



# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE  
DE  
MASTER

**SPECIALITE : GÉNIE ÉLECTRIQUE ET ÉNERGÉTIQUE**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le 25 janvier 2024 par

**Ragnagninwende Asvin Aristophane KABORE (2019 0753)**

**Directeur de mémoire : Daniel YAMEGUEU, Enseignant-chercheur en Génie  
Énergétique, Maître de conférences CAMES, 2iE**

**Encadrant 2iE : Yacouba KONATE, Enseignant-chercheur en Assainissement, Maître  
de conférences CAMES, 2iE**

Structures d'accueil du stage : **Laboratoire Énergies Renouvelables et Efficacité  
Énergétique (LabEREE) & Laboratoire Eaux, Hydro-Systèmes et Agriculture (LEHSA)**  
du 2iE

Jury d'évaluation du mémoire :

Présidente : **Dr. Marie TIENTORE/SAWADOGO**

Membres et correcteurs : **Dr. Moussa Yrébégnan SORO**

**Dr. Kokouvi Edem N'TSOUKPOE**

**Promotion [2023/2024]**

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

**DEDICACE**

*Je souhaite dédier ce travail à mes chers parents,*

*PAUL KABORE et ROSINE*

*OUEDRAOGO/KABORE, dont les conseils ont  
été un soutien constant. Une dédicace particulière  
à ma petite sœur Lauraine. À mes camarades de  
classe et amis, ainsi qu'à la personne que  
j'affectonne tout particulièrement, pour tous ces  
moments précieux passés à leurs côtés.*

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

**CITATION**

*« À celui qui est capable de faire bien plus que ce  
que nous demandons, pensons ou imaginons, à  
lui soient toute gloire, honneur et louange. »*

*(Éphésiens 3 : 20-21)*

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

**REMERCIEMENTS**

Merci, mon **DIEU**, car par ta grâce je peux non seulement écrire ces lignes aujourd'hui, mais je te suis également reconnaissant pour mon parcours académique. Sans ta présence, toute réussite aurait été hors de portée, et c'est avec une profonde humilité que je rends hommage à la grâce divine qui a guidé chacune de mes démarches.

À l'**Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE)**, je souhaite exprimer ma reconnaissance pour l'accueil bienveillant et le cadre multiculturel propice à l'épanouissement intellectuel. C'est au sein de cette institution prestigieuse que j'ai pu façonner mes compétences, acquérir un savoir-faire précieux, et internaliser les normes du savoir-vivre académique.

Par le canal du **Dr Y. Moussa SORO**, chef de département du Génie Électrique, Énergétique et Industriel, je saisis l'opportunité de saluer l'ensemble du département. Les membres de cette communauté pédagogique ont été des mentors éclairés, transmettant des connaissances non seulement dans les domaines cruciaux de l'énergie et de l'électricité, mais également en matière de conduite professionnelle.

Mes remerciements s'orientent ensuite vers les responsables et équipes de recherche des Laboratoires LabEREE et LEHSA. Ces laboratoires ont été des lieux d'apprentissage stimulants où j'ai eu la chance de mettre en pratique mes connaissances théoriques, à travers l'exploration du thème de ce mémoire.

Mes directeurs de mémoire, **Dr Daniel YAMEGUEU, Enseignant — chercheur, Maître de Conférences (LabEREE) & Dr Yacouba KONATE, Enseignant — chercheur, Maître de Conférences (LEHSA)**, méritent une mention particulière pour leur engagement exceptionnel. Leurs conseils éclairés, leur soutien constant et leur patience ont constitué des piliers fondamentaux tout au long de la rédaction de mon mémoire, faisant de cette expérience une aventure intellectuelle enrichissante.

Enfin, à toutes les personnes non mentionnées explicitement dans ces lignes, mais qui ont contribué, de près ou de loin, à mon cheminement académique, je dédie un sincère témoignage de reconnaissance. Que cet élan d'appréciation atteigne chacun, car leur influence discrète a été, sans aucun doute, un facteur déterminant de ma réussite.

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

**RESUME**

Le mémoire étudie le **Nexus Eau-Énergie**, soulignant l'interdépendance eau-énergie et propose un **modèle économique** pour les systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable par **énergie solaire** et **nanofiltration**. Il présente trois **systèmes PV-NF** : communautaire, entrepreneur, et urgence, adaptés à divers besoins. Ces systèmes servent 500 à 2000 personnes, nécessitant 20 à 35 litres par jour et offrant un débit de 2 à 8 m<sup>3</sup>/h. Les coûts d'investissement varient par gamme, source d'eau, débit, et taille de population. Pour le communautaire, les coûts sont de 148 480 071 à 175 722 793 XOF (sources immergées) et 145 966 114 à 166 024 321 XOF (sources de surface). Les entrepreneurs ont des coûts de 136 072 930 XOF (immergées) et 127 872 378 XOF (surface), alors que l'urgence varie de 148 480 071 à 161 359 253 XOF (immergées) et 145 966 114 à 152 985 873 XOF (surface). Une option pour communautés moyennes (1000-1500) coûte 364 839 962 XOF (surface). Le prix de vente de l'eau, sur **25 ans**, va de 587 à 1120 XOF pour le communautaire, 709 à 1414 XOF pour l'entrepreneur, et 743 à 1558 XOF pour l'urgence, compétitif par rapport à l'ONEA (1104 XOF).

**Mots clés**

---

1. **Nexus Eau-Énergie**
2. **Système PV-NF**
3. **Modèle économique**
4. **Nanofiltration**
5. **Energie solaire**

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

**ABSTRACT**

The thesis explores the **Water-Energy Nexus**, highlighting the interdependence between water and energy, and proposes a **Business Model** for decentralized drinking water supply systems using solar energy and **nanofiltration**. It presents three types of **PV-NF systems**: community, entrepreneurial, and emergency, each adapted to various needs. These systems serve 500 to 2000 people, requiring 20 to 35 liters per day and offering a flow rate of 2 to 8 m<sup>3</sup>/h. Investment costs vary by range, water source, flow, and population size. For the community range, costs are from 148,480,071 to 175,722,793 XOF (submerged sources) and 145,966,114 to 166,024,321 XOF (surface sources). Entrepreneurs face costs of 136,072,930 XOF (submerged) and 127,872,378 XOF (surface), while emergency varies from 148,480,071 to 161,359,253 XOF (submerged) and 145,966,114 to 152,985,873 XOF (surface). An option for medium communities (1000–1500) costs 364,839,962 XOF (surface). The water selling price, over **25 years**, ranges from 587 to 1120 XOF for the community, 709 to 1414 XOF for entrepreneurs, and 743 to 1558 XOF for emergency, competitive compared to the ONEA rate (1104 XOF).

**Key Words**

---

1. **Water-Energy Nexus**
2. **PV-NF System**
3. **Business Model**
4. **Nanofiltration**
5. **Solar Energy**

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

**LISTES DES ABREVIATIONS**

- 2iE Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Assainissement
- ACCV : Analyse du Coût du Cycle de Vie
- AIE : Agence Internationale de l'Énergie
- BM : Business Model
- CUE : Coût par Unité d'Eau
- FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
- GLAAS : Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water
- ISO : Organisation internationale de normalisation
- JMP: Joint Monitoring Programme
- KPI: Key Performance Indicator
- MF: Microfiltration
- MWCO: Molecular Weight Cut-Off (seuil de coupure moléculaire)
- MVP: Minimum Viable Product
- NF : Nanofiltration
- ODD: Objectifs de Développement Durable
- OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement
- ONG : Organisation Non Gouvernementale
- PEC: Polyvinyl Chloride (Chlorure de polyvinyle)
- PESTEL : Politique, Économique, Social, Technologique, Environnemental, Légal
- PV : Photovoltaïque
- PV-NF : Photovoltaïque-Nanofiltration
- RSE : Responsabilité sociale des Entreprises
- RO : Reverse Osmosis (Osmose inverse)
- SDG : Sustainable Development Goals (Objectifs de développement durable)
- SROI: Social Return on Investment (retour social sur investissement)
- SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (forces, faiblesses, opportunités, menaces)
- TDS: Total Dissolved Solids (Solides dissous totaux)
- TRI : Taux de Rentabilité Interne
- UN : United Nations (Nations Unies)
- UNICEF : Fonds des Nations unies pour l'enfance
- UV : Ultraviolet
- VAN : Valeur Actuelle Nette
- WHO: Organisation mondiale de la santé
- XOF : Franc CFA Ouest-Africain

## SOMMAIRE

<i>Dédicace</i> .....	<i>ii</i>
<i>Citation</i> .....	<i>iii</i>
<i>Remerciements</i> .....	<i>iv</i>
<i>Résumé</i> .....	<i>v</i>
<i>Abstract</i> .....	<i>vi</i>
<i>Listes des Abréviations</i> .....	<i>vii</i>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>viii</b>
<i>Listes des tableaux</i> .....	<i>xi</i>
<i>Listes des figures</i> .....	<i>xii</i>
<i>Listes des annexes</i> .....	<i>xiii</i>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>I. Contexte et problématique de l’approvisionnement en eau potable en Afrique subsaharienne</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Objectifs spécifiques</b> .....	<b>2</b>
II.1. Questions de recherche.....	2
II.2. Méthodologie d’étude .....	3
<b>III. Présentation et description des laboratoires LabEREE &amp; LEHSA</b> .....	<b>4</b>
<b>CHAPITRE 1 : ÉTAT DE L’ART</b> .....	<b>5</b>
<b>I. LE CONCEPT DE BUSINESS MODEL : Genèse et définition</b> .....	<b>5</b>
I.1. Description des composantes clés du Business Model .....	6
I.2. Business model pour l’Afrique .....	7
<b>II. Les systèmes décentralisés d’approvisionnement en eau potable alimentés par le solaire</b> .....	<b>10</b>
II.1. Caractéristique des systèmes d’approvisionnement en eau potable alimentés par le solaire .....	11
II.2. Les principaux composants des systèmes d’approvisionnement en eau potable alimentées par le solaire .....	12

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

II.3. Gisement solaire en Afrique subsaharienne .....	13
<b>III. TRAITEMENT DE L'EAU.....</b>	<b>14</b>
III.1. Les différents types le traitement de l'eau .....	14
III.2. Les technologies de filtration membranaires .....	15
<b>IV. Analyse des modèles économiques pour les systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable.....</b>	<b>21</b>
IV.1. Les différents Business Model existant pour les systèmes PV-NF .....	21
IV.2. Les risques liés aux différents Business Model .....	22
IV.3. Facteurs économiques clés de viabilité .....	23
IV.4. Intégration des aspects culturels dans la conception du Business Model .....	23
IV.5. Condition contextuelle pouvant affecter le choix du modèle économique .....	24
<b>V. Règlementation en matière de qualité et d'infrastructure en eau .....</b>	<b>25</b>
<b>CHAPITRE 2 : MATERIEL &amp; METHODE .....</b>	<b>27</b>
<b>I. Collecte des données de l'étude .....</b>	<b>27</b>
<b>II. Dimensionnement approprié du système PV-NF .....</b>	<b>27</b>
II.1. Formules du dimensionnement technique du système.....	29
II.2. Etudes financières des systèmes PV-NF .....	31
<b>III. Développement du Business Model, Analyse des risques .....</b>	<b>32</b>
III.1. Outils d'analyse spécifique du Business Model.....	32
III.2. Outils d'analyse des risques .....	33
<b>IV. Approche compacte du système PV-NF .....</b>	<b>34</b>
<b>CHAPITRE 3: RESULTATS &amp; DISCUSSIONS .....</b>	<b>35</b>
<b>I. Détermination des caractéristiques et les spécifications techniques nécessaires..</b>	<b>35</b>
I.1. Évaluation de la qualité de l'eau .....	35
I.2. Présentation des gammes de produits proposés et de leurs critères de dimensionnement .....	36
I.3. Hypothèses de la pertinence d'un stockage d'énergie ou stockage d'eau.....	37
I.4. Analyser les besoins spécifiques des clients en matière d'approvisionnement en eau potable dans les milieux ruraux.....	38
I.5. Détermination de la Consommation Individuelle en litre/personne/jour à considérer par gamme .....	41

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

I.6. Déterminations des besoins journaliers en eau .....	42
I.7. Présentation des sous-gammes de produits .....	44
<b>II. Dimensionnement du système PV-NF .....</b>	<b>38</b>
II.1. Evaluation énergétique du système .....	46
<b>III. Choix des différents constituants du système .....</b>	<b>46</b>
III.1. Choix des kits de pompes solaires.....	47
III.2. Choix des Membranes de Nanofiltration .....	49
III.3. Choix des kits solaires pour alimentation du système de Nanofiltration .....	51
<b>IV. Etude Technico-Economique .....</b>	<b>53</b>
IV.1. Présentation des différents coûts afférents aux différentes gammes proposées...	54
IV.2. Calcul du Coût par Unité d'Eau ( $C_{UE}$ ).....	56
IV.3. Évaluation de la rentabilité économique des gammes proposées .....	57
IV.4. Evaluations des investissements substantiels du systèmes .....	59
IV.5. Évaluation des solutions de paiements pour l'eau vendue .....	63
IV.6. Mise en place opérationnelle du système .....	64
<b>V. Stratégie de Marketing &amp; de Financement.....</b>	<b>67</b>
V.1. Stratégie de Marketing .....	67
V.2. Financement .....	68
<b>VI. Présentation du Business Model .....</b>	<b>70</b>
VI.1. Application du modèle d'Osterwalder & Pigneur.....	70
VI.2. Évolution du Business Model .....	72
VI.3. Analyse SWOT du Business Model.....	73
<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>74</b>
<b>RECOMANDATIONS .....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>I</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>VI</b>

## LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Cadre conceptuel — Business Model générique pour les pays africains (Source : « A Business Model for Africa – Does It Exist and If So, What Is There to Consider? An Examination of Current Knowledge about Business Models in and for African Countries. » n.d.) .....	9
Tableau 2 : Comparaison des différentes technologies membranaires .....	17
Tableau 3 : Risques inhérents à chacun des Business Model .....	22
Tableau 4 : Étapes du dimensionnement du système PV-NF .....	28
Tableau 5 : Formule simplifiée pour le dimensionnement technique .....	30
Tableau 6 : Formule pour l'analyse financière.....	31
Tableau 7 : Sources d'approvisionnement en eau et contaminants potentiels en Afrique subsaharienne [52] à [62] .....	35
Tableau 8 : Présentation des gammes de produits.....	36
Tableau 9 : Sources d'eau potentielles par gammes .....	37
Tableau 10 : Récapitulatifs des hypothèses pour le choix du stockage par gammes .....	38
Tableau 11 : Les besoins spécifiques en eau de divers secteurs (Source : Water Mission. (2021). .....	40
Tableau 12 : Consommation par litre/personne/jour considérer pour chaque gamme.....	41
Tableau 13 : Besoins journaliers en eau.....	43
Tableau 14 : Besoin de stockage .....	43
Tableau 15 : Puissance Hydraulique par gamme .....	47
Tableau 16 : Présentation des pompes sélectionnées .....	48
Tableau 17 : Caractéristiques des unités de Nanofiltration.....	50
Tableau 18 : Dimensionnement des Kits solaires .....	52
Tableau 19 : Débit d'alimentation pour chaque sous-gamme.....	54
Tableau 20 : Évaluation des solutions paiements pour l'eau .....	63
Tableau 21 : Principales étapes de la stratégie Lean Startup .....	68
Tableau 22 : Évaluations des solutions de financements .....	69
Tableau 23 : Business Model du système PV-NF.....	71
Tableau 24 : Idée de développement futur .....	72

## LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Les neuf composants essentiels de la structure d'un Business Model.....	7
Figure 2 : Système de pompage solaire basic sans systèmes de filtration membranaire .....	12
Figure 3 : Le potentiel du gisement solaire en Afrique.....	14
Figure 4 : Spectre de filtration des technologies membranaires .....	16
Figure 5 : Les différentes utilisations de la technologie de Nanofiltration .....	19
Figure 6 : Les différents Business model pour les systèmes PV-NF .....	21
Figure 7 : Composantes territorialisées de l'eau et enjeux de reconnexion (Source : Baron, C. & Maillefert, M. (2021).....	25
Figure 8 : Les sous-gammes de produits par tranche de population .....	45
Figure 9 : Profondeur des sources d'eau souterraine en Afrique .....	48
Figure 10 : Kit de pompage immergé (gauche) & pompage de surface (droite) .....	49
Figure 11 : Unité de Nanofiltration NF-300 Pure aqua.....	51
Figure 12 : Kit solaire KYA-SOP .....	53
Figure 13 : Ensemble des coûts afférents au projet.....	55
Figure 14 : Coût par unité d'eau.....	56
Figure 15 : VAN.....	57
Figure 16 : Valeur révisée du coût de l'eau et de la VAN .....	58
Figure 17 : Camembert des coûts substantiels des investissements initiaux pour chaque gamme .....	61
Figure 18 : Vue de l'ensemble du Système PV-NF .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 19 : Vus du kiosque de distribution & de la citerne souple .....	65
Figure 20 : Unité de Nanofiltration .....	66
Figure 21 : Analyse SWOT du Business Model .....	73

## LISTES DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche technique kit de pompage solaire.....	VII
Annexe 2 : Unité de Nanofiltration.....	XI
Annexe 3 : Détails sur les coûts d'investissement .....	XIII
Annexe 4 : Groupes et Types de Clients pour Chaque Gamme de Produits.....	XXVIII
Annexe 5 : Stratégie Marketing initiale .....	XXX
Annexe 6 : Détails des éléments du Business modèle .....	XXXIV

## INTRODUCTION

---

### I. CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE EN AFRIQUE SUBSAHELIENNE

Selon un rapport de l'ONU en 2019, l'Afrique subsaharienne devrait connaître le taux de croissance démographique le plus élevé entre 2019 et 2030, avec une augmentation de 31 %, passant de 1,1 milliard à 1,4 milliard de personnes. Cette croissance démographique rapide, associée à l'urbanisation croissante, a des conséquences significatives sur l'approvisionnement en eau, créant ainsi un écart croissant entre la demande et l'offre disponible, ce qui est particulièrement préjudiciable pour les établissements informels (Santos et al., 2017).

