chlorine remains in the water. For this purpose, we propose a pragmatic method that is ideal for visual verification using the WataBlue reagent to determine whether a sufficient quantity of residual chlorine remains in the water.

To guide you for the first dosage, we recommend a dose of 1mg/L sodium hypochlorite. At this dose, 1 litre of sodium hypochlorite at 5 g/L (0,5%) concentration produced by the WATA device can treat about 5,000 litres of water, if the initial water quality is compliant with above-mentioned turbidity and pH criteria (see chapter 4 p. 12).

- **Drinking water must contain at least 0,2 mg/L of free residual chlorine at the point of delivery*.**

* WHO, 2017, Guidelines for Drinking-water Quality – Fourth edition – Chemical summary table

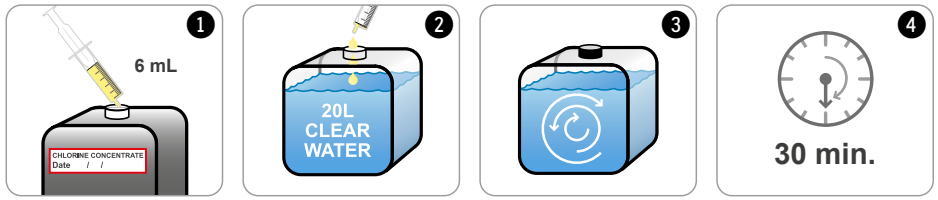
- **The treated water must be stored in a clean, opaque and closed tank.**
- **Chlorination must be carried out under the supervision of a qualified person.**

10.1 INDICATIVE DOSAGES FOR CHLORINATING DRINKING WATER DEPENDING ON THE CONCENTRATION PRODUCED BY THE WATA DEVICE:

Chlorine volume to be injected depending on the water quantity to be treated and the chlorine concentration produced**		Volume of water to be treated			
		10 L	20 L	500 L	1 000 L
Active chlorine concentration given by the WataTest	3 g/L	3,5 mL	7 mL	167 mL	333,5 mL
	4 g/L	2,5 mL	5 mL	125 mL	250 mL
	5 g/L	2,0 mL	4 mL	100 mL	200 mL
	6 g/L	2 mL	3,5 mL	83,5 mL	167 mL
	7 g/L	1,5 mL	3 mL	71,5 mL	143 mL

It is absolutely necessary to check residual chlorine with WataBlue 30 minutes after chlorinating your drinking water. Only this test result will guarantee you protection against waterborne diseases.

10.2 EXAMPLE OF CHLORINATION FOR 20 L OF DRINKING WATER



1. Using a small syringe, collect 6 mL of your sodium hypochlorite solution.
2. Add 6 mL of sodium hypochlorite per 20 L of clean water.
3. Shake vigorously (for chlorinating a water tank, add sodium hypochlorite to half-full tank, then add the rest of the water).
4. Wait 30 minutes for sodium hypochlorite to work and inactivate microbes.
5. Test for the presence of residual chlorine using the WataBlue reagent ("13. Testing drinking water with WataBlue (residual chlorine dosage)", page 30).

** Considering a water treatment target of 1,5 mg/L (1,5 g/m^3)

11. DISINFECTION/CLEANING WITH SODIUM HYPOCHLORITE

Disinfection is a process that eliminates pathogenic organisms, designed to halt or prevent infection by microorganisms.

11.1 PREPARING DISINFECTANT SOLUTIONS AT HOME

Use	Volume of sodium hypochlorite at 5 g/L	Water equivalent volume	Exemple for producing a solution of 10 L	Procedure
Floors 0,8 g/L – 0,08%	1	5,25	Clear water : 8,4 L Chlorine (5 g/L) : 1,6 L	Wash with chlorinated solution, leave in contact for 5 min., then rinse.
Hand washing 0,5 g/L – 0,05%	1	9,00	Clear water : 9 L Chlorine (5 g/L) : 1 L	Rub hands with the chlorinated solution for 30 seconds, allow to dry.
Dishwashing 0,5 g/L – 0,05%	1	9,00	Clear water : 9 L Chlorine (5 g/L) : 1 L	Rinse the dishes in the chlorinated solution, then wash as usual.
Clothing / Laundry 0,2 g/L – 0,02%	1	24,00	Clear water : 9,6 L Chlorine (5 g/L) : 400 mL	Soak garments in chlorinated solution for 5 minutes, then rinse thoroughly. Do not use chlorine to disinfect wool, silk or nylon.
Washing vegetables 0,05 g/L – 0,005%	1	99,00	Clear water : 9,9 L Chlorine (5 g/L) : 100 mL	Soak the food items in chlorinated solution for 5 minutes, rub, then rinse.

11.2 PREPARING DISINFECTANT SOLUTIONS AT HEALTH CENTRES

Surgery and sterilization : disinfection by sodium hypochlorite is not sterilization. Surgical instruments must be sterilized in an autoclave or Poupinel sterilising oven.

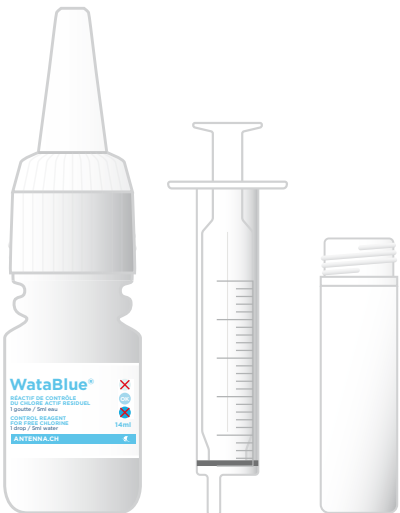
Use	Volume of sodium hypochlorite at 5 g/L	Water equivalent volume	Exemple for producing a solution of 10 L	Procedure
Wounds disincfection 5 g/L – 0,5%	1	0,00	No dilution Chlorine (5 g/L) : 10 L	Use the undiluted solution on a clean compress and apply directly to the wound.
Floors 2 g/L – 0,2%	1	1,50	Clear water : 6 L Chlorine (5 g/L) : 4 L	Sweep the floor first and wash them with soap and water. Apply the chlorinated solution for 10 minutes, then rinse and allow to dry.
Clothing, gowns (scrubs) and bed linen 2 g/L – 0,2%	1	1,50	Clear water : 6 L Chlorine (5 g/L) : 4 L	Soak the garments in the chlorinated solution for 10 minutes, rinse and wash as usual, hang to dry.
Containers and objects 2 g/L – 0,2%	1	1,50	Clear water : 6 L Chlorine (5 g/L) : 4 L	Soak in the chlorinated solution for 10 minutes, then rinse and dry.
Hand washing 0,5 g/L – 0,05%	1	9,00	Clear water : 9 L Chlorine (5 g/L) : 1 L	Clean and dry hands, then rub with a chlorinated solution for 30 seconds, allow to dry.

- **The sodium hypochlorite must be diluted in cold water.**
- **Never mix sodium hypochlorite solutions with soap, detergents or other cleaning products, since mixing with strong acids generates chlorine gas fumes.**

11.2 WATA BLUE – Operating Instructions

WataBlue™

OPERATING INSTRUCTIONS
MODE D'EMPLOI



The WataBlue reagent test determines the concentration of residual chlorine in the treated water.

Le réactif WataBlue permet de tester le dosage de chlore résiduel dans l'eau traitée.

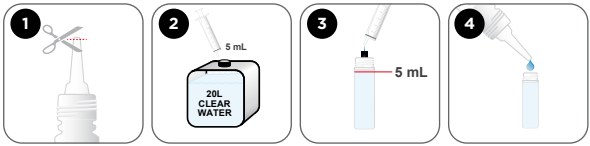
THE WataBlue REAGENT TEST DETERMINES THE CONCENTRATION OF RESIDUAL CHLORINE IN THE TREATED WATER.

Materials : WataBlue reagent, 5 mL syringe, test tube (all supplied).

⚠ Always carefully rinse the test tube between tests.

⚠ When checking the result, place the test tube on a white surface and look at it from above.

⚠ Store the WataBlue reagent away from light and at room temperature (approximately 25°C). Carefully close the reagent bottle after each use in order to prevent the oxidation of the liquid. Adhere to the expiry date. Over time, its colour may change to red/brown, without impairing the test quality.



1. For the first use, cut the tip off the reagent-bottle spout.
2. 30 minutes after chlorination, draw off 5 mL of treated water and transfer it to the test tube 3
4. Add one drop of WataBlue then agitate the test tube.
5. The blue colour produced by the reaction indicates the residual chlorine concentration in the drinking water.

If the sample remains colourless, there is insufficient residual chlorine in the water. Increase the chlorine dose, wait 30 minutes and perform the test again.

If the sample is light blue, the dosage is correct and the water can be consumed without any worry (0.5-1 ppm recommended by the WHO).

If the sample is too dark a shade of blue, there is too much chlorine in the water. Dilute the drinking water, wait 30 minutes and perform the test again.

⚠ If more than 4 times the initial amount of chlorine had to be added to the water, i.e. 20 mL of chlorine (as opposed to 5 mL) for 20 litres of water, that means that the water is too cloudy for the sodium hypochlorite to act. The water must be filtered once again and the chlorination process must be repeated.

⚠ We recommend conducting this test regularly, since water quality can vary at different water sources. Similarly, the quantity of sodium hypochlorite to add may vary according to season, by as much as twice the quantity in the wet season as in the dry.

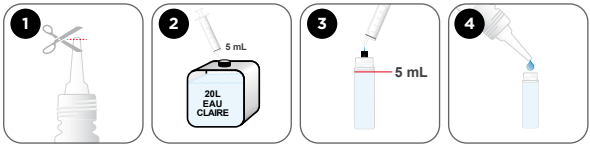
LE RÉACTIF WataBlue PERMET DE TESTER LE DOSAGE DE CHLORE RÉSIDUEL DANS L'EAU TRAITÉE.

Matériel : Réactif WataBlue, seringue 5 mL, tube à essai (fournis).

⚠ Toujours bien rincer le tube à essai entre 2 tests

⚠ Afin de bien déterminer la couleur de la réaction, poser le tube à essai sur une surface blanche et l'observer depuis le haut.

⚠ Conserver le réactif WataBlue à l'abri de la lumière et à température ambiante (environ 25°C). Bien fermer le flacon après chaque utilisation afin d'éviter l'oxydation du liquide. Respecter la date de péremption. Avec le temps, sa couleur peut devenir rouge/marron, sans changer la qualité du test.



1. Lors de la première utilisation, coupez le bec du flacon.
2. 30 minutes après la chloration, prélever 5 mL d'eau traitée et les transférer dans le tube à essai 3
4. Ajouter une goutte de WataBlue puis agiter le tube à essai.
5. La réaction colorée (bleue) indique le taux de chlore résiduel dans l'eau de boisson.



Si l'échantillon reste incolore, il n'y a pas assez de chlore résiduel dans l'eau. Augmenter la dose de chlore, attendre 30 minutes et refaire le test.



Si l'échantillon est bleu clair, le dosage est bon et l'eau peut être consommée sans crainte (0,5-1 ppm).



Si l'échantillon est bleu trop foncé, il y a trop de chlore dans l'eau. Diluer l'eau traitée avec de l'eau claire, attendre 30 minutes et refaire le test.

⚠ Si une quantité de chlore 4 fois supérieure à la valeur initiale a dû être ajoutée, soit 20 mL de chlore (plutôt que 5 mL) pour 20 litres d'eau, cela signifie que l'eau est trop trouble pour que l'hypochlorite de sodium puisse agir. Il est nécessaire de filtrer à nouveau l'eau et de recommencer le processus de chloration.

Nous recommandons d'effectuer ce test régulièrement car la qualité peut varier d'un point d'eau à un autre. De même, la quantité d'hypochlorite de sodium à ajouter en saison sèche ou pluvieuse peut varier du simple au double.

11.3 WATA TEST- Operating Instructions

WataTest™

OPERATING INSTRUCTIONS
MODE D'EMPLOI



Quality control of the chlorine solution is essential in order to determine the dosage to be applied, depending on its usage.

This reagent allows to determine the concentration of chlorine in grams per litre (Cl2, HOCl, OCl-) within a range of 1 to 7 g/L (0.1 to 0.7% active chlorine and 0.32 to 2.23 °Cl) with an accuracy of ± 0.5 g / L.

Le contrôle de la concentration de chlore d'une solution chlorée est essentiel afin de déterminer le bon dosage en chlore à appliquer en fonction de l'usage désiré.

Ce réactif permet de déterminer la concentration en grammes de chlore actif par litre (Cl2, HOCL, OCL-) dans une fourchette de 1 à 7 g/L (0.1 à 0.7 % de chlore actif et 0.32 à 2.23 °Cl) avec une précision de +/-0.5 g/L.

⚠ **Always use a clean, dry syringe to withdraw the WataTest, reagent.**

⚠ **The pH of the solution to be analysed must be less than 11.42 (WataTest, validity range). This is the case with sodium hypochlorite produced by WATA.**

⚠ **Keep the WataTest, reagent away from light and at room temperature (approximately 25°C).**

⚠ **Close the bottle firmly after each usage to prevent the liquid from oxidising.**

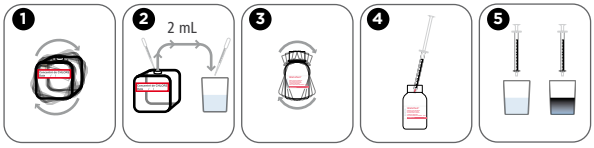
⚠ **Observe the expiry date stated on the label of the WataTest, bottle.**

⚠ **When testing calcium hypochlorite powder for which the percentage of available chlorine is unknown, follow the instructions on the procedure 3. Using watatest with calcium hypochlorite (hth) or with sodium dichloroisocyanurate (nadcc).**

1. USE OF WataTest, WITH SODIUM HYPOCHLORITE PRODUCED WITH WATA DEVICES

The common result for the production of sodium hypochlorite should be 6 g/L. If you get a different concentration, please adjust the sodium hypochlorite dilution in the water to be treated or repeat the process with a new salt solution.

Materials: WataTest reagent, 1ml syringe, graduated pipette, measuring spoon of 20ml or a small white vessel (not supplied).



1. Thoroughly mix the concentrated solution of chlorine (0.1 to 0.7%) you wish to test
2. Using the graduated plastic pipette draw up exactly 2mL of this concentrated solution and release them into the provided spoon or a small container with a white baseShake the WataTest reagent bottle
3. Shake the WataTest reagent bottle

4 Fill the syringe with the WataTest reagent and get ready to count the number of drops that will be used

5 Holding the syringe vertically, then drip the WataTest reagent drop by drop into the white cup or small bowl and count the number of drops used to change the colour of the solution. Divide this number by two to get the concentration in grams of chlorine per litre. Example :

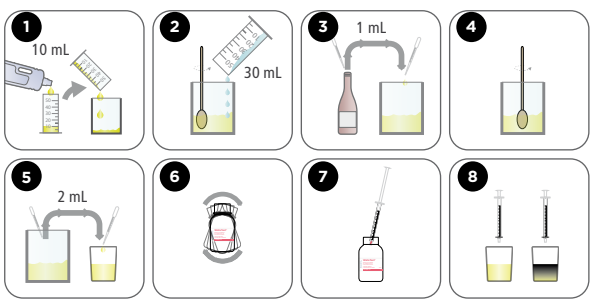
WataTest: Number of drops	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Meaning a concentration in active chlorine [g/L]	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5

⚠ **Shake gently after each drop. If the solution in the cup or the small white container returns to its transparent colour, keep adding just one more drop until the colour change is irreversible. Keep the WataTest reagent away from light and at room temperature (approximately 25°C).**

2. USING WataTest WITH BLEACH (~ 2.5% OF ACTIVE CHLORINE)

⚠ **If you use bleaching powder, prepare the solution beforehand (powder + clear water*) to be tested (e.g.: 10 g powder per 1 litre of clean water), draw up 40mL and skip to Step 3**

Materials: WataTest reagent, 1ml syringe, graduated pipette, a small measuring spoon of 20ml or small white vessel (not supplied), graduated 50mL cylinder (not supplied), 100mL beaker (not supplied).



1. Take 10mL ± 1mL of bleach to analyse and add to the beaker.
2. Add 30mL ± 1mL of clear water* to the beaker and mix well.
3. Add 1mL ± 0.1 mL of vinegar to acidify the 40mL solution.

⚠ **If the vinegar contains suspended solids, decant the vinegar and strain through a cloth.**

⚠ **It is recommended that you measure the pH of the solution (WataTest works only below pH 11.42).**

4. Thoroughly mix the concentrated solution of acidified active chlorine you wish to test.
5. Using the graduated plastic pipette, draw up exactly 2 mL of this concentrated solution and release them into the provided spoon or a small container with a white base
6. Shake the WataTest reagent bottle.
7. Fill the syringe with the WataTest reagent and get ready to count the number of drops that will be used.
8. Holding the syringe vertically drip the WataTest reagent drop by drop into the white cup or small bowl and count thenumber of drops used to change the colour of the solution.

a/ In the case of bleach : To obtain the active chlorine concentration in the bottle, multiply the number of drops of reagent WataTest by 2. This will yield the quantity of active chlorine in the bottle of bleach. Example:

Number of drops of the reagent WataTest	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Meaning a concentration in active chlorine [g/L]	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

b/ In the case of calcium hypochlorite with a percentage < 65% of active chlorine (bleaching powder) : To obtain the concentration of active chlorine in the solution, divide this number by two to get the concentration in grams of chlorine per litre. Example:

Number of drops of the reagent WataTest	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Meaning a concentration in active chlorine [g/L]	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5

⚠ **Shake gently after each drop. If the solution in the cup or the small white container returns to its transparent colour, keep adding just one more drop until the colour change is irreversible. Keep the WataTest reagent away from light and at room temperature (approximately 25°C).**

3. USING WATATEST WITH CALCIUM HYPOCHLORITE (HTH) OR WITH SODIUM DICHLOROISOCYANURATE (NADCC)

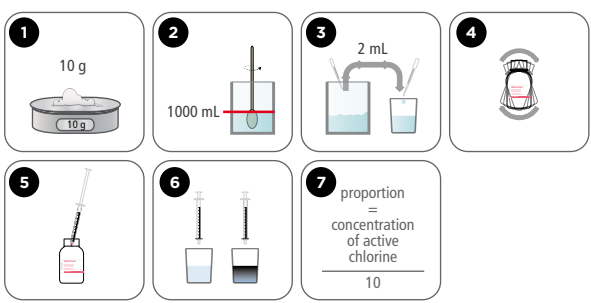
Depending on the percentage of active chlorine in calcium hypochlorite,

- If the percentage of active chlorine in calcium hypochlorite is ≥ 65% or if you use NADCC: prepare the solution beforehand (powder + clear water*) to be tested (e.g. 10g powder per 1 litre of clean water). Then use procedure **1. Use of WataTest, with sodium hypochlorite produced with wata devices**

- If the percentage of active chlorine in calcium hypochlorite is <65% in order to analyze the solution, use procedure **2. Using WataTest with bleach**

- If the percentage of calcium hypochlorite powder is unknown, it will be necessary to determine the percentage before using WataTestby following the procedure below.

Materials: WataTest reagent, 1ml syringe, graduated pipette, a small measuring spoon of 20ml or small white vessel (not supplied), graduated 1,000 mL cylinder (not supplied), precision balance with an accuracy of ± 1g (not supplied).



1. Weigh 10 g ± 1 g of powder to be analysed and place into the graduated cylinder. If you do not have a scale accurate to ± 1 g, ask the nearest pharmacy to carry out the weighing.

2. Add 1,000 mL ± 10 mL of clear water* to the graduated cylinder and mix until the hypochlorite has been dissolved.

3. Draw up exactly 2 mL of this concentrated solution and release them into the provided spoon or a small container with a white base.

Shake the WataTest reagent bottle.

4. Fill the syringe with the WataTest reagent and get ready to count the number of drops that will be used.

5. Holding the syringe vertically drip the WataTest reagent drop by drop into the white cup or small bowl and count the number of drops used to change the colour of the solution. Divide this number by two to get the concentration in grams of chlorine per litre. Example:

6.

Number of drops of the reagent WataTest™	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Meaning a concentration in active chlorine [g/L]	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5

7. To obtain the concentration of active chlorine contained in the calcium hypochlorite powder divide the value obtained with the WataTest by the amount of calcium hypochlorite in the solution in g/L:

Concentration in active chlorine [g/L]	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5
Meaning a concentration in active chlorine %	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85

⚠ **Shake gently after each drop. If the solution in the cup or the small white container returns to its transparent colour, keep adding just one more drop until the colour change is irreversible. Keep the WataTest reagent away from light and at room temperature (approximately 25°C).**

* Definition of clear water: < 5 NTU, pH between 6.5 and 8.5

⚠ **Toujours utiliser une seringue propre et sèche pour prélever le réactif WataTest**

⚠ **Le pH de la solution à analyser doit être inférieur à 11.42 (plage de validité du WataTest). Cela est le cas avec l'hypochlorite de sodium produit par WATA.**

⚠ **Conserver le réactif WataTestà l'abri de la lumière et à température ambiante (25°C).**

⚠ **Bien fermer le flacon après chaque utilisation afin d'éviter l'oxydation du liquide.**

⚠ **Respecter la date de péremption mentionnée sur l'étiquette du flacon WataTest.**

⚠ **Dans le cas d'une poudre d'hypochlorite de calcium dont le pourcentage de chlore actif est inconnu, suivre la procédure 3. Utilisation du watatest avec de l'hypochlorite de calcium (hth) ou avec du dichloroisocyanurate de sodium (nadcc).**

1. UTILISATION DU WataTest, AVEC L'HYPOCHLORITE DE SODIUM PRODUITE AVEC LES APPAREILS WATA

Le contrôle qualité de la solution d'hypochlorite de sodium produite par WATA est indispensable afin de déterminer le dosage à appliquer en fonction de son usage. Le résultat de la production d'hypochlorite de sodium avec les appareils WATA se situe autour de 6g/L. Si vous obtenez une concentration différente, veuillez à adapter la dilution de la solution d'hypochlorite de sodium dans l'eau à traiter ou recommencez la procédure avec une nouvelle solution salée.

Matériel : Réactif WataTest, seringue 1 mL, pipette graduée, cuillère doseuse 20ml ou un petit récipient à fond blanc (non-fourni).



1. Bien mélanger la solution concentrée de chlore actif (0.1 à 0.7 %) à tester.
2. En utilisant la pipette graduée en plastique, prélever exactement 2 mL de cette solution concentrée et les placer dans la cuillère doseuse de 20ml fournie ou dans un petit récipient à fond blanc.
3. Agiter la bouteille de réactif WataTest.
4. Remplir la seringue avec le réactif WataTest et se préparer à compter le nombre de gouttes qui seront utilisées.
5. En tenant la seringue verticalement, faire tomber le réactif WataTest une goutte à la fois dans la cuillère doseuse de 20ml fournie ou le petit récipient a fond blanc et compter le nombre de gouttes utilisées jusqu'au changement de couleur de la solution. Diviser ce nombre par 2 pour obtenir la concentration de chlore actif exprimée en gramme par litre. Exemple :

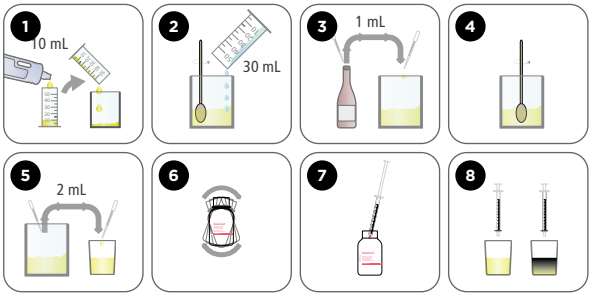
Nombre de gouttes du réactif WataTest™	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Soit une concentration du chlore actif [g/L]	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5

⚠ **Agiter légèrement après chaque goutte. Si la solution dans la tasse ou le petit récipient à fond blanc reprend sa couleur claire, rajouter encore une goutte, jusqu'à ce que le changement de couleur soit irréversible. Conserver le réactif WataTest à l'abri de la lumière et à température ambiante (environ 25°C).**

2. UTILISATION DU WataTest AVEC L'EAU DE JAVEL (~2.5% DE CHLORE ACTIF)

⚠ **Si vous allez utiliser de la « bleaching powder », préparez préalablement la solution (poudre + eau claire) à tester (p. ex : 10 g de poudre pour 1 litre d'eau claire), prélevez 40mL et passez directement au point 3**

Matériel : Réactif WataTest, seringue 1 mL, pipette graduée, cuillère doseuse 20ml ou un petit récipient à fond blanc (non-fourni), cylindre gradué de 50 mL (non-fourni), bécher de 100 mL (non-fourni)



1. Prélever 10 mL +/- 1 mL d'eau de javel à analyser et les ajouter au bécher
2. Ajouter 30 mL +/- 1 mL d'eau claire* au bécher et mélanger le tout.
3. Ajouter 1 mL+/- 0.1 mL de vinaigre afin d'acidifier les 40 mL de solution.

⚠ **Si le vinaigre contient des matières en suspension, laissez décanter le vinaigre et le filtrer au moyen d'un tissu.**

⚠ **Il est recommandé de mesurer le pH de la solution (le WataTest fonctionne uniquement pour un pH inférieur à 11.42)**

4. Bien mélanger la solution concentrée de chlore actif acidifiée à tester.
5. En utilisant la pipette en plastique, prélever exactement 2 mL de cette solution concentrée et les placer dans la cuillère doseuse de 20ml fournie ou un petit récipient à fond blanc.
6. Agiter la bouteille de réactif WataTest.
7. Remplir la seringue avec le réactif WataTest et se préparer à compter le nombre de gouttes qui seront utilisées.
8. En tenant la seringue verticalement, faire tomber le réactif WataTest une goutte à la fois dans la cuillère doseuse de 20ml ou un petit récipient blanc et compter le nombre de gouttes utilisées jusqu'au changement de couleur de la solution.

* Définition eau claire : unité de turbidité (NTU) < 5, pH compris entre 6.5 et 8.5

a/ Dans le cas de l'eau de javel : Afin d'obtenir la concentration en chlore actif dans la bouteille, multiplier le nombre de gouttes du réactif WataTest par 2. Vous obtiendrez donc la quantité de chlore actif contenue dans la bouteille de javel. Exemple:

Nombre de gouttes du réactif WataTest™	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Soit une concentration du chlore actif [g/L]	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

b/ Dans le cas de l'hypochlorite de calcium à un pourcentage < 65 % de chlore actif (bleaching powder) : Afin d'obtenir la concentration en chlore actif de la solution, diviser le nombre de gouttes du réactif WataTest par 2 pour obtenir la concentration de chlore actif exprimée en gramme par litre.

Nombre de gouttes du réactif WataTest™	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Soit une concentration du chlore actif [g/L]	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5

⚠ **Agiter légèrement après chaque goutte. Si la solution dans la tasse ou le petit récipient à fond blanc reprend sa couleur claire,rajouter encore une goutte, jusqu'à ce que le changement de couleur soit irréversible. Conserver le réactif WataTest à l'abri de la lumière et à température ambiante (environ 25°C).**

3. UTILISATION DU WATATEST AVEC DE L'HYPOCHLORITE DE CALCIUM (HTH) OU AVEC DU DICHLOROISOCYANURATE DE SODIUM (NADCC).

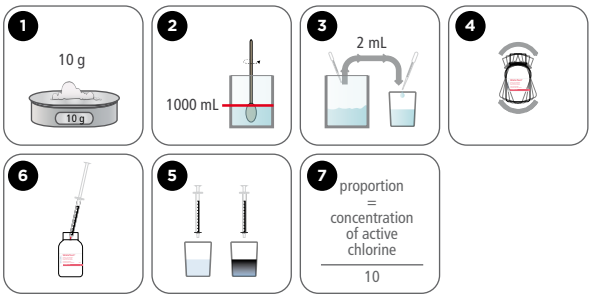
Suivant le pourcentage de chlore actif de l'hypochlorite de calcium,

- Si le pourcentage de chlore actif de l'hypochlorite de calcium est ≥ 65% ou que vous utilisez du NADCC : préparez préalablement la solution poudre + eau claire* à tester (p.ex. : 10 g de poudre pour 1 litre d'eau claire). Puis reportez-vous à la procédure **1. Utilisation du WataTest avec l'hypochlorite de sodium produite avec les appareils WATA.**

- Si le pourcentage de chlore actif de l'hypochlorite de calcium est < 65% : reportez-vous à la procédure **2. Utilisation du WataTest avec de l'eau de javel.**

- Si le pourcentage de la poudre d'hypochlorite de calcium est inconnu, il faudra au préalable déterminer son pourcentage avant l'utilisation du WataTest en suivant la procédure ci-dessous.

Matériel : Réactif WataTest, seringue 1 mL, pipette graduée, cuillère doseuse 20ml ou un petit récipient à fond blanc (non-fourni), pot gradué de 1000mL (non-fourni), balance avec précision à +/- 1g (non-fournie).



1. Peser 10g +/- 1g de poudre à analyser et l'introduire dans le pot gradué. Si vous n'avez pas de balance précise à +/-1g à disposition, demander à effectuer votre pesage auprès de la pharmacie la plus proche.
2. Ajouter 1000mL +/-10mL d'eau claire dans le pot gradué et mélanger jusqu'à la dilution de l'hypochlorite.
3. Prélever exactement 2mL de cette solution concentrée et les placer dans la cuillère doseuse de 20ml fournie ou un récipient à fond blanc.
4. Agiter la bouteille de réactif WataTest.
5. Remplir la seringue avec le réactif WataTest et se préparer à compter le nombre de gouttes qui sont utilisées.
6. En tenant la seringue verticalement, faire tomber le réactif WataTest une goutte à la fois dans la cuillère doseuse de 20ml ou le petit récipient à fond blanc et compter le nombre de gouttes utilisées jusqu'au changement de couleur de la solution. Diviser ce nombre par 2 pour obtenir la concentration en grammes de chlore actif par litre.

* Définition eau claire : unité de turbidité (NTU) < 5, pH compris entre 6.5 et 8.5

Exemple :

Nombre de gouttes du réactif WataTest™	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Soit une concentration du chlore actif [g/L]	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5

7 Afin d'obtenir la concentration de chlore actif contenu dans la poudre d'hypochlorite de calcium, diviser la valeur obtenue par le WataTest par la quantité d'hypochlorite de calcium de la solution en g/L. Exemple (en considérant la concentration en hypochlorite de calcium prescrite ci-dessus, soit 10g/L) :

Concentration en chlore actif [g/L]	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5
Soit une concentration de chlore actif en %	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85

⚠ **Agiter légèrement après chaque goutte. Si la solution dans la tasse ou le petit récipient à fond blanc reprend sa couleur claire, rajouter encore une goutte, jusqu'à ce que le changement de couleur soit irréversible. Conserver le réactif WataTest à l'abri de la lumière et à température ambiante (environ 25°C).**

WATA™

WATALUX SA
1200 GENEVA | SWITZERLAND
CONTACT@WATATECHNOLOGY.COM
WATATECHNOLOGY.COM

11.4 Quality questionnaire HCF

Grille de Supervision des FS
Projet Pilote Phase 2

Formation Sanitaire : ..... District Sanitaire : .....
Type d'appareil WATA : ..... Alimentation : .....
Date de la sortie : .....
Equipe de supervision : TEGS : .....
Antenna : .....
CEAS Burkina : .....
Personnel de la FS présent : .....
.....
Nom et contact du responsable de la FS : .....

1 Caractéristiques de la FS :

1.1 Nombre de patients reçus durant le mois de septembre 2015 : .....
1.2 Nombre de nuitées durant le mois de septembre 2015 : .....
1.3 Nombre d'accouchements durant le mois de septembre 2015 : .....
1.4 Nombre d'interventions chirurgicales durant le mois de sept. 2015 : .....

2 Contrôle du stock de désinfectant

2.1 Est-ce qu'il y a un stock de désinfectant (eau de javel, hypochlorite de sodium,…) dans la FS au moment du contrôle ? OUI NON
2.2 Si OUI :
2.2.1 De quelle source ? WATA Autres : _____
2.2.2 Depuis combien de temps est-il stocké ? _____
2.2.3 Quelle est sa concentration ? _____ g/L
2.3 Si NON :
2.3.1 Depuis combien de temps le stock est-il terminé ? _____
2.3.2 Y a-t-il une production en cours ? OUI NON

3 Utilisation de la technologie WATA

3.1 À quelle fréquence utilisez-vous le WATA ? _____
3.2 Quel(s) volume(s) produisez-vous à la fois ? (le plus souvent, en moyenne,…) _____
3.3 Faîtes-vous un contrôle permanent de la qualité de la solution (type eau de javel) produite par le WATA ? OUI NON
3.3.1 Si OUI, quelles valeurs trouvez-vous ? _____
3.4 Quelle est la durée moyenne de stockage de la solution ? _____
3.5 Avez-vous rencontré des difficultés d'utilisation du WATA ? _____
3.6 Avez-vous rencontré des problèmes avec l'utilisation de la solution ? _____
3.7 Remarques : _____

Page 1 sur 3

4 Satisfaction des besoins en chlore

4.1 Achetez-vous encore de l'eau de javel sur le marché ? (LaCroix, comprimé de chlore, HTH, NaDCC, …) OUI NON

4.1.1 Si OUI, en quelle quantité et à quelle fréquence ?

4.1.2 Si NON, car : Ce n'est pas assez utile Le WATA produit assez L'argent manque

4.2 Pour satisfaire tous vos besoins en chlore, la quantité d'hypochlorite de sodium produite par le WATA est :	Largement insuffisante	Insuffisante	Juste bonne	En léger surplus	En gros surplus

4.3 Remarques :

5 Pratiques essentielles dans l'évaluation de l'utilisation de l'hypochlorite de sodium en milieu de soins

5.1	Décontamination systématique après un accouchement de la salle d'accouchement et de la table d'accouchement.	OUI NON
5.2	Décontamination systématique après un accouchement de la lingerie de la parturiente.	OUI NON
5.3	Décontamination systématique après un accouchement du placenta avant sa remise aux parents.	OUI NON
5.4	Trempage systématique des bassins de lits dans la solution chlorée (environ 5 g/L).	OUI NON
5.5	Décontamination systématique du matériel de soin avec la solution chlorée (et désinfection si il y a lieu).	OUI NON
5.6	Changement de la solution de décontamination si elle devient trouble, ou au moins au bout de 24 heures.	OUI NON
5.7	Décontamination systématique des gants après utilisation.	OUI NON
5.8	Existence d'un dispositif de lavage des mains avec de l'eau chlorée.	OUI NON
5.9	Usage de la solution chlorée dans la désinfection des sanitaires (douches, latrines, etc.).	OUI NON
5.10	Nettoyage quotidien des locaux et surfaces avec la solution chlorée[1].	OUI NON
5.11	Usage de la solution chlorée pour le lavage (désinfection) des poubelles.	OUI NON
	Total des pratiques mises en œuvre :	**/ 11**

5.12 Remarques :

[1] En dehors des zones administratives et DMEG.

6 Impressions générale du personnel de la Formation Sanitaire :	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Agent de santé (opérateur):					
6.1 De manière générale, êtes-vous satisfait avec le WATA ?	5	4	3	2	1
6.2 La technologie est appréciée	5	4	3	2	1
Responsable de la FS :					
6.3 De manière générale, êtes-vous satisfait avec le WATA ?	5	4	3	2	1
6.4 Les quantités de chlore produites répondent aux besoins	5	4	3	2	1
6.5 La technologie apporte une amélioration à l'hygiène hospitalière	5	4	3	2	1

6.6 Remarques : .....

.....

7 Kits solaire

7.1 Avez-vous observé des jours où le kit solaire ne délivrait pas assez d'énergie ? .....

7.1.1 Si oui, combien (par mois) .....

7.2 Utilisez-vous l'électricité des batteries à d'autres fins ? OUI NON

7.2.1 Si OUI, lesquels ? .....

7.2.2 Si NON, Pour quels usages souhaiteriez-vous de l'électricité en priorité ? .....

7.3 Avez-vous rencontré des difficultés sur le dispositif solaire ? .....

7.4 Remarques : .....

.....

8 Autres observations :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Le supervisé (l'ICP ou l'opérateur) Les superviseurs

Inspection Technique

Projet Pilote - Phase 2

Formation Sanitaire : ..... District Sanitaire : .....
Type d'appareil WATA : ..... Alimentation : .....
Date de l'inspection : .....
Responsables de l'inspection : TEGS : .....
Antenna : .....
CEAS Burkina : .....