En outre, cette croissance de la population entraîne une demande accrue de besoins et de services de base, notamment pour l'accès à l'énergie et à l'eau potable. Actuellement, plus de 75 % des personnes sans accès à l'électricité et plus de 40 % sans accès à l'eau potable résident en Afrique (AIE, Agence internationale de l'énergie — Perspectives énergétiques pour l'Afrique 2019).

Par ailleurs, l'urbanisation rapide observée sur le continent au cours des dernières décennies, avec un taux de croissance urbaine annuel de 4 %, a entraîné une concentration de la population dans certaines zones, en particulier en périphérie des grandes villes, rendant ainsi la fourniture de services énergétiques et d'eau complexe et coûteuse, tout en limitant leur accessibilité à une population plus importante (Sharma et al., 2013).

Dans les zones rurales d'Afrique subsaharienne, où moins de 20 % de la population a accès à l'électricité, le traitement et la distribution d'eau potable demeurent un défi majeur (AIE, Agence internationale de l'énergie — Perspectives énergétiques pour l'Afrique 2019). Le manque d'énergie rend difficile le choix de l'infrastructure pour le traitement de l'eau contaminée. Toutefois, des solutions décentralisées utilisant les énergies renouvelables offrent des possibilités pour relever ces défis (Richards et al., 2017).

Les systèmes de membrane alimentés par énergie solaire, tels que la technologie de nanofiltration/osmose inverse (PV-NF/RO), se révèlent être une option écologique et rentable pour le traitement de l'eau en Afrique subsaharienne, notamment dans les régions bénéficiant d'un ensoleillement abondant (Garg, 2019). Cette technologie, qui fonctionne directement grâce à l'énergie photovoltaïque, convient aux petits systèmes décentralisés de production d'eau potable dans les communautés rurales où il est nécessaire d'éliminer les contaminants dissous

dans l'eau (Schäfer et al., 2018).

Pour garantir la diffusion de la technologie PV-NF, un modèle économique novateur est nécessaire, en particulier en Afrique subsaharienne où les revenus des populations sont très limités.

## II. OBJECTIFS SPECIFIQUES

Le but principal de ce mémoire est de **proposer un modèle économique pour la diffusion de la technologie de Nanofiltration alimenté par l'énergie solaire (PV-NF) dans les zones rurales d'Afrique subsaharienne**. Pour atteindre cet objectif, deux objectifs spécifiques ont été définis :

- ❖ **Le premier objectif** est de dimensionner un système solaire photovoltaïque pour le pompage de l'eau et l'alimentation d'un système de nanofiltration.
- ❖ **Le deuxième objectif** est de proposer un modèle économique pour la diffusion de la technologie PV-NF.

### II.1. Questions de recherche

Dans le cadre de notre travail, nous avons identifié les questions de recherches suivantes, qui nous aideront à répondre au mieux à l'objectif principal :

- Quelles sont les meilleures approches du dimensionnement d'un système solaire photovoltaïque pour le pompage de l'eau et l'alimentation d'un système de nanofiltration faut-il envisagées ?
- Quelles sont les caractéristiques clés d'un modèle économique viable pour les systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable alimentés par le solaire dans les zones rurales et comment peuvent-elles être adaptées aux contextes locaux ?
- Quels sont les principaux obstacles financiers et techniques à la mise en œuvre de systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable alimentés par le solaire dans les zones rurales et comment peuvent-ils être surmontés ?
- Comment peut-on évaluer la rentabilité d'un modèle économique pour les systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable alimentés par le solaire dans les zones rurales, en prenant en compte les coûts initiaux, les coûts d'exploitation, les coûts de maintenance et les revenus des utilisateurs potentiels ?

## II.2. Méthodologie d'étude

La méthodologie de cette étude comprend plusieurs principales étapes suivantes :

**Effectuer un état de l'art sur les business model :** cette première étape s'appuie sur une revue de la littérature approfondie. Elle débute par une recherche documentaire ciblée sur les mots clés liés au thème du mémoire.

**Dimensionner un système PV pour le pompage de l'eau et l'alimentation du système de traitement de l'eau :** considérée comme la grande étape centrale, elle implique non seulement le dimensionnement adéquat des systèmes photovoltaïques (PV) mais aussi une approche compacte pour garantir une efficacité optimale.

- Dans le cadre de cette étape, une analyse des besoins en eau des populations cibles, des sources potentielles, et des contaminants sera intégrée pour contextualiser l'implémentation.

**Identifier les potentiels clients pour la technologie et leur disponibilité à adhérer à la technologie :** cette étape suivante se concentrera sur une analyse du profil des clients potentiels pour chaque gamme proposée, permettant de mieux déterminer les caractéristiques de la clientèle.

**Réaliser une étude technico-économique de la technologie PV-NF :** après le dimensionnement, une étude approfondie de la viabilité économique de la technologie PV-NF sera entreprise. Cela inclura la détermination du coût d'investissement initial ainsi que le prix de revient de l'eau produite. En outre, une l'analyse de la rentabilité économique sera effectuée à travers l'évaluation de la Valeur Actuelle Nette (VAN) et du Taux de Rentabilité Interne (TRI).

**Définir une stratégie de marketing pour la technologie :** Pour assurer l'acceptation de la technologie, une stratégie de marketing sera définie. Des recherches qualitatives seront entreprises sur les groupes cibles de clients potentiels et les acteurs du marché pour déterminer la meilleure approche marketing.

**Proposer les moyens de financement appropriés pour l'acquisition de la technologie :** Enfin, une analyse des méthodes innovantes de financement sera réalisée pour proposer la meilleure approche possible. La conception du Business model ainsi que la modélisation du système sera également réalisée en s'inspirant des travaux déjà effectués grâce aux méthodes de conception innovante.

### III. PRESENTATION ET DESCRIPTION DES LABORATOIRES LABEREE & LEHSA

Nous avons réalisé notre travail au sein de deux laboratoires de recherche de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) à savoir, le LabEREE (Laboratoire Énergies Renouvelables et Efficacité Énergétique) et le LEHSA (Eaux Hydrosystèmes et Agricultures).

Le Laboratoire Énergies Renouvelables et Efficacité Énergétique (LabEREE) de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement s'attache au développement de solutions énergétiques innovantes, visant à répondre aux défis spécifiques des pays en développement, particulièrement en Afrique subsaharienne. Les activités de recherche au sein du LabEREE s'articulent autour de deux axes principaux :

- ❖ **Énergies Renouvelables et Matériaux pour Systèmes Énergétiques (ERMaSE) :**  
Cet axe de recherche se focalise sur l'exploitation et le développement de sources d'énergie renouvelable (solaire, éolienne, hydroélectrique, biomasse, etc.) et l'étude de matériaux et technologies novateurs pour optimiser les systèmes énergétiques qui exploitent ces énergies.
- ❖ **Systèmes Multi-sources et Efficacité Énergétique (SMEE) :** Cette ligne de recherche vise l'intégration harmonieuse de multiples sources d'énergie et l'amélioration de l'efficacité énergétique. L'objectif est de concevoir des solutions visant à réduire les pertes énergétiques et à maximiser l'usage des ressources énergétiques disponibles localement.

Le LabEREE s'appuie sur une équipe diversifiée de professionnels comprenant une quinzaine de membres.

De manière similaire, le LEHSA, se dédie à la recherche pour l'amélioration des connaissances sur les ressources en eau en Afrique sub-saharienne dans un contexte de changements globaux. Structuré autour de trois axes principaux de recherche, le LEHSA étudie les pollutions et les technologies innovantes de traitement de l'eau, l'impact des changements globaux sur les bassins versants ruraux et urbains avec un accent sur l'adaptation des populations, ainsi que la maîtrise de l'eau pour une agriculture durable. Ce laboratoire a activement participé à divers projets et programmes de recherche financés par des partenaires nationaux et internationaux, se distingue par une équipe pluridisciplinaire de 37 membres.

## CHAPITRE 1 : ÉTAT DE L'ART

---

### I. LE CONCEPT DE BUSINESS MODEL : GENESE ET DEFINITION

Le concept du Business Model (BM) a attiré une attention significative tant dans la littérature scientifique que managériale, en particulier dans le contexte de l'innovation et de la durabilité. Il sert d'outil conceptuel pour comprendre comment une entreprise mène ses activités et peut être utilisé pour l'analyse, la comparaison, l'évaluation des performances, la gestion, la communication et l'innovation (Osterwalder et Pigneur, 2005).

L'origine du concept de BM remonte à la fin des années 1990, lorsque la montée d'Internet et du commerce électronique a perturbé les pratiques commerciales traditionnelles et créé de nouvelles opportunités de création et de capture de valeur. Le terme « Business Model » est devenu populaire parmi les praticiens et les universitaires pour décrire comment les entreprises opéraient dans l'économie numérique et exploitaient les technologies de l'information pour obtenir un avantage concurrentiel (Timmers, 1998 ; Amit et Zott, 2001).

La première vague de recherche sur les Business Model s'est concentrée sur l'identification et la catégorisation des différents types de Business Model en fonction de leur proposition de valeur, de leurs sources de revenus, de leur structure de coûts, de leur marché cible, de leur réseau de valeur et de leur stratégie concurrentielle (Rappa, 2001 ; Weill et Vitale, 2001 ; Afuah et Tucci, 2001). Cependant, la définition d'un BM a évolué au fil du temps et des disciplines, reflétant diverses perspectives et niveaux d'analyse.

Certains chercheurs définissent un BM comme une représentation ou une description de la logique et des éléments d'un système d'entreprise (Osterwalder et al., 2005 ; Morris et al., 2005 ; Teece, 2010). D'autres le définissent comme un phénomène réel ou un ensemble de choix et de conséquences qui façonnent la performance et le comportement d'une entreprise (Zott et al., 2011 ; Casadesus-Masanell et Ricart, 2010 ; Demil et Lecocq, 2010). Malgré la diversité des définitions, il y a un consensus général selon lequel un BM comprend quatre dimensions principales : la proposition de valeur (quelle valeur est offerte à qui), la création de valeur (comment la valeur est créée et livrée), la capture de valeur (comment la valeur est monétisée) et le réseau de valeur (qui sont les partenaires et les parties prenantes impliqués) (Zott et al., 2011).

En définitive, le concept de BM a connu un développement et un affinement significatifs. Il est

né de la nécessité de comprendre comment les entreprises opèrent dans l'économie numérique, et il a évolué pour englober plusieurs dimensions et répondre aux tendances émergentes telles que la durabilité. Le *Business Model Canvas* d'Osterwalder et Pigneur offre un cadre complet pour l'analyse et la conception de Business Model, permettant aux entreprises de s'adapter et de prospérer dans un environnement commercial dynamique et concurrentiel.

## **I.1. Description des composantes clés du Business Model**

Un outil notable pour l'analyse des Business Model est le *Business Model Canvas*. Le canevas se compose de neuf blocs de construction qui englobent les éléments clés d'un BM : segments de clientèle, proposition de valeur, canaux, relations avec la clientèle, sources de revenus, activités clés, ressources clés, partenaires clés et structure de coûts. Le canevas fournit un cadre visuel pour l'analyse et la conception de Business Model, facilitant la prise de décisions stratégiques et l'innovation.

Tout d'abord, l'accent est mis sur la définition d'une proposition de valeur unique qui satisfait les besoins des clients (Osterwalder & Pigneur, 2010). Cela implique d'identifier et d'intégrer l'impact social et environnemental comme faisant partie de l'offre de valeur (Santos, 2012). Ensuite, cibler et atteindre les segments de clients appropriés par le biais de plusieurs canaux est crucial (Teece, 2010). De plus, les entreprises doivent se concentrer sur la génération de flux de revenus diversifiés et la gestion des coûts pour obtenir un avantage concurrentiel (Chesbrough & Rosenbloom, 2002 ; Magretta, 2002). L'exploitation des compétences de base et de la propriété intellectuelle, ainsi que l'établissement d'alliances stratégiques et de partenariats, est essentielle pour accéder aux ressources clés (Chesbrough, 2010 ; Gassmann, Enkel, & Chesbrough, 2010). Enfin, les entreprises doivent embrasser l'innovation et adapter leurs Business Model aux conditions dynamiques du marché (Amit & Zott, 2012). En intégrant ces composants dans leurs Business Model, les organisations peuvent créer un avantage concurrentiel durable et stimuler la croissance. La figure 1 ci-dessous met en évidence les 9 composants clés qui constituent un Business Model selon Osterwalder & Pigneur (2010).

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<p><i>Partenaires clés</i></p> <p>Ce composant concerne les alliances stratégiques, les partenariats ou les collaborations avec d'autres entreprises ou organisations qui peuvent aider à renforcer le modèle économique de l'entreprise.</p>	<p><i>Activités clés</i></p> <p>Cela fait référence aux actions et aux opérations clés que l'entreprise doit entreprendre pour faire fonctionner son modèle économique et fournir sa proposition de valeur.</p>	<p><i>Proposition de Valeur</i></p> <p>Cela représente l'offre unique ou la proposition qui crée de la valeur pour les clients et les incite à choisir l'entreprise plutôt que ses concurrents.</p>	<p><i>Relations avec les clients</i></p> <p>Ce composant concerne la manière dont l'entreprise interagit et établit des relations avec ses clients, que ce soit par le biais de l'assistance clientèle, du support après-vente, etc.</p>	<p><i>Segments de clientèle</i></p> <p>Il s'agit de l'identification des différents groupes de clients ou segments de marché auxquels l'entreprise souhaite s'adresser.</p>
	<p><i>Ressources clés</i></p> <p>Ce sont les actifs et les ressources essentiels dont l'entreprise a besoin pour faire fonctionner son modèle économique, tels que les ressources humaines, les infrastructures, la technologie, etc.</p>		<p><i>Canaux de distribution</i></p> <p>Il s'agit des différents canaux ou moyens par lesquels l'entreprise communique, vend et distribue ses produits ou services à ses clients.</p>	
<p><i>Structures des coûts</i></p> <p>Il s'agit des coûts associés à la création et à la maintenance du modèle économique de l'entreprise, comprenant les coûts fixes, les coûts variables, les coûts liés aux ressources, etc.</p> 	<p><i>Flux de revenus</i></p> <p>Il s'agit des différentes sources de revenus de l'entreprise, provenant de la vente de produits ou de services, de la publicité, de la location, etc.</p> 			

Figure 1 : Les neuf composants essentiels de la structure d'un Business Model

(Source : Osterwalder & Pigneur, 2010)

## I.2. Business model pour l'Afrique

Le Business Model de l'Afrique désigne la façon dont une entreprise crée, délivre et capture de la valeur sur le continent africain. Il s'agit de comprendre les besoins spécifiques des clients africains, les opportunités et les contraintes du marché, ainsi que les ressources et les partenariats nécessaires pour réussir. Un business model pour l'Afrique doit être adapté à la diversité culturelle, géographique et économique du continent, tout en tenant compte des défis liés à l'infrastructure, à la réglementation et la concurrence.

### I.2.1. Réalité du continent

La compréhension des défis uniques et des opportunités liés à la réalisation des affaires sur le continent africain sont des facteurs essentiels à la réussite du Business Model. Les chercheurs soulignent la nécessité de Business Model qui répond aux exigences spécifiques et aux normes

culturelles des pays africains, en tenant compte des divers comportements des consommateurs qu'ils influencent (Adeleye & Yusuf, 2019).

La mondialisation et les avancées technologiques ont élargi les ressources et l'accès au marché dont disposent les entreprises africaines. Cela crée une opportunité pour les entreprises de tirer parti de ces ressources pour développer des produits et services innovants répondant aux besoins de la population africaine et contribuant au développement économique (Munyua, 2018).

La gouvernance et l'infrastructure jouent des rôles cruciaux dans la promotion des affaires en Afrique. Bien que des progrès aient été réalisés dans l'amélioration des structures de gouvernance, une infrastructure insuffisante reste un obstacle majeur. Les chercheurs préconisent un investissement accru dans les infrastructures de transport et de communication pour faciliter les opérations commerciales en Afrique.

D'autres recherches dans ce domaine examinent l'impact de l'instabilité politique sur les Business Model, l'exploration du rôle des partenariats public-privé dans la promotion de la croissance économique et l'évaluation du potentiel de Business Model innovants tel que l'entrepreneuriat social pour stimuler le développement économique africain (Adeleye & Yusuf, 2019).

En résumé, un Business Model réussi en Afrique doit aborder les facteurs de gouvernance, d'infrastructure et culturels influençant le comportement des consommateurs. Il doit être adapté aux défis et aux opportunités uniques présents sur le continent. Approfondir notre compréhension de ces facteurs et développer des modèles innovants sera essentiel pour stimuler la croissance économique en Afrique (Munyua, 2018).

### **I.2.2. Description des composantes clés d'un Business Model pour l'Afrique**

Pour réussir dans le contexte africain, un business model efficace doit prendre en compte des éléments clés tels que :

- **Adaptation aux besoins locaux** : Un business model réussi en Afrique doit prendre en compte les besoins spécifiques des consommateurs africains et s'adapter à leurs préférences culturelles.
- **Gestion des ressources limitées** : Les entreprises en Afrique doivent trouver des moyens innovants pour fournir des produits et services malgré les limitations en matière d'accès à l'électricité, à l'eau potable et aux infrastructures.
- **Utilisation des technologies mobiles** : Les technologies mobiles jouent un rôle clé en Afrique et permettent d'atteindre un large public. Le business model peut utiliser ces

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

technologies pour proposer des services tels que les paiements mobiles, le commerce électronique et l'accès à l'information.

- **Collaboration et partenariats locaux** : La collaboration avec des acteurs locaux est essentielle en Afrique pour bénéficier de leur expertise et de leur compréhension des dynamiques locales.
- **Durabilité et responsabilité sociale** : Les pratiques commerciales durables et la responsabilité sociale sont de plus en plus importantes en Afrique. Le business model peut intégrer ces aspects en protégeant l'environnement, en favorisant l'inclusion sociale et en créant des emplois locaux.

Stefanie Wedenig (2021) a proposé un modèle standard de Business Model pour l'Afrique, basé sur le cadre conceptuel du Business Model d'Osterwalder et al. (2010). Dans sa thèse, elle examine en détail les connaissances existantes sur les modèles d'affaires dans les pays africains. À la suite de cette analyse minutieuse, elle identifie les composants essentiels requis pour chacun des neuf blocs de construction clé du Business Model Canvas. Ces résultats constituent la base d'un concept de Business Model durable spécifiquement adapté à l'Afrique. Le Tableau 1 ci-dessous récapitule les éléments proposés pour le modèle standard.

Tableau 1 : Cadre conceptuel — Business Model générique pour les pays africains (Source : "A Business Model for Africa – Does It Exist and If So, What Is There to Consider? An Examination of Current Knowledge about Business Models in and for African Countries." n.d.)

 <b>Activités clés</b>	 <b>Proposition de valeur</b>	 <b>Ressources clés</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les activités standard de la chaîne de valeur telles que la production, le marketing, les ventes, la distribution, etc.</li> <li>▪ En plus, la formation et l'éducation des employés, des clients et des partenaires.</li> <li>▪ Le service après-vente et la maintenance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Satisfaction des besoins de base</li> <li>▪ Amélioration des conditions de vie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Connaissance</li> <li>▪ Puissant logiciel/applications informatiques</li> <li>▪ Réseau</li> </ul>

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

 Partenaires clés	 Flux de revenu	 Structure des coûts
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Secteur privé local</li> <li>▪ Institutions financières/donateurs/banques</li> <li>▪ ONG et organisations locales et internationales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ventes de produits</li> <li>▪ Frais de service</li> <li>▪ Fonds, subventions et dons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coûts de production</li> <li>▪ Coûts du personnel</li> <li>▪ Coûts de logistique/distribution</li> </ul>
 Segments clients	 Relation client	 Canaux de distribution
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PME, secteur privé, entrepreneurs locaux et intermédiaires</li> <li>▪ Bop/Population à faible revenu en milieu rural</li> <li>▪ Population urbaine et rurale à revenu intermédiaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contact direct/personnel</li> <li>▪ Par le biais d'un tiers</li> <li>▪ Activités de marketing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Par le biais d'un tiers</li> <li>▪ En ligne/numérique</li> <li>▪ Magasins physiques/Points de vente directs</li> </ul>

## II. LES SYSTEMES DECENTRALISES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTES PAR LE SOLAIRE

Les systèmes d'approvisionnement en eau potable décentralisés, alimentés par l'énergie solaire, présentent plusieurs avantages significatifs. Tout d'abord, ces systèmes offrent un accès sûr et abordable à une source d'eau potable propre, comblant ainsi le déficit d'infrastructures traditionnelles dans les régions concernées.

En outre, l'utilisation de l'énergie solaire pour le pompage, le traitement et la distribution de l'eau réduit la dépendance aux combustibles fossiles, induisant une transition vers des sources d'énergie plus durables. Cette transition s'accompagne d'une diminution notable des coûts opérationnels, favorisée par la réduction de la consommation de combustibles fossiles.

Parallèlement, ces systèmes contribuent à la gestion efficace des ressources hydriques en réduisant la demande en eau, grâce à des technologies de traitement avancées. L'adoption de l'énergie solaire entraîne une réduction significative de la consommation énergétique, particulièrement cruciale dans des zones éloignées ou difficiles d'accès.

Sur le plan environnemental, ces systèmes décentralisés apportent une contribution importante

en réduisant les émissions de gaz à effet de serre par substitution des sources d'énergie traditionnelles par des solutions solaires. Cette démarche s'inscrit dans la lutte globale contre le changement climatique.

L'étude approfondie menée par Kumar et Singh (2018) souligne la fiabilité et la durabilité inhérentes à ces systèmes, offrant ainsi une source d'eau potable fiable et pérenne aux communautés rurales. La décentralisation confère un contrôle accru sur la qualité de l'eau, facilitant une surveillance constante et des interventions immédiates en cas de besoin.

En matière de résilience, la décentralisation des systèmes renforce la capacité à faire face aux catastrophes naturelles, minimisant ainsi les perturbations potentielles dans l'approvisionnement en eau potable.

Enfin, ces systèmes décentralisés contribuent de manière significative à la réalisation des objectifs mondiaux de développement durable, en particulier en répondant au problème mondial d'accès insuffisant à une eau potable sûre.

## **II.1. Caractéristique des systèmes d'approvisionnement en eau potable alimentés par le solaire**

Les systèmes d'approvisionnement en eau potable alimentés par l'énergie solaire offrent une solution prometteuse au défi mondial de fournir de l'eau potable propre aux régions éloignées et sous-développées. Ces systèmes présentent plusieurs caractéristiques clés dont les principales sont :

- ❖ **Efficacité et durabilité** : De nombreuses études ont démontré les performances élevées et les faibles exigences d'entretien des systèmes solaires, ce qui les rend adaptés aux endroits isolés. Shaaban, Eltawil et Elhadidy (2013) ont réalisé une étude d'optimisation sur un système d'osmose inverse alimenté par l'énergie solaire, mettant en avant sa faisabilité économique et son potentiel pour les zones reculées. Al-Weshah (2011) a mené une étude comparative sur les systèmes de pompage d'eau solaire, soulignant leur efficacité et leur viabilité économique.
- ❖ **Rentabilité** : Les systèmes solaires offrent des avantages économiques par rapport aux systèmes traditionnels d'approvisionnement en eau. L'utilisation de panneaux solaires réduit la dépendance aux combustibles fossiles, ce qui se traduit par des coûts d'exploitation plus faibles. Kumar et Singh (2019) soulignent la nécessité d'une conception et d'un dimensionnement minutieux du système pour des performances optimales. L'incorporation de batteries permet un pompage continu même pendant les périodes de faible ensoleillement.

**Impact sociétal** : L'accès à une eau potable propre est un droit fondamental dont ne jouissent pas malheureusement de nombreuses personnes dans le monde. La mise en place de systèmes solaires peut remédier aux pénuries d'eau, améliorer la santé et réduire la

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

propagation des maladies d'origine hydrique. L'utilisation de sources d'énergie renouvelables comme l'énergie solaire contribue au développement durable et réduit les émissions de carbone.

## II.2. Les principaux composants des systèmes d'approvisionnement en eau potable alimentés par le solaire

Les systèmes d'approvisionnement en eau décentralisés PV-NF comprennent des composants clés tels que des panneaux photovoltaïques (PV), des batteries, des onduleurs, des régulateurs de charge, des câbles PV, des structures de montage et des membranes de nanofiltration (NF) (Adesina et al., 2021 ; Cooray et al., 2019). La Figure 2 présente ces éléments basiques du système d'un système PV-NF.

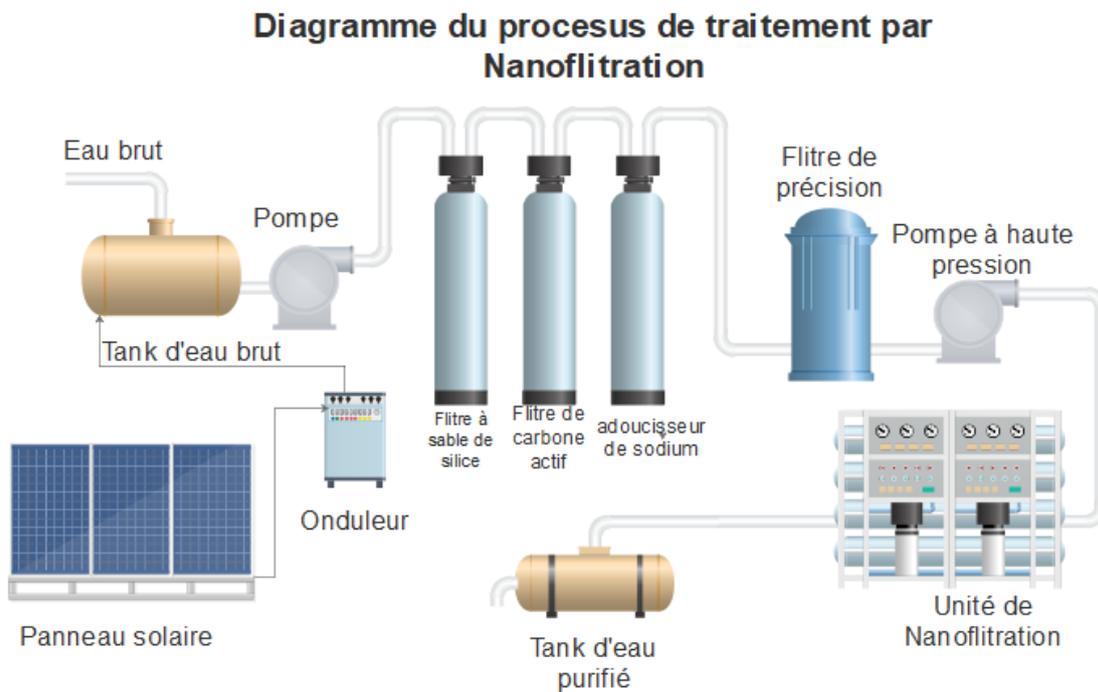


Figure 2 : Système de traitement par nanofiltration basic

Source : Réalisé sur Edraw Max

Voici une synthèse des éléments clés associés à ces systèmes :

- **Système photovoltaïque (PV) :** Le système intègre des panneaux solaires pour capter la lumière du soleil et la convertir en énergie électrique. Composé de modules PV, de régulateurs de charge, d'onduleurs et de batteries pour le stockage de l'énergie, le système PV permet de produire de l'électricité.
- **Prise d'eau et prétraitement :** L'eau est prélevée à partir de différentes sources telles que les rivières, les lacs ou les puits. Des processus de prétraitement tels que la

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

sédimentation, la filtration ou la désinfection peuvent être utilisés pour éliminer les particules plus grosses, les matières en suspension et les agents pathogènes potentiels avant d'entrer dans le système de nanofiltration.

- **Système de pompage** : Une pompe à eau alimentée par l'énergie solaire est utilisée pour puiser l'eau à la source et fournir la pression nécessaire pour la faire passer à travers le système de nanofiltration. La pompe peut être directement alimentée par le système PV ou être connectée à une batterie pour un fonctionnement continu en cas de faible ensoleillement.
- **Unité NF** : L'unité NF comprend les modules de membranes NF où l'eau est pressurisée et forcée à travers la membrane semi-perméable pour éliminer les contaminants tels que les bactéries, les virus, les solides dissous et autres impuretés de l'eau. La membrane permet le passage sélectif des molécules d'eau tout en bloquant les impuretés plus grosses, produisant ainsi une eau propre et filtrée.
- **Système de surveillance et de contrôle** : Des capteurs, des compteurs et des mécanismes de contrôle sont intégrés au système pour surveiller et optimiser ses performances. Ces composants mesurent des paramètres tels que le débit d'eau, la pression, la production d'énergie solaire et la qualité de l'eau afin d'assurer un fonctionnement et un entretien efficaces.
- **Stockage et distribution de l'eau** : L'eau traitée est stockée dans des réservoirs ou des citernes pour assurer un approvisionnement régulier. Des systèmes de distribution, comprenant des tuyaux, des vannes et des robinets, sont conçus pour transporter l'eau traitée vers les utilisateurs finaux, tels que les ménages, les communautés ou les institutions.

## II.3. Gisement solaire en Afrique subsaharienne

Le gisement solaire en Afrique subsaharienne, notamment dans la région du Sahel, est d'un potentiel important pour la mise en œuvre des systèmes solaires. Le Sahel reçoit un ensoleillement intense avec une irradiation solaire moyenne dépassant souvent 2 000 kWh/m<sup>2</sup> par an comme le montre la figure 2 ci-dessous. Cette abondance de rayonnement solaire fait de la région l'un des meilleurs endroits au monde pour la production d'énergie solaire. Les pays de la région exploitent de plus en plus ce potentiel en investissant dans des projets solaires à petites et grande échelle pour répondre à leurs besoins énergétiques croissants, tout en contribuant à la transition vers une économie plus verte et durable.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

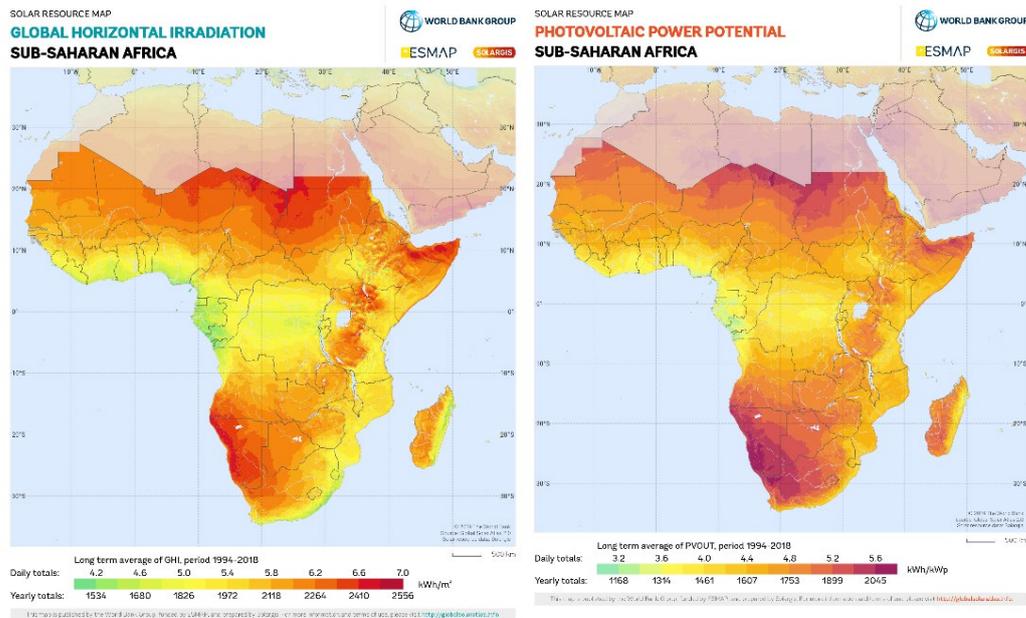


Figure 3 : Le potentiel du gisement solaire en Afrique

Source : <https://globalsolaratlas.info/download/sub-saharan-africa>

## III. TRAITEMENT DE L'EAU

### III.1. Les différents types le traitement de l'eau

Les procédés de traitement de l'eau sont des processus qui consistent à éliminer les contaminants et les polluants de l'eau afin de la rendre propre à la consommation. Il existe trois principaux types de procédés de traitement de l'eau :

- **Traitement physique** : filtration (médias granulaires, membranes), sédimentation, flottation, adsorption.
- **Traitement chimique** : coagulation et floculation, désinfection (chlore, dioxyde de chlore, ozonation, rayonnement UV), ajustement du pH, réduction chimique.
- **Traitement biologique** : traitement biologique aérobie (lits bactériens, réacteurs biologiques à membranes, procédés d'oxydation biologique avancée), traitement biologique anaérobie (digestion anaérobie, réacteurs à boues granulaires anaérobies), filtration biologique, phytoremédiation.