1 Effectuer une production complète avec le WATA et les équipements à disposition :

1.1 Volume produit en litres : _____ L 1.2 Durée de production : _____ min

1.3 Puissance de consommation : Début $U_{initial}$ = _____ V $I_{initial}$ = _____ A $P_{initial}$ = _____ W
Fin U_{final} = _____ V I_{final} = _____ A P_{final} = _____ W

1.4 Concentration de l'hypochlorite de sodium mesurée à l'aide du WataTest à la fin de la production par l'agent ;
TEGS : _____ gouttes _____ g/L
Antenna : _____ gouttes _____ g/L
CEAS Burkina : _____ gouttes _____ g/L

1.5 Résultat :

Très bon	Satisfaisant	Mauvais	Hors d'usage
Tout a parfaitement fonctionné et la production a atteint 6 g/L dans le temps imparti par Antenna	Malgré quelques imperfections, la production a atteint 5 g/L	La production n'a pas pu atteindre 5 g/L	Le matériel n'a pas fonctionné

2 Vérifier l'entretien et l'état des équipements	Excellent	Bon	Passable	Mauvais	Très mauvais	Disparu
2.1 Appareil WATA						
2.1.1 Plaques de titane (décalcarisées, ...)	5	4	3	2	1	
2.1.2 Déflecteur (étanchéité, ..., *Prendre photo*)	5	4	3	2	1	
2.1.3 Connectiques (pas de corrosion, voir prises, ...)	5	4	3	2	1	
2.2 Alimentation						
2.2.1 Alimentation du WATA (pas de corrosion, voir grille, ...)	5	4	3	2	1	
2.2.2 Stabilisateur de tension	5	4	3	2	1	
2.2.3 Câbles (pas de corrosion, ...)	5	4	3	2	1	
2.2.4 Panneaux solaires	5	4	3	2	1	
2.2.5 Batteries (du coffret solaire)	5	4	3	2	1	
2.2.6 Régulateur (du coffret solaire)	5	4	3	2	1	
2.3 Accessoires						
2.3.1 Minuterie	5	4	3	2	1	
2.3.2 Balance	5	4	3	2	1	
2.4 Divers						
2.4.1 Propreté du local	5	4	3	2	1	
2.4.2 ----------	5	4	3	2	1	
2.4.3 ----------	5	4	3	2	1	

3 Conclusion : _____

_____

_____

11.5 Geolocations of Health Care Facilities which were studied

Site Number	Health Care Facility (HCF) name	District	Coordinates GPS (latitude)	Coordinates GPS (longitude)
1	ABGODE	Bokoro	13.0208	16.8345
2	AMKOUAKIB	Bokoro	12.9509	16.6133
3	AMSILEP	Moussoro	13.3771	16.7860
4	ARDEBE	Bokoro	12.2283	17.0248
5	ARRADA	Bokoro	12.9486	16.6984
6	BARKABELOU	Mao	14.2964	15.1484
7	BARRAH	Mao	14.2893	15.2323
8	BIRBASSAR	Mao	13.9011	15.4463
9	BLATOUKOULI	Mao	14.2281	15.1999
10	BOGOLET	Mao	14.1922	15.0949
11	BOULOUGOU	Moussoro	13.4179	16.3836
12	BOUROUDOU	Mao	13.9451	15.5571
13	BOUROUNKOU	Mao	14.1491	15.7823
14	DAR SALAM	Bokoro	12.9500	16.8886
15	DIGUEIRI	Mao	13.9625	15.5821
16	DJIGUERET	Mao	14.2203	15.0481

17	FIZIGUI	Moussoro	13.1529	16.5814
18	GABA	Moussoro	13.9960	16.4787
19	GUILADINGA	Mao	13.9929	14.5496
20	GUINA	Moussoro	13.1702	16.9270
21	HILLE AFE	Moussoro	13.9375	16.5618
22	ISNE MAZARAF	Bokoro	12.9376	16.8644
23	KAGAYE	Moussoro	13.5867	16.4967
24	KAKARI	Mao	14.1293	15.9077
25	KAMKALAGA	Moussoro	13.2701	16.4180
26	KAWATCHOU	Moussoro	13.3492	16.8753
27	KEKEDINA	Mao	13.8428	14.8381
28	KELIGANGA	Mao	13.8698	15.0507
29	KOLLET	Mao	14.1067	15.0076
30	KOPOYE	Mao	14.2623	15.9702
31	KOURIKOURI	Mao	14.1056	15.1746
32	LATOUM	Mao	14.2094	15.5119
33	LIGRA	Mao	14.1994	15.3128
34	MADRIANGA	Moussoro	13.0758	16.5687
35	MAGA	Mao	14.0384	15.0824
36	MAGUIYANGA	Mao	13.9611	15.5538

37	MAO CENTRE	Mao	14.1268	15.3109
38	MAO MOSQUEE	Mao	14.1177	15.3149
39	MAO MOTO	Mao	14.1165	15.3113
40	MELLEAH	Mao	14.2583	15.5574
41	MOUSSORO URBAIN	Moussoro	13.6433	16.4933
42	NGUELEA	Mao	14.0746	15.6065
43	SIDI MALARI	Mao	13.8538	15.4503
44	TARFE	Mao	14.2312	15.3421
45	TCHELI	Mao	13.7299	15.4499
46	TCHIE KOUKOUL1	Mao	14.1079	15.6903
47	TCHIE MADRANGA	Mao	14.1617	15.7558
48	TCHIRI SALMARI	Mao	14.0475	15.2657
49	TCHIWOROU	Moussoro	13.5546	16.4422
50	TELELENGA	Mao	14.1253	15.4955
51	TOUKOULI	Mao	13.9821	15.5037
52	WADICHAGARA	Moussoro	13.2701	16.4687
53	WADJIGUI	Mao	14.3199	15.3999
54	WOUTOUKOULFOU	Mao	14.0507	15.2084
55	YOUGOUM	Mao	14.2277	15.9039

56	AMKOUA DEGUECHIE	Moussoro	13.3078	16.5956
57	BIR HACHE	Moussoro	13.6725	16.6457
58	BOHOLO HIMEDE	Bokoro	12.2729	16.5783
59	CHAGARA	Moussoro	14.0364	16.4193
60	CHIRAGUIN	Moussoro	13.8107	16.6103
61	DOGO	Moussoro	13.0758	16.4225
62	DOLOCK	Moussoro	13.1775	16.7172
63	FASSALADJOUL	Moussoro	13.2834	16.5472
64	GOZBILA	Moussoro	14.0781	16.5394
65	GRANTESSI	Moussoro	13.9416	16.6946
66	TCHARA	Mao	13.8271	15.3920
67	TOULA	Mao	13.7650	15.3594
68	YARWAI	Mao	14.0274	15.6352

11.6 Geolocations Health Care Facilities (HCFs) which were identified (but not studied)

Site Number	Health Care Facility (HCF) Name	District	Coordinates GPS (latitude)	Coordinates GPS (longitude)
69	ABIREBI	Bokoro	12.2950	16.7615
70	BINDA	Mao	14.1336	15.4550
71	BISNEY	Bokoro	12.6763	16.1681
72	BOKORO I	Bokoro	12.3791	17.0593
73	BOKORO II	Bokoro	12.3803	17.0544
74	DILEMA	Bokoro	12.1031	16.8614
75	GALDAM	Bokoro	12.4202	16.1693
76	GAMBIR	Bokoro	12.5352	16.7510
77	KINDJI	Bokoro	12.0077	16.7579
78	MAÏGANA	Bokoro	12.1633	16.4643
79	MOYTO	Bokoro	12.5951	16.5500
80	NGOURA	Bokoro	12.8793	16.4536

11.7 GPS location of fountains – Maniema, Congo

Location	Fountain Number	GPS location Latitude	Longitude
Mikelenge (Big Five)	4	-2.97026167	25.870023
	13	-2.96112827	25.907547
	20	-2.95880333	25.898368
	25	-2.95438670	25.901147
	34	-2.95239667	25.893402
	39	-2.94209210	25.907868
Kasuku (RVA)	5	-2.92724833	25.922318
	13	-2.93783833	25.922375

11.8 Aquagenx – Most probable number (MPN) kit – instructions for use.

Aquagenx® CBT AMR EC Kit
Antimicrobial Resistant (AMR)
ESBL *E. coli* Bacteria
Most Probable Number (MPN) Kit
Instructions for Use: Drinking Water

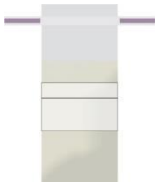
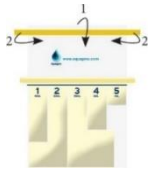
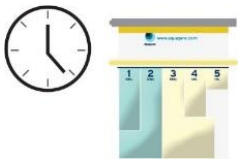
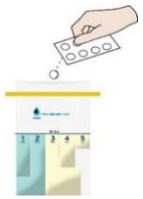
Overview
The Aquagenx CBT AMR EC MPN Kit detects and quantifies ESBL *E. coli* (EC) bacteria in a 100 mL sample. It uses a proprietary powder growth medium with a glucose substrate called X-Gluc and the antibiotic Cefotaxime to detect antibiotic resistant strains *of E. coli,* specifically, those having entended spectrum beta-lactam (ESBL) resistance. When *E. coli* metabolize the substrate in Aquagenx's growth medium, the color of the water turns blue, indicating the presence of Cefotaxime resistant *E. coli*. Most Probable Number (MPN) test results are obtained by easy color match using the Aquagenx color-coded MPN Table.

Product documents: https://www.aquagenx.com/product-documentation/

Shelf Life of Growth Medium
Aquagenx ESBL EC powder growth medium is stable up to one year after date of manufacture at 25° Celsius. Expiration date and lot number are printed on the medium packet.

Storage of Growth Medium
Store at 4-25° Celsius in a dry environment. Growth medium can be stored in a refrigerator. Cold chain for Aquagenx ESBL EC growth medium is not required.

Summary of Test Procedures for CBT EC+TC MPN Kit

Collect 100 mL sample 	Add powder growth medium 	Pour sample into compartment bag 	Roll down Whirl-Pak seal and attach plastic clip seal 
Incubate 20-48 hours 	View and score EC test results in ambient light 	Decontaminate sample 	

How to Interpret Color-Change Test Results

Color of compartment in Compartment Bag	Yellow/Yellow Brown in ambient light	Blue/Blue Green in ambient light
ESBL *E. coli*	Negative	Positive

Aquagenx, LLC | PO Box 17181, Chapel Hill, North Carolina, 27516 USA | www.aquagenx.com
Copyright @2013 Aquagenx, LLC

Basis of Aquagenx CBT Most Probable Number (MPN) Table
The Aquagenx CBT MPN Table (page 4) is based on the World Health Organization "Guidelines for Drinking Water Quality," 4th Edition. MPN of *E. coli* per 100 mL is estimated from the combination of positive (blue color) and negative (no blue color) compartments in the Aquagenx Compartment Bag.

See "Basis of Aquagenx MPN Table": https://www.aquagenx.com/product-documentation/

PROCEDURAL NOTES. SEE HOW-TO VIDEOS: https://www.aquagenx.com/how-to-use-cbt-ectc/

1. Prepare work area

- Sanitize work area with disinfectant cleaning solution, paper towels or wipes.

2. Collect 100 mL water sample with Whirl-Pak® Thio-Bag®

- Wearing disposable, thin plastic gloves is recommended. If you don't have gloves, do not touch inside of Thio-Bag with bare hands.
- White tablet in Thio-Bag is sodium thiosulfate, which neutralizes residual chlorine if present in sample. Do not remove it from the bag.
- Fill Thio-Bag to 100 mL fill mark. Record sample details such as date, time and location.

3. Add Aquagenx ESBL EC growth medium to sample in Whirl-Pak Thio-Bag

- We recommend testing procedure begins within six hours of sample collection. Do not add growth medium to the Thio-Bag until you are ready to complete the entire testing procedure.
- Open growth medium packet. Tear downward on serrated edge on medium packet that is nearest to letters EXP.
- Pour powder growth medium into Thio-Bag. Do not touch growth medium with bare fingers or hands.
- Roll down Whirl-Pak seal to close Thio-Bag .
- Dissolve medium in sample. Gently swirl the bag and squeeze clumps of powder until medium is dissolved.

4. Pour sample with dissolved medium from Thio-Bag into Aquagenx Compartment Bag

- Label Compartment Bag or attach barcode asset tag to Compartment Bag.
- Tear off perforated seam at top of bag.
- Rub top of bag and sides of bag together to open so sample can run into each compartment.
- Use white tabs at top of Compartment Bag to pull bag open. Do not touch inside of bag with bare fingers or hands.
- Slowly pour sample into bag while gently tilting and squeezing bag to distribute sample among five compartments.
- Fill evenly to the top of the fill line across all five compartments.

5. Seal Compartment Bag shut

- Roll down Whirl-Pak seal at top of Compartment Bag and fasten shut.
- Attach plastic seal clip across Compartment Bag to prevent water from leaking out of compartments. Place U-shape part of clip across width of bag along the fill line and *below the compartment openings*. Place rod-shaped part of the clip on the opposite side of Compartment Bag and snap into U-shape to lock in place.

6. Incubation Period and Temperatures

- During the incubation period, CBTs can develop an odor. To help control odor, place CBTs in another sealed plastic bag or other container during the incubation period.
- Ambient temperature incubation works at any temperature between 25°- 37°C for detection of ESBL *E. coli*
- Because the CBT works at variable temperatures, constant temperature control in an incubator is not required. However, at cooler temperatures, constant temperature incubation is recommended, if available.
- For regulatory compliance purposes, samples must be incubated at 35-37°C for 20-24 hours to detect and quantify *E. coli*.

Aquagenx, LLC | PO Box 17181, Chapel Hill, North Carolina, 27516 USA | www.aquagenx.com
Copyright @2013 Aquagenx, LLC

Recommended Incubation Periods at Ambient Temperature Conditions:

35-37°C: Incubate 20 hours
31-34°C: Incubate 24-30 hours
25-30°C: Incubate 40-48 hours

Below 25 C: Incubate in a portable incubator at 35-37°C for 24 hours or put in or near another heat source for up to 48 hours, depending on the temperature.

See "Incubation Period Guidance": https://www.aquagenx.com/product-documentation/

7. Score MPN test results

- Hold the Compartment Bag next to Aquagenx MPN Table on page 4 to score test results.
- **E S B L *E. coli* – view in ambient light:**
  - Yellow/yellow-brown compartment is negative for *E. coli* (absence).
  - Blue/blue-green compartment is positive for *E. coli* (presence). Positive compartments include any trace of blue/blue-green, such as one or more specks of blue/blue-green, or blue/blue-green sediment at bottom of a compartment.
- Match color sequence of all five compartments to one of 32 color-coded rows in MPN Table to obtain MPN test results for *E. coli*.
- Record test results.

8. Decontaminate sample

- Add 4 mL of liquid bleach (NaOCl) or sufficient chlorine tablets (calcium hypochlorite or sodium dichloroisocyanurate) to compartment bag to provide about 200 milligrams of free chlorine.
- After 30 minutes, pour contents into a sink, toilet or hole in ground and safely dispose the empty compartment bag.
- Retain plastic seal clip for reuse.

Aquagenx, LLC | PO Box 17181, Chapel Hill, North Carolina, 27516 USA | www.aquagenx.com
Copyright @2013 Aquagenx, LLC

Aquagenx® CBT Most Probable Number (MPN) Table

Align the Compartment Bag so compartment #1 is on the left and compartment #5 is on the right. Match the color sequence of all five compartments to one of the 32 color-coded rows. Each compartment is scored according to the following criteria (also see color chart on page 1):



Row Number:	Compartment Number 1 10mL	2 30mL	3 56mL	4 3mL	5 1mL	MPN/100mL	Upper 95% Confidence Level/100mL
1						0.0	2.87
2						1.0	5.14
3						1.0	4.74
4						1.1	5.16
5						1.2	5.64
6						1.5	7.81
7						2.0	6.32
8						2.1	6.85
9						2.1	6.64
10						2.4	7.81
11						2.4	8.12
12						2.6	8.51
13						3.2	8.38
14						3.7	9.70
15						3.1	11.36
16						3.2	11.82
17						3.4	12.53
18						3.9	10.43
19						4.0	10.94
20						4.7	22.75
21						5.2	14.73
22						5.4	12.93
23						5.6	17.14
24						5.8	16.87
25						8.4	21.19
26						9.1	37.04
27						9.6	37.68
28						13.6	83.06
29						17.1	56.35
30						32.6	145.55
31						48.3	351.91
32						>100	9435.10
	Copyright ©2013 Aquagenx, LLC						

Copyright @2013 Aquagenx, LLC

11.9 Healthy Water at School - Teacher's Guide – Burkina Faso

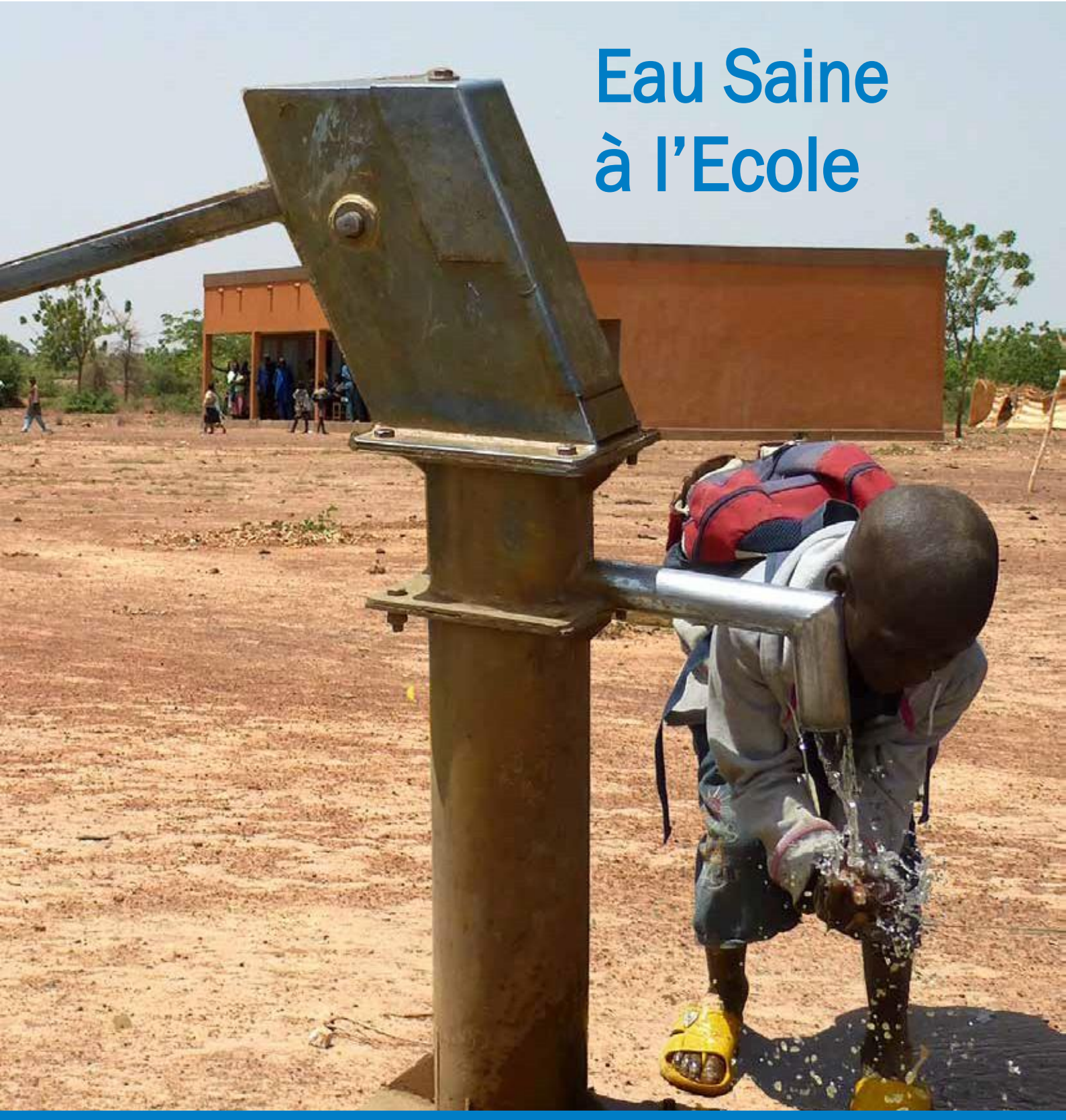
BURKINA FASO

Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation

ANTENNA BAOBAB

ANTENNA FONDATION

Eau Saine à l'Ecole



Guide de l'enseignant

BURKINA FASO
Unité – Progrès - Justice
Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation

Eau Saine à l'École

Guide de l'enseignant

ANTENNA BAOBAB

ANTENNA FONDATION

Liste des sigles et abréviations

AME	Association des Mères Éducatrices
APE	Association des Parents d'Élèves
API	Approche Pédagogique Intégratrice
APP	Activités Pratiques de Production
CE	Cours Élémentaire
CM	Cours Moyen
COGES	Comité de Gestion
CP	Cours Préparatoire
DAMSSE	Direction de l'Allocation des Moyens Spécifiques aux Structures Éducatives
DGREIP	Direction Générale de la Recherche en Éducation et de l'Innovation Pédagogique
DPEPPNF	Direction Provinciale de l'Éducation Préscolaire, Primaire et Non Formelle
ECM	Éducation Civique et Morale
MENA	Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PN-AEPA	Programme National de l'Approvisionnement en Eau Potable et de l'Assainissement
QCM	Question à Choix Multiples
TED	Traitement de l'Eau à Domicile
TP	Travaux Pratiques

AUTEURS

Evariste ZONGO : Coordonnateur de Baoabab-Antenna

Oumarou GUIRA : Chef de Projet « Eau Saine à l'École »

Max LOVEY : Socio-économiste

Lambert HIEN : Conseiller technique

Sidi DRABO : Inspecteur, Chef de Circonscription d'Éducation de Base

Issaka KABORÉ : Inspecteur de l'enseignement du Premier Degré à DGREIP

Innocent BAMOUNI : Chef de service Santé-Hygiène et Nutrition à DAMSSE

Djibril OUÉDRAOGO : Conseiller Pédagogique

Patrice TIENDRÉBÉOGO: Directeur d'école

Rasmané OUÉDRAOGO : Inspecteur de l'Enseignement du Premier Degré à DPEPPNF

Danhogo LANKOUANDÉ : Spécialiste Santé-Hygiène-Nutrition à DAMSSE

Pierre-Gilles Duvernay : Chargé de Programme Afrique de la Fondation Antenna

Avant-propos

La Fondation Antenna remercie le Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation du Burkina Faso, grâce à qui ce manuel a été possible.

Le manuel «Eau Saine à l'École : guide de l'enseignant» est le fruit d'un travail d'adaptation du manuel «De l'Eau Saine à l'École » produit par les fondations suisses Antenna et Sodis en 2013, dans le cadre du programme Eau et Hygiène de la Fondation Antenna.

L'édition du manuel adapté intervient dans le contexte de la mise en œuvre du projet «Eau Saine à l'École» au Burkina Faso par la représentation nationale de la Fondation Antenna : Baobab Antenna, en partenariat avec le Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation.

Pour de plus amples informations sur le document, vous pouvez nous contacter aux adresses suivantes :

Baobab – Antenna

Quartier Wemtenga,

Ouagadougou, Burkina Faso

01 BP : 1197

Tél. : +226 25 360670

Email : ezongo@antenna.ch

Fondation Antenna

Avenue de la Grenade 24

1207 Genève, Suisse

Tél : +41 22 737 12 40

Email : pgduvernay@antenna.ch

Site Web : www.antenna.ch

1ère édition : Eau Saine à l'École : guide de l'enseignant, septembre 2017

© Fondation Antenna, Baobab Antenna : Tout extrait de ce manuel peut être cité, copié, traduit dans d'autres langues ou adapté, sans autorisation préalable de la Fondation Antenna ou Baobab Antenna, sous réserve que la source soit clairement mentionnée.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE 7

1. OBJECTIF DU GUIDE 8

1.1 Objectif général 8

1.2 Objectifs spécifiques 8

2. LE TRAITEMENT DE L'EAU A DOMICILE (TED) 8

2.1 Qu'est-ce que le TED ? 8

2.2. Les équipements et infrastructures d'accompagnement 9

3. LES THEMES ABORDES 9

3.1 L'eau et la santé 9

3.2 La contamination de l'eau 9

3.3 Le traitement de l'eau 10

3.4 Le processus de chloration de l'eau 10

3.5 Les sources de recontamination de l'eau 10

3.6 Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement 10

4. ORGANISATION DES CONTENUS ET DISCIPLINES D'ACCUEIL 11

5. L'APPROCHE METHODOLOGIQUE 14

5.1 Comment préparer et conduire une leçon 15

5.2 La participation des élèves et de la communauté 16

6. L'EVALUATION DES APPRENTISSAGES 17

CONCLUSION 18

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE 19

ANNEXES 19

Introduction générale

Ce guide sur le traitement de l'eau à domicile (TED) dans les écoles est élaboré par l'ONG Baobab Antenna en collaboration avec le Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation du Burkina Faso. Baobab Antenna est une ONG nationale qui représente la Fondation Antenna. Antenna est une fondation suisse engagée dans la recherche scientifique et la diffusion de solutions technologiques, économiques et médicales, pour répondre aux besoins essentiels des communautés les plus vulnérables afin d'assurer l'autonomie des populations locales. Dans le domaine de l'eau, la Fondation Antenna, grâce à la technologie WATA qu'elle a développée, propose une solution peu coûteuse et adaptée aux réalités du terrain pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans les pays en voie de développement. En effet, la technologie WATA, dans sa forme Mini-WATA, permet de purifier jusqu'à 2000 litres d'eau grâce à la solution chlorée qu'elle peut produire en trois heures, et cela en n'ayant besoin que de sel, d'eau et d'une source d'électricité soit solaire soit du réseau pour alimenter le Mini-WATA.

Pour mener à bien son action qui vise une amélioration durable des conditions de vie des populations, Antenna s'appuie notamment sur le milieu scolaire car elle est convaincue que les élèves sont de véritables vecteurs de changement au sein des communautés. C'est dans ce cadre qu'elle entend développer, pour les écoles, une approche didactique et pédagogique du traitement de l'eau à domicile.

Au Burkina Faso, la Fondation Antenna a commandité une étude en 2014 qui a fait l'état des lieux sur la mise en œuvre du programme national de l'approvisionnement en eau potable et assainissement (PN-AEPA). Cette étude a démontré que la qualité de l'eau peut être affectée négativement tant lors de son prélèvement que lors de la période de stockage, mais aussi au moment de la consommation, notamment en fonction du type de contenant, du transport, du lieu et de la durée du stockage. Une autre étude sur l'état des lieux du TED dans l'enseignement au Burkina Faso a démontré l'insuffisance de dispositifs appropriés dans nos écoles, ainsi que la rareté de modules spécifiques de formation visant à transmettre aux élèves des compétences pratiques en matière de TED. Dans les programmes scolaires au Burkina Faso, les disciplines comme les exercices d'observation, l'éducation civique et morale, abordent de façon théorique des thèmes tels que l'eau potable, l'hygiène, la santé, les filtres et les désinfectants. Elles ont pour objectif de donner aux élèves des connaissances sur l'eau et sa potabilisation, mais nécessitent d'être renforcées et complémentées.

Face à une telle insuffisance en matière d'enseignement dans les domaines de l'hygiène, de l'assainissement et du traitement de l'eau, Baobab Antenna a conçu, avec l'appui technique du Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation, le présent guide à l'usage des enseignants. Ce guide s'inspire du manuel de formation « De l'Eau Saine à l'École », produit par les fondations Antenna et Sodis, avec l'appui de la Confédération suisse. Pour des besoins d'adaptation, certains termes de ce manuel de formation ont été reformulés afin de tenir compte du contexte burkinabé. Celui-ci permet aux enseignants de transmettre de manière efficace des compétences de vie en matière d'hygiène et d'assainissement à leurs élèves.

1. Objectif du guide

1.1. Objectif général

Le présent guide vise à donner aux enseignants des connaissances sur le TED à l'école qui, lorsque transmises aux élèves, seront à même d'entraîner chez eux un changement durable des habitudes d'hygiène.

1.2 Objectifs spécifiques

- Expliquer le TED, avec ses composantes et ses avantages
- Enseigner les caractéristiques, le fonctionnement et l'entretien du Mini-WATA
- Conduire un travail pratique sur la production du chlore et la potabilisation de l'eau dans les classes grâce au dispositif Mini-WATA
- Enseigner les bonnes pratiques pour la mise en place et le maintien du matériel nécessaire pour le TED dans une école
- Susciter des changements de comportement en matière d'hygiène et d'assainissement

N.B : Pour atteindre ces objectifs, il est recommandé d'utiliser la méthode participative centrée sur l'enfant qui permettra d'asseoir chez lui des compétences en Eau, Hygiène et Assainissement.

2. Le traitement de l'eau à domicile (TED)

2.1 Qu'est-ce que le TED ?

Le TED peut être défini comme la prise en compte de l'ensemble des mesures et des comportements à adopter en vue de garantir l'utilisation d'eau de qualité.

C'est une technique qui a pour particularité de prendre en compte chaque stade de la chaîne de l'approvisionnement en eau, depuis son prélèvement (forage, puits, rivière, robinet, etc.), jusqu'à son utilisation (boisson, cuisine, lavage, etc.), en ayant pour objectif d'éviter la contamination de l'eau au cours de ce processus. En effet, la manière dont l'eau est prélevée, transportée et stockée, sont autant d'éléments qui peuvent entraîner la détérioration de sa qualité, avant même qu'elle ne soit utilisée.

Les thématiques de l'eau, de la santé, de la nutrition, de l'hygiène et de l'assainissement font déjà partie du programme scolaire burkinabé. **Le TED ne doit donc pas être considéré par l'enseignant comme une charge supplémentaire, mais comme une amélioration de l'enseignement/apprentissage du domaine de l'hygiène, eau et assainissement, pour le rendre plus efficace sur le long terme.**

2.2 Les équipements et infrastructures d'accompagnement

La mise en œuvre du TED à l'école nécessite les équipements et infrastructures suivants :

- 1 kit complet Mini-WATA
- 1 module solaire pour l'alimentation du Mini-WATA en énergie
- 1 poste d'eau potable par classe.
- Des dispositifs de lavage des mains. Ceux-ci seront des bidons à robinet à bascule, communément appelés Tippy-Tap. Ils seront placés à proximité des latrines et des classes.
- Des latrines
- 1 point d'approvisionnement en eau

En combinant éducation et équipements adaptés, l'école est en mesure de créer l'environnement hygiénique nécessaire à l'épanouissement des élèves. Des installations solides et placées aux bons endroits permettent aux enfants de mettre en œuvre les compétences acquises et facilitent l'intégration de nouveaux comportements dans la vie scolaire quotidienne.

Le choix et l'installation des équipements et infrastructures doivent respecter les principes suivants :

- Être adaptés aux enfants : taille, âge, sexe, situation de handicap
- Être faciles d'utilisation et de nettoyage
- Être résistants
- Ne pas nuire à l'environnement
- Tenir compte des réalités sociales, culturelles et économiques de la communauté : modèles peu onéreux pour l'entretien

3. Les thèmes abordés

3.1 L'eau et la santé

- L'eau : une matière précieuse
- L'eau : voie de transmission de maladies (Chaîne du péril fécal)
- La prévention des maladies liées à l'eau

3.2 La contamination de l'eau

- L'eau potable et l'eau sale
- Les sources de contamination de l'eau

3.3 Le traitement de l'eau

- L'ébullition
- Le filtrage
- Le traitement par le solaire
- La chloration

3.4 Le processus de chloration de l'eau

- Le chlore et la technique de production du chlore
- Les différentes étapes de la chloration
- Le contrôle de la qualité de l'eau

3.5 Les sources de recontamination de l'eau

- Transport
- Stockage
- Manipulation

3.6 Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement

- La fabrication du dispositif de lave-mains Tippy-Taps
- Le lavage des mains
- L'utilisation et l'entretien des latrines
- L'utilisation et l'entretien des points d'eau
- L'assainissement du cadre de vie
- L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

4. Organisation des contenus et disciplines d'accueil

Thèmes	Objectifs spécifiques	Discipline d'accueil	Domaines taxonomiques	Contenus spécifiques /niveau	Méthodes et techniques	Matériel/Supports pédagogiques	Outils et instruments d'évaluation
1. L'eau et la santé	Considérer l'eau comme une ressource précieuse	ECM	Socioaffectif	L'eau : une matière précieuse CP/CE/ CM	Méthodes participatives	Matériel : CP/CE : mise en situation de la rareté de l'eau CM : 2 bouteilles en PET, 0,5 litres d'eau brute, 5 grammes de sel et 1 seringue	Grille d'observation sur l'attitude des élèves dans l'utilisation de l'eau du PEP et du forage, des lave-mains
	Être capable d'identifier les problèmes liés à l'eau et à l'hygiène dans la communauté	Exercices d'observation	Cognitif	L'eau : voie de transmission de maladies (Chaine du péril fécal) CE/CM	Méthodes participatives	Images : voies de transmission des maladies, tiges	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
2. La contamination de l'eau	Citer des bonnes pratiques pour prévenir les maladies liées à l'eau	Exercices d'observation	Cognitif	La prévention des maladies liées à l'eau CE/CM	Méthodes participatives	Matériel : matériel de dessin Images : Voies de transmission des maladies, Obstacles à la transmission des maladies	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
	Faire la différence entre l'eau potable et l'eau insalubre	Exercices d'observation	Cognitif	L'eau potable et l'eau sale CP/CE/CM	Méthodes participatives	Matériel : matériel de dessin, eau récipient Image : L'eau d'un peu plus près (eau sale avec des parasites visibles)	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
	Citer les étapes où l'eau peut potentiellement être contaminée	Exercices d'observation	Cognitif	Les sources de contamination de l'eau CE/CM	Méthodes participatives	Images : La contamination de l'eau	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes

3. Le traitement de l'eau	Énoncer et décrire quatre méthodes de traitement de l'eau ;	Exercices d'observation	Cognitif	- L'ébullition CE/CM - Le filtrage CE/CM - Le traitement par le solaire CE/CM - La chloration CE/CM	Méthodes participatives	Récipient pour bouillir l'eau Image d'une femme filtrant de l'eau Bouteille en PET Flacon de chlore	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
4. Le processus de chloration de l'eau	Être capable de produire du chlore	Exercice d'observation APP	Psychomoteur	Le chlore et la technique de production du chlore CE/CM	Méthodes participatives, Démonstration Travaux pratiques	Matériel : sel, eau **Matériel - Boîte à outils** 1 kit Mini-WATA 1 panneau solaire (optionnel) Réactif WataTest Manuels d'utilisation relatifs au Mini-WATA	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
	Être capable de traiter de l'eau à l'aide du chlore	Exercice d'observation APP	Psychomoteur	Les différentes étapes de la chloration CE/CM	Méthodes participatives, Démonstration	Matériel : du chlore liquide, de l'eau, 1 seringue, le Manuel d'utilisation « Utilisation du concentré de chlore actif » Réactif WataBlue	Grilles d'observation
5. Les sources de recontamination de l'eau	Considérer la conservation adéquate et la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau	ECM	Socio-affectif	Le transport CP/CE/CM	Méthodes participatives	Images sur le transport de l'eau (bidons sales, ouverts, plats couverts de feuilles en termes de bouchon	Grilles d'observation
				Stockage CP/CE/CM	Méthodes participatives	Images : Prévenir une recontamination, Stockage inadéquat de l'eau (jarre ouverte, fermée avec planchette/bien fermée) Infrastructure : station eau potable PEP	Grilles d'observation
				Manipulation CP/CE/CM	Méthodes participatives	Bouteilles et verres sales Image d'animaux buvant dans le récipient d'eau,	Grille d'observation

6. Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement	Être capable de fabriquer un dispositif de lave-mains Tippy-Taps	APP TP Science	Psychomoteur	La fabrication du dispositif de lave-mains Tippy-Taps CE/CM	Démonstration Travaux de groupes	Bidons perches, fourches en bois, fil, savon, eau propre, gravillon, pointe, bougie, pince, pioche, cendre, ciment, concept note sur la fabrication	Grille d'observation
	Être capable de se laver correctement les mains	ECM	Psychomoteur	Démonstrations de lavage des mains CP/CE/CM	Méthodes participatives	Tippy-Tap, savon, eau propre, cendre	Grilles d'appréciation
	Être capable d'utiliser des toilettes/latrines de façon hygiénique	ECM	Psychomoteur	L'utilisation et l'entretien des latrines CP/CE/CM	Méthodes participatives	Savon/cendres/détergent Toilettes ou latrines boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des latrines, chlore	Grilles d'appréciation Grille d'observation
	Être capable d'utiliser des points d'eau de façon hygiénique	ECM	Psychomoteur	L'utilisation et l'entretien des points d'eau CP/CE/CM	Méthodes participatives	Points d'eau, matériel d'entretien Boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des points d'eau	Grilles d'appréciation Grille d'observation
	Participer à l'assainissement de son cadre de vie	ECM	Psychomoteur	L'assainissement du cadre de vie CP/CE/CM	Méthodes actives Causerie Démonstration Application Simulation Jeux de rôle	Affiches Dessins Supports audiovisuels Matériel d'hygiène et d'assainissement	Questions/ réponses Grille d'observation
	Manifester des comportements qui traduisent les bonnes habitudes d'hygiène	ECM	Socio-affectif	L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire CP/CE/CM	Méthodes actives Causerie Démonstration Application Simulation Jeux de rôle	Affiches Dessins Supports audiovisuels Matériel d'hygiène et d'assainissement	QCM, Questions dichotomiques Questions d'appariements Exercices à trou Questions ouvertes Grilles d'observation

5. L'approche méthodologique

Le TED se base sur une méthodologie qui met l'accent sur les compétences de la vie courante et se fonde sur le fait qu'aucun changement durable de comportement ne pourra se produire sans une prise de conscience et une compréhension de certaines questions de santé publique. Pour atteindre cet objectif, le TED vise à la fois l'acquisition de **connaissances**, la transformation des **mentalités** et le développement **d'aptitudes pratiques**.

- L'acquisition des connaissances : elle se fait en s'appuyant sur des faits relatifs aux maladies locales et l'incompréhension de la relation entre certains faits, notamment comment la consommation d'eau saine permet de réduire le risque de maladies.

- Les mentalités : elles englobent les partis pris et les préférences personnelles, comme le bien et le mal, l'important et le non-important. Elles prédisposent les individus à agir de manière prévisible. Par exemple, la mentalité consistant à voir les excréments à l'air libre comme un problème, prédispose les gens à une élimination sûre des matières fécales.

- Les aptitudes pratiques : ce sont des aptitudes acquises en vue d'obtenir des résultats prédéterminés. Les leçons mettent l'accent sur les compétences pratiques, comme le lavage adéquat des mains et des compétences de vie telles que l'assertion.

Le TED se veut de manière générale très **participatif**. Il s'agit, par des mises en situation et des exemples adaptés au contexte local, de faire prendre conscience aux participants des problèmes auxquels ils sont personnellement confrontés et de les amener à élaborer des solutions à la lumière des connaissances acquises au fil du cours. La technique de TED adapte aussi ces éléments au contexte de l'école en tirant avantage de l'énergie et de la soif d'apprendre des enfants par le développement d'activités ludiques (images, jeux, chansons, etc.) pour l'apprentissage.

L'Information-Éducation-Communication pour le Changement de Comportement sera privilégiée avec les approches Participatory Hygiene And Sanitation Transformation (PHAST)[1] et Children's Hygiene and Sanitation Training (CHAST)[2]

L'Approche Pédagogique Intégratrice (API) est quant à elle utilisée pour les enseignements-apprentissages participatifs.

[1] PHAST: approche de sensibilisation des communautés pour la promotion de bonnes pratiques d'hygiène, l'amélioration de l'assainissement et la gestion communautaire des infrastructures d'approvisionnement en eau et d'assainissement
[2] CHAST: adaptation de PHAST à utiliser avec les enfants

5.1 Comment préparer et conduire une leçon

Chaque thème abordé est développé avec une ou plusieurs fiches pédagogiques selon la démarche de l'Approche Pédagogique Intégratrice (API).

Classe : CE/CM	**Effectif : Total .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	
Discipline :	
Thème :	
Titre :	
Méthodes/technique :	
Objectifs d'apprentissage :	
Matériels/supports :	
Disposition spatiale :	
Documents/bibliographie :	
Durée :	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)
PHASE DE PRÉSENTATION		
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	- Propose des exercices oraux ou et écrits - Pose des questions sur la leçon précédente - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger	- Traitent les exercices proposés - Répondent aux questions posées - Corrigent
Motivation **Justification**	- Présente une situation à même de déclencher un intérêt pour l'apprentissage du jour - Communique les objectifs de la leçon - Accorde un temps d'échanges aux élèves	- Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux
PHASE DE DÉVELOPPEMENT		
Présentation de la situation d'apprentissage	- Présente la situation d'apprentissage - Pose des questions en rapport avec la situation d'apprentissage - Fait des constats ou des constatations des appréhensions des élèves sur l'objet d'apprentissage	- Écoutent - Répondent aux questions

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)
Analyse/Échanges/ production	- Donne des consignes de travail (manipulations, productions, émission d'hypothèses, recherche de solutions…)	- Exécutent les consignes
Synthèse/application	- Donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Récapituler ○ Formuler la synthèse ou le résumé qu'il porte au tableau ○ Lire la synthèse élaborée ○ Appliquer…	- Exécutent les consignes : ○ Récapitulent ○ Formulent la synthèse ou le résumé ○ Lisent la synthèse élaborée ○ Appliquent…
ÉVALUATION		
Étape 1 : évaluation des acquis	- Donne des tâches d'évaluation: ○ Exercices/contrôle des acquisitions ○ Correction ○ Vérification ○ Défis additionnels (d'autres exercices de niveau plus élevé au besoin) ○ Remédiation	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient ses propres comportements - Corrigent ses erreurs - Traitent les défis additionnels - Écoutent les explications - Complémentaires
Étape 2 : Activités de prolongement/trans-fert ou exercice de maison	Donne une activité de prolongement/ transfert en lien avec la notion étudiée et incite les apprenants à l'exécuter ou propose des consignes de travail de maison aux élèves	Prennent l'engagement de mener ladite activité Les élèves exécutent les consignes

5.2 La participation des élèves et de la communauté

L'implication effective des élèves et des membres des communautés est indispensable pour l'atteinte des objectifs en matière d'hygiène et d'assainissement.

- **Le Club d'hygiène et d'assainissement**

Le club d'hygiène est un club scolaire qui regroupe, selon la taille de l'école, un enseignant et une dizaine d'élèves, dans le but de faire fonctionner et d'entretenir les infrastructures. Les membres du club agissent en tant qu'agents du changement auprès de leurs pairs, de leur famille et de toute la communauté. La participation au club est volontaire et la composition devrait tenir compte de l'âge, du sexe, des groupes religieux et/ou ethniques.

Le club a comme activités :

- la production quotidienne du chlore
- l'entretien des dispositifs d'eau potable dans les classes et des lave-mains. Il contrôle l'état des lave-mains et notamment s'il reste suffisamment d'eau et de savon, ainsi que la chloration de l'eau de boisson dans les différentes classes. Il organise l'approvisionnement si nécessaire.
- l'entretien des toilettes ou latrines et du point d'eau : il vérifie tous les jours si les toilettes/latrines sont propres et organise le nettoyage.
- La sensibilisation et l'éducation des pairs : le club organise des activités socio-récréatives de sensibilisation à l'endroit des autres élèves et des membres de la communauté.

Il veille à l'hygiène et au contrôle de la qualité dans le petit marché de l'école et de la cuisine. Un club peut contenir jusqu'à 7 membres qui ont des rôles divers :

- 1 responsable
- 1 secrétaire
- 1 chargé de la production du chlore 1 chargé du contrôle qualité
- 1 chargé de la sensibilisation 1 trésorier
- 1 chargé des relations avec la communauté.

Le club bénéficie de l'accompagnement d'un enseignant qui est son conseiller.

- Les COGES, APE, AME

Le COGES, l'APE et l'AME en tant que premiers partenaires de l'école, mettent leurs ressources et leur expérience à contribution pour faire de leur école une référence en matière d'hygiène et d'assainissement. Ils prennent en compte l'Eau et l'assainissement dans leur plan d'action en mettant en œuvre des activités telles que la mobilisation sociale, le plaidoyer, la sensibilisation de leurs membres, la réparation et la réfection des infrastructures etc.

6. L'évaluation des apprentissages

L'évaluation des apprentissages considère des domaines taxonomiques. Ainsi on a recours à des questions fermées (QCM, Dichotomiques, Appariement), et ouvertes dans le domaine cognitif. Pour les apprentissages des domaines psychomoteur (savoir-faire) et socio-affectif (savoir-être), on utilisera des grilles d'observation, des grilles d'appréciation et les listes de vérification. En outre, des jeux concours sur l'hygiène et l'assainissement seront organisés entre les différentes écoles.

Conclusion

L'étude de base dans le cadre de la mise en œuvre du projet a révélé des limites dans le domaine de l'enseignement de l'hygiène et de la prévention contre les maladies liées à l'eau dans les écoles au Burkina Faso. Le Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation (MENA), en partenariat avec l'ONG Baobab Antenna, a entrepris d'agir tant au niveau des équipements dans les écoles qu'au niveau des contenus d'enseignement dans le domaine de l'hygiène et l'assainissement.

Le projet ''Eau Saine à l'École'' s'appuie sur les principes du traitement de l'eau à domicile (TED), c'est-à-dire qu'il tient compte de toutes les étapes allant du prélèvement de l'eau jusqu'à sa consommation. Cette technique met notamment l'accent sur la pratique et un enseignement interactif, avec la mise en place d'une production quotidienne de chlore dans les écoles pour la potabilisation de l'eau, qui se fait grâce à la technologie WATA.

En parallèle, la technique qui est mise en place pour le développement des six thèmes du module est axée autour d'objectifs d'enseignement-apprentissage en termes de connaissances, de mentalités et d'aptitudes pratiques. Ces deux dernières, primordiales dans cette approche, seront rendues possibles par un enseignement-apprentissage résolument participatif et inclusif. Cet enseignement-apprentissage rend notamment possible le transfert des compétences acquises par les élèves dans leurs communautés respectives et, ainsi, permet une amélioration des habitudes d'hygiène et d'assainissement à plus grande échelle et sur le long terme.

Bibliographie et Webographie

1. DESPONT, M. et al. (2015) : Présentation Projet École au Burkina Faso
2. Direction de la nutrition, Ministère de la santé, Burkina Faso (2016): Boîte à images
3. Fondation Antenna, SODIS (2013): De l'Eau Saine à l'École, 1ère édition
4. Fondation Antenna (2015) : Rapport général de l'atelier sur le Traitement de l'Eau à Domicile TED/ Restitution des résultats des études dans le cadre du Concept global WATASOL. SODIS : « de l'eau saine à l'école », Ouagadougou
5. HIEN, L. (2014): l'état des lieux du traitement de l'eau à domicile (TED) dans l'enseignement au Burkina Faso : cas des écoles de la Province du Kadiogo
6. Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation du Burkina Faso (2014) : Cadre d'Orientation du Curriculum de l'Éducation de base
7. Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation du Burkina Faso (2017-2021): Programme National Santé-Hygiène-Nutrition en milieu scolaire
8. Projet Healthy Kids (2014-2017): Nestlé/Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation
9. TRAORE, J. (2014) : La faisabilité de la production et la commercialisation des réactifs WATA et WATA Blue par une entreprise sociale dans le cadre de l'approche WATASOL
10. ZONGO, F. (2014) : L'état des lieux du programme national de l'approvisionnement en eau potable et assainissement (PN_AEPA) et impacts des comportements liés à la chaîne de l'eau sur sa qualité bactériologique au Burkina Faso, proposition de solution (approche WATASOL)
11. https://answers.practicalaction.org/our-resources/item/manuel-de-construction-d-un-tippy-tap
12. https://www.antenna.ch/fr/
13. https://www.unicef.org/fr/
14. http://www.mena.gov.bf/

Annexes

Annexe 1 : Fiche technique production de chlore à l'aide du Mini-WATA et contrôle de qualité

Annexe 2 : Fiche technique pour fabrication du Tippy-Tap

Annexe 3 : Fiche technique pour l'utilisation du kit solaire Zimpertec

Annexe 4 : Modèle de cahier de bord de production du chlore

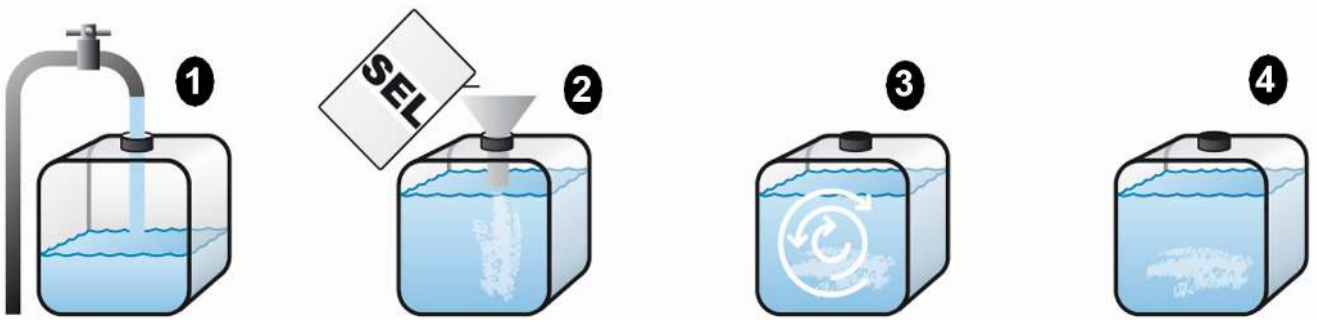
Annexe 5 : Fiches pédagogiques et grilles d'évaluation

Annexe 6 : Illustrations

Annexe 1 : Fiche technique production de chlore à l'aide du Mini-WATA et contrôle de qualité

CHECKLIST PRODUCTION DE CHLORE/CHLORATION/CONTRÔLE QUALITÉ AVEC LE MINI-WATA

1. Préalable: préparer une saumure saturée



1.1 Prendre un bidon de 1 L non métallique ou une bouteille de 1 L transparente et remplir le bidon ou la bouteille avec de l'eau suffisamment claire.

1.2 Ajouter environ 400 g de sel.

1.3 Mélanger et secouer le bidon ou la bouteille pour dissoudre le sel dans l'eau (15 minutes environ).

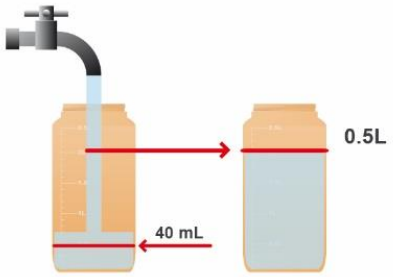
1.4 S'assurer qu'il reste quand même du sel au fond du récipient, et s'il n'en reste pas, en rajouter et secouer de nouveau

NB : La saumure ainsi préparée se conserve pendant longtemps. Il suffit de ne pas secouer le récipient contenant la saumure et de s'assurer avant chaque utilisation qu'il reste toujours du sel au fond du récipient.

2. Rassembler le matériel nécessaire à la production

- 1 kit Mini-WATA
- la saumure saturée préalablement préparée
- de l'eau claire et à basse température
- un support en bois ou plastique pour poser le bidon et la batterie

3. Lancer la production



3.1 Mettre 40 ml de saumure saturée dans le récipient brun de 0.5 L fourni par le kit Mini-WATA

3.2 Compléter le contenu du récipient avec de l'eau claire jusqu'à un total de 0.5 L (jusqu'au cou du récipient)

3.3 Plonger totalement le Mini-WATA dans l'eau salée

3.4 Brancher le Mini-WATA à la batterie et écrire l'heure du branchement. De la fumée doit se dégager du récipient

3.5 Attendre 3 heures et débrancher le Mini-WATA, puis le sortir du bidon

3.6 Rincer le Mini-WATA avec de l'eau propre et le ranger

4. Mesurer la concentration en chlore actif de la solution produite avec le WataTest

4.1 Bien mélanger la solution que vous venez de produire

4.2 Avec la pipette en plastique, prélever 2 ml de votre production et les verser dans le petit récipient blanc

4.3 Agiter la bouteille de réactif WataTest

4.4 Remplir la seringue avec le réactif WataTest

4.5 Maintenir la seringue remplie du réactif WataTest en position verticale au-dessus du récipient blanc contenant 2 ml de votre production

4.6 Appuyer pour laisser tomber goutte à goutte le réactif dans le petit récipient blanc contenant 2 ml de votre production

4.7 A chaque goutte qui tombe dans les 2ml de votre production, secouer le petit récipient blanc pour obtenir un bon mélange du réactif avec la solution

4.8 Compter le nombre de gouttes et observer la couleur de votre solution

4.9 Quand la solution change de couleur, arrêter de presser la pipette

4.10 Déterminer le nombre de gouttes tombées dans le petit récipient blanc

4.11 Diviser le nombre de goutte par 2 ; le résultat obtenu est le nombre de g/l (concentration) de votre solution d'hypochlorite de sodium (Chlore).

Exemples : 13 gouttes /2 = 6.5 g/l ; 12 gouttes/2= 6g/l ; 10 gouttes =5g/l.

4.12 Transvaser votre chlore dans un récipient opaque et l'étiqueter (Date de production-concentration)

4.13 Renseigner le cahier de bord sur la production

NB : il ne faut jamais que le réactif WataTest et sa seringue soient en contact avec le chlore sinon il devient inutilisable et donne de faux résultats

NB2 : si vous utilisez la solution chlorée plus de 24 heures après l'avoir produite, il faut de nouveau vérifier sa concentration en chlore avec le WataTest. Il ne faut pas utiliser de solution chlorée plus de 48 heures après sa production

5. Les étapes de la chloration de l'eau de boisson

Il faut scrupuleusement respecter les doses prescrites pour avoir une bonne désinfection de votre eau.

Concentration en chlore actif donnée par le WataTest	Volume d'eau à désinfecter		
	10 L	20 L	100 L
3 g/L	5.0 mL	10.0 mL	50.0 mL
4 g/L	3.8 mL	7.5 mL	37.5 mL
5 g/L	3.0 mL	6.0 mL	30.0 mL
6 g/L	2.5 mL	5.0 mL	25.0 mL
7 g/L	2.1 mL	4.3 mL	21.4 mL

Si après le WataTest, votre chlore est concentré à 6g/l par exemple, voici **comment vous pouvez désinfecter 20 L d'eau de boisson.**

5.1. Avec la seringue, prélevez 5 ml de chlore que vous avez produit et testé



5.2. Verser les 5 ml de chlore dans le contenant des 20 L d'eau à désinfecter



5.3. Secouer le contenant pour bien mélanger le contenu



5.4. Attendre 30 minutes



6. Contrôler le chlore résiduel et la qualité de votre chloration avec le WataBlue

6.1. 30 minutes après la chloration, prélever 5 ml d'eau traitée



6.2. Verser les 5 ml d'eau dans le tube à essai



6.3. Ajouter une goutte WataBlue puis agiter le tube à essai



6.4. Observer le résultat:

- si l'échantillon est bleu claire cela veut dire que le dosage est bon et que l'eau peut être consommée
- si l'échantillon est incolore cela veut dire qu'il n'y a pas assez de chlore résiduel dans l'eau, donc il faut augmenter la dose de chlore, attendre 30mn, et refaire le test
- si l'échantillon est bleu foncé cela veut dire qu'il y a trop de chlore dans l'eau, donc il faut la diluer, attendre 30 mn, et refaire le test.

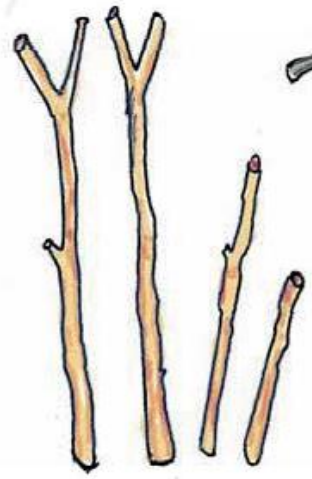
UTILISATION ALTERNATIVE DE LA SOLUTION CHLORÉE EN CAS DE SURPLUS

- Comme la solution chlorée produite ne peut être conservée que 48 heures, ce qui reste de solution chlorée après deux jours de purification de l'eau de boisson peut être utilisé pour d'autres choses.
- On peut utiliser la solution chlorée pour le nettoyage des sols et des latrines et pour le lavage des aliments.
- Il faut respecter pour cela les dosages présentés sur le tableau suivant :

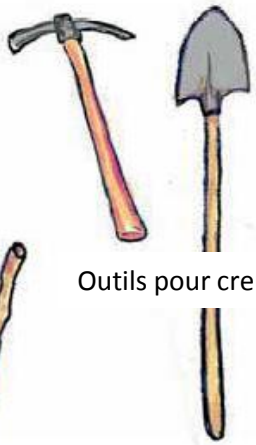
Utilisation	Concentration recommandée de la solution chlorée	Volume d'hypochlorite de sodium à 6g/L	Volume d'eau équivalent	Procédure
Sols (y compris les sols et murs des latrines)	0.8 g/L	1	6	Laver avec la solution chlorée, laisser 5 min en contact, puis rincer
Lavages des aliments et crudités	0.05 g/L	1	100	Laisser tremper les aliments dans la solution chlorée pendant 5 min, frotter, puis rincer

NB : La fonction du Mini-WATA dans ce projet est de produire une solution chlorée pour purifier l'eau. Ces usages alternatifs doivent être envisagés uniquement s'il y a trop de solution chlorée par rapport à l'eau de boisson nécessaire pour 48 heures.

Annexe 2 : fiche technique pour fabrication du Tippy-Tap



2 Bâtons fourchu de 2m –
1 bâton droit de 1m50



Outils pour creuser



Un bidon



Un savon



Du gravier



Ficelle

Un clou et une bougie



1. Creusez des trous de 30cm de profondeur espacés de 2 m

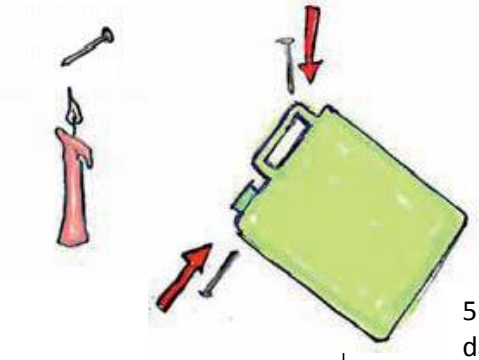
Huilez la base des bâtons pour les protéger des termites



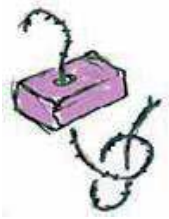
2. Introduire les bâtons fourchus dans le sol



3. Fixez les bâtons avec du ciment ou des pierres et la terre



4. Chauffez le clou avec la bougie et faites deux trous dans le bidon



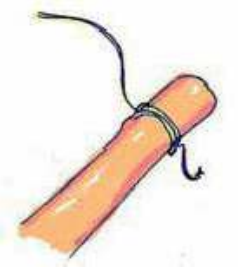
5. Faites un trou dans le savon et enfilez la ficelle pour l'attacher au Tippy-Tap



6. Remplissez el bidon d'eau et accrochez-le au Tippy-Tap avec le savon



7. Attachez la ficelle à hauteur du bouchon du bidon

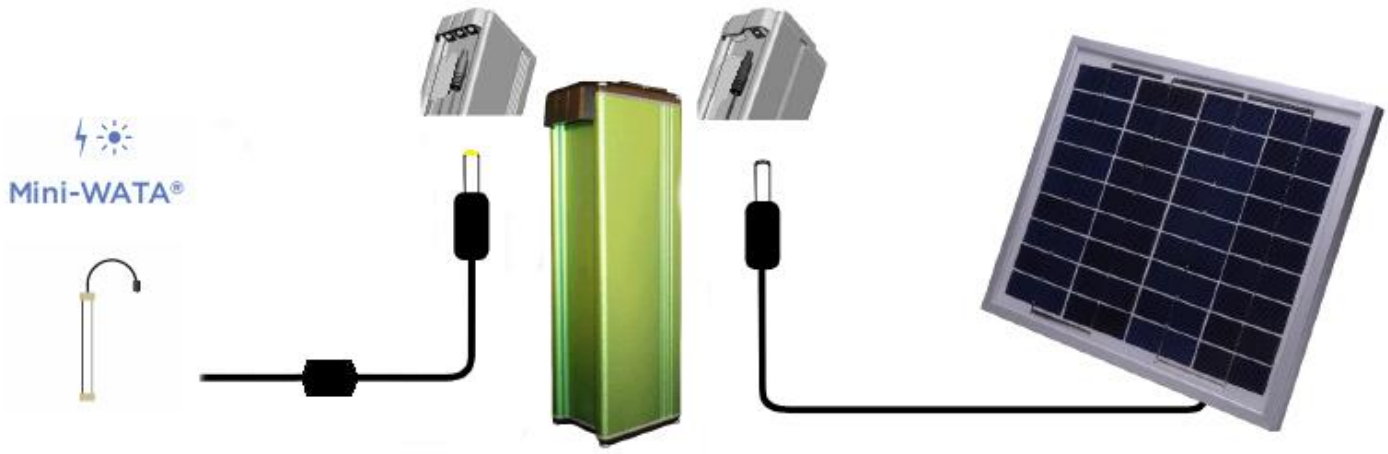


8. Attachez l'autre bout de la ficelle à la pédale



9. Creusez un trou (10cm) et remplissez-le de gravier pour éviter la boue sous le bidon

Annexe 3 : Fiche technique pour l'utilisation du kit solaire Zimpertec



Branchez le panneau solaire à la batterie verte. Une batterie pleine permet de faire deux productions de solution chlorée avec le Mini-WATA (6 heures).

Branchez la fiche du Mini-WATA à l'adaptateur, puis la fiche au bout jaune de l'adaptateur à la batterie verte (dans n'importe laquelle des trois prises). Veillez à ce que le Mini-WATA soit immergé au moment de le brancher à la batterie.

Annexe 4 : Modèle de cahier de bord de production du chlore

Date	Nom du responsable	Heure de début	Heure de fin	Quantité produite	Concentration du chlore	Problèmes rencontrés

Annexe 5 : Fiches pédagogiques et grilles d'évaluation

FICHE N° 1 CP

L'eau : une matière précieuse

Classe : CE/CM	**Effectif : Total ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	L'eau : une matière précieuse
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer l'eau comme une ressource précieuse
Matériels/supports :	Mise en situation de la rareté de l'eau
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel ''De l'eau saine à l'école'' : guide de l'enseignant
Durée :	30 mn CP1 /20 mn CP2

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Propose des exercices oraux et/ou écrits ; - Pose des questions sur la leçon précédente; - Apprécie les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- Traitent les exercices proposés; - Répondent aux questions posées; - Corrigent.	Mise au point par l'enseignant de séquence menée
Motivation **Justification**	Tous les jours nous utilisons de l'eau à la maison et à l'école. C'est pourquoi il est bon de connaitre son origine, son importance et son utilisation.	- Écoutent; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Je ne peux pas passer une journée sans boire de l'eau ; et si un jour l'eau finissait dans le village ! Qu'allons-nous devenir ?	- Écoutent; - Répondent aux questions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- Échanger avec les élèves en vue de leur montrer combien l'eau est précieuse en mettant en relation l'eau présente au village et l'eau disponible pour la consommation humaine. - S'appuyer sur les exemples de ruptures d'eau dans les pompes domestiques en ville et le tarissement des puits et des marigots en campagne.	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/application	L'eau est une ressource rare et précieuse. Personne ne peut vivre sans l'eau. Nous devons la préserver.	Exécutent les consignes: ○ Récapitulent; ○ Formulent la synthèse ou le résumé; ○ Répètent la synthèse élaborée ;	
EVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- Exercices de contrôle des acquis: - Pourquoi dit-on que l'eau est une matière précieuse? - Comment fait-on pour économiser l'eau? - Correction - Vérification	- Répondent aux questions - Corrigent ses erreurs	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui gaspille l'eau au niveau du point d'eau, du lave-main et du PEP à l'école ou à la maison	Prennent l'engagement de mener ladite activité Exécutent les consignes	

NB : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 2 CE/CM

La prévention des maladies liées à l'eau

Classe : CE/CM	**Effectif : Total ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologie
Discipline :	Sciences d'observation
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	L'eau : une matière précieuse
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer l'eau comme une ressource précieuse
Matériels/supports :	Mise en situation de la rareté de l'eau*: 2 bouteille ,0.5l d'eau, du sel, 1 seringue*
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel ''De l'eau saine à l'école'' : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	PHASE DE PRÉSENTATION		
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Propose des exercices oraux ou et écrits; - Pose des questions sur la leçon précédente; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- Traitent les exercices proposés; - Répondent aux questions posées; - Corrigent.	Mise au point par l'enseignant de la séquence menée
Motivation **Justification**	L'eau est utilisée partout et par tout le monde. Elle est une denrée indispensable pour la vie. C'est pourquoi il est bon de connaitre son origine, son importance et son utilisation.	- Écoutent; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
	PHASE DE DÉVELOPPEMENT		
Présentation de la situation d'apprentissage	Partir de la situation d'eau dans le village : pénurie, corvée des femmes et des filles, sécheresse…. Puis, Remplir la première bouteille avec de l'eau ; elle symbolise toute l'eau présente sur la terre. Verser une cuillérée d'eau dans la seconde bouteille pour symboliser l'eau douce sur la planète terre Extraire une goutte d'eau à l'aide de la seringue ; l'eau restante dans la bouteille représente l'eau douce gelée qui ne peut	- Écoutent; - Répondent aux questions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	être utilisée Laisser tomber la goutte sur le sol; cette goutte représente la quantité d'eau disponible dans le monde pour la consommation humaine et animale		
Analyse/Échanges/ production	- Échanger avec les élèves en vue de leur montrer combien l'eau est précieuse en mettant en relation l'eau présente sur la terre et la quantité d'eau utilisable (globe terrestre) - S'appuyer sur les exemples de ruptures d'eau dans les pompes domestiques en ville et le tarissement des puits et des marigots en campagne - Échanger sur les précautions à prendre pour préserver l'eau de consommation	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/application	L'eau est une ressource rare et précieuse. Elle est indispensable pour la vie. Une personne ou un animal ne peut survivre que quelques jours sans eau. La surface de la terre est en majorité couverte d'eau, mais seulement une infime partie de cette eau peut être consommée par l'homme et les autres animaux. C'est pourquoi nous devons éviter de gaspiller l'eau que nous avons à notre disposition. Nous devons aussi protéger cette eau qui doit garder sa qualité originale.	Exécutent les consignes : ○ Récapitulent ○ Formulent la synthèse ou le résumé ○ Répètent la synthèse élaborée	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- Exercices de contrôle des acquis: ○ Pourquoi dit-on que l'eau est une matière précieuse? ○ Donnez 3 précautions à prendre pour préserver notre eau ○ Correction ○ Vérification	- Répondent aux questions - Corrigent ses erreurs	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Construisez un message que vous pourrez donner aux autres élèves et à vos parents pour les inviter à utiliser précieusement l'eau.	Prennent l'engagement de mener la dite activité Exécutent les consignes	

NB : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 3 CE/CM

L'eau, voie de transmission de maladie (chaîne du péril fécal)

Classe : CE/CM	**Effectif : Total ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologie
Discipline :	Sciences d'observation
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	L'eau : voie de transmission de maladies (Chaîne du péril fécal)
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'identifier les problèmes liés à l'eau et à l'hygiène dans la communauté
Matériels/supports :	Images: Voies de transmission des maladies, tiges, ardoises, craie, stylos, cahiers
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel ''De l'eau saine à l'école'' : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	-On dit que l'eau est une matière précieuse, pouvez-vous nous citer quelques raisons? - Pour économiser de l'eau qu'est-ce qu'il faut faire ?	- Traitent les exercices proposés - Répondent aux questions posées Corrigent	
Motivation Justification	C'est bien vrai que l'eau est importante pour la vie, mais ce ne sont pas toutes les eaux qui le sont. Nous allons voir dans cette leçon, les problèmes liés à l'eau et à l'hygiène dans la communauté.	- Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne 1 : observez cette image (péril fécal), réfléchissez	- Observent, réfléchissent	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 2 : à partir de l'image, citez les différents éléments qui sont en relation - Consigne 3 : dites la nature des relations qui existent entre les autres éléments et l'eau - Consigne 4 : donnez les conséquences d'une telle relation	- Citent les différents éléments en lien - Précisent la nature des relations entre l'eau et les autres éléments - Donnent les conséquences des relations entre l'eau et les autres éléments : maladies liées à l'eau	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/ application	- Citez les différentes sources de contamination de l'eau - Donnez les conséquences liées à la consommation d'une eau contaminée L'amélioration de la qualité de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement permet d'interrompre les voies de transmission des maladies	- Citent les différentes sources de contamination de l'eau - Donnent les conséquences liées à la consommation d'une eau contaminée	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	- Réponds par vrai ou faux Les selles sont une source de contamination de l'eau : V ou F - Quels conseils peux-tu donner à quelqu'un qui boit une eau de rivière - Parmi les maladies suivantes, choisis celles liées à l'eau: Maux de tête - paludisme - choléra - bilharziose - ver de guinée - gonococcie.	- Répondent	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Renseignez-vous auprès de vos parents sur les maladies liées à l'eau dont ils ont été déjà victimes et leurs conséquences	Exécutent la consigne	

FICHE N° 4 CE/CM

La prévention des maladies liées à l'eau

Classe : CE/CM	**Effectif : Total ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences-Technologie
Discipline :	Sciences d'observation
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	La prévention des maladies liées à l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Citer les bonnes pratiques pour prévenir les maladies liées à l'eau
Matériels/supports :	Dessin, Images : Voies de transmission des maladies, Barrières de transmission des maladies
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel Eau Saine à l'École : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citez oralement les voies de transmission des maladies liées à l'eau. - Exercice écrit : Énumérer les maladies liées à l'eau	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation Justification	Comme nous venons de le voir, il existe beaucoup de maladies provoquées par la consommation d'eau contaminée. Donc, c'est bien normal que nous parlons des moyens qui puissent nous permettre d'éviter ces maladies	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Après avoir bu de l'eau de marigot, Karim souffre de la diarrhée ; il ne vient plus à l'école. Selon vous, que pouvait faire Karim pour ne pas tomber malade ?	- Écoutent ; - Réfléchissent	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 1 : Échangez et dîtes ce que Karim pouvait faire pour éviter sa maladie. - Consigne 2 : Adama a mis de l'eau du forage (potable) dans son bidon. Il ne lave jamais son bidon ; lui aussi est tombé malade. Discutez et dites ce qu'Adama pouvait faire pour éviter sa maladie - Discussion 4 : défécation à l'air libre : lien avec les maladies liées à l'eau	- Échangent et donnent les précautions à prendre	
Synthèse/application	- Pour prévenir les maladies liées à l'eau, nous devons observer les mesures d'hygiène de la source de prélèvement de l'eau à son utilisation. - Est-il conseillé de boire de l'eau de marigot ? Pourquoi? - Dites quelles sont les précautions à prendre pour garder l'eau potable et éviter les maladies liées à l'eau? Est-il bon de déféquer à l'air libre ? Pourquoi ?	- Répondent - Récapitulent - Lisent la synthèse	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Répondez aux questions : - Citez 3 précautions à prendre pour éviter la contamination de l'eau - Voici 3 sources d'eau : marigot, forage, puits : dites quelle source peut contenir de l'eau potable - Répond par vrai ou faux : ○ Boire de l'eau de marigot est un risque pour la santé : V ou F ○ Je ne peux pas rendre de l'eau potable une fois qu'elle est contaminée : V ou F ○ Pour garantir la qualité de mon eau, je dois la transporter dans un récipient protégé : V ou F	- Répondent aux questions	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	- En groupes, prenons les précautions en menant des activités pour éviter que notre eau de boisson soit contaminée : nettoyage des PEP, gourdes, forage - Proposer en devoir de maison un sujet de rédaction en lien avec le titre de la leçon : *ex : Dans* notre village, les femmes transportent l'eau dans des seaux sans couverts ; dites quels risques elles courent et comment éviter que des gens ne tombent pas malades en buvant leur eau	- Prennent l'engagement de mener les activités - Exécutent	

FICHE N° 5 CP

L'eau potable et l'eau sale

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologies
Discipline :	Exercices sensoriels/Exercices d'observation
Thème :	La contamination de l'eau
Titre :	L'eau potable et l'eau sale
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Faire la différence entre l'eau potable et l'eau insalubre
Matériels/supports :	Matériel de dessin, eau, récipient, forage
Disposition spatiale :	Classe, air libre
Documents/bibliographie :	Manuel Eau Saine à l'École : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CP1/20mn au CP2

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Propose des exercices oraux et/ou écrits ; - Pose des questions sur la leçon précédente; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- Traitent les exercices proposés - Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation Justification	Présentation d'une eau trouble et d'une eau claire et accorder un temps d'échanges aux élèves.	- Observent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Regardez bien ces 2 bidons contenant de l'eau - Constat : est-ce que les 2 bidons ont la même couleur? - Réfléchissez sur la différence?	- Regardent et observent - Répondent aux questions	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 1 : dites pourquoi les 2 bidons sont différents - Question : quelle eau allez-vous boire si vous avez le choix ? - Consigne 2 : justifiez votre réponse	- Exécutent les consignes.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	- L'eau propre ne contient pas de saleté - L'eau sale contient des saletés Je peux boire l'eau propre - Je ne dois pas boire l'eau sale	- Récapitulent - Formulent la synthèse ou le résumé - Répètent	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Consigne 1 : montrez l'eau propre-montre l'eau sale Consigne 2 : indiquez où on trouve de l'eau sale ou de l'eau propre dans la cour de l'école, au village	- Montre l'eau sale et l'eau propre posées devant la classe - Indiquent des lieux où on peut trouver de l'Eau sale ou de l'eau propre	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison			

FICHE N° 6 CE/CM

L'eau potable et l'eau sale

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Techniques
Discipline/activité :	Exercices d'observation
Thème :	La contamination de l'eau
Titre :	L'eau potable et l'eau sale
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Faire la différence entre l'eau potable et l'eau insalubre
Matériels/supports :	Matériel de dessin, eau, récipient, forage
Disposition spatiale :	Classe, air libre
Documents/bibliographie :	Manuel Eau Saine à l'École : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	Citez quelques précautions à prendre pour éviter la contamination de l'eau	Citent les précautions	
Motivation **Justification**	Aujourd'hui, nous allons étudier ensembles, les différences entre une eau insalubre et une eau potable	Écoutent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Présentation d'une eau trouble et d'une eau claire/propre et accorder un temps d'observation et d'échanges aux élèves.	Regardent et observent	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 1 : dites quelle est la différence entre l'eau sale et l'eau	Exécutent les consignes :	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	propre - L'eau claire et propre est-elle toujours potable? - Pourquoi non? - L'eau sale peut-elle être potable? - Qu'est-ce que c'est que l'eau potable alors?	o Trouble/claire, possibilité de boire/ pas buvable o L'eau claire peut contenir des microbes : alors elle est non potable o L'eau sale n'est jamais potable o L'eau potable est une eau qui ne contient pas de microbes et qui est propre	
Synthèse/application	- L'eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque de tomber malade. Elle est claire limpide et inodore et ne contient pas de germes. Tandis que l'eau insalubre peut nous rendre malades lorsque nous la buvons parce qu'elle contient des microbes.	- Récapitulent - Formulent la synthèse ou le résumé - Répètent	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Consigne 1 : Donnez les caractéristiques de l'eau potable, de l'eau insalubre	- Donnent les caractéristiques de l'eau potable, de l'eau insalubre	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison			

FICHE N° 7 CE/CM
Les sources de contamination de l'eau

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologies
Discipline/activité :	Sciences
Thème:	La contamination de l'eau
Titre:	Les sources de contamination de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Citer les étapes où l'eau peut potentiellement être contaminée
Matériels/supports :	Images : La contamination de l'eau, situation concrète de contamination
Disposition spatiale :	Classe, cour de l'école
Documents/bibliographie :	Eau Saine à l'école guide de l'enseignant
Durée :	30 mn CE/60 mn CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	Donnez les caractéristiques d'une eau propre (oral) Donnez les caractéristiques d'une eau insalubre (écrit)	Citent pour éviter la contamination de l'eau	
Motivation **Justification**	Nous savons que l'eau peut être sale ou propre. L'eau propre est bonne pour la santé. C'est pourquoi nous devons prendre des précautions pour éviter sa contamination ; nous devons savoir où elle peut être contaminée.	Écoutent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Dans notre milieu, avant que l'eau ne soit utilisée, elle passe par plusieurs étapes. Selon vous quelle peut être la qualité de l'eau après toutes ces étapes.	- Écoutent - Réfléchissent	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 1 : du lieu de prélèvement de l'eau à son utilisation, précisez différentes étapes traversées - Consigne 2 : au cours de chaque étape, dites la conséquence majeure si des précautions ne sont pas prises - Consigne 3 : dites pour chaque étape, comment l'eau peut être contaminée	- Échangent - Répondent	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	Dans sa manipulation, l'eau passe par quatre (4) étapes importantes : la source, le transport, le stockage et l'utilisation. Lorsque sa manipulation n'est pas entourée de précautions, l'eau peut être contaminée à chacune des étapes. Pour éviter la contamination de l'eau les précautions suivantes peuvent être prises. Il faut garantir la propreté autour de son point de prélèvement. En ce qui concerne le transport, s'assurer de la propreté du récipient de transport tout en utilisant une fermeture. Le récipient utilisé pour le stockage doit aussi être posé à un endroit propre. Enfin, le matériel utilisé pour son prélèvement (gobelets, gourdes et bidon) doit être propre.	Répondent - (Source-Transport- Stockage-Boisson) - Contamination à toutes les étapes - Précautions : Niveau Source : propreté autour du point d'eau Niveau Transport : propreté, fermeture du récipient Niveau stockage : propreté autour du récipient de stockage Niveau boisson : propreté des gobelets, des gourdes, bidons	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Répond par vrai ou faux - Une eau peut être contaminée au cours du transport : V ou F - Cite les précautions à prendre pour éviter la contamination au cours du stockage	Répondent aux questions	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Mener des activités autour du point d'eau de l'école afin d'éviter la contamination de l'eau	Prennent l'engagement de mener ladite activité.	