Ces procédés éliminent les contaminants physiques, chimiques et biologiques de l'eau. Cela permet de garantir une eau propre à la consommation et à d'autres usages. De ce fait, ces technologies présentent un certain nombre d'avantages tels que :

- Amélioration de la santé et la sécurité publiques en éliminant les polluants et les contaminants de l'eau ;
- Réduction des maladies d'origine hydrique, telles que le choléra et la typhoïde ;
- Réduction du gaspillage de l'eau et préservation des ressources en eau ;
- Amélioration de la qualité de vie en fournissant une eau potable propre et sûre

### III.2. Les technologies de filtration membranaires

Les technologies membranaires de traitement de l'eau utilisent des membranes avec des tailles de pores spécifiques pour éliminer les contaminants de l'eau. Les différents types de membranes sont les suivants :

- **La microfiltration** a une taille de pore de l'ordre de 0,1 à 10  $\mu\text{m}$ , ce qui lui permet d'éliminer efficacement les particules et les bactéries présentes dans l'eau.
- **L'ultrafiltration** possède une taille de pore de l'ordre de 0,001 à 0,1  $\mu\text{m}$  grâce à cette taille de pore plus petite, elle est capable de filtrer les virus, les colloïdes et les matières organiques dissoutes.
- **La nanofiltration**, avec une taille de pore d'environ 0,001  $\mu\text{m}$ , est utilisée pour éliminer les ions multivalents, tels que les sels de calcium et de magnésium, ainsi que certaines matières organiques de l'eau.
- **L'osmose inverse** utilise des membranes avec une taille de pore extrêmement petite, de l'ordre de 0,000 1  $\mu\text{m}$ . Cette taille de pore permet de retenir les sels et les contaminants dissous, offrant ainsi une purification avancée de l'eau.

La taille des pores de la membrane est essentielle pour déterminer quels contaminants seront retenus et lesquels passeront à travers la membrane. Chaque type de membrane est conçu pour répondre à des besoins spécifiques en matière de filtration en fonction de la taille des contaminants visés comme le montre la Figure 2 ci-dessous.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

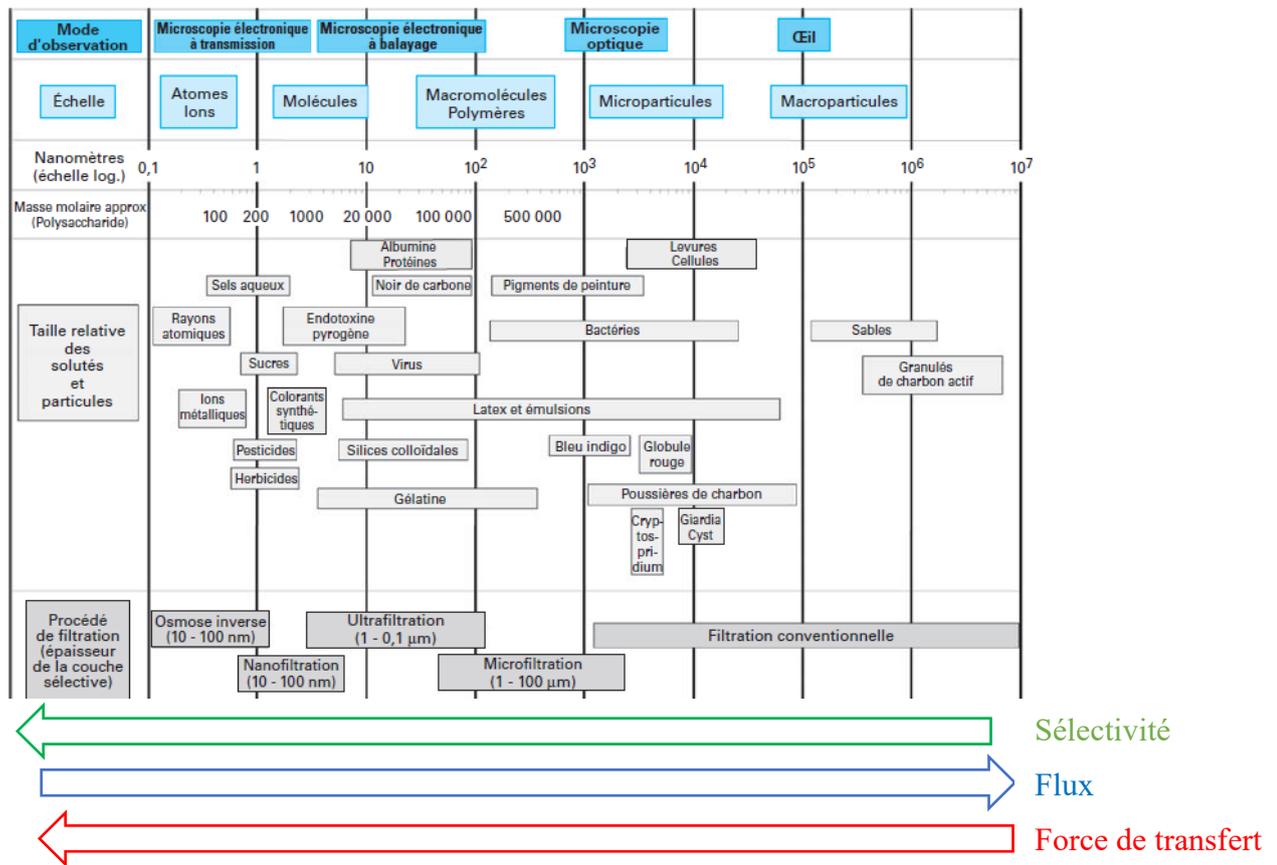


Figure 4 : Spectre de filtration des technologies membranaires

Source : REMIGY, J. (2007, March 10).

On observe une relation inverse entre la sélectivité<sup>1</sup> et le flux<sup>2</sup>, ce qui signifie que plus la membrane est sélective, plus le flux est réduit. De plus, les forces de transfert, telles que la pression transmembranaire, la taille des pores et les interactions soluté-membrane, ont une influence variable selon la technologie. La consommation d'énergie est également influencée par ces forces de transfert<sup>3</sup>, avec des technologies telles que l'ultrafiltration, la nanofiltration et l'osmose inverse nécessitant généralement une pression plus élevée et donc une consommation d'énergie plus importante. La température peut également jouer un rôle dans ces relations, car une augmentation de la température peut améliorer la vitesse de filtration dans certaines technologies, réduisant ainsi potentiellement la consommation d'énergie requise.

### III.2.1. Critères de choix d'une technologie membranaire

Pour choisir la bonne technologie membranaire, il est important de considérer différents paramètres tels que le débit d'eau à traiter, la qualité de l'eau brute, le niveau de traitement

<sup>1</sup> La sélectivité mesure la capacité d'une membrane de filtration à retenir sélectivement certaines substances

<sup>2</sup> Le flux représente la vitesse à laquelle l'eau traverse la membrane

<sup>3</sup> La force de transfert indique la pression appliquée pour forcer l'eau à travers la membrane

**DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE**

nécessaire, la consommation d'énergie, la durabilité des membranes et le coût du système. En général, les technologies membranaires nécessitent une alimentation en énergie pour fonctionner et peuvent avoir des coûts d'investissement et de maintenance élevés, mais elles offrent des avantages importants en termes de qualité de l'eau produite et de durabilité de la technologie. Le tableau 2 présente une comparaison de différentes technologies membranaires en fonction de plusieurs critères.

Tableau 2 : Comparaison des différentes technologies membranaires

<b>Technology</b>	<b>Avantages</b>	<b>Limites</b>
Microfiltration (MF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Faible pression de fonctionnement et consommation d'énergie</li> <li>– De grandes tailles de pores permettent des débits élevés</li> <li>– Peut éliminer les grosses particules, les bactéries et les solides en suspension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ne peut pas éliminer les solides dissous ou les ions</li> <li>– Élimination limitée des particules plus petites et des virus</li> <li>– Peut nécessiter un prétraitement pour éviter l'encrassement</li> </ul>
Ultrafiltration (UF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Faible consommation d'énergie par rapport au RO</li> <li>– Peut enlever de plus grosses molécules, des virus et certains solides dissous</li> <li>– Plus efficace pour éliminer les solides en suspension que NF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ne peut pas éliminer tous les solides dissous ou les ions</li> <li>– Requiert une pression de fonctionnement plus élevée que MF</li> <li>– Peut nécessiter un prétraitement pour prévenir l'encrassement</li> </ul>
Nanofiltration (NF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Peut éliminer de petites particules, de la matière organique, des ions divalents et certains virus</li> <li>– Nécessite une pression de fonctionnement et d'énergie plus faible que RO</li> <li>– Peut être utilisé pour l'adoucissement partiel de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ne peut pas éliminer tous les solides dissous ou les ions</li> <li>– Peut nécessiter un prétraitement pour éviter l'encrassement</li> <li>– Élimination limitée des ions monovalents</li> </ul>

**DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE**

	<p>l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bonne réjection des sous-produits de désinfection</li> </ul>	
Osiose inverse (RO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Très efficace pour éliminer les solides dissous et les ions</li> <li>– Peut être utilisé pour le dessalement de l'eau de mer et de l'eau saumâtre</li> <li>– Peut produire de l'eau de haute qualité avec une faible concentration de solides dissous totaux (TDS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nécessite une pression de fonctionnement élevée et une consommation d'énergie</li> <li>– Peut être affecté par l'encrassement et le dépôt de tartre</li> <li>– Rejette certains minéraux bénéfiques</li> <li>– Nécessite un prétraitement pour éviter l'encrassement</li> </ul>

### **III.2.2. La technologie de nanofiltration**

La technologie de membrane de nanofiltration (NF) a suscité un intérêt considérable ces dernières années en raison de ses caractéristiques attrayantes, telles que son efficacité, ses coûts réduits et sa faible consommation d'énergie. Les sections qui vont suivre fournissent un aperçu des caractéristiques, des domaines d'application et de la compétitivité de la technologie de membrane NF par rapport à d'autres technologies.

#### **(a) Composition de la membrane de NF**

Les membranes NF sont généralement composées de matériaux polymères, céramiques ou d'oxyde de graphène. Parmi ces matériaux, les membranes polymères sont les plus couramment utilisées, en raison de leur faible coût, de leur grande perméabilité et de leur facilité de fabrication. Quant aux membranes céramiques, elles se distinguent par leur grande stabilité chimique et thermique, ce qui les rend adaptées aux environnements difficiles. En outre, les membranes d'oxyde de graphène ont également suscité un intérêt prometteur dans le traitement de l'eau, grâce à leur sélectivité élevée et à leur perméabilité (Almeida et al., 2022).

#### **(b) Les différentes applications**

Les applications des membranes NF sont diverses et touchent différents domaines, tels que le traitement de l'eau pour la boisson, le traitement des eaux usées, l'industrie alimentaire et des boissons, ainsi que les industries pharmaceutiques et chimiques. Dans le domaine du traitement de l'eau, les membranes NF ont été utilisées avec succès pour la désalinisation, l'élimination

des métaux lourds et des polluants organiques. De même, dans le domaine du traitement des eaux usées, les membranes NF se sont avérées efficaces pour le traitement des eaux usées provenant de l'industrie textile, des résidus liquides de tofu, des eaux usées de batik, ainsi que pour la gestion des eaux souterraines destinées à la consommation d'eau potable (Sari et al., 2022 ; Zhou et al., 2014). Dans l'industrie alimentaire et des boissons, les membranes NF ont été utilisées pour concentrer des enzymes et éliminer les impuretés. Quant à l'industrie pharmaceutique, elle a tiré parti des membranes NF pour la séparation des protéines et la concentration des antibiotiques (Almeida et al., 2022).

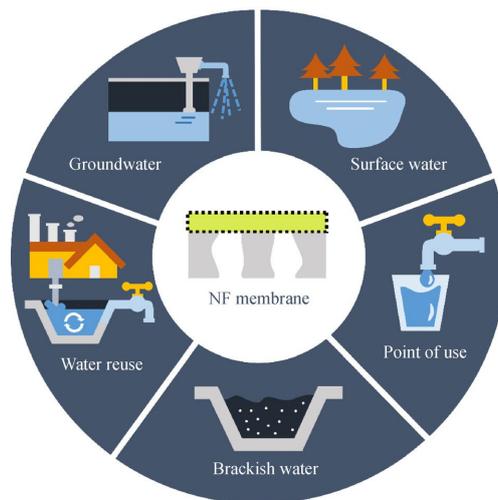


Figure 5 : Les différentes utilisations de la technologie de Nanofiltration

Source : Guo & al. (2021)

### **(c) Évaluation de la pertinence d'un système de nanofiltration pour le traitement de l'eau en Afrique subsaharienne**

La nanofiltration émerge comme une solution prometteuse pour le traitement de l'eau en Afrique subsaharienne, en particulier pour surmonter les défis liés à l'accès à une source d'eau potable fiable et à la qualité de l'eau. Des études, telles que celles menées par Elazhar (2012) et Hamdeni (2017), ont démontré l'efficacité de la nanofiltration dans l'élimination des ions fluorures des eaux souterraines et le traitement des eaux riches en fer. Ces résultats sont particulièrement pertinents dans le contexte subsahélien, où la contamination de l'eau par ces composés peut être prévalente et compromettre la santé publique.

De manière significative, les travaux de Pontié (2006) ont souligné le succès de la nanofiltration dans l'élimination des excès d'ions fluorure dans les eaux destinées à la consommation humaine en Afrique subsaharienne. Cela suggère que la nanofiltration peut être une technologie adaptée pour fournir des sources d'eau potable plus sûres, répondant ainsi à l'hypothèse selon laquelle

l'accès à l'eau potable peut être amélioré grâce à cette technologie.

En outre, les recommandations de Lefort (2002) indiquent que la nanofiltration peut être un procédé adapté au traitement des eaux, même dans des contextes non spécifiques à l'Afrique subsaharienne. En Bretagne, par exemple, elle a été proposée pour éliminer divers contaminants tels que les pesticides, les nitrates et la matière organique. Cette polyvalence suggère que la nanofiltration pourrait être appliquée de manière adaptable pour répondre aux besoins spécifiques de différentes régions subsahariennes, en prenant en compte les contaminants locaux.

### III.2.3. Différentes barrières pouvant nuire à l'implémentation du système

Certaines barrières peuvent entraver la mise en place de systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable alimentés par l'énergie solaire et la technologie de nanofiltration en Afrique subsaharienne. Voici quatre points qui peuvent constituer des défis :

- **Coûts initiaux élevés** : La mise en place d'un système de nanofiltration nécessite des investissements importants pour l'acquisition des équipements, des membranes de filtration et des installations solaires. Les coûts initiaux peuvent être prohibitifs pour les communautés ou les gouvernements locaux ayant des ressources financières limitées. Il est donc crucial de trouver des mécanismes de financement appropriés pour rendre ces systèmes plus accessibles.
- **Maintenance et expertise technique** : Les systèmes de nanofiltration requièrent une maintenance régulière et un suivi technique pour assurer leur bon fonctionnement. Cela peut poser problème dans des régions où il peut être difficile de trouver des techniciens qualifiés ou de fournir des formations adéquates. L'absence de compétences techniques locales peut entraîner des retards dans la maintenance et des pannes prolongées du système.
- **Disponibilité des ressources en eau** : La nanofiltration nécessite une source d'eau adéquate pour fonctionner efficacement. Dans certaines régions subsahariennes, l'accès à des sources d'eau fiables et suffisantes peut être un défi. Si la disponibilité en eau est insuffisante, la production d'eau potable peut être limitée ou inefficace. Il est donc important d'évaluer attentivement la disponibilité des ressources en eau avant de mettre en place un tel système.
- **Acceptation et appropriation communautaire** : L'acceptation et l'appropriation communautaire sont essentielles pour la durabilité et le succès des systèmes d'approvisionnement en eau potable. Il est crucial d'impliquer les communautés locales

dès les premières étapes de planification et de développement du projet, en tenant compte de leurs besoins, de leurs préoccupations et de leurs connaissances locales. L'absence de participation communautaire et de sensibilisation peut entraîner un manque d'entretien et de soutien à long terme, compromettant ainsi la durabilité du système.