FICHE N° 8 CE/CM
Les techniques de traitement

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	**Mathématiques-Sciences et Technologie**
Discipline :	Sciences
Thème :	Le traitement de l'eau
Titre :	Les techniques de traitement
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Énoncer et décrire quatre techniques de traitement de l'eau
Matériels/supports :	Récipient pour bouillir l'eau, filtre à eau, Bouteille en PET Flacon de chlore
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel Eau Saine à l'École : guide l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	- Citez les différentes étapes où l'eau peut être contaminée - Dites quelques précautions prendre pour éviter la contamination de l'eau	- Répondent aux questions posées - Corrigent	
Motivation Justification	Si les précautions ne sont pas prises, nous aurons une eau contaminée, donc pas potable. Dans pareil cas, nous pouvons utiliser des techniques pour rendre l'eau potable à nouveau.	- Écoutent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Observez le matériel ci-exposé, réfléchissez sur quoi va servir ce matériel dans les techniques de traitement	Observent et réfléchissent	
Analyse/Échanges/ production	Consigne 1 : Dites à quoi sert chaque matériel Consigne 2 : Expliquez comment chaque matériel est utilisé dans le traitement de l'eau	Disent : - Ébullition - Filtrage - Exposition au soleil - Chloration	
Synthèse/ application	Pour traiter l'eau dans le but de la rendre potable, diverses techniques peuvent être utilisées. Ce sont : : l'ébullition, le filtrage, l'exposition au soleil et la chloration. L'ébullition consiste à bouillir l'eau ou la traiter par la chaleur. Le filtrage consiste à faire passer l'eau à travers soit une membrane, soit à travers une couche de sable fin L'exposition au soleil est le fait d'utiliser le soleil pour désinfecter de l'eau.	Répondent aux questions : Les différentes techniques de traitement de l'eau sont : l'ébullition, le filtrage, l'exposition	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBS
	La chloration est la technique qui consiste à traiter l'eau au chlore.	au soleil, et la chloration	
	Nb: dire les avantages et les insuffisances de chaque technique:		
	- L'ébullition : consommation d'énergie - Le filtrage : désinfection pas totale - L'exposition au soleil : certains microbes résistent au soleil - La chloration : désinfection totale, utilisation du chlore pour désinfecter d'autres services (fruits, légumes, toilettes)		
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	Répond par vrai ou faux - L'ébullition est une technique qui consiste à traiter l'eau au chlore : V ou F - La chloration consiste à traiter l'eau au chlore en respectant les doses indiquées Qu'est-ce que le filtrage ?	Répondent aux questions	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison		.	

FICHE N° 9 CP

Le transport

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le transport
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	Images sur le transport de l'eau, (bidons sales et/ou ouverts, plats couverts de feuilles comme bouchon)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « De l'eau saine à l'école »
Durée :	30mn

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citez oralement les différences existantes entre l'eau potable et l'eau sale ;	- Répondent aux questions posées ; - Répètent les bonnes réponses	
Motivation **Justification**	- L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son transport Vous devez considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent ; Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez les images L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions - Observent les situations de transport de l'eau Font des constats	
Analyse/Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de transport de l'eau représentée sur les images.	Exécutent les consignes	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	Consigne 2 : appréciez les dangers et les avantages chacune des situations et déterminez la situation idéale.		
Synthèse/application	L'enseignant invite les élèves à : ○ récapituler les situations présentées sur chacune des images ○ donner leur appréciation finale sur les situations étudiées s'engager à pratiquer un transport adéquat de l'eau	Exécutent les consignes : ○ récapitulent; ○ formulent la synthèse ou le résumé; ○ lisent la synthèse élaborée; s'engagent à appliquer	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le transport de l'eau est source de contamination - L'enseignant corrige ; - L'enseignant vérifie ; - L'enseignant remédie ; L'enseignant observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors de l'approvisionnement en eau au forage de l'école	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient ses propres comportements - Corrigent ses erreurs Écoutent les explications complémentaires	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors de l'approvisionnement quotidien en eau au forage de l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 10 CE/CM

Le transport

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le transport
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	Images sur le transport de l'eau, (bidons sales et/ou ouverts, plats couverts de feuilles comme bouchon)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « De l'eau saine à l'école »
Durée :	15 min CE / 15 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citez oralement les différences existantes entre l'eau potable et l'eau sale - Citez par écrit les caractéristiques de l'eau potable	- Répondent aux questions posées - Répètent les bonnes réponses - Citent par écrit les caractéristiques de l'eau potable	
Motivation **Justification**	-L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son transport. -Vous devez considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne 1 : observez les images - L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions. - Observent les situations de transport de l'eau - Font des constats	
Analyse/Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de transport de l'eau représentée sur les images. - Consigne 2 : appréciez (dangers et avantages) chacune des situations et déterminez la situation idéale.	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/application	- L'enseignant invite les élèves à : ○ récapituler les situations présentées sur chacune des images ○ donner leur appréciation finale sur les situations étudiées ○ s'engager à pratiquer un transport adéquat de l'eau ○ fait formuler et écrit la résolution liée au transport de l'eau	Exécutent les consignes : ○ récapitulent ○ formulent la synthèse ou le résumé de la résolution ○ lisent la synthèse élaborée ○ s'engagent à appliquer la résolution ○ copient la résolution dans leur cahier	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le transport de l'eau est source de contamination - L'enseignant demande d'énumérer par écrit les dangers liés au mauvais transport de l'eau - L'enseignant corrige; - L'enseignant vérifie ; - L'enseignant remédie. - L'enseignant observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors de l'approvisionnement en eau au forage de l'école	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient leurs propres comportements - Corrigent leurs erreurs - Écoutent les explications complémentaires.	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors de l'approvisionnement quotidien en eau au forage de l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 11 CP

Le stockage de l'eau

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le stockage de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la conservation adéquate de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	images sur le stockage de l'eau, (récipients de stockage sales et/ou ouverts)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « De l'eau saine à l'école » *guide l'enseignant*
Durée :	30mn

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Citez oralement les dangers liés à un mauvais transport de l'eau - Citez oralement les caractéristiques d'un mauvais transport de l'eau	- Répondent aux questions posées - Répètent les bonnes réponses	
Motivation **Justification**	-L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son stockage. -Vous devez considérer le stockage adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez les images - L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions - Observent les situations de transport de l'eau - Font des constats	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/ Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de stockage de l'eau représentée sur les images. - Consigne 2 : appréciez les dangers et les avantages de chacune des situations et déterminez la situation idéale.	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : o récapituler les situations présentées sur chacune des images o donner leur appréciation finale sur les situations étudiées o s'engager à pratiquer un stockage adéquat de l'eau	Exécutent les consignes : o récapitulent o formulent la synthèse ou le résumé de la résolution o lisent la synthèse élaborée o s'engagent à appliquer la résolution	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le stockage de l'eau est source de contamination - corrige - vérifie - remédie. - L'enseignant **observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors du stockage de l'eau à l'école**	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient leurs propres comportements - Corrigent leurs erreurs - Écoutent les explications complémentaires	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors du stockage de l'eau à l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 12 CE/CM

Le stockage de l'eau

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le stockage de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la conservation adéquate de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	images sur le stockage de l'eau, (récipients de stockage sales et/ou ouverts)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « De l'eau saine à l'école » *: guide l'enseignant*
Durée :	15 min CE / 15 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente / Vérification des prérequis	- Citez oralement les dangers liés à un mauvais transport de l'eau. - Citez par écrit les caractéristiques d'un mauvais transport de l'eau.	- Répondent aux questions posées - Répètent les bonnes réponses - Citent par écrit les caractéristiques du mauvais transport de l'eau	
Motivation **Justification**	- L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son stockage. - Vous devez considérer le stockage adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez les images - L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions. - Observent les situations de transport de l'eau - Font des constats	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/ Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de stockage de l'eau représentée sur les images. - Consigne 2 : appréciez les dangers et les avantages de chacune des situations et déterminez la situation idéale.	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : ○ récapituler les situations présentées sur chacune des images ○ donner leur appréciation finale sur les situations étudiées ○ s'engager à pratiquer un stockage adéquat de l'eau ○ fait formuler et écrit la résolution liée au stockage de l'eau	Exécutent les consignes : ○ récapitulent ○ formulent la synthèse ou le résumé de la résolution ○ lisent la synthèse élaborée ○ s'engagent à appliquer la résolution ○ copient la résolution dans leur cahier	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le stockage de l'eau est source de contamination - L'enseignant demande d'énumérer par écrit les dangers liés au mauvais stockage de l'eau - corrige; - vérifie; - remédie. - observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors du stockage de l'eau à l'école	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient leurs propres comportements - Corrigent leurs erreurs - Écoutent les explications complémentaires.	
Étape 2 : Activités de prolonge-ment/transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors du stockage de l'eau à l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 13 CE/CM

Le chlore et la technique de production du chlore

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	**EPS, ART, CULTURE ET PRODUCTION**
Discipline :	**APP**
Thème :	Le processus de chloration de l'eau
Titre :	Le chlore et la technique de production du chlore
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de produire du chlore
Matériels/supports :	sel, eau, boîte à outils, 1 kit Mini-WATA, 1 panneau solaire (optionnel), réactif WataTest
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	manuels d'utilisation relatifs au Mini-WATA, manuel « De l'eau saine à l'école »
Durée :	45 min CE / 45 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRESENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	- Citez par écrit les méthodes de traitement de l'eau que vous connaissez. - Décrivez oralement chaque méthode connue.	- traitent les exercices proposés; - répondent aux questions posées; - corrigent.	
Motivation **Justification**	-Le chlore est un produit utilisé pour le traitement de l'eau. C'est pourquoi vous devez connaître le chlore et sa technique de production. -Vous devez être capables de produire du chlore à la fin de la leçon.	- écoutent ; - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne 1 : observez le matériel (eau, sel, Kit Mini-WATA, réactif WATAtest) - L'enseignant pose des questions en rapport avec le matériel observé ; - Consigne 2 : observez les étapes de la production du chlore ; - L'enseignant pose des questions sur les appréhensions des élèves sur l'objet d'apprentissage.	- Observent le matériel; - Répondent aux questions. - observent la présentation des étapes - font les constats et répondent aux questions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- Consigne1: mettez en pratique les étapes de la production du chlore. - L'enseignant oriente et rectifie les pratiques des élèves. - Consigne 2 : vérifiez la qualité du chlore produit en utilisant le WATAtest	- exécutent les consignes.	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : o récapituler les étapes de la production de chlore; o rappeler le taux de gramme/L de chlore produit o remplir le cahier de production o lire la synthèse élaborée ;	exécutent les consignes : o récapitulent; o formulent la synthèse ou le résumé ; o lisent la synthèse élaborée; o appliquent…	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer le matériel nécessaire; - L'enseignant demande de citer les étapes de la production du chlore - L'enseignant demande de citer la marche à suivre pour le contrôle de la qualité de la solution chlorée avec le WATAtest. - L'enseignant corrige; - L'enseignant vérifie ; - L'enseignant remédie. - L'enseignant observe ultérieurement la maitrise de la technique de production au moyen d'une grille d'observation.	- Traitent les exercices; - corrigent les exercices d'évaluation; - vérifient ses propres comportement; - corrigent ses erreurs; - écoutent les explications complémentaires .	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Faire évaluer l'expérimentation de production de chlore à l'aide du WATAtest.	Les élèves exécutent les consignes et observent attentive-ment.	

FICHE N° 14 CE/CM

Les différentes étapes de la chloration

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématique, science et technologie
Discipline :	Exercice d'observation / APP
Thème :	Le processus de chloration de l'eau
Titre :	Les différentes étapes de la chloration
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de traiter de l'eau à l'aide du chlore
Matériels/supports :	chlore liquide, de l'eau, une seringue, un WataBlue
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	manuel d'utilisation « Utilisation du concentré de chlore actif », manuel « De l'eau saine à l'école »
Durée :	30 min CE / 60 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente / Vérification des prérequis	- Citez par écrit le matériel nécessaire à la production du chlore; - Citez oralement les différentes étapes de la production du chlore.	- traitent les exercices proposés; - répondent aux questions posées; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- La chloration est une méthode très courante de désinfection de l'eau. Il est important que tous les élèves se familiarisent avec cette méthode en vue de les entrainer à traiter de l'eau à l'aide d'une solution de chlore. - Vous devez être capables de traiter de l'eau à l'aide du chlore	- écoutent ; - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez le matériel : chlore liquide, de l'eau, une seringue, WataBlue. - L'enseignant pose des questions en rapport avec le matériel;	- observent le matériel; - répondent aux questions. - observent la présentation des étapes - font les constats	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/ Échanges/ production	- Consigne 1 : observez les étapes du traitement de l'eau avec du chlore ; - Consigne 2 : observez la technique de chloration L'enseignant fait constater aux élèves la présence de chlore dans l'eau en leur demandant de sentir et de boire l'eau chlorée. - L'enseignant présente le WataBlue et annonce qu'il sera utilisé pendant une activité de prolongement.	- exécutent les consignes	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : ○ récapituler les étapes du traitement de l'eau au chlore ; ○ formuler la synthèse ou le résumé qu'il porte au tableau; ○ lire la synthèse élaborée.	exécutent les consignes : ○ récapitulent; ○ formulent la synthèse ou le résumé; ○ lisent la synthèse élaborée; ○ appliquent…	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer le matériel nécessaire au traitement de l'eau par le chlore; - L'enseignant demande de citer les étapes du traitement de l'eau parle chlore. - L'enseignant demande de citer la marche à suivre pour la réalisation du test WataBlue - corrige; - vérifie; - remédie. - observe ultérieurement la maitrise de la technique de traitement de l'eau par le chlore et de la réalisation du test WataBlue au moyen d'une grille d'observation.	- traitent les exercices; - corrigent les exercices d'évaluation; - vérifient ses propres comportements; - corrigent ses erreurs; - écoutent les explications complémentaires	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Après 30 minutes, l'enseignant fait tester aux élèves la présence de chlore résiduel libre avec WataBlue, en suivant les étapes décrites dans le manuel « Kit réactif WataBlue ».	Les élèves exécutent les consignes et observent attentivement.	

FICHE N° 15 CP

Les Manipulations de l'eau

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les sources de recontamination de l'eau
Titre :	Les manipulations de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	du savon, gobelet, calebasses, bouteilles et verres sales
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- comment peut-on bien garder l'eau ? - apprécie les réponses données par les élèves, fait donner ou donne les bonnes réponses, fait corriger	- écoutent et répondent à la question posée ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- présenter les récipients sales et demander aux élèves si on peut les utiliser pour boire de l'eau. - Quand on veut boire de l'eau on peut la salir il faut donc chaque fois faire attention à la propreté des mains, des gobelets et des autres récipients. - communiquer les objectifs de la leçon ; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent et répondent aux questions posées ; - Écoutent - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- que faut-il faire pour qu'au moment de boire de l'eau qu'elle reste toujours potable (propre)	- écoutent ; - répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- Demander aux élèves de rendre propre les récipients pour enlever de l'eau. - le récipient est maintenant propre X veut boire de l'eau que doit-il faire avant de toucher au gobelet, verre et autres.	- les élèves lavent les récipients avec du savon - il doit se laver correctement les	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	- après avoir bu où faut-il ranger le gobelet et comment pour qu'il reste propre pour d'autres utilisations.	mains. - répondent aux questions vérifier que le couvercle est bien propre et retourner le gobelet ou le verre sur le couvercle.	
Synthèse/application	- Que doit-on faire pour garder l'eau propre ? - Faisons attention à ne pas salir l'eau au moment de la boire. - Faire répéter la résolution élaborée ; **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	- Répondent aux questions posées. - Formulent en collaboration avec le mettre la résolution à prendre. Les élèves répètent la résolution élaborée;	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 16 CE/CM

Les Manipulations de l'eau

Classe : CE / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les sources de recontamination de l'eau
Titre :	Les manipulations de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	du savon, gobelet, calebasses, bouteilles et verres sales
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citer les sources de contamination d'eau? - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne les bonnes réponses. - fait corriger.	- répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- Connaissez-vous une autre source de recontamination de l'eau ? - L'eau peut être souillée pendant la manipulation c'est pourquoi il est indispensable de veiller à l'hygiène à tout moment - communique les objectifs de la leçon; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- écoutent ; - répondent à la question posée - écoutent - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- que faut-il faire pour qu'au moment de boire l'eau qu'elle reste toujours potable.	- écoutent ; - répondent à la question posée.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- Citer les éléments de la chaine de recontamination de l'eau après le stockage. - Que faut-il faire à ces différents niveaux pour empêcher la recontamination de l'eau	- les élèves répondent (récipients et couvercle sales, mains sales, - répondent aux questions (se laver correctement les mains et les récipients vérifier que le couvercle est bien propre et bien ajusté sur le récipient de stockage ; retourner le gobelet ou le verre sur le couvercle ou le ranger dans un endroit propre prévu à cet effet)	
Synthèse/application	- Quelle est la source de recontamination de l'eau que nous venons de voir ? - Quelles sont les précautions à prendre pour ne pas souiller l'eau au moment de son utilisation ? - élaboration du résumé / résolution: l'eau peut être souillée au moment de la Manipulation, je ferai toujours attention pour ne pas souiller l'eau que je bois. - Faire répéter et écrire la résolution élaborée ; **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison (prendre en compte cette résolution au moment des autres usages comme le lavage des fruits et légumes ...)**	- Répondent aux questions posées - Formule en collaboration avec le maître la résolution à prendre. Les élèves répètent et écrivent dans leur cahier la résolution élaborée	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon.

FICHE N° 17 CE/CM

La fabrication du dispositif de lave-main Tippy-Tap

Classe : CE / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	EPS Production Art et Culture
Discipline :	APP
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	La fabrication du dispositif de lave-mains Tippy-Tap
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de fabriquer un dispositif de lave-mains Tippy-Tap
Matériels/supports :	Bidons, perches, fourches en bois, fil, savon, eau propre, gravillon, pointe, bougie, pince, pioche, cendre, ciment, image sur la fabrication du Tippy-Tap
Disposition spatiale :	Cour de l'école
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	45 mn (CM) 30 mn (CE)

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- propose des exercices oraux; - apprécie les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- répondent aux questions posées ;	
Motivation **Justification**	- Le Tippy-Tap ou bidon à robinet à bascule est un moyen simple de promouvoir le lavage des mains. Il est alors important pour vous de pouvoir le fabriquer et l'utiliser quotidiennement afin d'éviter les maladies. Accorder un temps d'échanges aux élèves.	- écoutent ; - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Échanger avec les élèves en vue de leur montrer comment fabriquer le Tippy-Tap à base du matériel local disponible.	- écoutent et suivent la démonstration ;	
Analyse/Échanges/ production	- donne des consignes de travail pour des manipulations, productions, émissions d'hypothèses et recherches de solutions.	- Essaient par groupe et présentent leur production - exécutent les consignes.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
Synthèse/application	- donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : o décrire le processus de fabrication du Tippy-Tap o dire comment l'utiliser	exécutent les consignes : o récapitulent; o formulent la synthèse ou le résumé; o répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			Observations
Étape 1 : évaluation des acquis	o exercices/contrôle des acquisitions ; Comment fabrique-t-on le Tippy-Tap ? Pourquoi doit-on l'utiliser ? correction ; o vérification	- répondent aux questions; - corrigent les erreurs;	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	À l'école, placez des Tippy-Tap au niveau des latrines et près de la cuisine et utilisez-les régulièrement. Une fois à la maison essayez de fabriquer un Tippy-Tap pour présenter à vos parents.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N°18 CP

Démonstration du lavage des mains

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	démonstration du lavage des mains
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de se laver correctement les mains
Matériels/supports :	Le dispositif de lave main (Tippy-Tap ...) eau propre, savon ou cendre
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ **Vérification des prérequis**	- Que faut-il faire pour ne pas salir l'eau au moment de la boire ? - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donné ou donne les bonnes réponses, fait corriger.	- Écoutent - Répondent à la question posée ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	X quitte les latrines et commence directement à manger son plat de riz. Est-ce que cela est bien ? Pourquoi ? Les mains sales peuvent rendre malade c'est pourquoi il faut savoir bien les laver. - Communique les objectifs de la leçon; - Accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Répondent aux questions posées - Écoute - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Le maître demande aux élèves à quels moments, ils doivent se laver les mains. - Ddemander à un élève de laver les mains devant les autres.	- Écoutent et répondent - Exécute	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
analyse/Échanges/ production	- Est-ce que les mains de votre camarade ont été correctement lavées ? Ensemble découvrons comment se laver correctement les mains. - Démonstration du lavage des mains par le maître suivant les différentes étapes. - Exécution à partir de la démonstration par un élève puis dans les groupes. - Contrôle / corrections du maître	- Écoutent et répondent - Observent - Suivent et Exécutent	
récapitulation **Synthèse/ application**	Comment se laver correctement les mains ? élaboration de la résolution : je me laverai toujours bien les mains. Faire répéter la résolution. **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	Répondent à la question posée Formule en collaboration avec le maître la résolution. Répètent la résolution	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 19 CE/CM

démonstration du lavage des mains

Classe : C E / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	démonstration du lavage des mains
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de se laver correctement les mains
Matériels/supports :	Le dispositif de lave main (Tippy-Tap ...) eau propre, savon ou cendre
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Quelle est la source de recontamination de l'eau ? - Quelles sont les précautions à prendre pour ne pas souiller l'eau au moment de son utilisation ? - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donné ou donne les bonnes réponses, fait corriger.	- Répondent aux questions posées ; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Est- il bien de manger sans se laver les mains ? Pourquoi ? Les mains sales peuvent nous rendre malade ; c'est pourquoi il faut savoir bien les laver en suivant les différentes étapes. - communique les objectifs de la leçon; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Répondent aux questions posées - Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation	- Le maître demande aux élèves à quels	- Écoutent et	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
de la situation d'apprentissage	moments ils devraient se laver les mains. - demander à un élève de se laver les mains devant les autres.	répondent - Exécutent	
Analyse/Échanges/ production	- Est-ce que les mains de votre camarade ont été correctement lavées. Ensemble découvrons les neuf étapes du lavage des mains. - Démonstration du lavage des mains par le maître suivant les différentes étapes. - Exécution à partir de la démonstration par un élève puis dans les groupes. - Contrôle / corrections du maître	- Écoutent et répondent - Observent - Suivent et Exécutent	
Synthèse/ application	- A quels moments il faut se laver les mains ? - Quels sont les différentes étapes du lavage des mains ? - élaboration du résumé : je me laverai toujours bien les mains avant et après les repas, en sortant des latrines et chaque fois que cela est nécessaire. Les neuf étapes du lavage des mains sont : voir ci-dessous. - Faire lire le résumé **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	- Répondent à la question posée - Formule en collaboration avec le maître le résumé. - Lecture et copie du résumé	

Les étapes du lavage des mains au savon ou à la cendre

Étape 1: Mouillez vos mains avec de l'eau propre;

Étape 2: Mettez du savon ou de la cendre sur vos mains et faites des bulles (mousser);

Étape 3: Frottez les paumes des mains;

Étape 4: Frottez les dos des mains;

Étape 5: Frottez les intervalles des doigts;

Étape 6: Frottez tous les ongles sur la paume;

Étape 7: Frottez aussi les poignets;

Étape 8: Rincez les mains avec de l'eau propre

Étape 9 : Séchage des mains lavées à l'air libre

FICHE N° 20 CP

L'utilisation et l'entretien des latrines

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	L'utilisation et l'entretien des latrines
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des toilettes/latrines de façon hygiénique
Matériels/supports :	Eau, Savon/cendres/détergent, toilettes ou latrines, chlore, dispositif de lave main
Disposition spatiale :	devant les latrines
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ **Vérification des prérequis**	- Qui vient nous montrer comment se laver bien les mains ? - apprécient de la démonstration, fait corriger.	- Répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- X ne fait pas ses besoins (selles et urine) dans le trou de la latrine mais à côté. - Selon vous est ce que c'est bien? Pourquoi ? - l'utilisation des latrines nous permet d'éviter beaucoup de maladies c'est pourquoi nous devons bien les utiliser et bien les entretenir. - communique les objectifs de la leçon; accorde un temps d'échanges aux élèves	- Écoutent et répondent - Écoutent - Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- qui va nous montrer comment on utilise les latrines ?	- écoutent ; - répondent aux questions en mimant les actions	
Analyse/Échanges/ production	- Démonstration de la bonne utilisation des latrines.	- Observent	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	- Inviter des élèves à s'essayer à la bonne position présentée. - Corrigent les mauvaises attitudes. - Que faut-il faire pour garder les latrines propres et à quel moment ? (présenter le matériel de nettoyage aux élèves insister sur la responsabilité individuelle et collective dans l'entretien des latrines.)	- Exécutent. - Rectifient - Écoutent - Prennent des engagements - Répondent aux questions	

Synthèse/ application	- Comment bien utiliser les latrines? - Comment bien les entretenir et à quel moment ? - Il faut bien utiliser les latrines et les garder toujours propres. - Faire répéter la résolution élaborée **À la fin tout le monde se lave les mains avant de regagner la classe.** **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	- Répondent aux questions posées. - Formule en collaboration avec le maître la résolution à prendre. Les élèves répètent la résolution élaborée;	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 21 CE/CM

L'utilisation et l'entretien des latrines

Classe : CE / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	L'utilisation et l'entretien des latrines
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des toilettes/latrines de façon hygiénique
Matériels/supports :	Eau, Savon/cendres/détergent, toilettes ou latrines, chlore, dispositif de lave main
Disposition spatiale :	devant les latrines
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	- Quelles sont les étapes du lavage des mains ? - Quels sont les moments du lavage des mains ?	- répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- Où est ce que vous faites vos selles ? - Quel est l'endroit le plus indiqué ? - l'utilisation des latrines nous permet d'éviter beaucoup de maladies c'est pourquoi nous devons bien les utiliser et bien les entretenir. - communique les objectifs de la leçon ; accorde un temps d'échanges aux élèves	- Écoutent et répondent aux questions posées - Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Quelles sont les différentes parties des latrines ? - qui va nous montrer comment on utilise les latrines ?	- Écoutent ; - répondent aux questions en mimant les actions. - Exécutent	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
Analyse/Échanges/ production	- Démonstration de la bonne utilisation des latrines. (Le maître fait la démonstration ou invite un élève à le faire sur ses consignes) - Inviter des élèves à s'essayer à la bonne position présentée. - Corrigent les mauvaises attitudes. - Comment garder les latrines propres et à quels moments ? (présenter le matériel de nettoyage aux élèves insister sur la responsabilité individuelle et collective dans l'entretien des latrines.)	- Observent - Exécutent. - Rectifient - Écoutent - Répondent aux questions - Prennent des engagements	
Récapitulation **Synthèse/ application**	- Comment bien utiliser les latrines ? - Comment bien les entretenir et à quel moment ? - Les latrines bien utilisées nous permettent d'éviter de nombreuses maladies. Nous devons donc les utiliser correctement et les tenir toujours propres. - Faire lire et copier la résolution élaborée **À la fin tout le monde se lave les mains avant de regagner la classe.** **Insister sur l'application de cette Résolution à l'école et à la maison.**	- Répondent aux questions posées. - Formulent en collaboration avec le maître la résolution à prendre. Les élèves copient la résolution élaborée;	

N.B : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 22 CP

L'utilisation et l'entretien des points d'eau

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'utilisation et l'entretien des points d'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des points d'eau de façon hygiénique
Matériels/supports :	Points d'eau, matériel d'entretien, Boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des points d'eau.
Disposition spatiale :	Au niveau du point d'eau
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
	PHASE DE PRÉSENTATION		
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	- L'eau est une denrée indispensable à l'homme, aux plantes et aux animaux. C'est pourquoi il est important de bien utiliser les points d'eau et de les rendre propre - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
	PHASE DE DÉVELOPPEMENT		
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état hygiénique du point d'eau et demander aux élèves comment rendre ce point d'eau propre et comment utiliser rationnellement l'eau.	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
Analyse/Échanges/ production	- A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre le point d'eau propre.	- Exécutent les consignes. - manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	
Synthèse/ application	- donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Rendre le point d'eau propre ○ Montrer comment bien utiliser le point d'eau Le point d'eau doit être propre. C'est pourquoi il faut toujours le nettoyer. Je m'engage à garder le point d'eau propre.	exécutent les consignes : ○ Récapitulent; ○ Formulent la synthèse ou le résumé; ○ Répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			**Observations**
Étape 1 : évaluation des acquis	○ Exercices/contrôle des acquisitions ; ○ Comment doit-être le point d'eau? ○ Qu'est-ce que je dois faire? ○ Correction; ○ Vérification	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va salir le point d'eau. Chaque sensibilisez vos camarades pour qu'ils gardent le point d'eau toujours propre.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 23 CE/CM

L'utilisation et l'entretien des points d'eau

Classe : CE/CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'utilisation et l'entretien des points d'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des points d'eau de façon hygiénique
Matériels/supports :	Points d'eau, matériel d'entretien, Boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des points d'eau.
Disposition spatiale :	Au niveau du point d'eau
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Pose des questions sur la leçon précédente; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	- L'eau est une denrée indispensable à l'homme, aux plantes et aux animaux. C'est pourquoi il est important pour vous de bien utiliser les points d'eau et de les rendre propres - Accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état hygiénique du point d'eau de l'école. Demander aux élèves comment est ce point d'eau ? Comment peut-on le rendre propre? Comment doit-on utiliser le point d'eau ? Enfin Comment doit-on utiliser l'eau ?	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre le point d'eau propre et démontrez comment il faut bien utiliser le point d'eau.	- Exécutent les consignes. - Manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	
Synthèse/application	- Donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Rendre le point d'eau propre ○ Montrer comment bien utiliser le point d'eau Résumé : Je m'engage à ne pas salir le point d'eau et à contribuer à le maintenir toujours propre. Je dois utiliser le point d'eau avec précaution et je ne dois pas gaspiller l'eau.	exécutent les consignes : ○ Rrécapitulent; ○ Formulent la synthèse ou le résumé; ○ Répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			**OBSERVATIONS**
Étape 1 : évaluation des acquis	○ Exercices/contrôle des acquisitions; ○ Comment doit-être le point d'eau? ○ Qu'est-ce que je dois faire? ○ Comment dois-je utiliser le point d'eau? ○ Correction ○ Vérification	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va salir le point d'eau. Sensibilisez vos camarades pour qu'ils utilisent correctement le point d'eau et qu'ils le gardent toujours propre.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 24 CP

L'assainissement du cadre de vie

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'assainissement du cadre de vie
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Participer à l'assainissement de son cadre de vie
Matériels/supports :	Affiches ; Dessins ; Supports ; audiovisuels ; Matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la cour de l'école
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Pose des questions sur la leçon précédente ; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	Dans notre école, les enfants défèquent aux alentours des latrines et des salles de classes. C'est pourquoi, il est nécessaire de rendre propre notre cadre de vie et d'étude pour éviter les maladies.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état de propreté de la cour de l'école et ce qui se trouve autour des latrines et demander aux élèves comment rendre propre ce cadre.	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre la cour de l'école propre.	- Exécutent les consignes. - Manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/ application	- Donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Rendre la cour de l'école et la classe propre Résumé : Je dois garder la cour de l'école et de la classe propre.	Exécutent les consignes : ○ Récapitulent ; ○ Formulent la synthèse ou le résumé ; ○ Répètent la synthèse élaborée;	

ÉVALUATION			Observations
Étape 1 : évaluation des acquis	Exercices/contrôle des acquisitions; ○ Comment doit-être la cour de l'école ? Qu'est-ce que je dois faire ? ○ Correction ; ○ Vérification;	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va déféquer dans la cour de l'école et jeter les ordures par terre. Sensibilisez vos camarades pour qu'ils gardent la cour de l'école toujours propre.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 25 CE/CM

L'assainissement du cadre de vie

Classe : CE/CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation civique et morale
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'assainissement du cadre de vie
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Participer à l'assainissement de son cadre de vie
Matériels/supports :	Affiches; Dessins; Supports audiovisuels; Matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la cour de l'école
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente ; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées ; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Dans notre école, les enfants défèquent aux alentours des latrines et des salles de classes. La cour de l'école est remplie d'ordures. C'est pourquoi, il est nécessaire de rendre propre notre cadre de vie et d'étude pour éviter les maladies.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état de propreté de la cour de l'école et ce qui se trouve autour des latrines et dans la cour de l'école. Demander aux élèves comment rendre propre ce cadre.	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	Observez la cour de l'école, autour des latrines, échangez entre vous et dites ce que vous voyez et comment on peut faire pour rendre ce cadre propre. - A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre la cour de l'école propre.	- Exécutent les consignes. - Manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/ application	- Comment devez-vous faire pour avoir un cadre de vie et de travail propre et sain ? Résumé : Je dois nettoyer régulièrement la cour de l'école et éviter de déféquer autour des latrines pour garder la cour de l'école propre.	Exécutent les consignes : ○ formulent la synthèse ou le résumé ; ○ répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			**OBSERVATIONS**
Étape 1 : évaluation des acquis	○ exercices/contrôle des acquisitions; ○ Comment doit-être la cour de l'école ? ○ Que dois-je faire ? ○ correction ; ○ vérification;	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va déféquer autour des latrines et jeter les ordures par terre. Sensibilisez vos camarades pour qu'ils gardent la cour de l'école toujours propre. Avec les autres élèves, décorez la classe et embellissez la cour de l'école.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 26 CP

L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire
Méthodes/technique :	Méthodes actives ; causerie ; démonstration ; application ; simulation ; jeux de rôle.
Objectifs d'apprentissage :	Participer à l'assainissement de son cadre de vie
Matériels/supports :	Affiches ; dessins ; supports audiovisuels ; matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la classe
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Communiquer la justification et les élèves aux élèves	- Écoutent ;	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Moussa est un élève de la classe de CP1. Il ne se lave pas chaque matin avant de venir à l'école et il porte des habits sales. Pendant la récréation, il achète des fruits qu'il mange sans les laver. Dites ce qui peut arriver à Moussa ?	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- En groupe, échangez entre vous et dites ce que Moussa doit faire pour être propre et rester en bonne santé.	- Exécutent les consignes. - Émettent des hypothèses et recherchent des solutions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	- Comment doit-on faire pour garder son corps et ses vêtements toujours propres ? Résumé : Je dois toujours me laver chaque matin avec de l'eau et du savon avant de venir à l'école. Je dois aussi avoir mes habits propres.	exécutent les consignes : ○ Récapitulent ; ○ Formulent la synthèse ou le résumé ; ○ Répètent la synthèse élaborée;	

ÉVALUATION			OBSERVATIONS
Étape 1 : évaluation des acquis	○ exercices/contrôle des ○ acquisitions ○ Pour être propre, que faut-il faire ? ○ Comment doivent être tes habits ? ○ correction ○ vérification	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Sensibilisez vos camarades pour qu'ils viennent toujours propre à l'école.	Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 27 CE/CM

L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Classe : CE/CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire
Méthodes/technique :	Méthodes actives ; causerie ; démonstration ; application ; simulation ; jeux de rôle.
Objectifs d'apprentissage :	Manifester des comportements qui traduisent les bonnes habitudes d'hygiène
Matériels/supports :	Affiches ; dessins ; supports audiovisuels ; matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la classe
Documents/bibliographie :	Manuel « De l'eau saine à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Communiquer la justification et les élèves aux élèves	- Écoutent ;	
PHASE DE développement			
Présentation de la situation d'apprentissage	Moussa est un élève de la classe de CE2. Il ne se lave pas chaque matin avant de venir à l'école et il porte des habits sales. Pendant la récréation, il achète des fruits qu'il mange sans les laver. Dites ce qui peut arriver à Moussa ? Pourquoi ?	- Écoutent attentivement; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- En groupe, échangez entre vous et dites ce que Moussa doit faire pour être propre, avant de manger et pour rester en bonne santé.	- Exécutent les consignes. - Émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	- Comment doit-on faire pour garder son corps et ses vêtements toujours propres ? Que doit-on faire avant de manger des fruits ? Résumé : Je dois toujours me laver chaque matin avec de l'eau et du savon avant de venir à l'école. Je dois aussi avoir mes habits propres et toujours laver les fruits avant de les manger.	Exécutent les consignes : ○ Récapitulent ; ○ Formulent la synthèse ou le résumé ; ○ Répètent la synthèse élaborée.	

ÉVALUATION			Observations
Étape 1 : évaluation des acquis	○ exercices/contrôle des acquisitions; ○ Pour être propre, que faut-il faire? ○ Comment doivent être tes habits? ○ Réponds par vrai ou faux : un fruit non lavé peut être consommé sans danger. ○ correction; ○ vérification;	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2: Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Sensibilisez vos camarades pour qu'ils viennent toujours propre à l'école. Interpellez tout élève qui mange des fruits sans les laver et qui mange sans se laver les mains	Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

Grille d'observation de l'attitude de considération de l'eau comme une ressource précieuse

Pour fiches pédagogiques 1 et 2

Objectif : vérifier l'attitude de considération de l'eau comme une ressource précieuse

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____ CLASSE:

PÉRIODE DU_____AU_____

Indicateurs de comportements	Échelle graphique				
	TRO	RO	NO	LPO	TO
Ferme le robinet d'eau après usage					
Évite de gaspiller l'eau au point d'eau					
Interpelle ses camarades qui s'amusent avec l'eau du point d'eau					

TRO = Très rares occasions ; RO = Rares occasions ; NO = Nombreuses occasions ; LPO = La plupart des occasions ; TO = Toutes les occasions.

NB : Pour cette grille, plus on va vers la droite sur l'échelle graphique, plus le degré de satisfaction s'accroît.

Grille d'observation de l'attitude de transport, de stockage de l'eau et de manipulations de l'eau

Pour les fiches pédagogiques n° 10, 11 et 15

Objectif : vérifier l'attitude de considération du transport, de la conservation adéquate et de la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Attitudes	OUI	NON
Il transporte l'eau avec un récipient propre		
Il couvre le récipient		
Il tient le lieu de stockage propre.		
Il stocke l'eau dans un récipient propre		
Il se lave les mains avant de prélever l'eau		
Il prélève l'eau avec un récipient propre.		