#### IV. ANALYSE DES MODELES ECONOMIQUES POUR LES SYSTEMES DECENTRALISES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

##### IV.1. Les différents Business Model existant pour les systèmes PV-NF

Les systèmes PV-NF peuvent être mis en œuvre dans le cadre de différents Business Model (BM) Comme le montre la figure 6.

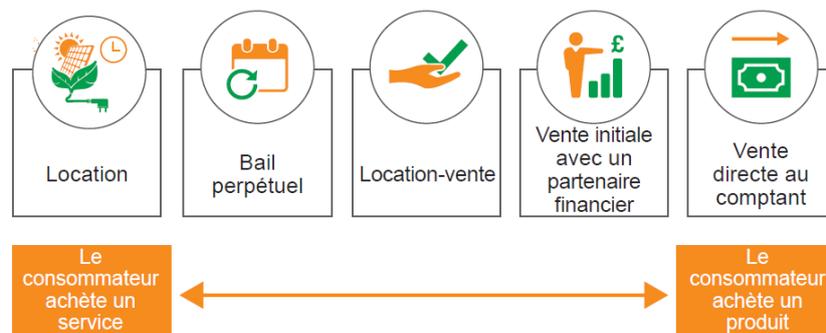


Figure 6 : Les différents Business model pour les systèmes PV-NF

Source : Kiprono, A W., Lario, A I., (2021)

Ces BM peuvent être classés en trois catégories principales :

- **Les BM basés sur la vente** : le fournisseur du système PV-NF vend directement le dispositif au client final, qui en assure l'installation, l'exploitation et la maintenance. Ce modèle convient aux marchés où la demande est forte, où les clients disposent des compétences techniques nécessaires et où les coûts d'investissement sont abordables.
- **Les BM basés sur la location** : le fournisseur du système PV-NF loue le dispositif au client final, qui en assure l'exploitation et la maintenance. Le fournisseur reste propriétaire du système et perçoit un loyer mensuel ou annuel. Ce modèle convient aux marchés où la demande est faible ou incertaine, où les clients ont des difficultés à financer l'achat du système ou où les coûts d'exploitation et de maintenance sont élevés.
- **Les BM basés sur le service** : le fournisseur du système PV-NF fournit un service complet au client final, qui paie uniquement pour l'électricité et/ou l'eau produites. Le fournisseur assure l'installation, l'exploitation et la maintenance du système, ainsi que la gestion des risques techniques et financiers. Ce modèle convient aux marchés où la

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

demande est variable ou saisonnière, où les clients n'ont pas les compétences techniques nécessaires ou où les coûts d'investissement sont élevés.

## IV.2. Les risques liés aux différents Business Model

Le tableau 3 récapitule les risques inhérents à trois principaux modèles économiques pour les projets d'approvisionnement en eau potable en milieu rural, mettant en œuvre des systèmes de production d'eau potable par énergie solaire photovoltaïque avec nanofiltration (PV-NF).

Tableau 3 : Risques inhérents à chacun des Business Model

<b>Catégorie du Business Model</b>	<b>Risques pour le Fournisseur</b>	<b>Explication des Risques</b>
<b>BM basés sur la vente</b>	1. Stock excédentaire	Risque de stocker plus d'unités que la demande réelle, entraînant des coûts de stockage et d'obsolescence.
	2. Crédit client	Risque de retards de paiement ou d'impayés, impactant la trésorerie et la stabilité financière du fournisseur.
	3. Formation client	Risque lié à une mauvaise utilisation des systèmes en raison d'un manque de formation client, entraînant une satisfaction client réduite.
<b>BM basés sur la location</b>	1. Gestion des systèmes loués	Risque de coûts de maintenance élevés et de logistique complexe pour gérer une flotte de systèmes loués.
	2. Défaut de paiement des loyers	Risque de non-paiement des loyers par les clients, affectant directement les revenus du fournisseur.
	3. Maintenance par le locataire	Risque de maintenance inadéquate par les locataires, entraînant des coûts de réparation supplémentaires et une détérioration potentielle de la réputation du fournisseur.
<b>BM basés sur le service</b>	1. Coûts opérationnels imprévus	Risque de dépassement des coûts opérationnels prévus, mettant à mal la rentabilité du service pour le fournisseur.
	2. Fluctuations de la demande	Risque lié à des variations imprévues de la demande, pouvant entraîner une sous-utilisation ou une surutilisation des capacités du système.

### **IV.3. Facteurs économiques clés de viabilité**

Il faut noter que la viabilité économique des systèmes décentralisés est sujette à plusieurs facteurs clés qu'il est important de considérer. Nous avons essayé de faire ressortir quelques éléments que nous pensons être cruciaux pour mesurer la viabilité de ces systèmes :

- Les coûts d'installation et de maintenance des équipements et des infrastructures nécessaires pour le traitement et la distribution de l'eau potable.
- Les coûts de fonctionnement, tels que l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les pompes et les filtres.
- Les coûts de gestion et de suivi des systèmes, notamment pour s'assurer que les normes de qualité de l'eau sont respectées et que les équipements sont entretenus.
- La disponibilité de financements et de subventions pour le développement et la mise en place des systèmes.
- Les sources de revenus pour financer les coûts opérationnels et de maintenance à long terme, par exemple les redevances payées par les usagers ou les contributions des autorités locales.
- Les implications économiques de la participation des différents acteurs, tels que les fournisseurs d'eau, les utilisateurs, les autorités locales et les partenaires externes.
- L'impact économique des choix technologiques et des options de traitement de l'eau, notamment en termes de coûts d'investissement et de consommation d'énergie.
- Les conditions économiques et environnementales locales, telles que la disponibilité des ressources en eau, la densité de population et les niveaux de pauvreté.

### **IV.4. Intégration des aspects culturels dans la conception du Business Model**

L'intégration d'aspects culturels dans la conception d'un business model, se révèle être une nécessité incontournable, particulièrement dans le contexte des pays africains. Cette approche revêt une importance cruciale à plusieurs égards. Tout d'abord, elle favorise une culture d'enseignement et d'apprentissage, un aspect souligné par Shava & Heystek (2021). Cette culture encourage le partage des connaissances et l'acquisition de compétences, tant au niveau national qu'international, contribuant ainsi au développement économique et social.

De plus, l'intégration des aspects culturels dans les modèles commerciaux est essentielle pour appréhender la responsabilité sociale des entreprises, comme mentionné par Matten & Moon (2008) et Adeleye et al. (2019). Comprendre les dimensions implicites et explicites de la responsabilité sociale des entreprises est crucial pour orienter les pratiques éthiques et le leadership commercial en Afrique, renforçant ainsi la durabilité des entreprises.

Par ailleurs, Darley & Blankson (2008) soulignent l'importance de l'intégration culturelle pour comprendre les fondements de la culture africaine et leurs implications sur les pratiques de

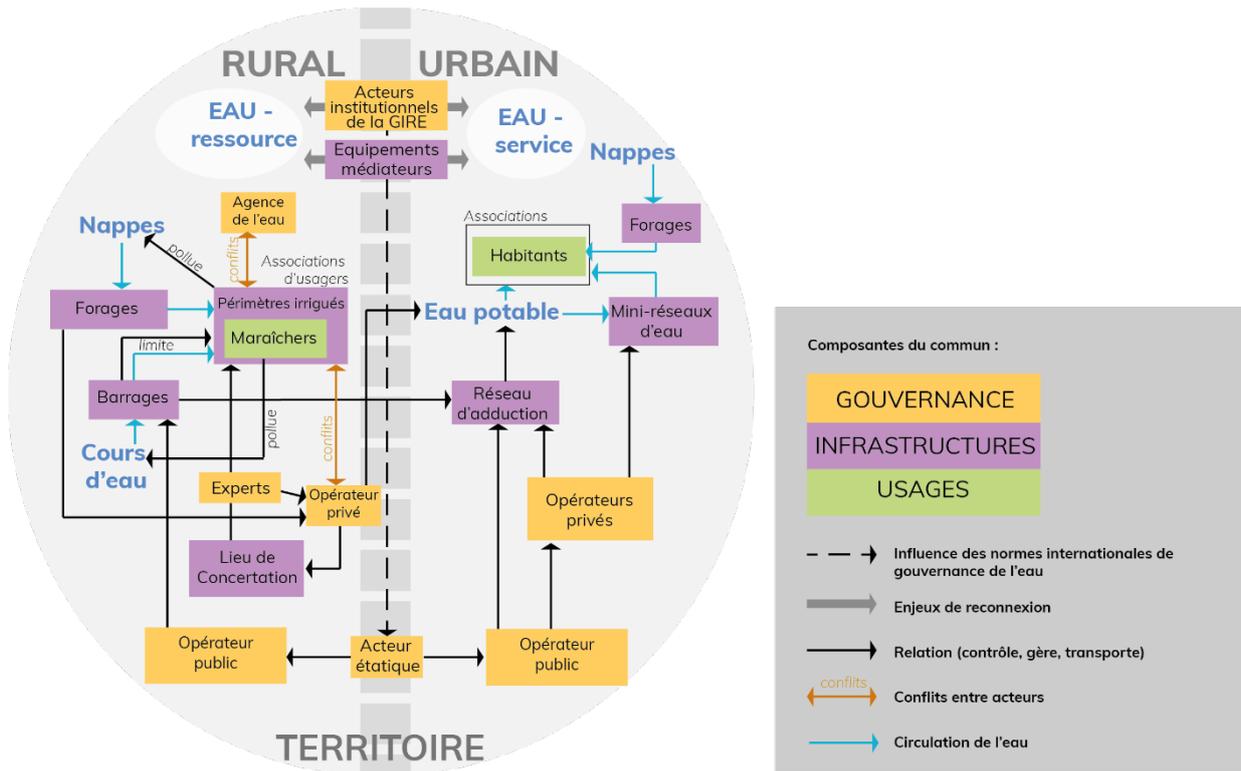
marketing commercial. Les différences culturelles influencent profondément les préférences des consommateurs, les comportements d'achat, et par conséquent, la réussite des stratégies marketing dans ces contextes.

En conclusion, l'intégration des aspects culturels dans la conception d'un business model en Afrique implique des actions concrètes. Cela inclut l'utilisation de la langue locale pour la formation afin de faciliter la compréhension et l'engagement. Les pratiques commerciales traditionnelles, comme le troc, peuvent être incorporées pour aligner le modèle sur les valeurs culturelles. Dans le cadre de la responsabilité sociale des entreprises, l'utilisation des couleurs locales dans le design du système et la réalisation d'enquêtes périodiques qui tiennent compte des spécificités culturelles sont recommandées. Une stratégie marketing axée sur les relations interpersonnelles et l'acceptation communautaire, à travers des initiatives culturelles populaires, renforce les liens avec la communauté. En impliquant activement chaque couche sociale et en collaborant avec les responsables locaux, y compris les chefs de terre et les chefs communautaires, le business model peut être ajusté de manière à refléter et respecter les normes culturelles en vigueur.

#### **IV.5. Condition contextuelle pouvant affecter le choix du modèle économique**

Les systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable peuvent constituer une solution pour répondre au problème d'accès à l'eau potable, que ce soit dans les zones rurales ou urbaines. Cependant, leur viabilité dépend de plusieurs facteurs, tels que des considérations sociales, institutionnelles/légales ou économiques. La figure 7 présente les différentes interconnexions associées à la ressource eau que l'on doit prendre en compte afin d'assurer la pérennité du modèle économique.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE



Réalisé par Auteurs et P. Texier, 2021

Figure 7 : Composantes territorialisées de l'eau et enjeux de reconnexion (Source : Baron, C. & Maillefert, M. (2021).

Malgré la reconnaissance mondiale du droit fondamental à l'accès à une eau potable sûre, celui-ci est encore loin d'être réalisé en Afrique subsaharienne (Malemba, E., 2023). Il est donc de plus en plus préconisé de favoriser l'émergence de fournisseurs informels à petite échelle et d'encourager les initiatives communautaires pour améliorer l'accès à l'eau dans les bidonvilles de la région, plutôt que de compter uniquement sur la privatisation (Dagdeviren, H., et al., 2011) ou sur l'Etat.

## V. REGLEMENTATION EN MATIERE DE QUALITE ET D'INFRASTRUCTURE EN EAU

L'eau est considérée comme une ressource primordiale pour la vie au niveau international. En effet, lors de l'Assemblée générale des Nations Unies du 28 juillet 2010, une résolution intitulée "Le droit de l'homme à l'eau et à l'assainissement" a été adoptée. Cette résolution reconnaît l'accès à l'eau comme faisant partie intégrante du droit de l'Homme et encourage toutes les initiatives visant à garantir ce droit. Dans le contexte du développement et de la gestion des

## DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable alimentés par l'énergie solaire, il est essentiel de prendre en compte la réglementation en matière de qualité et d'infrastructure en eau. Les politiques et réglementations en vigueur jouent un rôle crucial pour garantir la sécurité, la fiabilité et la durabilité des services d'eau potable, ainsi que la protection des ressources en eau et de l'environnement.

En 2022, l'OMS définit **l'eau potable** comme « *Une eau provenant d'une source améliorée, localisée sur le lieu d'utilisation, accessible en permanence, et dépourvue de toute contamination fécale ainsi que de toute pollution par des substances chimiques d'intérêt prioritaire* ». Auparavant, l'organisation a déjà énoncé les Directives pour la qualité de l'eau potable (DQEB) dans leur 4ème édition (2017), établissant des limites pour divers contaminants chimiques et microbiologiques. Chaque pays établit ses propres normes nationales en fonction de ses ressources, de ses besoins et de ses priorités. Toutefois, la plupart des pays de la sous-région s'inspirent des directives de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour élaborer leurs propres normes. C'est le cas au Burkina Faso qui suit conformément à l'arrêté conjoint n° 0019/MAHRH/MS du 05 avril 2005 les normes de qualité de l'eau établies par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour l'eau potable. Par exemple, la concentration recommandée pour le plomb est de 10 µg/L, et celle pour les nitrates est de 50 mg/L. Des critères d'acceptabilité de la qualité de l'eau, tels que le pH (entre 6,5 et 8,5), la couleur (15 TCU), la dureté (idéalement entre 100-300 mg/l, tolérable jusqu'à 500 mg/l), et la turbidité (inférieure à 5 NTU), ont été définis afin d'assurer la salubrité de l'eau potable. La présence d'E. coli ou d'autres coliformes thermotolérants dans 100 ml d'échantillon indique une contamination fécale et représente un risque potentiel pour la santé humaine.

## CHAPITRE 2 : MATERIEL & METHODE

---

### I. COLLECTE DES DONNEES DE L'ETUDE

La collecte de données pour notre travail s'est déroulée de manière méthodique et exhaustive, en impliquant diverses sources fiables et directes. Pour la revue de littérature, des bases de données renommées telles que Technique de l'Ingénieur, Google Scholar, Scite, Elecit, et SciSpace ont été sollicitées, nous offrant un accès à un large éventail de publications scientifiques et techniques.

Concernant les informations techniques sur les unités de filtration, les kits de pompage solaire, ainsi que les autres équipements nécessaires, une approche directe a été privilégiée. Nous avons établi un contact direct avec des fournisseurs réputés tels qu'APB-Energy, Pure Aqua, Pentair, KYA-ENERGY, afin de recevoir des devis réels des équipements. Cette démarche nous a permis de traduire de manière précise les coûts d'investissement associés à chaque composant. Pour les équipements pouvant être obtenus sur place, nous avons consulté la mercuriale des prix au Burkina Faso publiée par l'autorité de régulation de la commande publique (ARCOP), afin de peaufiner notre étude financière. Nous avons pris en considération les prix moyens de chaque équipement pour maintenir une cohérence dans nos estimations, tout en restant dans une tranche financière acceptable. Cette approche directe et diversifiée de la collecte de données renforce la fiabilité et la précision de notre étude.

### II. DIMENSIONNEMENT APPROPRIE DU SYSTEME PV-NF

Il faut noter qu'au vu de notre contexte actuel (Intégration du traitement par nanofiltration), en plus des étapes classiques de dimensionnement des systèmes d'approvisionnement en eau alimentés par le soleil, les étapes spécifiques au dimensionnement des systèmes de traitement par nanofiltration doivent être intégrées. Pour cela le tableau 4 nous permet d'avoir une vue d'ensemble des étapes à réaliser pour un dimensionnement optimal de notre système :

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

Tableau 4 : Étapes du dimensionnement du système PV-NF

Étape	Description
1. Évaluation des besoins en eau	Estimer la demande potentielle en eau traitée dans les zones cibles.
2. Dimensionnement du système de nanofiltration	Déterminer la taille et la capacité du système en fonction de la demande en eau des sites cibles.
3. Dimensionnement du système de pompage solaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Évaluation des besoins énergétiques du systèmes de Nanofiltration</li> <li>– Choisir et dimensionner les panneaux solaires, les pompes et les équipements associés en fonction des besoins énergétiques du système de nanofiltration.</li> <li>– Évaluation des besoins en stockage d'énergie et du parc de batterie</li> </ul>
Dimensionnement du réservoir de stockage	Évaluation des besoins en stockage d'eau pour répondre aux besoins journaliers définie.