Grille d'observation de l'aptitude à produire du chlore

Pour fiche pédagogique n° 13

Objectif : vérifier l'aptitude à produire du chlore

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Indicateurs d'aptitude L'élève	Existence		Échelle numérique			
	oui	non	1	2	3	4
Rassemble le matériel nécessaire à la production						
Met 40 ml de saumure dans le bidon de 0,5 l fourni par le kit Mini-WATA						
Ajoute 0.5 l d'eau propre (jusqu'au coup du bidon)						
Ferme le bidon et secoue pour dissoudre totalement le sel						
Plonge totalement l'appareil Mini-WATA dans l'eau salée						
Branche l'alimentation du Mini-WATA à la batterie puis connecte la fiche d'alimentation à l'appareil et noter l'heure du branchement						
Attend 3 h et débranche le Mini-WATA, puis le sortir du bidon						
Rince le Mini-WATA avec de l'eau propre et le range						
Mesure la concentration du chlore produit avec le WataTest						
Étiquète la bouteille de chlore produit et renseigne le cahier de production						

1. Insatisfaisant 2. Peu satisfaisant 3. Satisfaisant 4. Très satisfaisant

Grille d'observation de l'aptitude à traiter de l'eau à l'aide du chlore

Pour fiche pédagogique n° 13

Objectif : vérifier l'aptitude à traiter de l'eau à l'aide du chlore

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Indicateurs d'aptitude L'élève	Existence		Échelle numérique			
	oui	non	1	2	3	4
Avec la seringue, prélève 5 ml de la solution chlore produit et testé						
Verse les 5ml de la solution chlore dans le contenant des 20 l d'eau à désinfecter						
Secoue le contenant pour bien mélanger le contenu						
Attend 30 minutes						
Contrôle le chlore résiduel et la qualité de la chloration avec le WataBlue :						
30 minutes après la chloration, prélève 5 ml d'eau traitée						
Verse les 5 ml d'eau dans le tube à essai						
Ajoute une goutte WataBlue puis agite le tube à essai						
Observe et apprécie le résultat						

1. Insatisfaisant 2. Peu satisfaisant 3. Satisfaisant 4. Très satisfaisant

Grille d'observation de la pratique de l'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Pour fiches pédagogiques n°18 et 19

Objectif : vérifier l'aptitude à se laver correctement les mains

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier L'élève	Existence		Échelle numérique			
	Oui	Non	1	2	3	4
Mouille ses mains avec de l'eau propre						
Met du savon ou de la cendre sur ses mains et fait des bulles (mousser)						
Frotte les paumes des mains						
Frotte les dos des mains						
Frotte les intervalles des doigts						
Frotte tous les ongles sur la paume						
Frotte les poignets						
Rince les mains avec de l'eau propre						
Sèche les mains lavées à l'air libre						

1. Insatisfaisant 2. Peu satisfaisant 3. Satisfaisant 4. Très satisfaisant

Grille d'observation de la pratique de l'utilisation et de l'entretien des toilettes/latrines

Pour fiche pédagogique n° 21

Objectif : vérifier l'attitude dans l'utilisation des toilettes/latrines de façon hygiénique et leur entretien

CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier L'élève	Échelle numérique			
	1	2	3	4
Porte des chaussures pour rentrer dans les latrines				
Rentre dans les latrines avec de l'eau dans une bouilloire ou du papier hygiénique				
Vise bien le trou				
Referme les latrines à la sortie				
Se lave les mains à l'eau et au savon				
Tient les alentours des latrines propres				
Participe au nettoyage des latrines				
Interpelle ses camarades qui jettent des ordures près des latrines				

1. jamais 2. rarement 3. souvent 4. toujours

NB : Cette observation se fait sur le comportement d'ensemble des élèves.

Grille d'observation de la pratique de l'utilisation et de l'entretien du point d'eau

Pour fiche pédagogique n° 22

Objectif : vérifier l'attitude dans l'utilisation et l'entretien du point d'eau

CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier l'élève	Échelle numérique			
	1	2	3	4
Il entre dans l'enceinte du forage pieds nus				
Il tient les alentours du forage propres				
Il participe au nettoyage des alentours du forage				
Il interpelle ses camarades qui jettent des ordures près du forage				

1. jamais 2. rarement 3. souvent 4. toujours

NB : Cette observation se fait sur le comportement d'ensemble des élèves

Grille d'observation de la pratique de l'assainissement de son cadre de vie

Pour fiche pédagogique n° 24

Objectif : vérifier l'attitude dans l'assainissement de son cadre de vie

CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier l'élève	Échelle numérique			
	1	2	3	4
Protège les plantes				
Évite de malmener les plantes				
Arrose les plantes				
Débarrasse les classes des ordures				
Évacue les ordures dans la poubelle				
Evite de jeter les sachets plastiques dans la cour				
Jette les eaux usées dans le puisard				
Participe aux journées de salubrité				

1. jamais 2. rarement 3. souvent 4. toujours

NB : Cette observation se fait sur le comportement d'ensemble des élèves.

Grille d'observation de la pratique de l'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Pour fiches pédagogiques n° 26 et 27

Objectif : vérifier de façon ponctuelle les comportements qui traduisent les bonnes habitudes d'hygiène

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____ CLASSE :

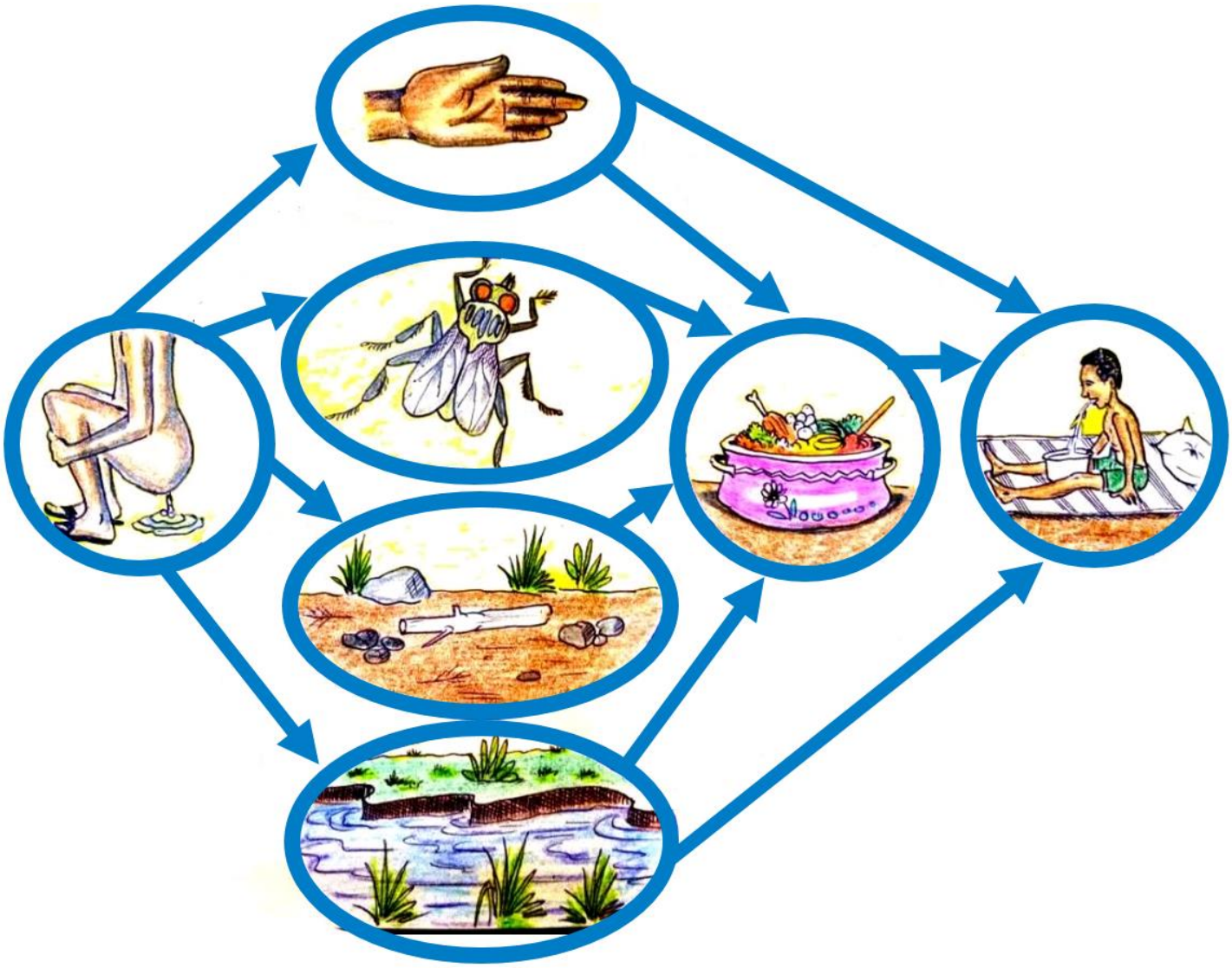
PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier	Échelle numérique				
	0	1	2	3	4
Il se lave les mains pour manger					
Il couvre ses repas					
Il lave les fruits avant de les manger					
Il garde la tête bien coiffée					
Il garde ses ongles bien taillés					
Ses habits restent propres toute la journée					
Etc.					

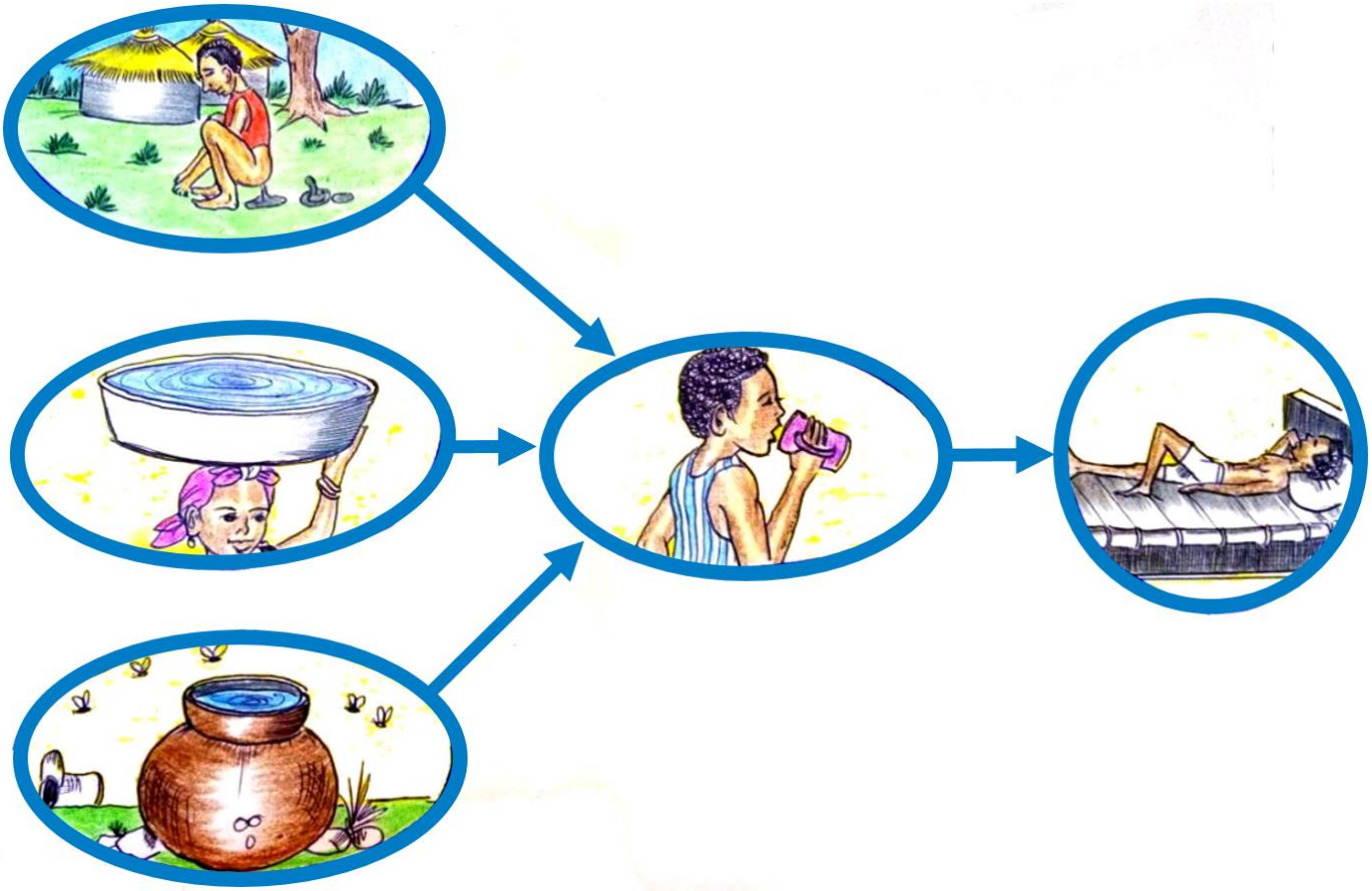
0 = Pas du tout **1**= Peu **2** = Parfois **3** = Presque tout le temps **4** = Tout le temps

Annexe 6 : Illustrations

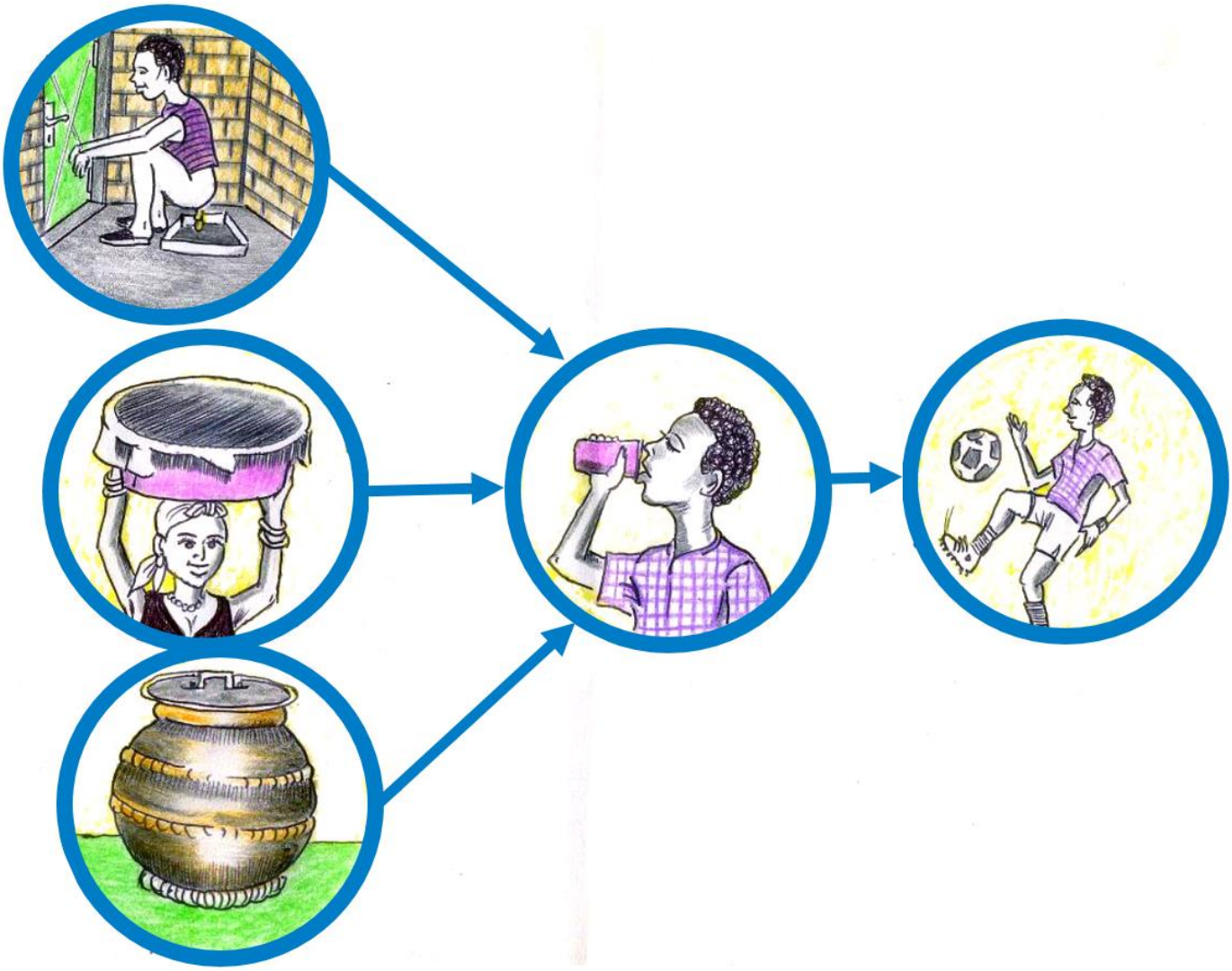
Thème 3.1 L'eau : voie de transmission de maladies



Thème 3.2. /3.5 Les sources de contamination et de recontamination de l'eau



Thème 3.2/3.5 Précautions à prendre pour éviter la contamination ou la recontamination de l'eau



Thème 3.6 Moments critiques de lavage des mains

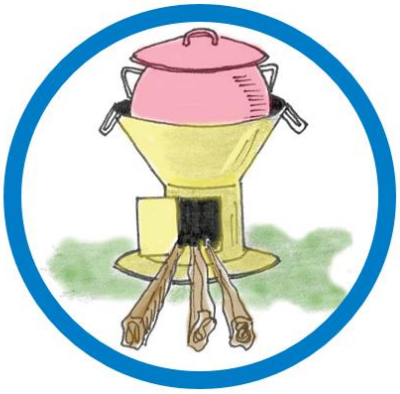
Au sortir des latrines



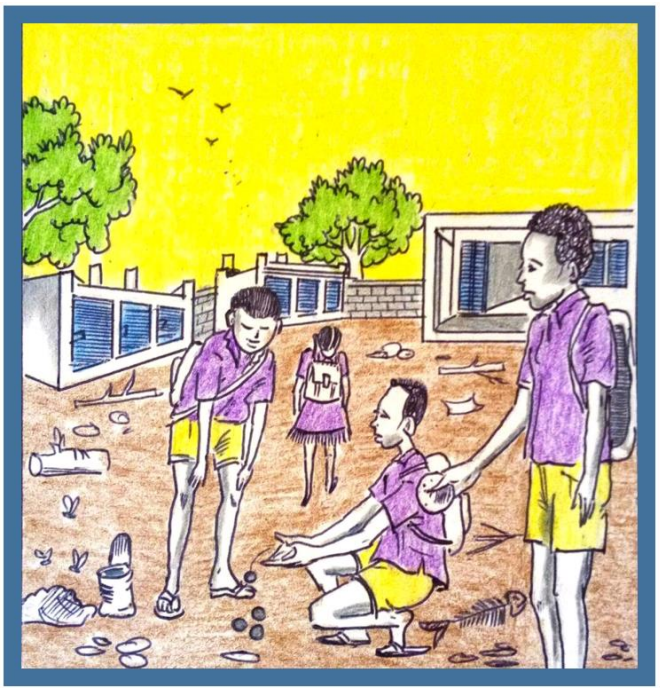
Avant de manger

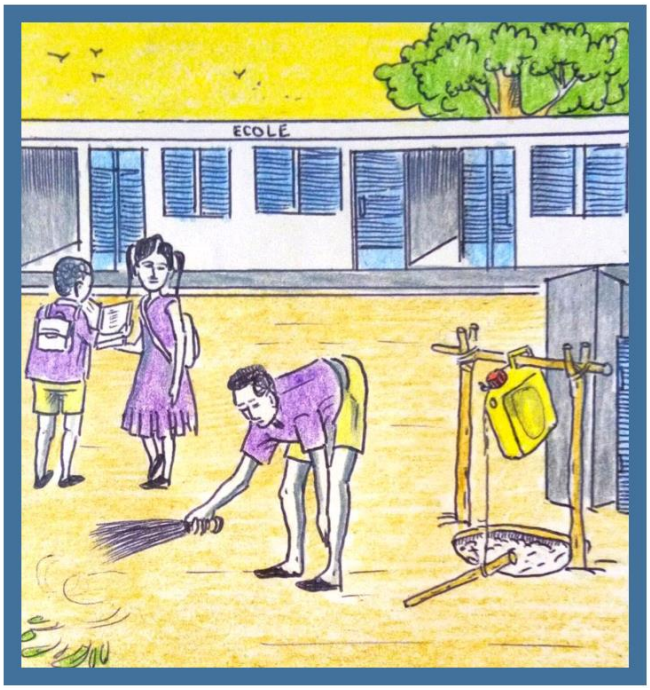


Avant de faire la cuisine

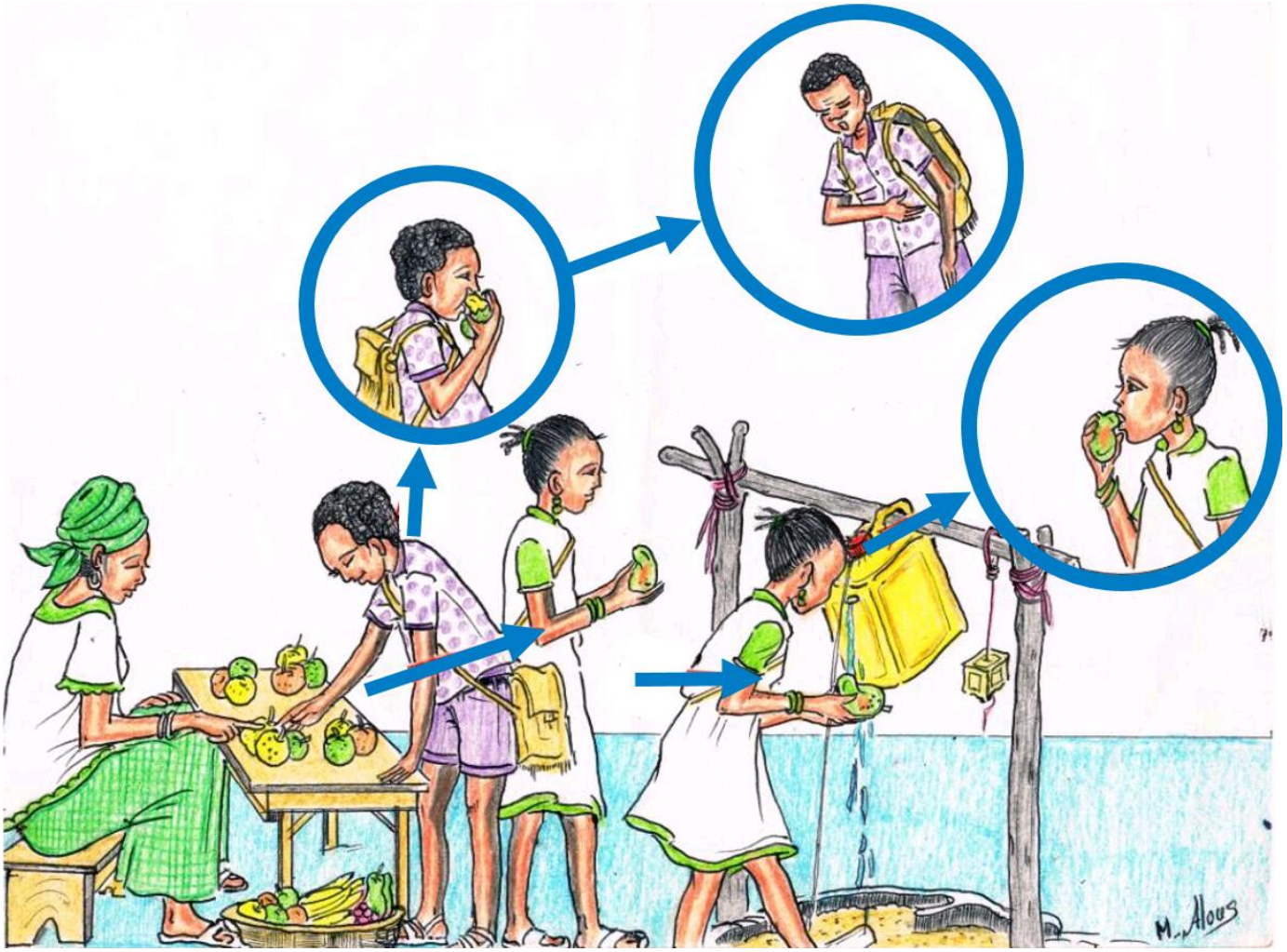


Thème 3.6 L'assainissement du cadre de vie





Thème 3.7 L'hygiène alimentaire



11.10 RANO MADIO AT SCHOOL (Drinking water at school) – Madagascar

REPUBLIQUE DE MADAGASCAR
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

RANO MADIO À L'ÉCOLE

(De l'eau potable à l'école)



Guide de l'enseignant

Rano Madio à l'École

Guide de l'enseignant

Table des matières

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS ..... **IV**

LISTES DES ANNEXES ..... **IV**

AVANT-PROPOS ..... **V**

1. INTRODUCTION GÉNÉRALE **6**
1.1. Les partenaires 6
1.2. Contexte 6

2. OBJECTIF DU GUIDE **8**
2.1. Objectif général 8
2.2. Objectifs spécifiques 8

3. LE TRAITEMENT DE L'EAU À DOMICILE (TED) **8**
3.1. Qu'est-ce que le TED ? 8
3.2. Les équipements et infrastructures d'accompagnement 8

4. LES THÈMES ABORDÉS **9**
4.1. L'eau et la santé 9
4.2. La contamination de l'eau 9
4.3. Le traitement de l'eau 9
4.4. Le processus de chloration de l'eau 9
4.5. Les sources de recontamination de l'eau 10
4.6. Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement 10

5. ORGANISATION DES CONTENUS ET DISCIPLINES D'ACCUEIL **11**

6. L'HYGIÈNE ET SANTÉ BUCCO-DENTAIRE **14**

7. L'APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE **15**
7.1. Comment préparer et conduire une leçon 16
7.2. La participation des élèves et de la communauté 17

8. L'ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES **18**

9. CONCLUSION **18**

10. BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE **19**

11. ANNEXES **19**

Liste des sigles et abréviations

AME	Association des Mères Éducatrices
APE	Association des Parents d'Élèves
API	Approche Pédagogique Intégratrice
APP	Activités Pratiques de Production
CE	Cours Élémentaire
CISCO	Circonscription Scolaire
CM	Cours Moyen
COGES	Comité de Gestion
CP	Cours Préparatoire
DREN	Direction Régionale de l'Education Nationale
GHIMAO	Geste pour l'Hygiène, l'Instruction et contre la Malnutrition en Afrique et en Outre-mer
MEN	Ministère de l'Éducation Nationale
ONG	Organisation Non Gouvernementale
QCM	Question à Choix Multiples
TED	Traitement de l'Eau à Domicile
TP	Travaux Pratiques
WASH	Water Sanitation and Hygien

Listes des annexes

Annexe 1 : Fiche technique production de chlore à l'aide du Mini-WATA et contrôle de qualité 20
Annexe 2 : Fiche technique pour fabrication du Tippy-Tap 24
Annexe 3 : Fiche technique pour l'utilisation du kit solaire Zimpertec 25
Annexe 4 : Modèle de cahier de bord de production du chlore 25
Annexe 5 : Fiches pédagogiques et grilles d'évaluation 26

AUTEURS :

Stanislas Jean Donné Razafimahatratra : Chef de Projet « Rano Madio»

Hugues Crépin Tsivatou: Assistant Pédagogique CISCO Sainte Marie

Pierre-Gilles Duvernay : Responsable du programme Ecole Fondation ANTENNA

Avant-propos

Les collaborateurs du projet « Rano Madio » remercient le Ministère de l'Éducation Nationale de Madagascar, la Direction Régionale de l'Éducation Nationale d'Analanjirofo grâce à qui l'élaboration de ce manuel a été possible.

Le manuel « Rano Madio à l'École : guide de l'enseignant » est le fruit d'un travail d'adaptation du manuel « De l'Eau Saine à l'École » produit en 2013 par les Fondations suisses ANTENNA et SODIS, dans le cadre du programme Eau et Hygiène de la Fondation ANTENNA.

L'édition du manuel adapté intervient dans le contexte de la mise en œuvre du projet « Rano Madio » dans les écoles de l'Île de Sainte Marie à Madagascar par l'association française GHIMAO, la Fondation ANTENNA Suisse et la CISCO Sainte Marie, et en partenariat avec le Ministère de l'Éducation Nationale et la Direction Régionale de l'Éducation Nationale d'Analanjirofo.

Pour de plus amples informations sur ce guide de l'enseignant, vous pouvez nous contacter aux adresses suivantes :

Association GHIMAO France **Les Petites Maisons 18220, Sainte Solange, France** **Michel POULET** **Tél : +33 60 869 85 84** **Email :** michelchicken@hotmail.fr **Site web :** www.ghimao.com	**Fondation ANTENNA Avenue de la Grenade 24,** **1207 Genève, Suisse** **Pierre- Gilles DUVERNAY** **Tél : +41 22 737 12 40** **Email :** pgduvernay@antenna.ch **Site Web:** www.antenna.ch
CISCO Sainte Marie : **Botouhely Alfred** **Chef CISCO Sainte Marie** **Tél: +261 32 73 466 55** **+261 34 25 189 97** **Email :** chef.cisco.nosyboraha@gmail.com	**Chef du Projet Rano Madio** **Stanislas RAZAFIMAHATRATRA** **Tél. +261 34 99 452 02** **Email :** srazafimahatratra@antenna.ch **Site Web :** www.antenna.ch

2ème édition : Rano Madio à l'École : guide de l'enseignant, Septembre 2022

© *Fondation ANTENNA: Tout extrait de ce manuel peut être cité, copié, traduit dans d'autres langues ou adapté, sans autorisation préalable de la Fondation ANTENNA, sous réserve que la source soit clairement mentionnée*

1. Introduction générale

1.1. Les partenaires

Ce guide sur le traitement de l'eau à domicile (TED), dans les écoles a été élaboré dans le cadre du projet « Rano Madio à l'école » en partenariat avec l'association GHIMAO, la Fondation ANTENNA et avec la collaboration du MEN Madagascar, de la DREN Analanjirofo et de la CISCO de Sainte Marie.

L'association française GHIMAO, reconnue d'intérêt général depuis 2008, a conduit des projets dans les domaines de la santé, de l'instruction, de l'eau, au Benin, au Burkina Faso, et au Sénégal. GHIMAO est à l'origine en 2016 du projet Rano Madio, eau saine à l'école, sur l'île de Ste Marie et l'ile aux Nattes à Madagascar. Depuis le mois de janvier 2019, GHIMAO effectue dans un étroit partenariat avec la Fondation ANTENNA, la gestion, la coordination, le suivi du projet et le co-financement du projet.

La Fondation Antenna basée à Genève en Suisse est engagée dans la recherche scientifique et la diffusion de solutions technologiques, économiques et médicales, pour répondre aux besoins essentiels des communautés les plus vulnérables afin d'assurer l'autonomie des populations locales.

Dans le domaine de l'eau, la Fondation Antenna, grâce à la technologie WATA qu'elle a développée, propose une solution peu coûteuse et adaptée aux réalités du terrain pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans les pays en voie de développement. En effet, la technologie WATA permet de purifier jusqu'à 2000 litres d'eau grâce à la solution chlorée qu'elle peut produire en trois heures, avec du sel, de l'eau et une source d'électricité pour alimenter le Mini-WATA. La Fondation ANTENNA effectue dans un étroit partenariat avec l'association GHIMAO, la gestion, la coordination, le suivi du projet et le co-financement du projet.

1.2. Contexte

A Madagascar, près de 13 millions de personnes n'ont pas d'accès à l'eau potable. De plus, une contamination de l'eau a pour grave conséquence une forte prévalence des maladies hydriques telles que la diarrhée, le choléra et l'hépatite A. Ces maladies touchent en particulier les enfants et compromettent leur scolarisation. Pour les 2 ans à venir, le projet Rano Madio vise à étendre son programme dans toutes les écoles dont 7 nouvelles bénéficiaires directes et les 12 autres restantes bénéficiaires indirectes avec le projet de chloration du réseau de JIRAMA. Il permettra ainsi d'améliorer l'accès à l'eau potable, de sensibiliser les élèves aux questions d'hygiène et de diminuer l'absentéisme scolaire.

Pour mener à bien les actions et objectifs visant une amélioration durable des conditions de vie des populations, les partenaires s'appuient notamment sur le milieu scolaire car ils sont convaincus que les élèves sont de véritables acteurs de changement au sein des communautés. C'est dans ce cadre qu'ils entendent développer, pour les écoles, une approche didactique et pédagogique du TED.

Des études menées par Antenna ont démontré que la qualité de l'eau peut être affectée négativement non seulement au moment de son prélèvement et de sa période de stockage, mais aussi au moment de sa consommation, notamment en fonction du type de contenant, du transport, du lieu et de la durée

du stockage. Une autre étude sur l'état des lieux du TED dans l'enseignement à Madagascar a démontré l'insuffisance de dispositifs appropriés dans les écoles, ainsi que la rareté de modules spécifiques de formation visant à transmettre aux élèves des compétences pratiques en matière de TED. Dans les programmes scolaires à Madagascar, les disciplines comme les exercices d'observation, l'éducation civique et morale, abordent de façon théorique des thèmes tels que l'eau potable, l'hygiène, la santé, les filtres et les désinfectants. Elles ont pour objectif de donner aux élèves des connaissances sur l'eau et sa potabilisation, mais nécessitent d'être renforcées et complémentées.

Face à cette insuffisance en matière d'enseignement dans les domaines de l'hygiène, de l'assainissement et du traitement de l'eau, les auteurs ont conçu, avec l'appui technique de la CISCO, le présent guide à l'usage des enseignants. Ce guide s'inspire du manuel de formation « De l'Eau Saine à l'École », produit par les Fondations Antenna et Sodis, avec l'appui de la Confédération suisse. Pour des besoins d'adaptation, certains termes de ce manuel de formation ont été reformulés afin de tenir compte du contexte malgache. Ce manuel permet aux enseignants de transmettre de manière efficace à leurs élèves des compétences en matière de consommation d'eau potable, d'hygiène et d'assainissement

2. Objectif du guide

2.1. Objectif général

Le présent guide vise à donner aux enseignants et aux élèves des connaissances sur l'eau qui peuvent apporter un changement durable au niveau de la communauté.

2.2. Objectifs spécifiques

- Expliquer le TED, avec ses composantes et ses avantages
- Enseigner les caractéristiques, le fonctionnement et l'entretien du Mini-WATA
- Conduire un travail pratique sur la production de chlore et la potabilisation de l'eau dans les classes grâce au dispositif Mini-WATA
- Enseigner les bonnes pratiques pour la mise en place et le maintien du matériel nécessaire pour le TED dans une école
- Susciter des changements de comportement en matière d'hygiène et d'assainissement

N.B : Pour atteindre ces objectifs, il est recommandé d'utiliser la méthode participative centrée sur l'enfant qui permettra d'asseoir chez lui des compétences en Eau, Hygiène et Assainissement.

3. Le traitement de l'eau à domicile (TED)

3.1. Qu'est-ce que le TED ?

Le TED peut être défini comme la prise en compte de l'ensemble des mesures et des comportements à adopter en vue de garantir l'utilisation d'eau de qualité.

C'est une technique qui a pour particularité de prendre en compte chaque stade de la chaîne de l'approvisionnement en eau, depuis son prélèvement (forage, puits, rivière, robinet, etc.), jusqu'à son utilisation (boisson, cuisine, lavage, etc.), en ayant pour objectif d'éviter la contamination de l'eau au cours de ce processus. En effet, la manière dont l'eau est prélevée, transportée et stockée, sont autant d'éléments qui peuvent entraîner la détérioration de sa qualité, avant même qu'elle ne soit utilisée.

Les thématiques de l'eau, de la santé, de la nutrition, de l'hygiène et de l'assainissement font déjà partie du programme scolaire malgache. **Le TED ne doit donc pas être considéré par l'enseignant comme une charge supplémentaire, mais comme une amélioration de l'enseignement/apprentissage dans les domaines de l'hygiène et de l'eau et assainissement, pour le rendre plus efficace à long terme.**

3.2. Les équipements et infrastructures d'accompagnement

La mise en œuvre du TED à l'école nécessite les équipements et infrastructures suivants :

- 1 kit complet Mini-WATA ;
- 1 module solaire pour l'alimentation du Mini-WATA en énergie (ou autre source d'énergie tel que le réseau électrique national) ;

- 1 poste d'eau potable par classe (fontaine de classe) ;
- Des dispositifs de lavage des mains, c'est-à-dire, des bidons à robinet à bascule, communément appelés « Tippy-Tap ». Ils seront placés à proximité des latrines et des classes ;
- Des latrines ;
- 1 point d'approvisionnement en eau.

En combinant éducation et équipements adaptés, l'école est en mesure de créer l'environnement hygiénique nécessaire à l'épanouissement des élèves. Des installations solides et placées aux bons endroits permettent aux enfants de mettre en œuvre les compétences acquises et facilitent l'intégration de nouveaux comportements dans la vie scolaire quotidienne.

Le choix et l'installation des équipements et infrastructures doivent respecter les principes suivants :

- Être adaptés aux enfants : taille, âge, sexe, situation de handicap ;
- Être faciles d'utilisation et de nettoyage ;
- Être résistants ;
- Ne pas nuire à l'environnement ;
- Tenir compte des réalités sociales, culturelles et économiques de la communauté : modèles peu onéreux pour l'entretien.

4. Les thèmes abordés

4.1. L'eau et la santé

- L'eau : une matière précieuse ;
- L'eau : voie de transmission de maladies (Chaîne du péril fécal) ;
- La prévention des maladies liées à l'eau ;

4.2. La contamination de l'eau

- L'eau potable et l'eau sale ;
- Les sources de contamination de l'eau.

4.3. Le traitement de l'eau

- L'ébullition ;
- Le filtrage ;
- Le traitement par le rayon solaire ;
- La chloration.

4.4. Le processus de chloration de l'eau

- Le chlore et la technique de production du chlore ;

- Les différentes étapes de la chloration ;
- Le contrôle de la qualité de l'eau ;

4.5. Les sources de recontamination de l'eau

- Transport ;
- Stockage ;
- Manipulation.

4.6. Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement

- La fabrication du dispositif de lave-mains Tippy-Tap ;
- Le lavage des mains ;
- L'utilisation et l'entretien des latrines ;
- L'utilisation et l'entretien des points d'eau ;
- L'assainissement du cadre de vie ;
- L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire.
- Hygiène et santé bucco-dentaire

5. Organisation des contenus et disciplines d'accueil

Thèmes	Objectifs spécifiques	Discipline d'accueil	Domaines taxonomiques	Contenus spécifiques /niveau	Méthodes et techniques	Matériel/Supports pédagogiques	Outils et instruments d'évaluation
1. L'eau et la santé	Considérer l'eau comme une ressource précieuse	ECM	Socioaffectif	L'eau : une matière précieuse CP/CE/ CM	Méthodes Participatives	Matériel : CP/CE : mise en situation de la rareté de l'eau CM : 2 bouteilles en PET, 0,5litres d'eau brute, 5 grammes de sel et 1 seringue	Grille d'observation sur l'attitude des élèves dans l'utilisation de l'eau du PEP et du forage, des lave-mains
	Être capable d'identifier les problèmes liés à l'eau et à l'hygiène dans la communauté	Exercices d'observation	Cognitif	L'eau : voie de transmission de maladies (Chaine du péril fécal) CE/CM	Méthodes participatives	Images : voies de transmission des maladies, tiges	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
	Citer des bonnes pratiques pour prévenir les maladies liées à l'eau	Exercices d'observation	Cognitif	La prévention des maladies liées à l'eau CE/CM	Méthodes participatives	Matériel : matériel de dessin Images : Voies de transmission des maladies, Obstacles à la transmission des maladies	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
2. La contamination de l'eau	Faire la différence entre l'eau potable et l'eau insalubre	Exercices d'observation	Cognitif	L'eau potable et l'eau sale CP/CE/CM	Méthodes participatives	Matériel : matériel de dessin, eau récipient Image : L'eau d'un peu plus près (eau sale avec des parasites visibles)	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
	Citer les étapes durant lesquelles l'eau peut potentiellement être contaminée	**Exercices d'observation**	**Cognitif**	**Les sources de contamination de l'eau CE/CM**	**Méthodes participatives**	**Images : La contamination de l'eau**	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes

3. Le traitement de l'eau	Énoncer et décrire quatre méthodes de traitement de l'eau ;	Exercices d'observation	Cognitif	- L'ébullition CE/CM '- Le filtrage CE/CM Le traitement par le solaire CE/CM - La chloration CE/CM	Méthodes participatives	Récipient pour bouillir l'eau Image d'une femme filtrant de l'eau Bouteille en PET Flacon de chlore	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
4. Les processus de chloration	Être capable de produire du chlore	Exercice d'observation APP	Psychomoteur	Le chlore et la technique de production du chlore CE/CM	Méthodes participatives, Démonstration Travaux pratiques	Matériel : sel, eau Matériel - Boîte à outils 1 kit Mini-WATA 1 panneau solaire (optionnel) Réactif WataTest Manuels d'utilisation relatifs au Mini-WATA	QCM Questions dichotomiques Questions d'appariements exercices à trou Questions ouvertes
	Être capable de traiter de l'eau à l'aide du chlore	Exercice d'observation APP	Psychomoteur	Les différentes étapes de la chloration CE/CM	Méthodes participatives, démonstration	Matériel : du chlore liquide, de l'eau, 1 seringue, le Manuel d'utilisation « Utilisation du concentré de chlore actif Réactif WATA-Blue »	Grilles d'observation
5. Les sources de recontamination de l'eau	Considérer la conservation adéquate et la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau	ECM	Socio-affectif	Le transport CP/CE/CM Stockage CP/CE/ CM	Méthodes participatives	Images sur le transport de l'eau (bidons sales, ouverts, plats couverts de feuilles en termes de bouchon Images : Prévenir une recontamination, Stockage inadéquat de l'eau (jarre ouverte, fermée avec planchette/bien fermée) Infrastructure : station eau potable PEP	Grilles d'observation Grilles d'observation Grille d'observation
6. Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement	Être capable de fabriquer un dispositif de lave-mains Tippy-Tap	APP TP Science	Psychomoteur	La fabrication du dispositif de lave-mains Tippy-Tap CE/CM	Démonstration Travaux de groupes	Bidons perches, fourches en bois, fil, savon, eau propre, gravillon, pointe, bougie, pince, pioche, cendre, ciment, concept note sur la fabrication	Grille d'observation
	Être capable de se laver correctement les mains	ECM	Psychomoteur	Démonstrations de lavage des	Méthodes participatives	Tippy-Tap, savon, eau propre, cendre	Grilles d'appréciation

				mains CP/CE/CM			
	Être capable d'utiliser des toilettes/latrines de façon hygiénique	ECM	Psychomoteur	L'utilisation et l'entretien des latrines CP/CE/CM	Méthodes participatives	Savon/cendres/détergent Toilettes ou latrines boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des latrines, chlore	Grilles d'appréciation Grille d'observation
	Être capable d'utiliser des points d'eau de façon hygiénique	ECM	Psychomoteur	L'utilisation et l'entretien des points d'eau CP/CE/CM	Méthodes participatives	Points d'eau, matériel d'entretien Boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des points d'eau	Grilles d'appréciation Grille d'observation
	Participer à l'assainisse- ment de son cadre de vie	ECM	Psychomoteur	L'assainissement du cadre de vie CP/CE/CM	Méthodes actives Causerie Démonstration Application Simulation Jeux de rôle	Affiches Dessins Supports audiovisuels Matériel d'hygiène et d'assainissement	Questions/ réponses Grille d'observation
	Manifester des comportements qui traduisent les bonnes habitudes d'hygiène	ECM	Socio-affectif	L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire CP/CE/CM	Méthodes actives Causerie Démonstration Application Simulation Jeux de rôle	Affiches Dessins Supports audiovisuels Matériel d'hygiène et d'assainissement	QCM, Questions dichotomiques Questions d'appariements Exercices à trou Questions ouvertes Grilles d'observation
	Être capable de se brosser les dents correctement	ECM	Cognitif	Démonstration de brossage des dents	Méthode participative, démonstration et travaux pratiques	Images sur le brossage des dents, dents saines et propres	QCM, Questions dichotomiques Questions d'appariements Questions ouvertes Grilles d'observation

6. L'hygiène et santé bucco-dentaire

Brossage des dents :

Le brossage des dents aide à nettoyer l'intérieur de la bouche et surtout les dents. En brossant les dents, on élimine le dépôt de sucre sur l'émail des dents et conserve la fraicheur de la bouche.

Il faut brosser les dents au moins 2 fois par jour.

- À la maison : Brosser les dents après chaque repas ;

- À l'école : Brosser les dents à la récréation avec les camarades de classe, avec du dentifrice, un gobelet individuel et de l'eau « Rano Madio ». Cracher en dehors de la salle de classe dans un récipient (s'il y en a) ou par terre. Et enfin, stocker la brosse à dent dans un endroit propre, et destiné au stockage.

La carie dentaire est une maladie touchant, en premier, l'émail des dents, puis se propage en profondeur et sans soins, peut atteindre la dentine, la pulpe dentaire et finalement, une douleur peut être ressentie avant l'apparition d'abcès lorsque la carie atteint le ligament.
Les causes de la carie dentaire :

- Le mauvais brossage des dents : ne pas se brosser les dents ou le mauvais brossage des dents va laisser dans sa bouche des bactéries présentes sur la plaque dentaire. La seule façon d'éliminer la plaque nocive est le **brossage régulier.** Sans un brossage régulier, les bactéries s'accumulent sur la dent.

- **Les boissons ou aliments sucrés** : les bactéries présentent dans la bouche se transforment, avec la salive, en plaque dentaire. **Les bactéries de la plaque dentaire utilisent le sucre et le transforment en acide.** Au fil du temps, l'acide dissout la protection minérale des dents, l'émail. Au fur et à mesure que l'acide détruit l'émail, **un trou (la carie)** apparaît. Si un dentiste n'intervient pas pour guérir la carie elle peut s'étendre et atteindre la couche inférieure, la dentine. Si la décomposition de la dent continue, la carie continue de s'étendre et peut finalement atteindre le **nerf dentaire causant des douleurs, ou même provoquer un abcès** (gonflement de la gencive) rempli de pus. Cela peut être très douloureux et parfois la dent doit être enlevée.

Prévention de la carie dentaire :

Mieux vaut prévenir que guérir. Dans le cas de la carie dentaire, la prévention est efficace et passe par une bonne hygiène buccale avec des brossages réguliers, au minimum deux fois par jour, idéalement trois fois par jour après chaque repas. Nous pouvons empêcher l'apparition des caries en limitant notre consommation de boissons et d'aliments riches en sucre, en évitant le grignotage, en buvant de l'eau à la fin de chaque repas et en nous brossant soigneusement les dents au moins deux fois par jour avec du dentifrice au fluor pendant 2 minutes. Le fluor contenu dans le dentifrice renforce nos dents et ralentit l'apparition des caries. Pour un effet optimal, nous devons nous brosser les dents deux fois par jour.

7. L'approche méthodologique

Le TED se base sur une méthodologie qui met l'accent sur les compétences de la vie courante et se fonde sur le fait **qu'aucun changement durable de comportement ne pourra se produire sans une prise de conscience et une compréhension de certaines questions de santé publique**. Pour atteindre cet objectif, le TED vise à la fois l'acquisition des **connaissances**, la transformation des **mentalités** et le développement **d'aptitudes pratiques**.

- **L'acquisition des connaissances** : elle se fait en s'appuyant sur des faits relatifs aux maladies locales et l'incompréhension de la relation entre certains faits, notamment comment la consommation d'eau saine permet de réduire le risque de maladies.

- **Les mentalités** : elles englobent les partis pris et les préférences personnelles, comme le bien et le mal, l'important et le non-important. Elles prédisposent les individus à agir de manière prévisible. Par exemple, la mentalité consistant à voir les excréments à l'air libre (sur les plages) comme un problème, prédispose les gens à une élimination sûre des matières fécales.

- **Les aptitudes pratiques** : ce sont des aptitudes acquises en vue d'obtenir des résultats prédéterminés. Les leçons mettent l'accent sur les compétences pratiques, comme le lavage adéquat des mains et des compétences de vie telles que l'assertion.

Le TED se veut de manière générale très **participative**. Il s'agit, par des mises en situation et des exemples adaptés au contexte local, de faire prendre conscience aux participants des problèmes auxquels ils sont personnellement confrontés et de les amener à élaborer des solutions à la lumière des connaissances acquises au fil du cours. La technique de TED adapte aussi ces éléments au contexte de l'école en tirant avantage de l'énergie et de la soif d'apprendre des enfants par le développement d'activités ludiques (images, jeux, chansons, etc.) pour l'apprentissage.

L'Information-Éducation-Communication pour le Changement de Comportement sera privilégiée avec les approches « Participatory Hygiene And Sanitation Transformation » (PHAST)[1] et « Children's Hygiene and Sanitation Training » (CHAST)[2]

L'Approche Pédagogique Intégratrice (API) est quant à elle utilisée pour les enseignements-apprentissages participatifs.

1 PHAST: approche de sensibilisation des communautés pour la promotion de bonnes pratiques d'hygiène, l'amélioration de l'assainissement et la gestion communautaire des infrastructures d'approvisionnement en eau et d'assainissement

2 CHAST: adaptation de PHAST à utiliser avec les enfants

7.1. Comment préparer et conduire une leçon

Chaque thème abordé est développé avec une ou plusieurs fiches pédagogiques selon la démarche de l'Approche Pédagogique Intégratrice (API).

Classe : CE/CM	**Effectif : Total ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	
Discipline :	
Thème :	
Titre :	
Méthodes/technique :	
Objectifs d'apprentissage :	
Matériels/supports :	
Disposition spatiale :	
Documents/bibliographie :	
Durée :	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)
PHASE DE PRÉSENTATION		
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré- requis	- Propose des exercices oraux ou et écrits Pose des questions sur la leçon précédente - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger	- Traitent les exercices proposés Répondent aux questions posées Corrigent
Motivation	- Présente une situation à même de déclencher un intérêt pour l'apprentissage du jour	- Écoutent
Justification	- Communique les objectifs de la leçon Accorde un temps d'échanges aux élèves	- Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux
PHASE DE DÉVELOPPEMENT		
Présentation de la situation d'apprentissage	- Présente la situation d'apprentissage - Pose des questions en rapport avec la situation d'apprentissage - Fait un constat des appréhensions des élèves sur l'objet d'apprentissage	- Écoutent Répondent aux questions
Analyse/Échanges/ production	Donne des consignes de travail (manipulations, productions, émission d'hypothèses, recherche de solutions…)	Exécutent les consignes
Synthèse/application	- Donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Récapituler ○ Formuler la synthèse ou le résumé qu'il porte au tableau ○ Lire la synthèse élaborée ○ Appliquer…	- Exécutent les consignes : Récapitulent Formulent la synthèse ou le résumé Lisent la synthèse élaborée - Appliquent…
ÉVALUATION		

Étape 1 : Évaluation des acquis	- Donne des tâches d'évaluation : o Exercices/contrôle des acquisitions o Correction o Vérification o Défis additionnels (d'autres exercices de niveau plus élevé au besoin) o Remédiation	- Traitent les exercices Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient ses propres comportements - Corrigent ses erreurs - Traitent les défis additionnels - Écoutent les explications - Complémentaires
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Donne une activité de prolongement/ transfert en lien avec la notion étudiée et incite les apprenants à l'exécuter ou propose des consignes de travail de maison aux élèves	Prennent l'engagement de mener ladite activité Les élèves exécutent les consignes

7.2. La participation des élèves et de la communauté

L'implication effective des élèves et des membres des communautés est indispensable pour l'atteinte des objectifs en matière d'hygiène et d'assainissement.

- **Le Club de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement**

Le club d'hygiène est un club scolaire qui regroupe, selon la taille de l'école, un enseignant et une dizaine d'élèves, dans le but de faire fonctionner et d'entretenir les infrastructures. Les membres du club agissent en tant qu'agents du changement auprès de leurs pairs, de leur famille et de toute la communauté. La participation au club est volontaire.

Le club a comme activités :

- La production quotidienne de chlore ;
- L'entretien des dispositifs d'eau potable dans les classes et des lave-mains. Il contrôle l'état des lave-mains et notamment s'il reste suffisamment d'eau et de savon, ainsi que la chloration de l'eau de boisson dans les différentes classes. Il organise l'approvisionnement si nécessaire ;
- L'entretien des toilettes ou latrines et du point d'eau : il vérifie tous les jours si les toilettes/latrines sont propres et organise le nettoyage ;
- La sensibilisation et l'éducation des pairs : le club organise des activités socio-récréatives de sensibilisation à l'endroit des autres élèves et des membres de la communauté.

Il veille à l'hygiène et au contrôle de la qualité dans le petit marché de l'école et de la cuisine. Un club peut contenir jusqu'à 7 membres qui ont des rôles divers :

- 1 responsable
- 1 secrétaire
- 1 chargé de la production du chlore 1 chargé du contrôle qualité
- 1 chargé de la sensibilisation 1 trésorier
- 1 chargé des relations avec la communauté.

Le club bénéficie de l'accompagnement d'un enseignant qui est son conseiller.

- Les COGES, APE, AME

Le COGES, l'APE et l'AME en tant que premiers partenaires de l'école, mettent leurs ressources et leur expérience à contribution pour faire de leur école une référence en matière d'hygiène et d'assainissement. Ils prennent en compte l'Eau et l'assainissement dans leur plan d'action en mettant en œuvre des activités telles que la mobilisation sociale, le plaidoyer, la sensibilisation de leurs membres, la réparation et la réfection des infrastructures etc.

8. L'évaluation des apprentissages

L'évaluation des apprentissages considère des domaines taxonomiques. Ainsi les enseignants ont recours à des questions fermées (QCM, Dichotomiques, Appariement), et ouvertes dans le domaine cognitif. Pour les apprentissages des domaines psychomoteur (savoir-faire) et socio-affectif (savoir-être), on utilisera des grilles d'observation, des grilles d'appréciation et les listes de vérification. En outre, des jeux concours sur l'hygiène et l'assainissement seront organisés entre les différentes écoles.

9. Conclusion

L'étude de base dans le cadre de la mise en œuvre du projet a révélé des limites dans le domaine de l'enseignement de l'hygiène et de la prévention contre les maladies liées à l'eau dans les écoles de l'Îles Sainte Marie. Le Ministère de l'Éducation Nationale (MEN), la DREN et la CISCO, en partenariat avec l'association GHIMAO et la fondation Antenna, ont entrepris d'agir tant au niveau des équipements dans les écoles qu'au niveau des contenus d'enseignement dans le domaine de l'hygiène et l'assainissement.

Le projet « Rano Madio » s'appuie sur les principes du traitement de l'eau à domicile (TED), c'est-à-dire qu'il tient compte de toutes les étapes allant du prélèvement de l'eau jusqu'à sa consommation. Cette technique met notamment l'accent sur la pratique et un enseignement interactif, avec la mise en place d'une production quotidienne de chlore dans les écoles pour la potabilisation de l'eau, qui se fait grâce à la technologie WATA.

En parallèle, la technique qui est mise en place pour le développement des six thèmes du module est axée autour d'objectifs d'enseignement-apprentissage en termes de connaissances, de mentalités et d'aptitudes pratiques. Ces deux dernières, primordiales dans cette approche, seront rendues possibles par un enseignement-apprentissage résolument participatif et inclusif. Cet enseignement-apprentissage rend notamment possible le transfert des compétences acquises par les élèves dans leurs communautés respectives et, ainsi, permet une amélioration des habitudes d'hygiène et d'assainissement à plus grande échelle et sur le long terme.

10. Bibliographie et Webographie

1. Duvernay, P.-G. et al. (2015) : Présentation Projet École au Burkina Faso
2. Direction de la nutrition, Ministère de la santé, Burkina Faso (2016): Boîte à images
3. Fondation Antenna, SODIS (2013) : De l'Eau Saine à l'École, 1ère édition
4. Fondation Antenna (2015) : Rapport général de l'atelier sur le Traitement de l'Eau à Domicile TED/ Restitution des résultats des études dans le cadre du Concept global WATASOL. SODIS : « de l'eau saine à l'école », Ouagadougou
5. HIEN, L. (2014) : l'état des lieux du traitement de l'eau à domicile (TED) dans l'enseignement au Burkina Faso : cas des écoles de la Province du Kadiogo
6. Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation du Burkina Faso (2014) : Cadre d'Orientation du Curriculum de l'Éducation de base
7. Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Alphabétisation du Burkina Faso (2017-2021): Programme National Santé-Hygiène-Nutrition en milieu scolaire
8. http://www.education.gov.mg/wp-content/uploads/2016/10/PROGRAMMES-SCOLAIRES-7eme.pdf
9. https://answers.practicalaction.org/our-resources/item/manuel-de-construction-d-un-tippy-tap
10. https://www.antenna.ch/fr/
11. https://www.unicef.org/fr/
12. http://www.mena.gov.bf/
13. LOVEY, M. (2017). Historique du Projet « Eau Saine à l'École » au Burkina Faso
14. https://www.pseau.org/outils/ouvrages/meah_affiche_pour_le_lavage_des_mains_avec_du_savon_pour_lutter_contre_le_covid_19_2020.pdf

11. Annexes

Annexe 1 : Fiche technique production de chlore à l'aide du Mini-WATA et contrôle de qualité

Annexe 2 : Fiche technique pour fabrication du Tippy-Tap

Annexe 3 : Fiche technique pour l'utilisation du kit solaire Zimpertec

Annexe 4 : Modèle de cahier de bord de production du chlore

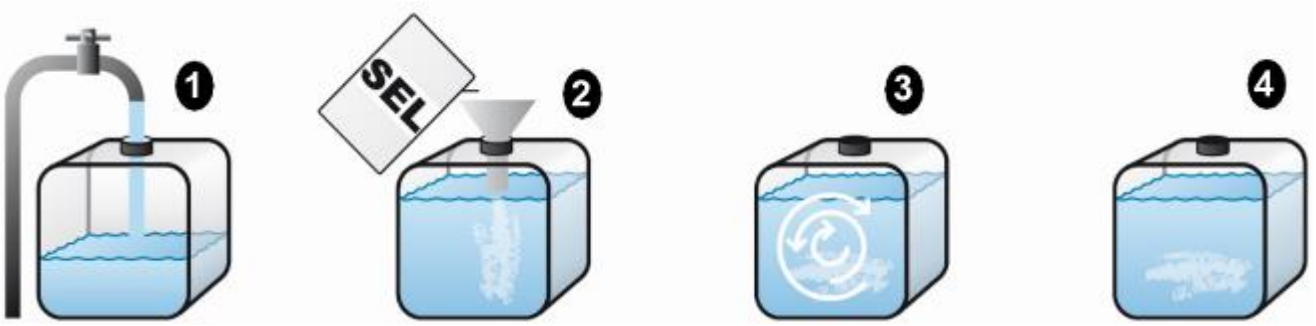
Annexe 5 : Fiches pédagogiques et grilles d'évaluation

Annexe 6 : Illustrations

Annexe 1 : Fiche technique production de chlore à l'aide du Mini-WATA et contrôle de qualité

CHECKLIST PRODUCTION DE CHLORE/CHLORATION/CONTRÔLE QUALITÉ AVEC LE MINI-WATA

1. Préalable : préparer une saumure saturée



1.1 Prendre un bidon de 1 L non métallique ou une bouteille de 1 L transparente et remplir le bidon ou la bouteille avec de l'eau suffisamment claire.

1.2 Ajouter environ 400 g de sel.

1.3 Mélanger et secouer le bidon ou la bouteille pour dissoudre le sel dans l'eau (15 minutes environ).

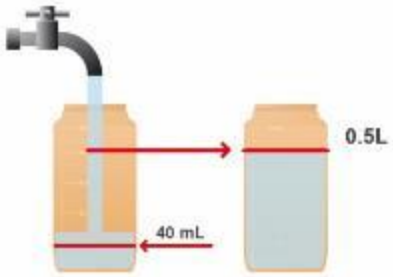
1.4 S'assurer qu'il reste quand même du sel au fond du récipient, et s'il n'en reste pas, en rajouter et secouer de nouveau

NB : La saumure ainsi préparée se conserve pendant longtemps. Il suffit de ne pas secouer le récipient contenant la saumure et de s'assurer avant chaque utilisation qu'il reste toujours du sel au fond du récipient.

2. Rassembler le matériel nécessaire à la production

- 1 kit Mini-WATA
- la saumure saturée préalablement préparée
- de l'eau claire et à basse température
- un support en bois ou plastique pour poser le bidon et la batterie

3. Lancer la production



3.1 Mettre 40 ml de saumure saturée dans le récipient brun de 0.5 L fourni par le kit Mini-WATA

3.2 Compléter le contenu du récipient avec de l'eau claire jusqu'à un total de 0.5 L (jusqu'au cou du récipient)

3.3 Plonger totalement le Mini-WATA dans l'eau salée

3.4 Brancher le Mini-WATA à la batterie et écrire l'heure du branchement. De la fumée doit se dégager du récipient

3.5 Attendre 2 heures et débrancher le Mini-WATA, puis le sortir du bidon

3.6 Rincer le Mini-WATA avec de l'eau propre et le ranger

4. Mesurer la concentration en chlore actif de la solution produite avec le WATA-Test

4.1 Bien mélanger la solution que vous venez de produire

4.2 Avec la pipette en plastique, prélever 2 ml de votre production et les verser dans le petit récipient blanc

4.3 Agiter la bouteille de réactif WATA-Test

4.4 Remplir la seringue avec le réactif WATA-Test

4.5 Maintenir la seringue remplie du réactif WATA-Test en position verticale au-dessus du récipient blanc contenant 2 ml de votre production

4.6 Appuyer pour laisser tomber goutte à goutte le réactif dans le petit récipient blanc contenant 2 ml de votre production

4.7 A chaque goutte qui tombe dans les 2ml de votre production, secouer le petit récipient blanc pour obtenir un bon mélange du réactif avec la solution

4.8 Compter le nombre de gouttes et observer la couleur de votre solution

4.9 Quand la solution change de couleur, arrêter de presser la pipette

4.10 Déterminer le nombre de gouttes tombées dans le petit récipient blanc

4.11 Diviser le nombre de goutte par 2 ; le résultat obtenu est le nombre de g/l (concentration) de votre solution d'hypochlorite de sodium (Chlore).

Exemples : 8 gouttes /2 = 4 g/l ; 12 gouttes/2= 6g/l ; **10 gouttes =5g/l.**

4.12 Transvaser votre chlore dans un récipient opaque et l'étiqueter (Date de production-concentration)

4.13 Renseigner le cahier de bord sur la production

NB : il ne faut jamais que le réactif WATA-Test et sa seringue soient en contact avec le chlore sinon il devient inutilisable et donne de faux résultats

NB2 : si vous utilisez la solution chlorée plus de 24 heures après l'avoir produite, il faut de nouveau vérifier sa concentration en chlore avec le WATA-Test. Il ne faut pas utiliser de solution chlorée plus de 48 heures après sa production

6. Les étapes de la chloration de l'eau de boisson

Il faut scrupuleusement respecter les doses prescrites pour avoir une bonne désinfection de votre eau.

Concentration en chlore actif donnée par le WataTest	Volume d'eau à désinfecter			
	10 L	20 L	50 L	100 L
3 g/L	5.0 mL	10.0 mL	25 mL	50.0 mL
4 g/L	3.8 mL	7.5 mL	18.75 mL	37.5 mL
5 g/L	3.0 mL	6.0 mL	15 mL	30.0 mL
6 g/L	2.5 mL	5.0 mL	12.5 mL	25.0 mL

Si après le WATA-Test, votre chlore est concentré à 5g/l par exemple, voici **comment vous pouvez désinfecter 20 L d'eau de boisson.**

5.1. Avec la seringue, prélevez 5 ml de chlore que vous avez produit et testé



5.2. Verser les 6 ml de chlore dans le contenant des 20 L d'eau à désinfecter



5.3. Secouer le contenant pour bien mélanger le contenu





5.4. Attendre 30 minutes

7. Contrôler le chlore résiduel et la qualité de votre chloration avec le WataBlue



7.1. 30 minutes après la chloration, prélever 5 ml d'eau traitée
7.2. Verser les 5 ml d'eau dans le tube à essai
7.3. Ajouter une goutte WATA-Blue puis agiter le tube à essai





7.4. Observer le résultat :

- Si l'échantillon est bleu clair  cela veut dire que le dosage est bon et que l'eau peut être consommée

- Si l'échantillon est incolore  cela veut dire qu'il n'y a pas assez de chlore résiduel dans l'eau, donc il faut augmenter la dose de chlore, attendre 30mn, et refaire le test

- Si l'échantillon est bleu foncé  cela veut dire qu'il y a trop de chlore dans l'eau, donc il faut la diluer, attendre 30 mn, et refaire le test.

UTILISATION ALTERNATIVE DE LA SOLUTION CHLORÉE EN CAS DE SURPLUS

- Comme la solution chlorée produite ne peut être conservée que 48 heures, ce qui reste de solution chlorée après deux jours de purification de l'eau de boisson peut être utilisé pour d'autres choses.

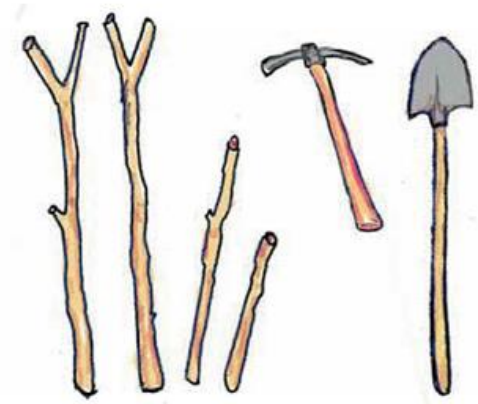
- On peut utiliser la solution chlorée pour le nettoyage des sols et des latrines et pour le lavage des aliments.

- Il faut respecter pour cela les dosages présentés sur le tableau suivant :

Utilisation	Concentration recommandée de la solution chlorée	Volume d'hypochlorite de sodium à 5g/L	Volume d'eau équivalent	Procédure
Sols (y compris les sols et murs des latrines)	0.8 g/L	1	5.25	Laver avec la solution chlorée, laisser 5 min en contact, puis rincer
Lavages des aliments et crudités	0.05 g/L	1	99	Laisser tremper les aliments dans la solution chlorée pendant 5 min, frotter, puis rincer

NB : La fonction du Mini-WATA dans ce projet est de produire une solution chlorée pour purifier l'eau. Ces usages alternatifs doivent être envisagés uniquement s'il y a trop de solution chlorée par rapport à l'eau de boisson nécessaire pour 48 heures.

Annexe 2 : Fiche technique pour fabrication du Tippy-Tap



2 bâtons fourchu de 2m –
1 bâton droit de 1m50
1 bâton droit de 60cm



Du gravier



Ficelle Un clou et une bougie



1. Creusez des trous de 30cm de profondeur espacés de 2 m



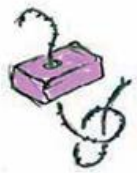
2. Introduisez les bâtons fourchus dans le sol
Huilez la base des bâtons pour les protéger des termites



3. Fixez les bâtons avec du ciment ou des pierres et la terre



4. Chauffez le clou avec la bougie et faites deux trous dans le bidon



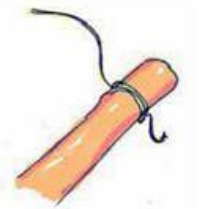
5. Faites un trou dans le savon et enfilez la ficelle pour l'attacher au Tippy-Tap



6. Remplissez le bidon d'eau et accrochez-le au Tippy-Tap avec le savon



7. Attachez la ficelle à hauteur du bouchon du bidon

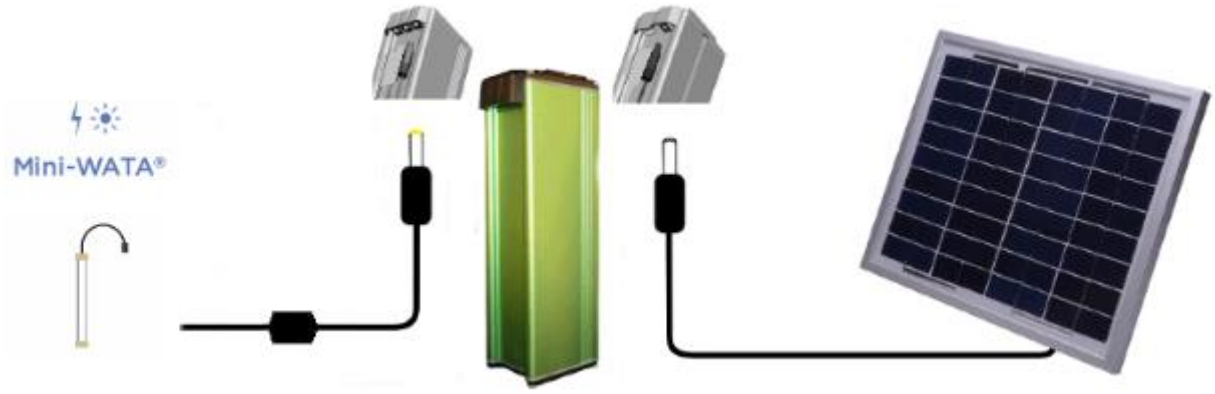


8. Attachez l'autre bout de la ficelle à la pédale



9. Creusez un trou (10cm) et remplissez-le de gravier pour éviter la boue sous le bidon

Annexe 3 : Fiche technique pour l'utilisation du kit solaire Zimpertec



Branchez le panneau solaire à la batterie verte. Une batterie pleine permet de faire deux productions de solution chlorée avec le Mini-WATA (4 heures).

Branchez la fiche du Mini-WATA à l'adaptateur, puis la fiche au bout jaune de l'adaptateur à la batterie verte (dans n'importe laquelle des trois prises). Veillez à ce que le Mini-WATA soit immergé au moment de le brancher à la batterie.

Annexe 4 : Modèle de cahier de bord de production du chlore

Date	Nom du responsable	Heure de début	Heure de fin	Quantité produite	Concentration du chlore	Problèmes rencontrés

Annexe 5 : Fiches pédagogiques et grilles d'évaluation

FICHE N°1 : CP

L'eau : une matière précieuse

Classe : CP	**Effectif : Total ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	L'eau : une matière précieuse
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer l'eau comme une ressource précieuse
Matériels/supports :	Mise en situation de la rareté de l'eau
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 mn CP1 /20 mn CP2

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Propose des exercices oraux et/ou écrits ; - Pose des questions sur la leçon précédente ; - Apprécie les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- Traitent les exercices proposés ; - Répondent aux questions posées ; - Corrigent.	Mise au point par l'enseignant de séquence menée
Motivation Justification	Tous les jours nous utilisons de l'eau à la maison et à l'école. C'est pourquoi il est bon de connaitre son origine, son importance et son utilisation.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Je ne peux pas passer une journée sans boire de l'eau ; et si un jour l'eau finissait dans le village ! - Qu'allons-nous devenir ?	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- Échanger avec les élèves en vue de leur montrer combien l'eau est précieuse en mettant en relation l'eau présente au village et l'eau disponible pour la consommation humaine. - S'appuyer sur les exemples de ruptures d'eau dans les pompes domestiques en ville et le tarissement des puits et des marigots en campagne	Exécutent les consignes.	

Synthèse/application	L'eau est une ressource rare et précieuse. Personne ne peut vivre sans l'eau. Nous devons la préserver.	- Exécutent les consignes : ○ Récapitulent ;	
		○ Formulent la synthèse ou le résumé ; ○ Répètent la synthèse élaborée ;	
EVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	Exercices de contrôle des acquis : Pourquoi dit-on que l'eau est une matière précieuse ? Comment fait-on pour économiser l'eau ? Correction Vérification	Répondent aux questions Corrigent ses erreurs	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui gaspille l'eau au niveau du point d'eau, du lave-main et du PEP à l'école ou à la maison	Prennent l'engagement de mener ladite activité Exécutent les consignes	

NB : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 2 CE/CM

La prévention des maladies liées à l'eau

Classe : CE/CM	Effectif : Total .....G : .....F : .....
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologie
Discipline :	Sciences d'observation
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	L'eau : une matière précieuse
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer l'eau comme une ressource précieuse
Matériels/supports :	Mise en situation de la rareté de l'eau*: 2 bouteille,0.5l d'eau, du sel, 1 seringue*
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école : guide de l'enseignant »
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Propose des exercices oraux ou et écrits; - Pose des questions sur la leçon précédente; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donné ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- Traitent les exercices proposés; - Répondent aux questions posées; - Corrigent.	Mise au point par l'enseignant de la séquence menée
Motivation Justification	L'eau est utilisée partout et par tout le monde. Elle est une denrée indispensable pour la vie. C'est pourquoi il est bon de connaitre son origine, son importance et son utilisation.	- Écoutent; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Partir de la situation d'eau dans le village : pénurie, corvée des femmes et des filles, sécheresse... Puis, Remplir la première bouteille avec de l'eau ; elle symbolise toute l'eau présente sur la terre. Verser une cuillérée d'eau dans la seconde bouteille pour symboliser l'eau douce sur la planète terre Extraire une goutte d'eau à l'aide de la seringue ; l'eau restante dans la bouteille représente l'eau douce gelée qui ne peut être utilisée Laisser tomber la goutte sur le sol; cette goutte représente la quantité d'eau disponible dans le monde pour la consommation humaine et animale	- Écoutent; - Répondent aux questions.	

Ana-lyse/Échanges/ production	- Échanger avec les élèves en vue de leur montrer combien l'eau est précieuse en mettant en relation l'eau présente sur la terre et la quantité d'eau utilisable (globe terrestre) - S'appuyer sur les exemples de ruptures d'eau dans les pompes domestiques en ville et le tarissement des puits et des marigots en campagne - Échanger sur les précautions à prendre pour préserver l'eau de consommation	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/application	L'eau est une ressource rare et précieuse. Elle est indispensable pour la vie. Une personne ou un animal ne peut survivre que quelques jours sans eau. La surface de la terre est en majorité couverte d'eau, mais seulement une infime partie de cette eau peut être consommée par l'homme et les autres animaux.	Exécutent les consignes :	
	C'est pourquoi nous devons éviter de gaspiller l'eau que nous avons à notre disposition. Nous devons aussi protéger cette eau qui doit garder sa qualité originale.	- Récapitulent - Formulent la synthèse ou le résumé - Répètent la synthèse élaborée	
Étape 1 : évaluation des acquis	- Exercices de contrôle des acquis : ○ Pourquoi dit-on que l'eau est une matière précieuse ? ○ Donnez 3 précautions à prendre pour préserver notre eau ○ Correction ○ Vérification	- Répondent aux questions - Corrigent ses erreurs	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Construisez un message que vous pourrez donner aux autres élèves et à vos parents pour les inviter à utiliser précieusement l'eau.	- Prennent l'engagement de mener ladite activité - Exécutent les consignes	

NB : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

Grille d'observation de l'attitude de considération de l'eau comme une ressource précieuse

Pour fiches pédagogiques 1 et 2

Objectif : vérifier l'attitude de considération de l'eau comme une ressource précieuse

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____ CLASSE:_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Indicateurs de comportements	Échelle graphique				
	TRO	RO	NO	LPO	TO
Ferme le robinet d'eau après usage					
Évite de gaspiller l'eau au point d'eau					
Interpelle ses camarades qui s'amusent avec l'eau du point d'eau					

TRO = Très rares occasions ; RO = Rares occasions ; NO = Nombreuses occasions ; LPO = La plupart des occasions ; TO = Toutes les occasions.

NB : Pour cette grille, plus on va vers la droite sur l'échelle graphique, plus le degré de satisfaction s'accroît.