## **II.1. Formules du dimensionnement technique du système**

Pour chacune des étapes décrites dans le tableau 4 des formules spécifiques seront appliquées au besoin. Le résumé de ces formules Tableau 5 :

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

Tableau 5 : Formule simplifiée pour le dimensionnement technique

Étape	Formule	
1. Évaluation des besoins en eau	$Q = P \times C$ Où Q est la quantité d'eau nécessaire, P est la population et C'est la consommation moyenne par personne litre/pers/jour	
2. Dimensionnement du système de nanofiltration	Évaluation de la qualité de l'eau dans les milieux d'implémentations, choix du système NF en fonction du MWCO adapté et des besoins en eaux à satisfaire	
3. Dimensionnement du système de pompage solaire	Évaluation des besoins énergétiques du système de Nanofiltration	$E_{sys} = \text{Puissance du système de Nanofiltration} \times \text{Temps de fonctionnement}$
	Choisir et dimensionner les panneaux solaires, les pompes et les équipements associés en fonction des besoins énergétiques du système de nanofiltration.	$\frac{\text{Energie nécessaire par jour}}{\text{Heures d'ensoleillement quotidien} \times \text{Rendement des panneaux solaire}}$ NB : Pour la pompe solaire il s'agira du rendement du système de pompage solaire
	Évaluation des besoins en stockage d'énergie et du parc de batterie	Capacité de la Batterie = $\frac{\text{Energie nécessaire par jour} \times \text{Temps de fonctionnement}}{\text{Tension de la batterie}}$
Dimensionnement du réservoir de stockage	Capacité du réservoir = Volume quotidien nécessaire Nombre de jours d'autonomie	

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

NB : À noter que ces formules sont des formules simplifiées et ne tiennent pas compte des facteurs spécifiques affectant chaque système (Température, Variabilité de la disponibilité en eau, etc...). L'approche utilisée plus bas intègre ces éléments spécifiques de manière implicite afin d'assurer la fiabilité du Business Model.

## II.2. Etudes financières des systèmes PV-NF

Le tableau 6 présente les formules complètes pour l'analyse du coût du cycle de vie (ACCV) de notre projet d'approvisionnement en eau potable en milieu rural, intégrant des éléments essentiels d'analyse financière. De plus, des indicateurs financiers tels que le Taux de Rentabilité Interne (TRI) et le Social Return on Investment (SROI) sont examinés pour évaluer la viabilité économique et sociale du projet. Les formules associées sont fournies pour guider l'évaluation globale de l'impact financier du projet et faciliter la prise de décision éclairée.

Tableau 6 : Formule pour l'analyse financière

Ordre de Calcul	Élément	Formule
1	Coût Initial (Investissement)	$CI = \sum_{i=1}^n C_i$
2	Coût d'Exploitation	$CE = \sum_{t=1}^T \frac{CE_t}{(1+\text{taux\_actualisation})^t}$
3	Coût de Maintenance	$CM = \sum_{t=1}^T \frac{CM_t}{(1+\text{taux\_actualisation})^t}$
4	Coût de Remplacement Actualisé	$CRA = \sum_{t=1}^T \frac{R_t}{(1+\text{taux\_actualisation})^t}$
6	Coût Total Actualisé du Cycle de Vie	$CTCA = CI + CE + CM + CRA$
7	Volume d'Eau Distribué	$V_{ed} = \sum_{i=1}^n Q_i t$
8	Coût par Unité d'Eau ( $C_{UE}$ )	$C_{UE} = \frac{CTCA}{V_{ed}}$
9	Revenus net	Revenus <sub>t</sub> = $(V_{ed} \times C_{UE}) - (CEA + CMA + CRA)$
10	Valeur Actuelle Nette (VAN)	$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{\text{Revenus}_t - \text{coût}_t}{(1+\text{taux\_actualisation})^t}$
12	Social Return on Investment (SROI)	$SROI = \frac{\text{Impacts sociaux}}{\text{coûts sociaux}}$
13	Taux de Rentabilité Interne (TRI)	TRI tel que $\sum_{t=1}^T \frac{\text{Revenus}_t - \text{coût}_t}{(1+TRI)^t} = 0$

**Avec :**

- *CI* : Coût Initial
- *C<sub>i</sub>* : Coût initial spécifique de l'élément *i*
- *CE* : Coût d'Exploitation
- *CE<sub>t</sub>* : Coût d'exploitation à l'année *t*
- *CM* : Coût de Maintenance
- *CM<sub>t</sub>* : Coût de maintenance à l'année *t*
- *CR* : Coût de Remplacement
- *R<sub>i</sub>* : Coût de remplacement spécifique de l'élément *i*
- *CTCV* : Coût Total du Cycle de Vie
- *V<sub>ed</sub>* : Volume d'Eau Distribué
- *Q<sub>t</sub>* : Volume d'eau distribué à l'année *t*
- *C<sub>UE</sub>* : Coût par Unité d'Eau
- *VAN* : Valeur actuelle net
- *SROI* : Social return on investissement
- *TRI* : Taux de rentabilité interne

### III. DEVELOPPEMENT DU BUSINESS MODEL, ANALYSE DES RISQUES

#### III.1. Outils d'analyse spécifique du Business Model

Les outils d'analyse spécifiques d'un business model sont des outils qui permettent d'analyser les différents aspects du business model d'une entreprise. Ils peuvent être utilisés pour comprendre le fonctionnement du business model, identifier ses forces et ses faiblesses, et évaluer sa viabilité.

Parmi les outils d'analyse spécifiques d'un business model, on peut citer :

- **Le Business Model Canvas:** Le Business Model Canvas est un outil visuel qui permet de représenter les neuf éléments clés d'un business model. Il est utilisé pour clarifier la stratégie d'une entreprise et pour identifier les opportunités d'amélioration.
- **L'analyse SWOT<sup>4</sup> :** L'analyse SWOT est un outil qui permet d'identifier les forces, les

---

<sup>4</sup> SWOT est un acronyme pour **S**trengths (Forces), **W**eaknesses (Faiblesses), **O**pportunities (Opportunités) et **T**hreats (Menaces). L'analyse SWOT a été inventée dans les années 1960 par Albert Humphrey, un consultant en management britannique.

faiblesses, les opportunités et les menaces d'une entreprise. Elle peut être utilisée pour analyser le business model d'une entreprise et pour identifier les risques et les opportunités auxquels elle est confrontée.

- **L'analyse PESTEL<sup>5</sup>** : L'analyse PESTEL est un outil qui permet d'identifier les facteurs externes qui peuvent influencer le business model d'une entreprise. Elle prend en compte les facteurs politiques, économiques, sociaux, technologiques, environnementaux et légaux.
- **L'analyse des cinq forces de Porter** : L'analyse des cinq forces de Porter est un outil qui permet d'identifier les forces qui influencent la concurrence dans un secteur. Elle prend en compte la menace des nouveaux entrants, la menace des produits de substitution, le pouvoir de négociation des fournisseurs, le pouvoir de négociation des clients et l'intensité de la concurrence.

### III.2. Outils d'analyse des risques

Les outils d'analyse des risques d'un business model sont des outils qui permettent d'identifier, d'évaluer et de gérer les risques associés à un business model. Ils peuvent être utilisés par les entreprises pour améliorer la résilience de leur business model et réduire la probabilité de pertes. Parmi les outils d'analyse des risques d'un business model, on peut citer :

- **La matrice des risques** : La matrice des risques est un outil qui permet d'évaluer la probabilité et l'impact des risques. Elle est souvent utilisée pour hiérarchiser les risques et pour déterminer les mesures à prendre pour les atténuer.
- **L'analyse des scénarios** : L'analyse des scénarios est un outil qui permet d'explorer les conséquences possibles d'un événement ou d'une situation. Elle peut être utilisée pour identifier les risques potentiels et pour développer des plans d'urgence.
- **L'analyse de sensibilité** : L'analyse de sensibilité est un outil qui permet d'évaluer l'impact d'un changement sur un business model. Elle peut être utilisée pour identifier les risques liés à la volatilité des facteurs externes, tels que les prix des matières premières ou les taux d'intérêt.

---

<sup>5</sup> PESTEL est un acronyme pour Politique, Économique, Social, Technologique, Environnemental et Légal. L'analyse PESTEL a été inventée dans les années 1970 par Francis J. Aguilar, un professeur de management américain.

#### IV. APPROCHE COMPACTE DU SYSTEME PV-NF

Dans le but d'adapter le modèle d'approvisionnement en eau aux conditions variées des milieux ruraux de l'Afrique subsaharienne, nous proposons une approche compacte. Cette approche se concentre sur l'optimisation de chaque aspect du système, avec un accent particulier sur la facilité d'installation et d'utilisation. Le système PV-NF sera contenu dans un conteneur ce qui offrira les avantages suivants :

- **Mobilité et Flexibilité** : Le conteneur peut être facilement déplacé d'un endroit à un autre, permettant au système d'être déployé là où il est le plus nécessaire et d'être relocalisé en fonction des besoins changeants de la communauté.
- **Installation Rapide** : Grâce au préassemblage des composants à l'intérieur du conteneur, le système peut être mis en service en un temps record. Cela élimine la nécessité d'une installation complexe sur site, rendant le processus plus efficace et moins coûteux.
- **Protection et Sécurité** : Le conteneur offre une barrière physique robuste contre les éléments extérieurs et les intrusions potentielles. Cela garantit que le système reste opérationnel et sécurisé, même dans des conditions difficiles ou dans des zones éloignées.

## CHAPITRE 3 : RESULTATS & DISCUSSIONS

### I. DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES ET LES SPECIFICATIONS TECHNIQUES NECESSAIRES

#### I.1. Évaluation de la qualité de l'eau

L'Afrique subsaharienne, avec sa diversité géographique et climatique, présente une variété de sources d'approvisionnement en eau. Ces sources, bien que vitales pour la survie et le développement des communautés, peuvent être sujettes à divers contaminants en fonction de leur nature et de leur emplacement. La contamination de l'eau peut avoir des origines naturelles ou être le résultat d'activités humaines. Il est donc essentiel de comprendre les différentes sources d'eau disponibles et les contaminants potentiels associés à chacune d'elles pour garantir la sécurité et la salubrité de l'eau. Le tableau 7 offre un aperçu des principales sources d'eau en Afrique subsaharienne, de leur description et des contaminants possibles associés à chaque source :

Tableau 7 : Sources d'approvisionnement en eau et contaminants potentiels en Afrique subsaharienne [52] à [62]

Catégorie	Type de Source	Description	Contaminants Possibles
<b>Eaux de Surface</b>	Rivières et Fleuves	Cours d'eau naturels qui s'écoulent continuellement.	Bactéries, virus, parasites, sédiments, métaux lourds, produits chimiques industriels, pesticides, nitrates.
	Lacs	Étendues d'eau douce ou salée encaissées à l'intérieur des terres.	Algues (dont les cyanobactéries), métaux lourds, pesticides, produits chimiques, matières organiques.
	Réservoirs et Barrages	Structures artificielles pour stocker de l'eau.	Bactéries, algues, sédiments, métaux lourds, résidus de traitement de l'eau.
	Mares, Étangs, Marigots	Petites étendues d'eau stagnante.	Bactéries, virus, parasites, algues, matières organiques en décomposition.
<b>Eaux</b>	Puits	Excavations pour accéder à	Bactéries, nitrates, fluorure, arsenic,

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

<b>Souterraines</b>		l'eau souterraine.	métaux lourds, pesticides, solvants organiques.
	Sources	Endroits où l'eau souterraine affleure naturellement.	Bactéries, minéraux dissous, métaux lourds, composés organiques naturels.
	Nappes Phréatiques	Réservoirs souterrains d'eau dans des roches poreuses.	Bactéries, nitrates, fluorure, arsenic, métaux lourds, solvants organiques, radon.
<b>Eau de Pluie</b>	Collecte d'Eau de Pluie	Recueil et stockage de l'eau de pluie.	Bactéries, particules atmosphériques, métaux (plomb, zinc), acides (provenant de la pollution atmosphérique).

## I.2. Présentation des gammes de produits proposés et de leurs critères de dimensionnement

Nous avons identifié trois gammes de produits adaptées aux systèmes d'approvisionnement en eau potable alimentés par l'énergie solaire dans les milieux ruraux. Chaque gamme répond à des besoins spécifiques et est caractérisée par des critères de dimensionnement particuliers. Les tableaux 8 font ressortir les différentes hypothèses considérer pour chaque gamme ainsi que les critères de dimensionnement également les différentes sources d'eau potentielles pour chaque gamme sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 8 : Présentation des gammes de produits

<b>Gamme de produits</b>	<b>Cas d'utilisation</b>	<b>Critères de dimensionnement</b>	<b>Hypothèses justifiant la création de cette gamme</b>
<b>Station PV-NF Communautaire</b>	Desservir un village ou une petite communauté.	Capacité d'approvisionnement d'une communauté, puissance des panneaux solaires, volume de traitement d'eau.	Existence de zones rurales sans accès fiable à l'eau potable ; volonté communautaire de partager les coûts et bénéfices.
<b>Système PV-NF pour Entrepreneurs</b>	Exploitation commerciale par des entrepreneurs	Mobilité, volume de traitement d'eau, facilité d'utilisation, adaptabilité	Entrepreneurs locaux cherchent des opportunités d'affaires ;

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

<b>Locaux</b>	locaux pour vendre de l'eau purifiée.	aux besoins commerciaux.	la population est prête à payer pour de l'eau purifiée.
<b>Système PV-NF d'Urgence Mobile</b>	Interventions d'urgence lors de catastrophes, déplacements massifs, épidémies.	Rapidité de déploiement, robustesse, autonomie énergétique, capacité de traitement d'eau en grande quantité.	Fréquence des situations d'urgence nécessitant un accès rapide à l'eau potable ; organisations prêtes à investir dans des solutions mobiles.

Tableau 9 : Sources d'eau potentielles par gammes

<b>Gamme de produits</b>	<b>Sources d'eau potentielles</b>
<b>Station PV-NF Communautaire</b>	Puits communautaires, rivières, lacs, réservoirs d'eau de pluie, sources souterraines.
<b>Système PV-NF pour Entrepreneurs Locaux</b>	Points d'eau locaux, puits individuels, collecte d'eau de pluie, rivières, sources souterraines.
<b>Système PV-NF d'Urgence Mobile</b>	Toutes sources disponibles sur le site d'intervention : rivières, lacs, mares temporaires, points d'eau, eaux de surface en général.

### I.3. Hypothèses de la pertinence d'un stockage d'énergie ou stockage d'eau

Dans le contexte des systèmes PV-NF, plusieurs facteurs clés doivent être pris en compte pour déterminer les besoins en matière de stockage d'énergie et d'eau. Ces facteurs comprennent la fiabilité et la régularité de l'approvisionnement en eau, la variabilité de la demande en eau, la disponibilité du soleil pour la production d'énergie solaire, et les contraintes financières et techniques spécifiques à chaque site d'installation.

Dans une vision globale de notre modèle d'affaires, il est également possible de considérer l'utilisation du surplus d'énergie stockée à d'autres fins qui peut générer des revenus supplémentaires pour le système. Par exemple, l'énergie excédentaire pourrait être vendue à d'autres utilisateurs ou utilisée pour alimenter d'autres systèmes ou appareils.

En tenant compte de ces éléments de base, voici des hypothèses spécifiques pour chaque gamme de produits :

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

Tableau 10 : Récapitulatifs des hypothèses pour le choix du stockage par gammes

<b>Gamme de produits</b>	<b>Hypothèses pour le stockage d'énergie</b>	<b>Hypothèses pour le stockage d'eau</b>
<b>Station PV-NF Communautaire</b>	Les zones rurales peuvent ne pas avoir d'électricité stable ; permet un fonctionnement l'absence d'ensoleillement.	Consommation d'eau peut être élevée pendant certaines périodes ; assurer un approvisionnement constant.
<b>Système PV-NF pour Entrepreneurs Locaux</b>	L'entrepreneur pourrait choisir de fonctionner principalement pendant les heures d'ensoleillement pour réduire les coûts. Cependant, un stockage d'énergie pourrait augmenter la flexibilité de fonctionnement.	L'entrepreneur peut choisir de stocker de l'eau pour répondre aux pics de demande.
<b>Système PV-NF d'Urgence Mobile</b>	Les situations d'urgence nécessitent une réponse 24/7 avec ou sans soleil.	L'approvisionnement en eau potable doit être immédiat en cas d'urgence, même si la filtration est en cours.