FICHE N° 3 CE/CM

L'eau, voie de transmission de maladie (chaîne du péril fécal)

Classe : CE/CM	**Effectif : Total .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologie
Discipline :	Sciences d'observation
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	L'eau : voie de transmission de maladies (Chaîne du péril fécal)
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'identifier les problèmes liés à l'eau et à l'hygiène dans la communauté
Matériels/supports :	Images : Voies de transmission des maladies, tiges, ardoises, craie, stylos, cahiers
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	-On dit que l'eau est une matière précieuse, pouvez-vous nous citer quelques raisons ? - Pour économiser de l'eau qu'est-ce qu'il faut faire ?	- Traitent les exercices proposés - Répondent aux questions posées Corrigent	
Motivation Justification	C'est bien vrai que l'eau est importante pour la vie, mais ce ne sont pas toutes les eaux qui le sont. Nous allons voir dans cette leçon, les problèmes liés à l'eau et à l'hygiène dans la communauté.	- Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne 1 : observez cette image (péril fécal), réfléchissez	- Observent, réfléchissent	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 2 : à partir de l'image, citez les différents éléments qui sont en relation - Consigne 3 : dites la nature des relations qui existent entre les autres éléments et l'eau - Consigne 4 : donnez les conséquences d'une telle relation	- Citent les différents éléments en lien - Précisent la nature des relations entre l'eau et les autres éléments - Donnent les conséquences des relations entre l'eau et les autres éléments : maladies liées à l'eau	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/ application	- Citez les différentes sources de contamination de l'eau - Donnez les conséquences liées à la consommation d'une eau contaminée L'amélioration de la qualité de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement permet d'interrompre les voies de transmission des maladies	- Citent les différentes sources de contamination de l'eau - Donnent les conséquences liées à la consommation d'une eau contaminée	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	- Réponds par vrai ou faux Les selles sont une source de contamination de l'eau : V ou F - Quels conseils peux-tu donner à quelqu'un qui boit une eau de rivière - Parmi les maladies suivantes, choisis celles liées à l'eau: Maux de tête - paludisme - choléra - bilharziose - ver de guinée - gonococcie.	- Répondent	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Renseignez-vous auprès de vos parents sur les maladies liées à l'eau dont ils ont été déjà victimes et leurs conséquences	Exécutent la consigne	

FICHE N° 4 CE/CM

La prévention des maladies liées à l'eau

Classe : CE/CM	**Effectif : Total ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences-Technologie
Discipline :	Sciences d'observation
Thème :	L'eau et la santé
Titre :	La prévention des maladies liées à l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Citer les bonnes pratiques pour prévenir les maladies liées à l'eau
Matériels/supports :	Dessin, Images : Voies de transmission des maladies, Barrières de transmission des maladies
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citez oralement les voies de transmission des maladies liées à l'eau. - Exercice écrit : Énumérer les maladies liées à l'eau	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation Justification	Comme nous venons de le voir, il existe beaucoup de maladies provoquées par la consommation d'eau contaminée. Donc, c'est bien normal que nous parlons des moyens qui puissent nous permettre d'éviter ces maladies	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Après avoir bu de l'eau de marigot, Karim souffre de la diarrhée ; il ne vient plus à l'école. Selon vous, que pouvait faire Karim pour ne pas tomber malade ?	- Écoutent ; - Réfléchissent	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 1 : Échangez et dîtes ce que Karim pouvait faire pour éviter sa maladie. - Consigne 2 : Adama a mis de l'eau du forage (potable) dans son bidon. Il ne lave jamais son bidon ; lui aussi est tombé malade. Discutez et dites ce qu'Adama pouvait faire pour éviter sa maladie - Discussion 4 : défécation à l'air libre : lien avec les maladies liées à l'eau	- Échangent et donnent les précautions à prendre	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	- Pour prévenir les maladies liées à l'eau, nous devons observer les mesures d'hygiène de la source de prélèvement de l'eau à son utilisation. - Est-il conseillé de boire de l'eau de marigot ? Pourquoi? - Dites quelles sont les précautions à prendre pour garder l'eau potable et éviter les maladies liées à l'eau? Est-il bon de déféquer à l'air libre ? Pourquoi ?	- Répondent - Récapitulent - Lisent la synthèse	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Répondez aux questions : - Citez 3 précautions à prendre pour éviter la contamination de l'eau - Voici 3 sources d'eau : marigot, forage, puits : Dites quelle source peut contenir de l'eau potable - Répond par vrai ou faux : ○ Boire de l'eau de marigot est un risque pour la santé : V ou F ○ Je ne peux pas rendre de l'eau potable une fois qu'elle est contaminée : V ou F ○ Pour garantir la qualité de mon eau, je dois la transporter dans un récipient protégé : V ou F	- Répondent aux Questions	
Étape 2 : Activités de prolongement/ **transfert ou exercice de maison**	- En groupes, prenons les précautions en menant des activités pour éviter que notre eau de boisson soit contaminée : nettoyage des PEP, gourdes, forage - Proposer en devoir de maison un sujet de rédaction en lien avec le titre de la leçon : *ex : Dans* notre village, les femmes transportent l'eau dans des seaux sans couverts ; dites quels risques elles courent et comment éviter que des gens ne tombent pas malades en buvant leur eau	- Prennent L'engagement de mener les activités - Exécutent	

FICHE N° 5 CP

L'eau potable et l'eau sale

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologies
Discipline :	Exercices sensoriels/Exercices d'observation
Thème :	La contamination de l'eau
Titre :	L'eau potable et l'eau sale
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Faire la différence entre l'eau potable et l'eau insalubre
Matériels/supports :	Matériel de dessin, eau, récipient, forage
Disposition spatiale :	Classe, air libre
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CP1/20mn au CP2

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Propose des exercices oraux et/ou écrits ; - Pose des questions sur la leçon précédente; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- Traitent les exercices proposés - Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Présentation d'une eau trouble et d'une eau claire et accorder un temps d'échanges aux élèves.	- Observent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Regardez bien ces 2 bidons contenant de l'eau - Constat : est-ce que les 2 bidons ont la même couleur? - Réfléchissez sur la différence?	- Regardent et observent - Répondent aux questions	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 1 : dites pourquoi les 2 bidons sont différents - Question : quelle eau allez-vous boire si vous avez le choix ? - Consigne 2 : justifiez votre réponse	- Exécutent les consignes.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	- L'eau propre ne contient pas de saleté - L'eau sale contient des saletés Je peux boire l'eau propre - Je ne dois pas boire l'eau sale	- Récapitulent - Formulent la synthèse ou le résumé - Répètent	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Consigne 1 : montrez l'eau propre-montre l'eau sale Consigne 2 : indiquez où on trouve de l'eau sale ou de l'eau propre dans la cour de l'école, au village	- Montre l'eau sale et l'eau propre posées devant la classe - Indiquent des lieux où on peut trouver de l'Eau sale ou de l'eau propre	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison			

FICHE N° 6 CE/CM

L'eau potable et l'eau sale

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Techniques
Discipline/activité :	Exercices d'observation
Thème :	La contamination de l'eau
Titre :	L'eau potable et l'eau sale
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Faire la différence entre l'eau potable et l'eau insalubre
Matériels/supports :	Matériel de dessin, eau, récipient, forage
Disposition spatiale :	Classe, air libre
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	Citez quelques précautions à prendre pour éviter la contamination de l'eau	Citent les précautions	
Motivation **Justification**	Aujourd'hui, nous allons étudier ensembles, les différences entre une eau insalubre et une eau potable	Écoutent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Présentation d'une eau trouble et d'une eau claire/propre et accorder un temps d'observation et d'échanges aux élèves.	Regardent et observent	
Analyse/Échanges/ Production	- Consigne 1 : dites quelle est la différence entre l'eau sale et l'eau	Exécutent les consignes :	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	propre - L'eau claire et propre est-elle toujours potable ? - Pourquoi non? - L'eau sale peut-elle être potable ? - Qu'est-ce que c'est que l'eau potable alors?	Trouble/claire, Possibilité de boire/pas buvable L'eau claire peut contenir des microbes : alors elle est non potable L'eau sale n'est jamais potable L'eau potable est une eau qui ne contient pas de microbes et qui est propre	
Synthèse/application	- L'eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque de tomber malade. Elle est claire limpide et inodore et ne contient pas de germes. Tandis que l'eau insalubre peut nous rendre malades lorsque nous la buvons parce qu'elle contient des microbes.	- Récapitulent - Formulent la synthèse ou le résumé - Répètent	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Consigne 1 : Donnez les caractéristiques de l'eau potable, de l'eau insalubre	- Donnent les caractéristiques de l'eau potable, de l'eau insalubre	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison			

FICHE N° 7 CE/CM
Les sources de contamination de l'eau

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématiques-Sciences et Technologies
Discipline/activité :	Sciences
Thème:	La contamination de l'eau
Titre:	Les sources de contamination de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Citer les étapes où l'eau peut potentiellement être contaminée
Matériels/supports :	Images : La contamination de l'eau, situation concrète de contamination
Disposition spatiale :	Classe, cour de l'école
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 mn CE/60 mn CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	Donnez les caractéristiques d'une eau propre (oral) Donnez les caractéristiques d'une eau insalubre (écrit)	Citent pour éviter la contamination de l'eau	
Motivation **Justification**	Nous savons que l'eau peut être sale ou propre. L'eau propre est bonne pour la santé. C'est pourquoi nous devons prendre des précautions pour éviter sa contamination ; nous devons savoir où elle peut être contaminée.	Écoutent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Dans notre milieu, avant que l'eau ne soit utilisée, elle passe par plusieurs étapes. Selon vous quelle peut être la qualité de l'eau après toutes ces étapes.	- Écoutent - Réfléchissent	
Analyse/Échanges/ production	- Consigne 1 : du lieu de prélèvement de l'eau à son utilisation, précisez différentes étapes traversées - Consigne 2 : au cours de chaque étape, dites la conséquence majeure si des précautions ne sont pas prises - Consigne 3 : dites pour chaque étape, comment l'eau peut être contaminée	- Échangent - Répondent	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	Dans sa manipulation, l'eau passe par quatre (4) étapes importantes : la source, le transport, le stockage et l'utilisation. Lorsque sa manipulation n'est pas entourée de précautions, l'eau peut être contaminée à chacune des étapes. Pour éviter la contamination de l'eau les précautions suivantes peuvent être prises. Il faut garantir la propreté autour de son point de prélèvement. En ce qui concerne le transport, s'assurer de la propreté du récipient de transport tout en utilisant une fermeture. Le récipient utilisé pour le stockage doit aussi être posé à un endroit propre. Enfin, le matériel utilisé pour son prélèvement (gobelets, gourdes et bidon) doit être propre.	Répondent (Source-Transport-Stockage-Boisson) Contamination à toutes les étapes Précautions : Niveau Source : propreté autour du point d'eau Niveau Transport : propreté, fermeture du récipient Niveau stockage : propreté autour du récipient de stockage Niveau boisson : propreté des gobelets, des gourdes, bidons	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	Répond par vrai ou faux - Une eau peut être contaminée au cours du transport : V ou F - Cite les précautions à prendre pour éviter la contamination au cours du stockage	Répondent aux questions	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Mener des activités autour du point d'eau de l'école afin d'éviter la contamination de l'eau	Prennent l'engagement de mener ladite activité.	

FICHE N° 8 CE/CM

Les techniques de traitement

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	**Mathématiques-Sciences et Technologie**
Discipline :	Sciences
Thème :	Le traitement de l'eau
Titre :	Les techniques de traitement
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Énoncer et décrire quatre techniques de traitement de l'eau
Matériels/supports :	Récipient pour bouillir l'eau, filtre à eau, Bouteille en PET Flacon de chlore
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30mn au CE/60mn au CM

ETAPES	ACTIVITES ENSEIGNANTS	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	- Citez les différentes étapes où l'eau peut être contaminée - Dites quelques précautions prendre pour éviter la contamination de l'eau	- Répondent aux questions posées - Corrigent	
Motivation Justification	Si les précautions ne sont pas prises, nous aurons une eau contaminée, donc pas potable. Dans pareil cas, nous pouvons utiliser des techniques pour rendre l'eau potable à nouveau.	- Écoutent	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Observez le matériel ci-exposé, réfléchissez sur quoi va servir ce matériel dans les techniques de traitement	Observent et réfléchissent	
Analyse/Échanges/ production	Consigne 1 : Dites à quoi sert chaque matériel Consigne 2 : Expliquez comment chaque matériel est utilisé dans le traitement de l'eau	Disent : - Ébullition - Filtrage - Exposition au soleil - Chloration	
Synthèse/ application	Pour traiter l'eau dans le but de la rendre potable, diverses techniques peuvent être utilisées. Ce sont : : l'ébullition, le filtrage, l'exposition au soleil et la chloration. L'ébullition consiste à bouillir l'eau ou la traiter par la chaleur. Le filtrage consiste à faire passer l'eau à travers soit une membrane, soit à travers une couche de sable fin L'exposition au soleil est le fait d'utiliser le soleil pour désinfecter de l'eau.	Répondent aux questions : Les différentes techniques de traitement de l'eau sont : l'ébullition, le filtrage, l'exposition au soleil, et la chloration	

	La chloration est la technique qui consiste à traiter l'eau au chlore.		
	Nb: dire les avantages et les insuffisances de chaque technique:		
	- L'ébullition : consommation d'énergie - Le filtrage : désinfection pas totale - L'exposition au soleil : certains microbes résistent au soleil - La chloration : désinfection totale, utilisation du chlore pour désinfecter d'autres services (fruits, légumes, toilettes)		
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	Répond par vrai ou faux - L'ébullition est une technique qui consiste à traiter l'eau au chlore : V ou F - La chloration consiste à traiter l'eau au chlore en respectant les doses indiquées Qu'est-ce que le filtrage ?	Répondent aux questions	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison		.	

FICHE N° 9 CP

Le transport

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le transport
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	Images sur le transport de l'eau, (bidons sales et/ou ouverts, plats couverts de feuilles comme bouchon)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école »
Durée :	30mn

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citez oralement les différences existantes entre l'eau potable et l'eau sale ;	- Répondent aux questions posées ; - Répètent les bonnes réponses	
Motivation **Justification**	- L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son transport Vous devez considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent ; Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez les images L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions - Observent les situations de transport de l'eau Font des constats	
Analyse/Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de transport de l'eau représentée sur les images.	Exécutent les consignes	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	Consigne 2 : appréciez les dangers et les avantages chacune des situations et déterminez la situation idéale.		
Synthèse/application	L'enseignant invite les élèves à : o récapituler les situations présentées sur chacune des images o donner leur appréciation finale sur les situations étudiées s'engager à pratiquer un transport adéquat de l'eau	Exécutent les consignes : o récapitulent; o formulent la synthèse ou le résumé; o lisent la synthèse élaborée; s'engagent à appliquer	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le transport de l'eau est source de contamination - L'enseignant corrige ; - L'enseignant vérifie ; - L'enseignant remédie ; L'enseignant observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors de l'approvisionnement en eau au forage de l'école	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient ses propres comportements - Corrigent ses erreurs Écoutent les explications complémentaires	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors de l'approvisionnement quotidien en eau au forage de l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 10 CE/CM

Le transport

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le transport
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	Images sur le transport de l'eau, (bidons sales et/ou ouverts, plats couverts de feuilles comme bouchon)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école »
Durée :	15 min CE / 15 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citez oralement les différences existantes entre l'eau potable et l'eau sale - Citez par écrit les caractéristiques de l'eau potable	- Répondent aux questions posées - Répètent les bonnes réponses - Citent par écrit les caractéristiques de l'eau potable	
Motivation **Justification**	-L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son transport. -Vous devez considérer le transport adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne 1 : observez les images - L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions. - Observent les situations de transport de l'eau - Font des constats	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
Analyse/Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de transport de l'eau représentée sur les images. - Consigne 2 : appréciez (dangers et avantages) chacune des situations et déterminez la situation idéale.	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/application	- L'enseignant invite les élèves à : o récapituler les situations présentées sur chacune des images o donner leur appréciation finale sur les situations étudiées o s'engager à pratiquer un transport adéquat de l'eau o fait formuler et écrit la résolution liée au transport de l'eau	Exécutent les consignes : o récapitulent o formulent la synthèse ou le résumé de la résolution o lisent la synthèse élaborée o s'engagent à appliquer la résolution o copient la résolution dans leur cahier	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le transport de l'eau est source de contamination - L'enseignant demande d'énumérer par écrit les dangers liés au mauvais transport de l'eau - L'enseignant corrige; - L'enseignant vérifie ; - L'enseignant remédie. - L'enseignant observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors de l'approvisionnement en eau au forage de l'école	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient leurs propres comportements - Corrigent leurs erreurs - Écoutent les explications complémentaires.	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors de l'approvisionnement quotidien en eau au forage de l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 11 CP

Le stockage de l'eau

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le stockage de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la conservation adéquate de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	images sur le stockage de l'eau, (récipients de stockage sales et/ou ouverts)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30mn

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Citez oralement les dangers liés à un mauvais transport de l'eau - Citez oralement les caractéristiques d'un mauvais transport de l'eau	- Répondent aux questions posées - Répètent les bonnes réponses	
Motivation **Justification**	-L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son stockage. -Vous devez considérer le stockage adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez les images - L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions - Observent les situations de transport de l'eau - Font des constats	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/ Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de stockage de l'eau représentée sur les images. - Consigne 2 : appréciez les dangers et les avantages de chacune des situations et déterminez la situation idéale.	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : ○ récapituler les situations présentées sur chacune des images ○ donner leur appréciation finale sur les situations étudiées ○ s'engager à pratiquer un stockage adéquat de l'eau	Exécutent les consignes : ○ récapitulent ○ formulent la synthèse ou le résumé de la résolution ○ lisent la synthèse élaborée ○ s'engagent à appliquer la résolution	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le stockage de l'eau est source de contamination - corrige - vérifie - remédie. - L'enseignant **observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors du stockage de l'eau à l'école**	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient leurs propres comportements - Corrigent leurs erreurs - Écoutent les explications complémentaires	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors du stockage de l'eau à l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 12 CE/CM

Le stockage de l'eau

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Les sources de contamination de l'eau
Titre :	Le stockage de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la conservation adéquate de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	images sur le stockage de l'eau, (récipients de stockage sales et/ou ouverts)
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	15 min CE / 15 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente / Vérification des prérequis	- Citez oralement les dangers liés à un mauvais transport de l'eau. - Citez par écrit les caractéristiques d'un mauvais transport de l'eau.	- Répondent aux questions posées - Répètent les bonnes réponses - Citent par écrit les caractéristiques du mauvais transport de l'eau	
Motivation **Justification**	- L'eau qui est potable au moment de son prélèvement peut être contaminée au cours de son stockage. - Vous devez considérer le stockage adéquat de l'eau comme partie intégrante du traitement de l'eau.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez les images - L'enseignant pose des questions en rapport avec les images	- Observent le matériel - Répondent aux questions. - Observent les situations de transport de l'eau - Font des constats	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/ Échanges/ Production	- Consigne 1 : décrivez chaque situation de stockage de l'eau représentée sur les images. - Consigne 2 : appréciez les dangers et les avantages de chacune des situations et déterminez la situation idéale.	- Exécutent les consignes.	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : ○ récapituler les situations présentées sur chacune des images ○ donner leur appréciation finale sur les situations étudiées ○ s'engager à pratiquer un stockage adéquat de l'eau ○ fait formuler et écrit la résolution liée au stockage de l'eau	Exécutent les consignes : ○ récapitulent ○ formulent la synthèse ou le résumé de la résolution ○ lisent la synthèse élaborée ○ s'engagent à appliquer la résolution ○ copient la résolution dans leur cahier	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer oralement les situations dans lesquelles le stockage de l'eau est source de contamination - L'enseignant demande d'énumérer par écrit les dangers liés au mauvais stockage de l'eau - corrige; - vérifie; - remédie. - observe ultérieurement les comportements avec une grille d'observation lors du stockage de l'eau à l'école	- Traitent les exercices - Corrigent les exercices d'évaluation - Vérifient leurs propres comportements - Corrigent leurs erreurs - Écoutent les explications complémentaires.	
Étape 2 : Activités de prolonge-ment/transfert ou exercice de maison	- L'enseignant fait mettre en pratique les résolutions lors du stockage de l'eau à l'école et dans les communautés	Les élèves mettent en pratique les résolutions	

FICHE N° 13 CE/CM

Le chlore et la technique de production du chlore

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	**EPS, ART, CULTURE ET PRODUCTION**
Discipline :	**APP**
Thème :	Le processus de chloration de l'eau
Titre :	Le chlore et la technique de production du chlore
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de produire du chlore
Matériels/supports :	sel, eau, boîte à outils, 1 kit Mini-WATA, 1 panneau solaire (optionnel), réactif WATA-Test
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	manuels d'utilisation relatifs au Mini-WATA, manuel « Rano Madio à l'école »
Durée :	45 min CE / 45 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRESENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	- Citez par écrit les méthodes de traitement de l'eau que vous connaissez. - Décrivez oralement chaque méthode connue.	- traitent les exercices proposés; - répondent aux questions posées; - corrigent.	
Motivation **Justification**	-Le chlore est un produit utilisé pour le traitement de l'eau. C'est pourquoi vous devez connaître le chlore et sa technique de production. -Vous devez être capables de produire du chlore à la fin de la leçon.	- écoutent ; - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne 1 : observez le matériel (eau, sel, Kit Mini-WATA, réactif WATA-Test) - L'enseignant pose des questions en rapport avec le matériel observé ; - Consigne 2 : observez les étapes de la production du chlore ; - L'enseignant pose des questions sur les appréhensions des élèves sur l'objet d'apprentissage.	- Observent le matériel; - Répondent aux questions. - observent la présentation des étapes - font les constats et répondent aux questions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- Consigne1: mettez en pratique les étapes de la production du chlore. - L'enseignant oriente et rectifie les pratiques des élèves. - Consigne 2 : vérifiez la qualité du chlore produit en utilisant le WATA-Test	- exécutent les consignes.	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : ○ récapituler les étapes de la production de chlore; ○ rappeler le taux de gramme/L de chlore produit ○ remplir le cahier de production ○ lire la synthèse élaborée ;	exécutent les consignes : ○ récapitulent; ○ formulent la synthèse ou le résumé ; ○ lisent la synthèse élaborée; ○ appliquent…	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer le matériel nécessaire; - L'enseignant demande de citer les étapes de la production du chlore - L'enseignant demande de citer la marche à suivre pour le contrôle de la qualité de la solution chlorée avec le WATA-Test. - L'enseignant corrige; - L'enseignant vérifie ; - L'enseignant remédie. - L'enseignant observe ultérieurement la maitrise de la technique de production au moyen d'une grille d'observation.	- Traitent les exercices; - corrigent les exercices d'évaluation; - vérifient ses propres comportement; - corrigent ses erreurs; - écoutent les explications complémentaires.	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Faire évaluer l'expérimentation de production de chlore à l'aide du WATA-Test.	Les élèves exécutent les consignes et observent attentive-ment.	

FICHE N° 14 CE/CM

Les différentes étapes de la chloration

Classe : CE/CM	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Mathématique, science et technologie
Discipline :	Exercice d'observation / APP
Thème :	Le processus de chloration de l'eau
Titre :	Les différentes étapes de la chloration
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de traiter de l'eau à l'aide du chlore
Matériels/supports :	chlore liquide, de l'eau, une seringue, un WATA-Blue
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	manuel d'utilisation « Utilisation du concentré de chlore actif », manuel « Rano Madio à l'école »
Durée :	30 min CE / 60 min CM

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente / Vérification des prérequis	- Citez par écrit le matériel nécessaire à la production du chlore; - Citez oralement les différentes étapes de la production du chlore.	- traitent les exercices proposés; - répondent aux questions posées; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- La chloration est une méthode très courante de désinfection de l'eau. Il est important que tous les élèves se familiarisent avec cette méthode en vue de les entrainer à traiter de l'eau à l'aide d'une solution de chlore. - Vous devez être capables de traiter de l'eau à l'aide du chlore	- écoutent ; - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Consigne : observez le matériel : chlore liquide, de l'eau, une seringue, WATA-Blue. - L'enseignant pose des questions en rapport avec le matériel;	- observent le matériel; - répondent aux questions. - observent la présentation des étapes - font les constats	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/ Échanges/ production	- Consigne 1 : observez les étapes du traitement de l'eau avec du chlore ; - Consigne 2 : observez la technique de chloration L'enseignant fait constater aux élèves la présence de chlore dans l'eau en leur demandant de sentir et de boire l'eau chlorée. - L'enseignant présente le WATA-Blue et annonce qu'il sera utilisé pendant une activité de prolongement.	- exécutent les consignes	
Synthèse/ application	- L'enseignant invite les élèves à : o récapituler les étapes du traitement de l'eau au chlore ; o formuler la synthèse ou le résumé qu'il porte au tableau; o lire la synthèse élaborée.	- Exécutent les consignes : - Récapitulent; - Formulent la synthèse ou le résumé; - Lisent la synthèse élaborée; - Appliquent…	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	- L'enseignant demande de citer le matériel nécessaire au traitement de l'eau par le chlore; - L'enseignant demande de citer les étapes du traitement de l'eau parle chlore. - L'enseignant demande de citer la démarche à suivre pour la réalisation du test WATA-Blue - corrige; - vérifie; - remédie. - observe ultérieurement la maitrise de la technique de traitement de l'eau par le chlore et de la réalisation du test WATA-Blue au moyen d'une grille d'observation.	- traitent les exercices; - corrigent les exercices d'évaluation; - vérifient ses propres comportements; - corrigent ses erreurs; - écoutent les explications complémentaires	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Après 30 minutes, l'enseignant fait tester aux élèves la présence de chlore résiduel libre avec WATA-Blue, en suivant les étapes décrites dans le manuel « Kit réactif WATA- Blue ».	Les élèves exécutent les consignes et observent attentivement.	

FICHE N° 15 CP

Les Manipulations de l'eau

Classe : CP	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les sources de recontamination de l'eau
Titre :	Les manipulations de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	du savon, gobelet, calebasses, bouteilles et verres sales
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- comment peut-on bien garder l'eau ? - apprécie les réponses données par les élèves, fait donner ou donne les bonnes réponses, fait corriger	- écoutent et répondent à la question posée ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- présenter les récipients sales et demander aux élèves si on peut les utiliser pour boire de l'eau. - Quand on veut boire de l'eau on peut la salir il faut donc chaque fois faire attention à la propreté des mains, des gobelets et des autres récipients. - communiquer les objectifs de la leçon ; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent et répondent aux questions posées ; - Écoutent - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- que faut-il faire pour qu'au moment de boire de l'eau qu'elle reste toujours potable (propre)	- écoutent ; - répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- Demander aux élèves de rendre propre les récipients pour enlever de l'eau. - le récipient est maintenant propre X veut boire de l'eau que doit-il faire avant de toucher au gobelet, verre et autres. - après avoir bu où faut-il ranger le gobelet	- les élèves lavent les récipients avec du savon - il doit se laver correctement les mains.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	et comment pour qu'il reste propre pour d'autres utilisations.	- Répondent aux questions vérifier que le couvercle est bien propre et retourner le gobelet ou le verre sur le couvercle.	
Synthèse/application	- Que doit-on faire pour garder l'eau propre ? - Faisons attention à ne pas salir l'eau au moment de la boire. - Faire répéter la résolution élaborée ; **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	- Répondent aux questions posées. - Formulent en collaboration avec le maître la résolution à prendre. Les élèves répètent la résolution élaborée;	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 16 CE/CM

Les Manipulations de l'eau

Classe : CE / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les sources de recontamination de l'eau
Titre :	Les manipulations de l'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Considérer la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau.
Matériels/supports :	du savon, gobelet, calebasses, bouteilles et verres sales
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	PHASE DE PRÉSENTATION		
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- Citer les sources de contamination d'eau? - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne les bonnes réponses. - fait corriger.	- répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- Connaissez-vous une autre source de recontamination de l'eau ? - L'eau peut être souillée pendant la manipulation c'est pourquoi il est indispensable de veiller à l'hygiène à tout moment - communique les objectifs de la leçon; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- écoutent ; - répondent à la question posée - écoutent - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- que faut-il faire pour qu'au moment de boire l'eau qu'elle reste toujours potable.	- écoutent ; - répondent à la question posée.	
	- Citer les éléments de la chaine de	- les élèves répondent	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	recontamination de l'eau après le stockage. - Que faut-il faire à ces différents niveaux pour empêcher la recontamination de l'eau	(récipients et couvercle sales, mains sales, - répondent aux questions (se laver correctement les mains et les récipients vérifier que le couvercle est bien propre et bien ajusté sur le récipient de stockage ; retourner le gobelet ou le verre sur le couvercle ou le ranger dans un endroit propre prévu à cet effet)	
Synthèse/application	- Quelle est la source de recontamination de l'eau que nous venons de voir ? - Quelles sont les précautions à prendre pour ne pas souiller l'eau au moment de son utilisation ? - élaboration du résumé / résolution: l'eau peut être souillée au moment de la Manipulation, je ferai toujours attention pour ne pas souiller l'eau que je bois. - Faire répéter et écrire la résolution élaborée ; **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison (prendre en compte cette résolution au moment des autres usages comme le lavage des fruits et légumes ...)**	- Répondent aux questions posées - Formule en collaboration avec le maître la résolution à prendre. Les élèves répètent et écrivent dans leur cahier la résolution élaborée	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon.

FICHE N° 17 CE/CM

La fabrication du dispositif de lave-main Tippy-Tap

Classe : CE / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	EPS Production Art et Culture
Discipline :	APP
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	La fabrication du dispositif de lave-mains Tippy-Tap
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de fabriquer un dispositif de lave-mains Tippy-Tap
Matériels/supports :	Bidons, perches, fourches en bois, fil, savon, eau propre, gravillon, pointe, bougie, pince, pioche, cendre, ciment, image sur la fabrication du Tippy-Tap
Disposition spatiale :	Cour de l'école
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	45 mn (CM) 30 mn (CE)

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- propose des exercices oraux; - apprécie les réponses données par les élèves, fait donné ou donne la bonne réponse, fait corriger.	- répondent aux questions posées ;	
Motivation **Justification**	- Le Tippy-Tap ou bidon à robinet à bascule est un moyen simple de promouvoir le lavage des mains. Il est alors important pour vous de pouvoir le fabriquer et l'utiliser quotidiennement afin d'éviter les maladies. Accorder un temps d'échanges aux élèves.	- écoutent ; - échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Échanger avec les élèves en vue de leur montrer comment fabriquer le Tippy-Tap à base du matériel local disponible.	- écoutent et suivent la démonstration ;	
Analyse/Échanges/ production	- donne des consignes de travail pour des manipulations, productions, émissions d'hypothèses et recherches de solutions.	- Essaient par groupe et présentent leur production - exécutent les consignes.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
Synthèse/application	- donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : o décrire le processus de fabrication du Tippy-Tap o dire comment l'utiliser	exécutent les consignes : o récapitulent; o formulent la synthèse ou le résumé; o répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			**Observations**
Étape 1 : évaluation des acquis	o exercices/contrôle des acquisitions ; Comment fabrique-t-on le Tippy-Tap ? Pourquoi doit-on l'utiliser ? correction ; o vérification	- répondent aux questions; - corrigent les erreurs;	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	À l'école, placez des Tippy-Tap au niveau des latrines et près de la cuisine et utilisez-les régulièrement. Une fois à la maison essayez de fabriquer un Tippy-Tap pour présenter à vos parents.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N°18 CP

Démonstration du lavage des mains

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	démonstration du lavage des mains
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de se laver correctement les mains
Matériels/supports :	Le dispositif de lave main (Tippy-Tap ...) eau propre, savon ou cendre
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ **Vérification des prérequis**	- Que faut-il faire pour ne pas salir l'eau au moment de la boire ? - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donné ou donne les bonnes réponses, fait corriger.	- Écoutent - Répondent à la question posée ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	X quitte les latrines et commence directement à manger son plat de riz. Est-ce que cela est bien ? Pourquoi ? Les mains sales peuvent rendre malade c'est pourquoi il faut savoir bien les laver. - Communique les objectifs de la leçon; - Accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Répondent aux questions posées - Écoute - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Le maître demande aux élèves à quels moments, ils doivent se laver les mains. - Demander à un élève de laver les mains devant les autres.	- Écoutent et répondent - Exécute	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
analyse/Échanges/ production	- Est-ce que les mains de votre camarade ont été correctement lavées ? Ensemble découvrons comment se laver correctement les mains. - Démonstration du lavage des mains par le maître suivant les différentes étapes. - Exécution à partir de la démonstration par un élève puis dans les groupes. - Contrôle / corrections du maître	- Écoutent et répondent - Observent - Suivent et Exécutent	
récapitulation **Synthèse/ application**	Comment se laver correctement les mains ? élaboration de la résolution : je me laverai toujours bien les mains. Faire répéter la résolution. **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	Répondent à la question posée Formule en collaboration avec le maître la résolution. Répètent la résolution	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 19 CE/CM

Démonstration du lavage des mains

Classe : C E / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	démonstration du lavage des mains
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable de se laver correctement les mains
Matériels/supports :	Le dispositif de lave main (Tippy-Tap ...) eau propre, savon ou cendre
Disposition spatiale :	Classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Quelle est la source de recontamination de l'eau ? - Quelles sont les précautions à prendre pour ne pas souiller l'eau au moment de son utilisation ? - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donné ou donne les bonnes réponses, fait corriger.	- Répondent aux questions posées ; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Est- il bien de manger sans se laver les mains ? Pourquoi ? Les mains sales peuvent nous rendre malade ; c'est pourquoi il faut savoir bien les laver en suivant les différentes étapes. - communique les objectifs de la leçon; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Répondent aux questions posées - Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Le maître demande aux élèves à quels moments ils devraient se laver les mains. - demander à un élève de se laver les mains devant les autres.	- Écoutent et répondent - Exécutent	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- Est-ce que les mains de votre camarade ont été correctement lavées. Ensemble découvrons les neuf étapes du lavage des mains. - Démonstration du lavage des mains par le maître suivant les différentes étapes. - Exécution à partir de la démonstration par un élève puis dans les groupes. - Contrôle / corrections du maître	- Écoutent et répondent - Observent - Suivent et Exécutent	
Synthèse/ application	- A quels moments il faut se laver les mains ? - Quels sont les différentes étapes du lavage des mains ? - élaboration du résumé : je me laverai toujours bien les mains avant et après les repas, en sortant des latrines et chaque fois que cela est nécessaire. Les neuf étapes du lavage des mains sont : voir ci-dessous. - Faire lire le résumé **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	- Répondent à la question posée - Formule en collaboration avec le maître le résumé. - Lecture et copie du résumé	

Les étapes du lavage des mains au savon ou à la cendre

Étape 1: Mouillez vos mains avec de l'eau propre;

Étape 2: Mettez du savon ou de la cendre sur vos mains et faites des bulles (mousser);

Étape 3: Frottez les paumes des mains;

Étape 4: Frottez les dos des mains;

Étape 5: Frottez les intervalles des doigts;

Étape 6: Frottez tous les ongles sur la paume;

Étape 7: Frottez aussi les poignets;

Étape 8: Rincez les mains avec de l'eau propre

Étape 9 : Séchage des mains lavées à l'air libre

FICHE N° 20 CP

L'utilisation et l'entretien des latrines

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	L'utilisation et l'entretien des latrines
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des toilettes/latrines de façon hygiénique
Matériels/supports :	Eau, Savon/cendres/détergent, toilettes ou latrines, chlore, dispositif de lave main
Disposition spatiale :	devant les latrines
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ **Vérification des prérequis**	- Qui vient nous montrer comment se laver bien les mains ? - apprécient de la démonstration, fait corriger.	- Répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- X ne fait pas ses besoins (selles et urine) dans le trou de la latrine mais à côté. - Selon vous est ce que c'est bien? Pourquoi ? - l'utilisation des latrines nous permet d'éviter beaucoup de maladies c'est pourquoi nous devons bien les utiliser et bien les entretenir. - communique les objectifs de la leçon; accorde un temps d'échanges aux élèves	- Écoutent et répondent - Écoutent - Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- qui va nous montrer comment on utilise les latrines ?	- écoutent ; - répondent aux questions en mimant les actions	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- Démonstration de la bonne utilisation des latrines. - Inviter des élèves à s'essayer à la bonne position présentée. - Corrigent les mauvaises attitudes. - Que faut-il faire pour garder les latrines propres et à quel moment ? (présenter le matériel de nettoyage aux élèves insister sur la responsabilité individuelle et collective dans l'entretien des latrines.)	- Observent - Exécutent. - Rectifient	
		- Écoutent - Prennent des engagements - Répondent aux questions	
Synthèse/ application	Comment bien utiliser les latrines? - Comment bien les entretenir et à quel moment ? - Il faut bien utiliser les latrines et les garder toujours propres. - Faire répéter la résolution élaborée **À la fin tout le monde se lave les mains avant de regagner la classe.** **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	Répondent aux questions posées. - Formule en collaboration avec le maître la résolution à prendre. Les élèves répètent la résolution élaborée	

N.B. : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 21 CE/CM

L'utilisation et l'entretien des latrines

Classe : CE / CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation Morale et Civique
Thème :	Les bonnes habitudes en matière d'hygiène et d'assainissement
Titre :	L'utilisation et l'entretien des latrines
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des toilettes/latrines de façon hygiénique
Matériels/supports :	Eau, Savon/cendres/détergent, toilettes ou latrines, chlore, dispositif de lave main
Disposition spatiale :	devant les latrines
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des pré-requis	- Quelles sont les étapes du lavage des mains ? - Quels sont les moments du lavage des mains ?	- répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	- Où est ce que vous faites vos selles ? - Quel est l'endroit le plus indiqué ? - l'utilisation des latrines nous permet d'éviter beaucoup de maladies c'est pourquoi nous devons bien les utiliser et bien les entretenir. - communique les objectifs de la leçon ; accorde un temps d'échanges aux élèves	- Écoutent et répondent aux questions posées - Écoutent - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Quelles sont les différentes parties des latrines ? - qui va nous montrer comment on	- Écoutent ; - répondent aux questions en mimant les actions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVA-TIONS
	utilise les latrines ?	- Exécutent	
Analyse/Échanges/ production	- Démonstration de la bonne utilisation des latrines. (Le maître fait la démonstration ou invite un élève à le faire sur ses consignes) - Inviter des élèves à s'essayer à la bonne position présentée. - Corrigent les mauvaises attitudes. - Comment garder les latrines propres et à quels moments ? (présenter le matériel de nettoyage aux élèves insister sur la responsabilité individuelle et collective dans l'entretien des latrines.)	- Observent - Exécutent. - Rectifient - Écoutent - Répondent aux questions - Prennent des engagements	
Récapitulation **Synthèse/ application**	- Comment bien utiliser les latrines ? - Comment bien les entretenir et à quel moment ? - Les latrines bien utilisées nous permettent d'éviter de nombreuses maladies. Nous devons donc les utiliser correctement et les tenir toujours propres. - Faire lire et copier la résolution élaborée **À la fin tout le monde se lave les mains avant de regagner la classe.** **Insister sur l'application de cette Résolution à l'école et à la maison.**	- Répondent aux questions posées. - Formulent en collaboration avec le maître la résolution à prendre. Les élèves copient la résolution élaborée;	

N.B : Utilisez la grille d'observation pour vérifier sur un long terme, les acquis de la leçon

FICHE N° 22 CP

L'utilisation et l'entretien des points d'eau

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'utilisation et l'entretien des points d'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des points d'eau de façon hygiénique
Matériels/supports :	Points d'eau, matériel d'entretien, Boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des points d'eau.
Disposition spatiale :	Au niveau du point d'eau
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donné ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	- L'eau est une denrée indispensable à l'homme, aux plantes et aux animaux. C'est pourquoi il est important de bien utiliser les points d'eau et de les rendre propre - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état hygiénique du point d'eau et demander aux élèves comment rendre ce point d'eau propre et comment utiliser rationnellement l'eau.	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre le point d'eau propre.	- Exécutent les consignes. - manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	Observations
Synthèse/ application	- donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Rendre le point d'eau propre ○ Montrer comment bien utiliser le point d'eau Le point d'eau doit être propre. C'est pourquoi il faut toujours le nettoyer. Je m'engage à garder le point d'eau propre.	exécutent les consignes : ○ Récapitulent; ○ Formulent la synthèse ou le résumé; ○ Répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			**Observations**
Étape 1 : évaluation des acquis	○ Exercices/contrôle des acquisitions ; ○ Comment doit-être le point d'eau? ○ Qu'est-ce que je dois faire? ○ Correction; ○ Vérification	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va salir le point d'eau. Chaque sensibilisez vos camarades pour qu'ils gardent le point d'eau toujours propre.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 23 CE/CM

L'utilisation et l'entretien des points d'eau

Classe : CE/CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'utilisation et l'entretien des points d'eau
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Être capable d'utiliser des points d'eau de façon hygiénique
Matériels/supports :	Points d'eau, matériel d'entretien, Boîtes à image sur l'utilisation et l'entretien des points d'eau.
Disposition spatiale :	Au niveau du point d'eau
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Pose des questions sur la leçon précédente; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	- L'eau est une denrée indispensable à l'homme, aux plantes et aux animaux. C'est pourquoi il est important pour vous de bien utiliser les points d'eau et de les rendre propres - Accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état hygiénique du point d'eau de l'école. Demander aux élèves comment est ce point d'eau ? Comment peut-on le rendre propre? Comment doit-on utiliser le point d'eau ? Enfin Comment doit-on utiliser l'eau ?	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Analyse/Échanges/ production	- A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre le point d'eau propre et démontrez comment il faut bien utiliser le point d'eau.	- Exécutent les consignes. - Manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	
Synthèse/application	- Donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Rendre le point d'eau propre ○ Montrer comment bien utiliser le point d'eau Résumé : Je m'engage à ne pas salir le point d'eau et à contribuer à le maintenir toujours propre. Je dois utiliser le point d'eau avec précaution et je ne dois pas gaspiller l'eau.	exécutent les consignes : ○ Récapitulent; ○ Formulent la synthèse ou le résumé; ○ Répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			**OBSERVATIONS**
Étape 1 : évaluation des acquis	○ Exercices/contrôle des acquisitions; ○ Comment doit-être le point d'eau? ○ Qu'est-ce que je dois faire? ○ Comment dois-je utiliser le point d'eau? ○ Correction ○ Vérification	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2 : Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va salir le point d'eau. Sensibilisez vos camarades pour qu'ils utilisent correctement le point d'eau et qu'ils le gardent toujours propre.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 24 CP

L'assainissement du cadre de vie

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'assainissement du cadre de vie
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Participer à l'assainissement de son cadre de vie
Matériels/supports :	Affiches ; Dessins ; Supports ; audiovisuels ; Matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la cour de l'école
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Pose des questions sur la leçon précédente ; - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées ; - corrigent.	
Motivation **Justification**	Dans notre école, les enfants défèquent aux alentours des latrines et des salles de classes. C'est pourquoi, il est nécessaire de rendre propre notre cadre de vie et d'étude pour éviter les maladies.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état de propreté de la cour de l'école et ce qui se trouve autour des latrines et demander aux élèves comment rendre propre ce cadre.	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre la cour de l'école propre.	- Exécutent les consignes. - Manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	
Synthèse/ application	- Donne des consignes de travail aux apprenants en les invitant à : ○ Rendre la cour de l'école et la classe propre	Exécutent les consignes : ○ Récapitulent ; ○ Formulent la synthèse	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	Résumé : Je dois garder la cour de l'école et de la classe propre.	ou le résumé ; o Répètent la synthèse o élaborée;	
ÉVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	Exercices/contrôle des acquisitions; o Comment doit-être la cour de l'école ? Qu'est-ce que je dois faire ? o Correction ; Vérification;	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va déféquer dans la cour de l'école et jeter les ordures par terre. Sensibilisez vos camarades pour qu'ils gardent la cour de l'école toujours propre.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N°25 CE/CM

L'assainissement du cadre de vie

Classe : CE/CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	Éducation civique et morale
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'assainissement du cadre de vie
Méthodes/technique :	Méthodes participatives
Objectifs d'apprentissage :	Participer à l'assainissement de son cadre de vie
Matériels/supports :	Affiches; Dessins; Supports audiovisuels; Matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la cour de l'école
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente ; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées ; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Dans notre école, les enfants défèquent aux alentours des latrines et des salles de classes. La cour de l'école est remplie d'ordures. C'est pourquoi, il est nécessaire de rendre propre notre cadre de vie et d'étude pour éviter les maladies.	- Écoutent ; - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Montrer l'état de propreté de la cour de l'école et ce qui se trouve autour des latrines et dans la cour de l'école. Demander aux élèves comment rendre propre ce cadre.	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	Observez la cour de l'école, autour des latrines, échangez entre vous et dites ce que vous voyez et comment on peut faire pour rendre ce cadre propre. - A partir du matériel que vous disposez, menez des actions pour rendre la cour de l'école propre.	- Exécutent les consignes. - Manipulent, produisent, émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/ application	- Comment devez-vous faire pour avoir un cadre de vie et de travail propre et sain ? Résumé : Je dois nettoyer régulièrement la cour de l'école et éviter de déféquer autour des latrines pour garder la cour de l'école propre.	Exécutent les consignes : ○ formulent la synthèse ou le résumé ; ○ répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			
Étape 1 : Évaluation des acquis	○ exercices/contrôle des acquisitions; ○ Comment doit-être la cour de l'école ? ○ Que dois-je faire ? ○ correction ; vérification;	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2: Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Entre vous, signalez et interpellez celui ou celle qui va déféquer autour des latrines et jeter les ordures par terre. Sensibilisez vos camarades pour qu'ils gardent la cour de l'école toujours propre. Avec les autres élèves, décorez la classe et embellissez la cour de l'école.	Prennent l'engagement de mener ladite activité. Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 26 CP

L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Classe : CP	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire
Méthodes/technique :	Méthodes actives ; causerie ; démonstration ; application ; simulation ; jeux de rôle.
Objectifs d'apprentissage :	Participer à l'assainissement de son cadre de vie
Matériels/supports :	Affiches ; dessins ; supports audiovisuels ; matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Communiquer la justification et les élèves aux élèves	- Écoutent ;	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Moussa est un élève de la classe de CP1. Il ne se lave pas chaque matin avant de venir à l'école et il porte des habits sales. Pendant la récréation, il achète des fruits qu'il mange sans les laver. Dites ce qui peut arriver à Moussa ?	- Écoutent ; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- En groupe, échangez entre vous et dites ce que Moussa doit faire pour être propre et rester en bonne santé.	- Exécutent les consignes. - Émettent des hypothèses et recherchent des solutions.	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
Synthèse/application	- Comment doit-on faire pour garder son corps et ses vêtements toujours propres ? Résumé : Je dois toujours me laver chaque matin avec de l'eau et du savon avant de venir à l'école. Je dois aussi avoir mes habits propres.	exécutent les consignes : ○ Récapitulent ; ○ Formulent la synthèse ou le résumé ; ○ Répètent la synthèse élaborée;	
ÉVALUATION			OBSERVATIONS
Étape 1 : évaluation des acquis	○ exercices/contrôle des ○ acquisitions ○ Pour être propre, que faut-il faire ? ○ Comment doivent être tes habits ? ○ correction ○ vérification	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2 : Activités de prolongement/ transfert ou exercice de maison	Sensibilisez vos camarades pour qu'ils viennent toujours propre à l'école.	Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 27 CE/CM

L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Classe : CE/CM	**Effectif total : ..... G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	**Les bonnes habitudes et vertus individuelles et sociales**
Titre :	L'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire
Méthodes/technique :	Méthodes actives ; causerie ; démonstration ; application ; simulation ; jeux de rôle.
Objectifs d'apprentissage :	Manifester des comportements qui traduisent les bonnes habitudes d'hygiène
Matériels/supports :	Affiches ; dessins ; supports audiovisuels ; matériel d'hygiène et d'assainissement.
Disposition spatiale :	Dans la classe
Documents/bibliographie :	Manuel « Rano Madio à l'école » : guide de l'enseignant
Durée :	30 minutes

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/Vérification des prérequis	- pose des questions sur la leçon précédente; - apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne la bonne réponse.	- Répondent aux questions posées; - Corrigent.	
Motivation **Justification**	Communiquer la justification et les élèves aux élèves	- Écoutent ;	
PHASE DE DEVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	Moussa est un élève de la classe de CE2. Il ne se lave pas chaque matin avant de venir à l'école et il porte des habits sales. Pendant la récréation, il achète des fruits qu'il mange sans les laver. Dites ce qui peut arriver à Moussa ? Pourquoi ?	- Écoutent attentivement; - Répondent aux questions.	
Analyse/Échanges/ production	- En groupe, échangez entre vous et dites ce que Moussa doit faire pour être propre, avant de manger et pour rester en bonne santé.	- Exécutent les consignes. - Émettent des hypothèses et recherchent de solutions.	
Synthèse/application	- Comment doit-on faire pour garder son corps et ses vêtements toujours	Exécutent les consignes :	

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
	propres ? Que doit-on faire avant de manger des fruits ? Résumé : Je dois toujours me laver chaque matin avec de l'eau et du savon avant de venir à l'école. Je dois aussi avoir mes habits propres et toujours laver les fruits avant de les manger.	○ Récapitulent ; ○ Formulent la synthèse ou le résumé ; ○ Répètent la synthèse élaborée.	
EVALUATION			
Étape 1 : évaluation des acquis	○ exercices/contrôle des acquisitions; ○ Pour être propre, que faut-il faire? ○ Comment doivent être tes habits? ○ Réponds par vrai ou faux : un fruit non lavé peut être consommé sans danger. ○ correction; vérification;	- Répondent aux questions; - S'engagent	
Étape 2: Activités de prolongement/transfert ou exercice de maison	Sensibilisez vos camarades pour qu'ils viennent toujours propre à l'école. Interpellez tout élève qui mange des fruits sans les laver et qui mange sans se laver les mains	Exécutent les consignes	

NB : Renseigner une grille d'observation pour vérifier sur le long terme, les acquis des élèves.

FICHE N° 28 CE/CM

L'hygiène et santé bucco-dentaire/brossage des dents

Classe : CP	**Effectif total : ……G : ……F : ……**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Hygiène et santé bucco-dentaire
Titre :	Le brossage des dents
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Faire comprendre que le brossage des dents est la meilleure solution de prévention des maladies bucco-dentaires
Matériels/supports :	Images sur le brossage des dents, dents saines et propres,
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école »
Durée :	30mn

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Quelles sont les sources de la maladie dentaire ? - Quelles sont les précautions à prendre pour ne pas avoir mal aux dents? - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donner ou donne les bonnes réponses, fait corriger.	- Corrigent.	
Motivation Justification	- communique les objectifs de la leçon; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Écoutent ; - Répondent aux questions posées - Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Le maître demande aux élèves à quels moments ils devraient brosser les dents - demander à un élève de brosser les dents devant les autres.	- Écoutent et répondent - Exécutent	
Analyse/Échanges/ production	- Est-ce que les dents de votre camarade ont été correctement lavées. Ensemble découvrons les étapes du brossage des dents. - Démonstration du brossage des dents par le maître suivant les différentes étapes. - Exécution à partir de la démonstration par un élève puis dans	- Écoutent et répondent - Observent - Suivent et Exécutent	

	les groupes. - Control / corrections du maître		
Synthèse/ application	- A quels moments il faut brosser les dents ? - Quels sont les différentes étapes du brossage des dents	- Répondent à la question posée	
	- élaboration du résumé : je me brosse toujours les dents après le repas et à chaque fois que cela est nécessaire - Faire lire le résumé **Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.**	- Formule en collaboration avec le maître le résumé. - Lecture et copie du résumé	

FICHE N° 29 CE/CM
L'hygiène et santé bucco-dentaire/consultation chez le dentiste

Classe :	**Effectif total : .....G : .....F : .....**
Date :	
Champ disciplinaire :	Sciences humaines et sociales
Discipline :	ECM
Thème :	Santé bucco-dentaire
Titre :	La consultation chez le dentiste
Méthodes/technique :	Méthodes participatives, démonstration, travaux pratiques
Objectifs d'apprentissage :	Faire comprendre qu'il est important de consulter un dentiste au moins une fois par an
Matériels/supports :	Images sur consultation sur le dentiste, dents saines et propres,
Disposition spatiale :	Dans l'enceinte de la classe
Documents/bibliographie :	Manuel de formation « Rano Madio à l'école »
Durée :	30mn

ÉTAPES	ACTIVITÉS ENSEIGNANT(E)	ACTIVITÉS APPRENANTS(ES)	OBSERVATIONS
PHASE DE PRÉSENTATION			
Rappel de la leçon précédente/ Vérification des prérequis	- Quels sont les effets de la maladie dentaire? - Qu'est-ce que nous dévons faire quand on a mal aux dents? - Apprécient les réponses données par les élèves, fait donné ou donne les bonnes réponses, fait corriger.	- Corrigent	
Motivation	Est- il bien de ne pas soigner ses dents malades? Pourquoi ? nous ne pouvons pas aller à l'école, jouer, manger, parler quand nous avons mal aux dents ; c'est pourquoi il faut prendre soin de ses dents	- Écoutent ; - Répondent aux questions posées - Écoutent	
Justification	- communique les objectifs de la leçon; - accorde un temps d'échanges aux élèves.	- Échangent entre eux et énoncent ce qui est attendu d'eux.	
PHASE DE DÉVELOPPEMENT			
Présentation de la situation d'apprentissage	- Le maître demande aux élèves à combien de fois faut-il aller chez le dentiste ? - Demander à un élève ce qu'on fait quand on mal aux dents devant les autres.	- Écoutent et répondent - Exécutent	
Analyse/Échanges/ production	- Est-ce que les dents de votre camarade ont été avec des caries ont été soignées ?	- Écoutent et répondent	
	- Exécution à partir de la démonstration par un élève puis dans les groupes.	- Observent	

	- Contrôle / corrections du maître	- Suivent et Exécutent	
Synthèse/ application	- A quels moments il faut aller chez le dentiste ? - Que-ce qu'on fait chez le dentiste ?	- Répondent à la question posée	
	- élaboration du résumé : je vais au dentiste au moins une fois par an et à chaque fois que cela est nécessaire. - Faire lire le résumé	- Formule en collaboration avec le maître le résumé. - Lecture et copie du résumé	
	Insister sur l'application de cette résolution à l'école et à la maison.		

Grille d'observation de l'attitude de considération de l'eau comme une ressource précieuse

Pour fiches pédagogiques 1 et 2

Objectif : vérifier l'attitude de considération de l'eau comme une ressource précieuse

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____ CLASSE:_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Indicateurs de comportements	Échelle graphique				
	TRO	RO	NO	LPO	TO
Ferme le robinet d'eau après usage					
Évite de gaspiller l'eau au point d'eau					
Interpelle ses camarades qui s'amusent avec l'eau du point d'eau					

TRO = Très rares occasions ; RO = Rares occasions ; NO = Nombreuses occasions ; LPO = La plupart des occasions ; TO = Toutes les occasions.

NB : Pour cette grille, plus on va vers la droite sur l'échelle graphique, plus le degré de satisfaction s'accroît.

Grille d'observation de l'attitude de transport, de stockage de l'eau et de manipulations de l'eau

Pour les fiches pédagogiques n° 10, 11 et 15

Objectif : vérifier l'attitude de considération du transport, de la conservation adéquate et de la manipulation hygiénique de l'eau comme faisant partie intégrante du traitement de l'eau

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Attitudes	OUI	NON
Il transporte l'eau avec un récipient propre		
Il couvre le récipient		
Il tient le lieu de stockage propre.		
Il stocke l'eau dans un récipient propre		
Il se lave les mains avant de prélever l'eau		
Il prélève l'eau avec un récipient propre.		

Grille d'observation de l'aptitude à produire du chlore

Pour fiche pédagogique n° 13

Objectif : vérifier l'aptitude à produire du chlore

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Indicateurs d'aptitude de l'élève	Existence		Échelle numérique			
	oui	non	1	2	3	4
Rassemble le matériel nécessaire à la production						
Met 40 ml de saumure dans le bidon de 0,5 l fourni par le kit Mini-WATA						
Ajoute 0.46 l d'eau propre (jusqu'au coup du bidon)						
Ferme le bidon et secoue pour dissoudre totalement le sel						
Plonge totalement l'appareil Mini-WATA dans l'eau salée						
Branche l'alimentation du Mini-WATA à la batterie puis connecte la fiche d'alimentation à l'appareil et noter l'heure du branchement						
Attend 3 h et débranche le Mini-WATA, puis le sortir du bi- don						
Rince le Mini-WATA avec de l'eau propre et le range						
Mesure la concentration du chlore produit avec le WATA-Test						
Étiquète la bouteille de chlore produit et renseigne le cahier de production						

1. Insatisfaisant 2. Peu satisfaisant
3. Satisfaisant 4. Très satisfaisant

Grille d'observation de l'aptitude à traiter de l'eau à l'aide du chlore

Pour fiche pédagogique n° 13

Objectif : vérifier l'aptitude à traiter de l'eau à l'aide du chlore

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Indicateurs d'aptitude de l'élève	Existence		Échelle numérique			
	oui	non	1	2	3	4
Avec la seringue, prélève 5 ml de la solution chlore produit et testé						
Verse les 5ml de la solution chloree dans le contenant des 20 l d'eau à désinfecter						
Secoue le contenant pour bien mélanger le contenu						
Attend 30 minutes						
Contrôle le chlore résiduel et la qualité de la chloration avec le WATA-Blue :						
30 minutes après la chloration, prélève 5 ml d'eau traitée						
Verse les 5 ml d'eau dans le tube à essai						
Ajoute une goutte WATA-Blue puis agite le tube à essai						
Observe et apprécie le résultat						

1. Insatisfaisant 2. Peu satisfaisant

3. Satisfaisant 4. Très satisfaisant

Grille d'observation de la pratique de l'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Pour fiches pédagogiques n°18 et 19

Objectif : vérifier l'aptitude à se laver correctement les mains

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier L'élève	Existence		Échelle numérique			
	Oui	Non	1	2	3	4
Mouille ses mains avec de l'eau propre						
Met du savon ou de la cendre sur ses mains et fait des bulles (mousser)						
Frotte les paumes des mains						
Frotte les dos des mains						
Frotte les intervalles des doigts						
Frotte tous les ongles sur la paume						
Frotte les poignets						
Rince les mains avec de l'eau propre						
Sèche les mains lavées à l'air libre						

1. Insatisfaisant 2. Peu satisfaisant
3. Satisfaisant 4. Très satisfaisant

Grille d'observation de la pratique de l'utilisation et de l'entretien des toilettes/latrines

Pour fiche pédagogique n° 21

Objectif : vérifier l'attitude dans l'utilisation des toilettes/latrines de façon hygiénique et leur entretien

CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier L'élève	Échelle numérique			
	1	2	3	4
Porte des chaussures pour rentrer dans les latrines				
Rentre dans les latrines avec de l'eau dans une bouilloire ou du papier hygiénique				
Vise bien le trou				
Referme les latrines à la sortie				
Se lave les mains à l'eau et au savon				
Tient les alentours des latrines propres				
Participe au nettoyage des latrines				
Interpelle ses camarades qui jettent des ordures près des latrines				

1. Jamais 2. Rarement
3. Souvent 4. Toujours

NB : Cette observation se fait sur le comportement d'ensemble des élèves.

Grille d'observation de la pratique de l'utilisation et de l'entretien du point d'eau

Pour fiche pédagogique n° 22

Objectif : vérifier l'attitude dans l'utilisation et l'entretien du point d'eau

CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier l'élève	Échelle numérique			
	1	2	3	4
Il entre dans l'enceinte du forage pieds nus				
Il tient les alentours du forage propres				
Il participe au nettoyage des alentours du forage				
Il interpelle ses camarades qui jettent des ordures près du forage				

1. Jamais 2. Rarement
3. Souvent 4. Toujours

NB : Cette observation se fait sur le comportement d'ensemble des élèves

Grille d'observation de la pratique de l'assainissement de son cadre de vie

Pour fiche pédagogique n° 24

Objectif : vérifier l'attitude dans l'assainissement de son cadre de vie

CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier l'élève	Échelle numérique			
	1	2	3	4
Protège les plantes				
Évite de malmener les plantes				
Arrose les plantes				
Débarrasse les classes des ordures				
Évacue les ordures dans la poubelle				
Evite de jeter les sachets plastiques dans la cour				
Jette les eaux usées dans le puisard				
Participe aux journées de salubrité				

NB : Cette observation se fait sur le comportement d'ensemble des élèves.

1. Jamais 2. Rarement
3. Souvent 4. Toujours

Grille d'observation de la pratique de l'hygiène alimentaire, corporelle et vestimentaire

Pour fiches pédagogiques n° 26 et 27

Objectif : vérifier de façon ponctuelle les comportements qui traduisent les bonnes habitudes d'hygiène

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____ CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier	Échelle numérique				
	0	1	2	3	4
Il se lave les mains pour manger					
Il couvre ses repas					
Il lave les fruits avant de les manger					
Il garde la tête bien coiffée					
Il garde ses ongles bien taillés					
Ses habits restent propres toute la journée					
Etc.					

0 = Pas du tout

1= Peu

2 = Parfois

3 = Presque tout le temps

4 = Tout le temps

Grille d'observation du pratique de brossage des dents

Pour fiches pédagogiques n° 28 et 29

Objectif : vérifier de façon ponctuelle les comportements qui traduisent le bon brossage des dents

NOM_____PRÉNOM(S)_____AGE_____ CLASSE :

PÉRIODE DU_____AU_____

Points à vérifier	Échelle numérique				
	0	1	2	3	4
Il prend son gobelet et sa brosse à dent					
Il prend de l'eau Rano Madio					
Il brosse les dents à l'extérieur chaque recréation					
Ses dents restent propres					
Il range la brosse à dent et le gobelet à l'endroit prédéfini					
Etc.					

0 = Pas du tout
1= Peu
2 = Parfois
3 = Presque tout le temps
4 = Tout le temps

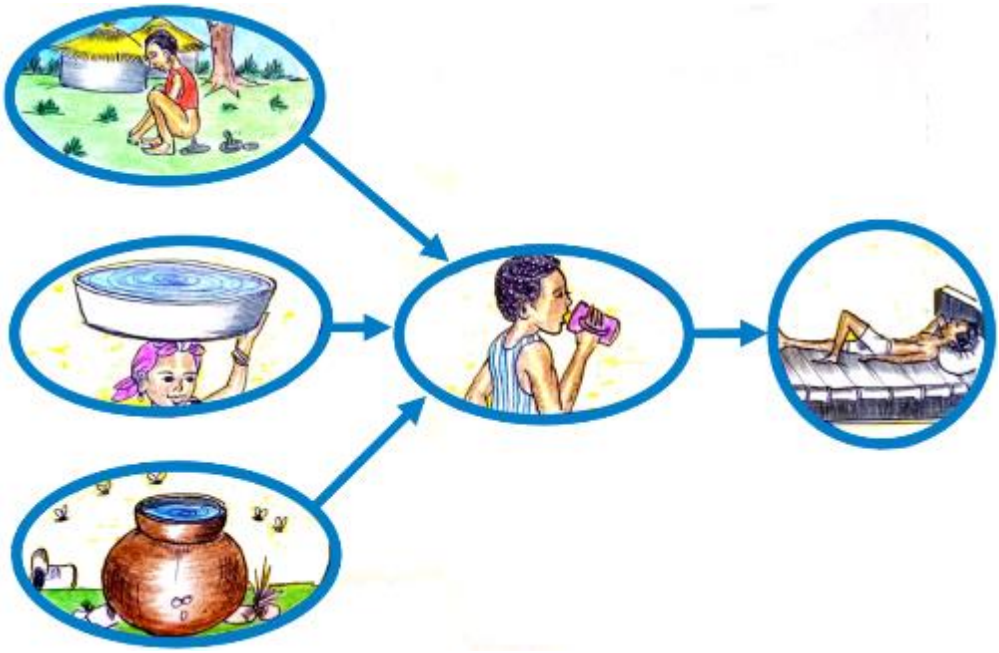
Guide pour les activités WASH à l'école

Catégorie	Fréquences	Activités	Matériels	Durée (max)	Responsable	Vérificateur
Eau potable	Journalier	Remplissage fontaine de classe	Bidons de transport 10L	10mn (pour 6 élèves)	Les plus grands garçons de l'école (au maximum 10L/ bidon/élèves	Club de l'eau
		Chloration de l'eau de boisson dans les fontaines de classe	Chlore, seringue 20ml	30mn attente de l'action du chlore	Club de l'eau	Enseignants
		Contrôle de chlore résiduel dans l'eau traitée	Kit WATA-Blue	1mn par salle de classe pour le contrôle (avec le déplacement)	Club de l'eau	Enseignants
	2 fois par semaine	Production et test de concentration de chlore	Appareil WATA (Mini-WATA), source de courant électrique, WATA-Test, Saumure saturée	2mn: Lancement de la production 2h durée de la production 2mn test de concentration de chlore	Club de l'eau	Enseignants
		Rinçage appareil WATA à l'eau claire	Eau du claire	1mn après chaque production	Club de l'eau	Enseignants
	Hebdomadaire	Nettoyage des matériels de distribution de l'eau (Fontaine de classe, gobelet, cuvettes, bidons de transport)	Savon, éponge	10mn	Chaque classe	Enseignants
	Trimestriel	Préparation saumure saturée pour la production de chlore	400g de sel, une bouteille de 1.5L en plastique	15mn	Club de l'eau	Enseignants
	Annuel	Remplacement des matériels usés si nécessaire (bidons, cuvettes, gobelets, robinets…)				Enseignants/directeur école
Hygiène	Journalier	Mise en place des bidons de tippy-tap et du savon	DLM	5mn	Classe responsable du nettoyage générale par semaine	Membre du club de l'eau
		Remplissage DLM	DLM	5mn	Classe responsable du nettoyage générale par semaine	Membre du club de l'eau
		Ramassage DLM et savon (après les cours)	DLM	5mn	Club de de l'eau	Club de l'eau
		Rinçage bidon DLM	DLM	5mn	Club de l'eau	Club de l'eau
		Lavage des mains	DLM, savon	1mn	Chaque élèves	Club de l'eau

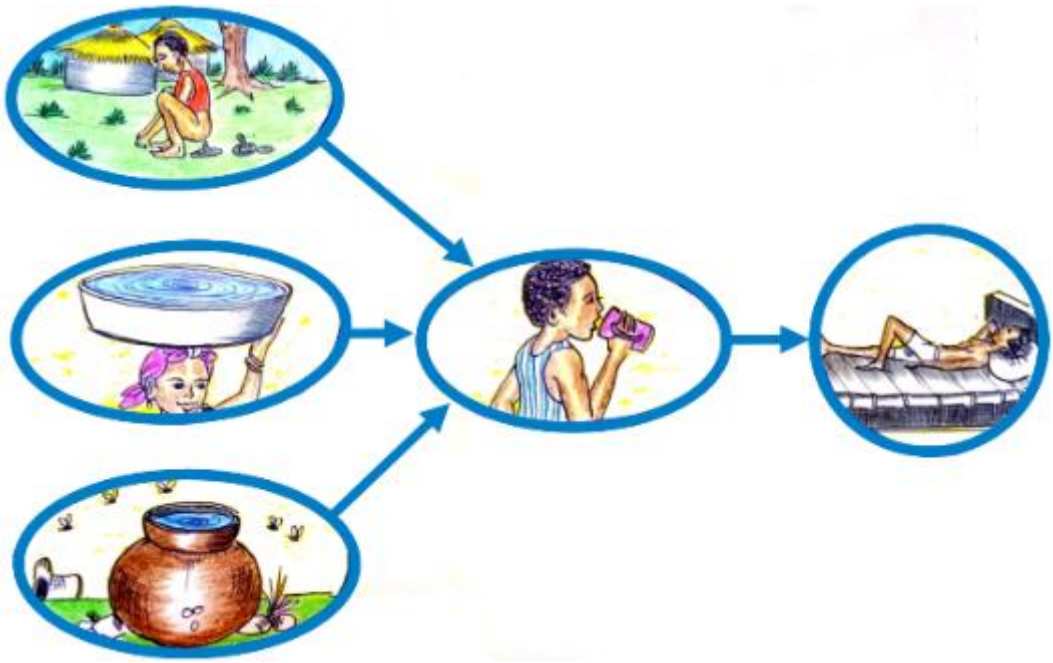
	Annuel	Rajout/remplacement des bidons de lavage des mains	Bidons			Enseignants/directeur école
Assainissement	Journalier	Mise en place de seau/jarre/récipient de stockage d'eau dans les cabines de défécation	Seau/jarre/récipient	5mn	Classe responsable du nettoyage générale par semaine	Club de l'eau
		Nettoyage du trou de défécation	Brosse de toilette, eau	Après chaque défécation	Chaque élève (informé préalablement)	Self-control
		Rinçage des seaux et jarre de stockage d'eau	Savon	5mn	Classe responsable du nettoyage générale par semaine	Club de l'eau
	Hebdomadaire	Nettoyage du sol, les murs, la poignée de porte	Savon, Chlore, brosse, gant, balaie	30mn	Classe responsable du nettoyage générale par semaine	Club de l'eau
	Mensuel	Remplacement des matériels usés si nécessaire (balaies, brosse, seaux…)			Enseignants/directeur école/APE	Enseignants/directeur école
	Occasionnel	Ajout des nouveaux toilettes, vidanges, réhabilitations, peintures…			Enseignants/directeur, APE/CISCO	Enseignants/directeur école/FRAM/CISCO

Annexe 6 : Illustrations

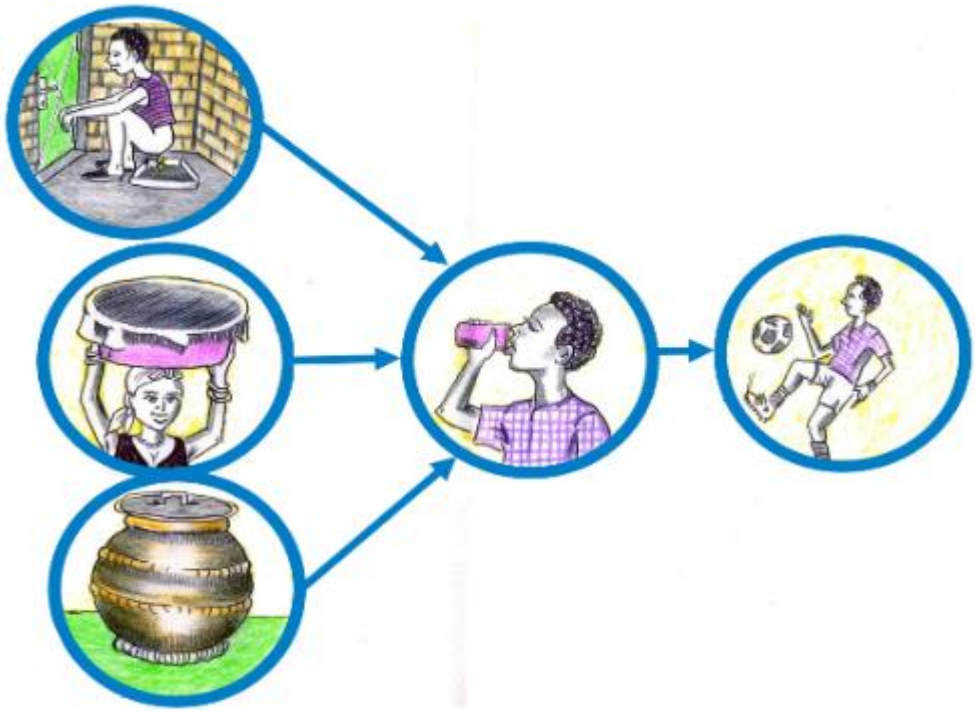
Thème 4.1 L'eau : voie de transmission de maladies



Thème 4.2. /4.5 Les sources de contamination et de recontamination de l'eau



Thème 4.2/4.5 Précautions à prendre pour éviter la contamination ou la recontamination de l'eau



Thème 4.6 Moments critiques de lavage des mains

Aux sorties des latrines



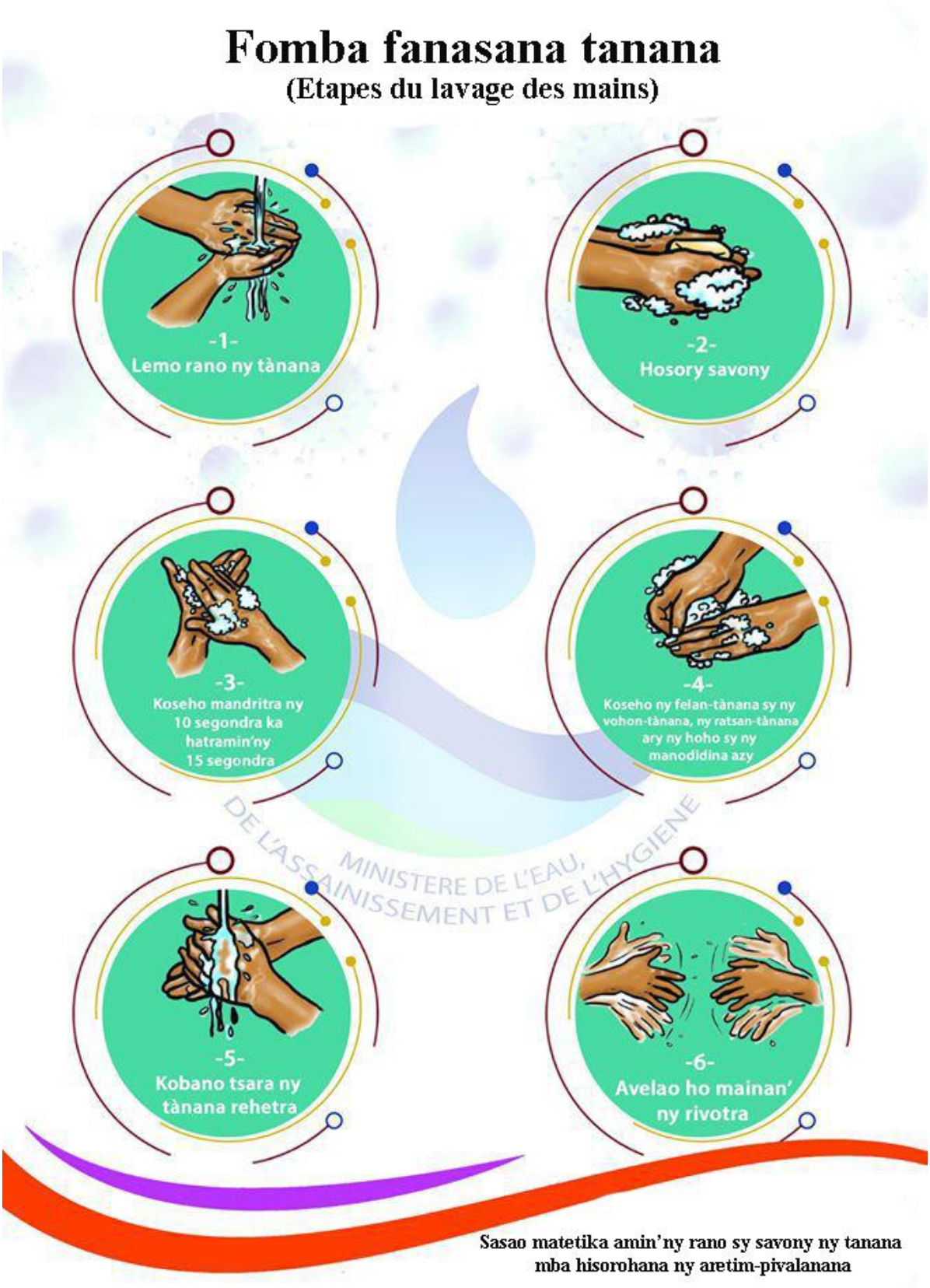
Avant de manger



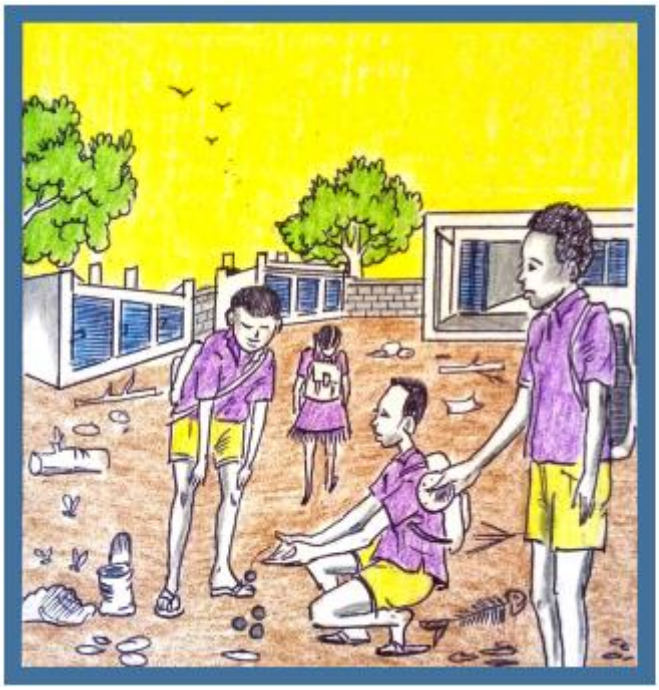
Avant de faire la cuisine

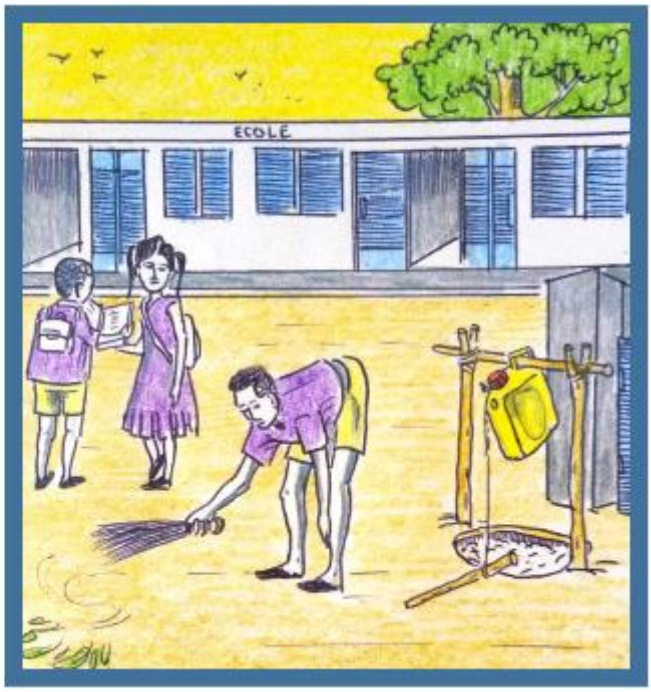


Thème 4.6 Etapes de lavage des mains



Thème 4.6 L'assainissement du cadre de vie





Thème 4.7 L'hygiène alimentaire