## II. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME DU SYSTEME DE POMPAGE SOLAIRE

### II.1. Analyser les besoins spécifiques des clients en matière d'approvisionnement en eau potable dans les milieux ruraux

La consommation d'eau individuelle en Afrique subsaharienne est influencée par divers facteurs, notamment les changements climatiques, la sécheresse et les pratiques culturelles. L'approvisionnement en eau potable dans les régions rurales représente un défi complexe, exacerbé par ces variables dynamiques. Une analyse minutieuse des besoins spécifiques et des défis connexes identifie des domaines clés nécessitant une attention stratégique pour assurer un accès à une eau sûre et adéquate. Les points clés à aborder comprennent :

❖ **Proximité des Sources d'Eau :**

- Les résidents des zones rurales peuvent être contraints de parcourir de longues

distances pour accéder à l'eau, affectant ainsi la quantité et la qualité de l'eau qu'ils peuvent collecter.

❖ **Besoins Institutionnels et Individuels :**

- Les écoles, les centres de santé et d'autres institutions ont des besoins spécifiques en eau qui, s'ils ne sont pas satisfaits, peuvent compromettre la santé et le bien-être des communautés.

❖ **Normes de Santé et d'Hygiène :**

- La qualité de l'eau et les pratiques d'hygiène sont cruciales. Les normes de l'OMS (OMS 4<sup>ème</sup> éd. DQEB [2017], souligne l'importance d'un approvisionnement en eau adéquat et sûr.

❖ **Interventions et Améliorations Nécessaires :**

- L'amélioration de l'accès à l'eau, la réduction du temps et de la distance de collecte, et l'éducation à l'hygiène sont des interventions clés pour améliorer la santé et le bien-être dans les milieux ruraux.

Le tableau 11 illustre les besoins spécifiques en eau de divers secteurs, basés sur des critères et des normes précis.

**DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE**

Tableau 11 : Les besoins spécifiques en eau de divers secteurs [Source : Water Mission. (2021).  
Guide de conception et d'installation : Systèmes d'adduction d'eau par l'énergie solaire]

<b>Critère</b>	<b>Type d'Institution/Usage</b>	<b>Besoins en Eau</b>	<b>Source/Norme</b>
<b>Santé</b>	Centres de santé et hôpitaux	5 L par patient ambulatoire ; 40-60L par patient hospitalisé/jour ; 100 L par intervention chirurgicale et d'accouchement	OMS, 2003/2008
	Centres de traitement du choléra	60 L par patient/jour ; 15 L par soignant/jour	Sphère, 2018
	Centre d'alimentation thérapeutique	30 L par patient ambulatoire/jour ; 15 L par soignant/jour	Sphère, 2018
	Centre de santé/Centre de nutrition	20 L d'eau potable disponible par patient externe/jour ; 50 L par patient interne/lit/jour	UNHCR, 2018
<b>Éducation</b>	Écoles	3 L par élève/jour pour boire et le lavage des mains	Sphère, 2018/UNHCR, 2018
<b>Religion</b>	Mosquées	2 à 5 L par personne/jour pour se laver et boire	Sphère, 2018
<b>Hygiène</b>	Toilettes publiques	1 à 2 L par utilisateur pour le lavage des mains ; 2 à 8 L par cabine/jour pour le nettoyage des toilettes	Sphère, 2018
	Toilette intime	1-2 L par personne/jour	Sphère, 2018
<b>Animaux</b>	Bétail	20 à 30 L par animal de grande ou moyenne taille/jour ; 5 L par petit animal/jour	Sphère, 2018
<b>Urgence</b>	Individu	≥ 15 L d'eau potable/personne/jour en urgence ; ≥ 20 L en post-urgence	UNHCR, 2018
<b>Besoins de base</b>	Individu	7,5-15 L par personne/jour pour la survie, l'hygiène de base et la cuisine	Sphère, 2018
<b>Hydratation</b>	Homme Adulte	2,9-4,5 L par jour selon les conditions	OMS, 2003
	Femme Adulte	2,2-4,5 L par jour selon les conditions	OMS, 2003
	Enfant [10 ans]	1,0-4,5 L par jour selon les conditions	OMS, 2003

A noter que ces besoins peuvent différer en fonction de la région, période etc. Les informations de ce tableau spécifient les organismes internationaux qui proposent ces consommations basées sur des enquêtes de terrains liées à leurs zones d'intervention. Par exemple pour l'OMS ces valeurs sont obtenues sur la base d'une étude menée au Kenya, en Ouganda et en Tanzanie.

## II.2. Détermination de la Consommation Individuelle en litre/personne/jour à considérer par gamme

Afin de bien dimensionner les différents systèmes d'approvisionnement en eau, il est crucial d'évaluer la quantité d'eau nécessaire par individu chaque jour. La consommation idéale a été déterminée en tenant compte des besoins spécifiques liés à la santé, à l'éducation, à la religion, à l'hygiène, et dans des situations d'urgence. Cette évaluation est basée sur des normes et des directives internationales du tableau 12, tout en reconnaissant la nécessité d'adapter ces chiffres en fonction des conditions locales et des habitudes culturelles. Le tableau suivant présente une estimation des besoins en eau par gamme de produits, offrant ainsi une vue d'ensemble pour guider la mise en œuvre de notre système PV-NF dans divers scénarios.

Tableau 12 : Consommation par litre/personne/jour à considérer pour chaque gamme

Gamme de Produits	Consommation Idéale [l/personne/jour]	Notes/Justifications
Station PV-NF Communautaire	25-35L	Basé sur le décret n° 2019-204/PRE/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable, fixant les consommations spécifiques en milieu rural au Burkina Faso et les recommandations de la WB 2018.
Système PV-NF pour Entrepreneurs	10-20L	Sans considérer l'élevage ; basé principalement sur les besoins de base et d'hydratation.
Système PV-NF d'Urgence Mobile	15-25L	En tenant compte des besoins urgents spécifiques, du stockage d'eau, et des besoins de base.

NB : Il est important de souligner que **20 litres par personne et par jour**, réponds aux critères De la Banque mondiale et à celle de l'accès de base de OMS.

### II.3. Déterminations des besoins journaliers en eau

Dans le dessein d'optimiser la satisfaction des besoins en approvisionnement hydrique des populations par le biais de notre système, il est envisagé de l'équiper de réservoirs et de pompes spécifiquement dimensionnés en fonction du nombre d'habitants. Les paliers de population énumérés dans le tableau 13 ont été déterminés à la suite d'une analyse méticuleuse du 5ème recensement général de la population et de l'habitat du Burkina Faso. La population minimale à laquelle notre système doit assurer l'approvisionnement est fixée à **500** individus, tandis que la population maximale est établie à **2000** individus. En considérant la durée journalière d'ensoleillement au Burkina Faso qui est de 8,3 heures [Données Solargis], nous avons fixé le temps d'approvisionnement journalier de notre système à **8 h/jour**. Ci-dessous la formule utilisée pour le calcul des besoins journaliers en eau :

$$Q = P \times C$$

Où Q est la quantité d'eau nécessaire, P est la population et C est la consommation moyenne par personne litre/pers/jour

Le débit maximal de l'eau par heure nécessaire afin de satisfaire aux différents besoins pour chaque tranche de population pendant **8 h/jour** est obtenus par la formule :

$$D_{\max} [m^3/h) = \frac{Q}{(8*1000)}$$

**DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE**

Tableau 13 : Besoins journaliers en eau

<b>Taille de Population</b>	<b>Station PV-NF Communautaire (35L/pers/jour)</b>	<b>Débit Maximal (m³/h)</b>	<b>Système PV-NF pour Entrepreneurs (20L/pers/jour)</b>	<b>Débit Maximal (m³/h)</b>	<b>Système PV-NF d'Urgence Mobile (25L/pers/jour)</b>	<b>Débit Maximal (m³/h)</b>
500	17 500	2,19	10 000	1,25	12 500	1,56
1000	35 000	4,38	20 000	2,5	25 000	3,13
1500	52 500	6,56	30 000	3,75	37 500	4,69
2000	70 000	8,75	40 000	5	50 000	6,25

Tableau 14 : Besoin de stockage

<b>Taille de Population</b>	<b>Station PV-NF Communautaire (Consommation totale 35L/pers/jour)</b>	<b>Capacité de Stockage (m³)</b>	<b>Système PV-NF pour Entrepreneurs (Consommation totale 20L/pers/jour)</b>	<b>Capacité de Stockage (m³)</b>	<b>Système PV-NF d'Urgence Mobile (Consommation totale 25L/pers/jour)</b>	<b>Capacité de Stockage (m³)</b>
500	17 500	18	10 000	10	12 500	13
1000	35 000	35	20 000	20	25 000	25
1500	52 500	53	30 000	30	37 500	38
2000	70 000	70	40 000	40	50 000	50

NB : Afin de pallier à tout déficit nous n'avons considéré que les consommations individuelles maximales pour chaque gamme.

La période d'autonomie<sup>6</sup> selon la Banque Mondiale (2018) est entre 2-3 jours. Cependant, nous avons adopté une approche différente afin d'éviter les volumes de stockage élevé et surchargé la configuration du système.

Nous avons un stockage en amont de la filtration de 1 jour, justifié par les trois hypothèses ci-dessous :

- **Hypothèse 1** : En vue de la rentabilité économique du système des capacités de stockage d'eau élevée peut entraver le déploiement efficace du système dans certaines localités et est préjudiciable à long terme.
- **Hypothèse 2** : Un stockage de l'eau de plus d'un jour risquerait d'affecter la qualité du système et ainsi remettre en cause la fiabilité de notre système.
- **Hypothèse 3** : Un stockage de sécurité d'un volume de 50 m<sup>3</sup> de stockage sera envisagé après filtrations afin d'assurer l'approvisionnement en eau continue du système.

Les capacités de stockage plus haut ont été calculé à partir de la formule suivante :

$$\text{Capacité du réservoir} = B_j \times 1 \text{ jours d'autonomie}$$

Avec :

$B_j$  : Besoin journalier

## II.4. Présentation des sous-gammes de produits

Les sous-gammes revêtent une importance cruciale pour l'optimisation du système PV-NF. Chaque sous-gamme est conçue pour répondre de manière spécifique aux besoins de différentes populations en ajustant la capacité de stockage et le débit maximal. Cette approche sur mesure permet une utilisation optimale des ressources, une adaptation précise aux contraintes budgétaires et une mise en œuvre efficace des solutions dans divers environnements. La figure 8 présente les différents sous gammes de produits pour chacune de nos gammes.

---

<sup>6</sup> La période d'autonomie pour le stockage de l'eau est la durée pendant laquelle une quantité d'eau stockée est suffisante pour répondre aux besoins d'une population ou d'une activité. Elle est exprimée en jours, semaines, mois ou années. Dans notre cas elle est exprimée en jour.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

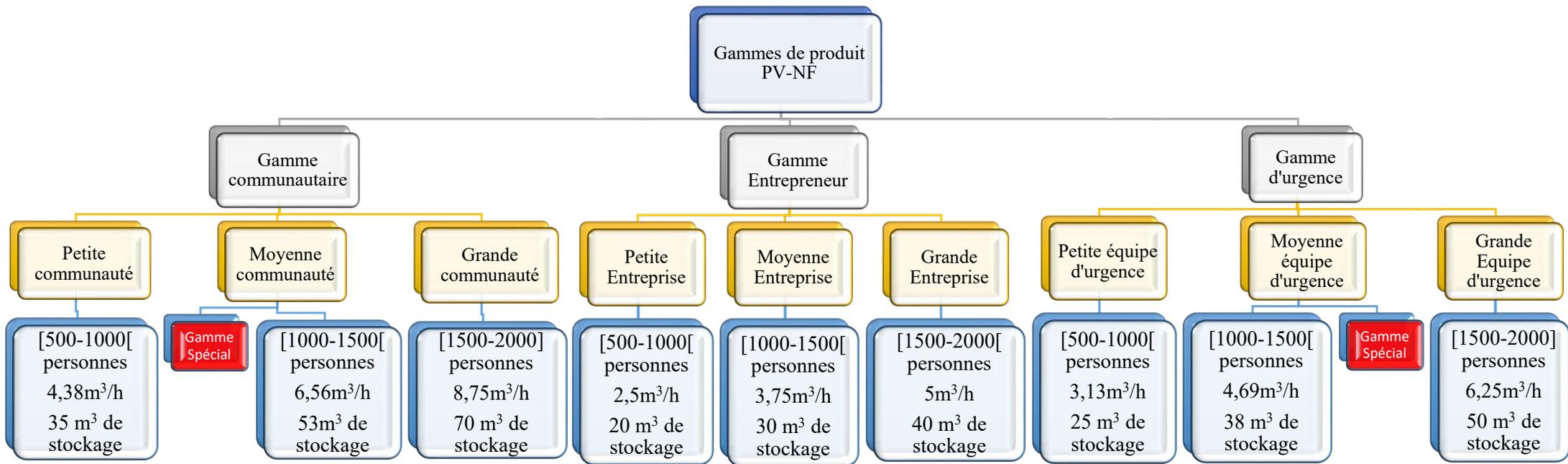


Figure 8 : Les sous-gammes de produits par tranche de population

NB : A noté qu'une sous gamme spéciale a été intégrée pour les moyennes communautés [1000-1500 [des deux gammes à savoir celle communautaire et celle d'urgence. Les détails de cette gamme spéciale seront détaillés plus bas.

## II.5. Dimensionnement de la pompe

Pour dimensionner correctement une pompe solaire pour alimenter un système de nanofiltration (NF) soutenu par l'énergie photovoltaïque (PV), nous devons calculer le débit requis, la puissance de la pompe, et prendre en compte la hauteur manométrique totale (HMT).

### ❖ Débit de la pompe

Pour chaque sous gammes présentés dans la *figure 8* le débit d'eau nécessaire que la pompe devra fournir a été spécifier.

### ❖ Hauteur manométrique total

La HMT est la somme de toutes les hauteurs que l'eau doit franchir dans le système, y compris les pertes de charge dues à la friction dans les tuyaux et les accessoires.

$$HMT = H_{\text{statique}} + H_{\text{pertes de charge}}$$

### ❖ Puissance Hydraulique de la Pompe ( $P_h$ )

La puissance hydraulique nécessaire pour la pompe est calculée par :

$$P_h = \frac{\rho * g * Q * HMT}{\eta}$$

Où :

- $\rho$  est la densité de l'eau (environ 1 000 kg/m<sup>3</sup>).
- $g$  est l'accélération due à la gravité (9,81 m/s<sup>2</sup>).
- $Q$  est le débit en m<sup>3</sup>/s (converti à partir de m<sup>3</sup>/h).
- **HMT** est la hauteur manométrique totale en mètres.
- $\eta$  est l'efficacité de la pompe (en général, entre 0,6 et 0,8).

Le tableau ci-dessous présente les intervalles de puissance hydraulique requise (en kW) en fonction des différentes tranches de populations et débits spécifier plus haut figure 8.

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

Tableau 15 : Puissance Hydraulique par gamme

Taille de population	500-1000	1000-1500	1500-2000
	<b>Puissance Hydraulique en kW</b>		
<b>Station PV-NF Communautaire</b>	4,17 - 8,35	8,35 - 12,52	12,52 - 16,70
<b>Système PV-NF pour Entrepreneurs</b>	2,39 - 4,78	4,78 - 7,18	7,18 - 9,57
<b>Système PV-NF d'Urgence Mobile</b>	2,98 - 5,97	5,97 - 8,95	8,95 - 11,94

NB : Pour simplification, nous utilisons directement une HMT de 70 mètres pour toutes les pompes (BONSOR & All 2011).

### III. CHOIX DES DIFFERENTS CONSTITUANTS DU SYSTEME

#### III.1. Choix des kits de pompages solaires

Le choix judicieux des kits de pompages solaires revêt une importance capitale pour assurer la viabilité de notre système PV-NF. À partir des calculs précédents portant sur les divers débits et besoins de stockage ainsi que la puissance hydraulique, nous avons regroupé en trois catégories distinctes ces valeurs pour minimiser le nombre initial de kits requis :

- **Première catégorie** : Un kit de gros débit, capable de fournir jusqu'à 12 m<sup>3</sup>/h pour un besoin de stockage de 70 m<sup>3</sup> d'eau, sera déployé pour les sous-gammes présentant un débit  $\geq 8$  m<sup>3</sup>/h.
- **Deuxième catégorie** : Un kit de débit moyen, capable de fournir jusqu'à 7 m<sup>3</sup>/h pour un besoin de stockage de 50 m<sup>3</sup> d'eau, sera utilisé pour les sous-gammes ayant un débit  $\geq 6$  m<sup>3</sup>/h.
- **Troisième catégorie** : Un kit de petit débit, capable de fournir jusqu'à 5 m<sup>3</sup>/h pour un besoin de stockage de 40 m<sup>3</sup> d'eau, sera destiné aux sous-gammes ayant un débit  $\geq 2$  m<sup>3</sup>/h.

Par ailleurs, en fonction de la source d'eau disponible, chaque catégorie sera équipée d'une pompe immergée ou d'une pompe de surface, sélectionnées conformément à deux hypothèses distinctes :

- **Hypothèse 1** : La zone d'implémentation du système PV-NF bénéficie d'une irradiation solaire moyenne d'au moins 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/jour (valeur caractéristique du Burkina Faso), suffisante pour alimenter le système de pompage pendant 8 heures.
- **Hypothèse 2** : Selon une étude menée en 2011 par Bonsor et al., la majorité de la population africaine réside dans des zones où la nappe phréatique est peu profonde (0-

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

50 m). Toutefois, dans certaines régions, la nappe peut atteindre des profondeurs allant jusqu'à 70 m. Par conséquent, le choix des pompes immergées sera orienté en tenant compte de cette variation de profondeur de nappe phréatique.

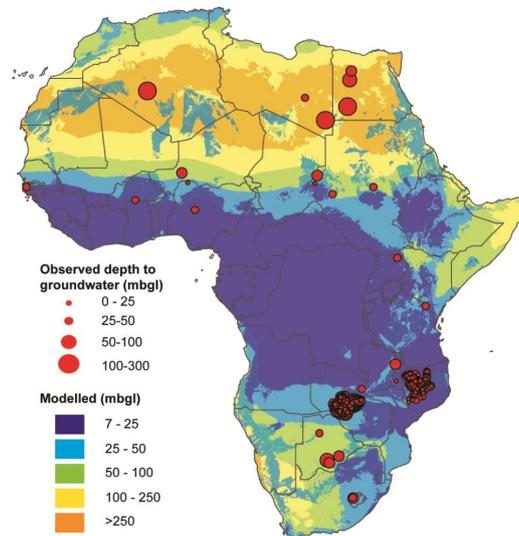


Figure 9 : Profondeur des sources d'eau souterraine en Afrique

Source : BONSOR HC & MACDONALD AM. 2011

Tableau 16 : Présentation des pompes sélectionnées

Catégorie	Pompe immergée	Caractéristiques	Pompe de surface	Caractéristiques	Fournisseur
1 <sup>ère</sup> catégorie	PSK3-07-C-SJ8-30	17000Wc HMT 90 m Débit max 13 m <sup>3</sup> /h	PS2-1800 CS-F12-2	3200 Wc HMT 8 à 22 m Débit 12 à 17 m <sup>3</sup> /h	ABB- Energy
2 <sup>ème</sup> catégorie	PS2-4000-C-SJ5-25	10200Wc HMT 90 m Débit max 5.7 m <sup>3</sup> /h	PS2-600 CS-F4-3	1600 Wc HMT 5 à 25 m Débit 4 à 8 m <sup>3</sup> /h	ABB- Energy
3 <sup>ème</sup> catégorie	PS2-4000-C-SJ5-25	5950Wc HMT : 90 m Débit max : 5,5 m3/heure	PS2-600 CS-F4-3	1600 Wc HMT 5 à 25 m Débit 4 à 8 m <sup>3</sup> /h	ABB- Energy

NB : Les différentes fiches techniques de chaque équipement sont présentées dans les *Annexel*.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE



Figure 10 : Kit de pompage immergé (gauche) & pompage de surface (droite)

Source : [www.apb-energy.fr](http://www.apb-energy.fr)

À noter que le kit de pompage solaire (Surface et immergée confondus) est composé :

- Panneaux solaires monocristallins 400 Wc FUTURASUN 1754x1098x30mm (\*)
- Pompe de surface solaire ou immergée LORENTZ Allemagne
- Contrôleur de pompe PS2-1800 LORENTZ Allemagne
- Sonde de protection marche à sec
- Flotteur électrique de bassin
- Capteur de détection manque d'eau
- Capteur de pression 4-20 mA
- Coffret de protection pour les panneaux solaires Inter-sectionneur et parafoudre
- Ligne de câbles, connecteurs pour les panneaux solaires pour une distance de 10 m et câbles moteurs pour une distance de 3 m. Modifiable sur demande.
- Ligne de câbles submersibles moteurs et sonde avec kits de connexion étanche à définir lors de la commande
- Câble pour le flotteur électrique longueur : 10 m
- Kit de mise à la terre Piquet de terre, câble de terre
- Schéma de principe avec les indications pour le câblage de l'ensemble

## III.2. Choix des Membranes de Nanofiltration

Afin d'assurer l'efficacité du système PV-NF, le processus de sélection des unités de filtration repose sur deux hypothèses fondamentales, visant à optimiser le traitement de l'eau tout en

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

répondant aux besoins spécifiques de chaque sous-gamme.

- **Hypothèse 1** : Une valeur de 300 Molecular Weight Cut-Off (MWCO) représente un équilibre optimal, permettant de retenir efficacement les contaminants tout en autorisant le passage des molécules d'eau nécessaires à la potabilité. Pour concrétiser cette hypothèse, nous avons choisi les membranes de la série NF-300 de Pure Aqua, caractérisées par un MWCO de 300. Cette décision s'inscrit dans une stratégie visant à concilier l'efficacité du traitement avec la préservation des éléments essentiels à la qualité de l'eau.
- **Hypothèse 2** : La capacité de traitement doit être adaptée à la taille de la communauté respective, influencée par la demande d'eau et les exigences de stockage. Le débit de traitement constitue un facteur déterminant dans le dimensionnement des unités de nanofiltration pour chaque sous-gamme. La répartition des unités de gros débit (NF28K-7340), de débit moyen (NF-13K-5240), et de petit débit (NF-11K-3340) est effectuée en fonction des besoins spécifiques de chaque catégorie. Ainsi, cette stratégie vise à optimiser l'efficacité opérationnelle en évitant des surcapacités inutiles tout en garantissant un approvisionnement en eau adapté à chaque contexte.

Ces deux hypothèses, combinées, justifient également la nécessité d'une gamme spéciale équipée de l'unité HFP009 de Pentairs, avec un MWCO de 1000. Cette décision découle de l'hypothèse que certaines eaux de surface en Afrique subsaharienne contiennent des contaminants de taille plus importante, nécessitant une membrane avec un MWCO supérieur pour assurer une filtration efficace. Ainsi, l'ensemble de nos choix de membranes de nanofiltration s'inscrit dans une approche intégrée, visant à optimiser la performance du système PV-NF tout en répondant aux spécificités des différentes catégories de débit et des sources d'eau traitées.

Tableau 17 : Caractéristiques des unités de Nanofiltration

Tranche de débit	Modèle de nanofiltration	Débit m <sup>3</sup> /jour	Débit (m <sup>3</sup> /heure) (8 h)	Puissance d'alimentation	Energie nécessaire pendant 8 h
≥ 8 m <sup>3</sup> /h	NF-28K-7340	109	13,63	5 hp/3,73 kW	30 kWh
≥ 6 m <sup>3</sup> /h	NF-13K-5240	51	6,38	3 hp/2 kW	16 kWh
≥ 2 m <sup>3</sup> /h	NF-11K-3340	44	5,5	3 hp/2 kW	16 kWh
≥ 6 m <sup>3</sup> /h	HFP009	60	7,5	7,5 kW	60 kWh

NB : Les différentes fiches techniques des unités de nanofiltration sont présentées en *Annexe2*.

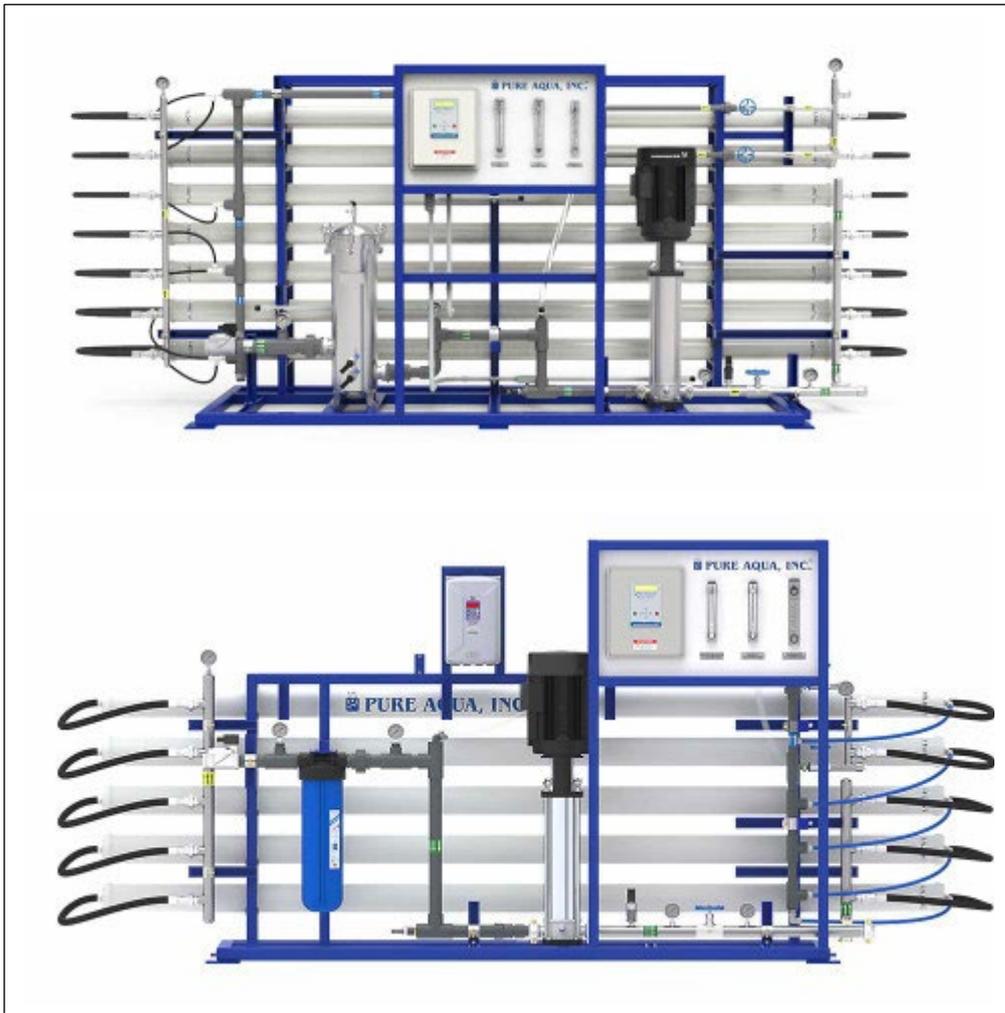


Figure 11 : Unité de Nanofiltration NF-300 Pure aqua

Source : [www.pureaqua.com](http://www.pureaqua.com)

### III.3. Evaluation énergétique du système NF

Pour dimensionner les kits solaires destinés à alimenter les systèmes de nanofiltration (NF) avec un temps de fonctionnement de 8 heures, nous allons évaluer les besoins énergétiques quotidiens et calculer la capacité requise des panneaux solaires pour différents scénarios d'ensoleillement. L'objectif est de déterminer le temps d'ensoleillement optimal pour assurer une performance énergétique adéquate du système NF.

La formule de calcul est la suivante :

$$P \text{ (kWc)} = \frac{B_j \text{ (kwh)}}{H}$$

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

Considérant un temps de fonctionnement de 8 heures pour les besoins énergétiques, voici le tableau de dimensionnement des kits solaires pour chaque unité de NF, en fonction de différents temps d'ensoleillement 6, 7, 8, et 9 heures :

Tableau 18 : Dimensionnement des Kits solaires

Modèle de NF	Besoins Énergétiques (kWh)	6 h (kWc)	7 h (kWc)	8 h (kWc)	9 h (kWc)
NF-28K-7340	30	5	4,29	3,75	3,33
NF-13K-5240	16	2,67	2,29	2	1,78
NF-11K-3340	16	2,67	2,29	2	1,78
HFP009	60	10	8,57	7,5	6,67

En analysant la capacité nécessaire des panneaux solaires en kWc pour différents scénarios d'ensoleillement, nous pouvons conclure que :

- **6 heures d'ensoleillement** : offre une capacité modérée des panneaux solaires, permettant un bon compromis entre efficacité et coût.
- **7 à 8 heures d'ensoleillement** : réduit davantage la capacité requise des panneaux, optimisant l'efficacité et minimisant les coûts d'installation.
- **9 heures d'ensoleillement** : présente la plus faible capacité nécessaire, maximisant l'efficacité et offrant la solution la plus économique en termes de surface de panneaux solaires requis.

## III.4. Choix des kits solaires pour alimentation du système de Nanofiltration

Le système de nanofiltration sera alimenté par une source d'énergie photovoltaïque, assurant ainsi le fonctionnement continu du système de traitement de l'eau sur une période de 8 heures. Bien que les besoins énergétiques varient d'un système de nanofiltration à un autre, notre choix s'est orienté vers l'adoption d'un unique kit solaire, commun à l'ensemble des dispositifs. Cette décision est justifiée par les hypothèses suivantes :

- **Hypothèse 1** : La zone d'implémentation du système PV-NF bénéficie d'une irradiation solaire moyenne d'au moins 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/jour, une valeur caractéristique du Burkina

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

Faso. Cette quantité est jugée suffisante pour alimenter en énergie le système de filtration pendant une durée de 8 heures.

- **Hypothèse 2** : Une fois les besoins énergétiques fondamentaux pour l'alimentation du système de nanofiltration satisfaits, tout surplus d'énergie peut être utilisé à d'autres fins. Cette possibilité nous a conduits à opter pour un kit solaire de grande puissance, optimisant ainsi l'utilisation de l'énergie excédentaire.

Nous avons opté pour l'utilisation d'un kit solaire commun pour alimenter nos trois unités de nanofiltration de la série NF-300. Il s'agit du KYA-SOP 10, comprenant un champ solaire de 10 kWc, un onduleur hybride de 10 kW, une production énergétique journalière de 32 kWh, et une capacité de stockage de 9,6 kWh (200 Ah/48V). En ce qui concerne la sous-gamme spéciale, le kit sélectionné est le KYA-SOP 20, équipé d'un champ solaire de 20 kWc, d'un onduleur hybride de 20 kW, d'une production énergétique journalière de 64 kWh, et d'une capacité de stockage de 9,6 kWh (200 Ah/48V). Ces deux kits sont fournis par l'entreprise KYA-ENERGY, basée au Togo. Il est important de noter que le choix de ces kits a été motivé par leur aspect compact ainsi que leur coût abordable.



Figure 12 : Kit solaire KYA-SOP

NB : En fonction de la localité de l'implémentation du système PV-NF, les kits solaires pourront être remplacés par celles de plus petite taille afin d'assurer la rentabilité du système.

## IV. ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

#### IV.1. Présentation des différents coûts afférents aux différentes gammes proposées

Les figure 13 présentent les différents coûts associés aux projets, à savoir les coûts d'investissement, les coûts de remplacement des équipements, et les coûts d'exploitation et de maintenance (5 % du CI). Il est important de noter que l'ensemble de ces coûts ont été actualisés en utilisant un taux d'actualisation de 5 % sur la durée de vie de notre projet fixé à 25 ans. Les coûts d'exploitation pour la gamme entrepreneur sont laissés à la charge de l'entrepreneur, ce qui explique pourquoi ces coûts sont nuls sur la figure présentée. Il convient de signaler que si certains des coûts semblent se répéter ou rester constants, cela est dû au fait que, pour des débits identiques, les coûts d'investissement associés aux équipements ne varient pas, comme indiqué dans le tableau 16.

Tableau 19 : Débit d'alimentation pour chaque sous-gamme

<b>Gamme Communautaire</b>	
	Petite communauté $\geq 500/5$ m <sup>3</sup> /h pour 40 m <sup>3</sup> Stockage
	Moyenne communauté $\geq 1000/7$ m <sup>3</sup> /h pour 50 m <sup>3</sup> Stockage
	Grande communauté $\leq 2000/12$ m <sup>3</sup> /h pour 70 m <sup>3</sup> Stockage
<b>Gamme Entrepreneur (Sans kiosque préfabriqué)</b>	
	Petite communauté $\geq 500/5$ m <sup>3</sup> /h pour 40 m <sup>3</sup> Stockage
	Moyenne communauté $\geq 1000/5$ m <sup>3</sup> /h pour 40 m <sup>3</sup> Stockage
	Grande communauté $\leq 2000/5$ m <sup>3</sup> /h pour 40 m <sup>3</sup> Stockage
<b>Gamme Urgence</b>	
	Petite communauté $\geq 500/5$ m <sup>3</sup> /h pour 40 m <sup>3</sup> Stockage
	Moyenne communauté $\geq 1000/5$ m <sup>3</sup> /h pour 40 m <sup>3</sup> Stockage
	Grande communauté $\leq 2000/7$ m <sup>3</sup> /h pour 50 m <sup>3</sup> Stockage
<b>Gamme spéciale Moyenne communauté <math>\geq 1000/7</math> m<sup>3</sup>/h pour 50 m<sup>3</sup> Stockage</b>	

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

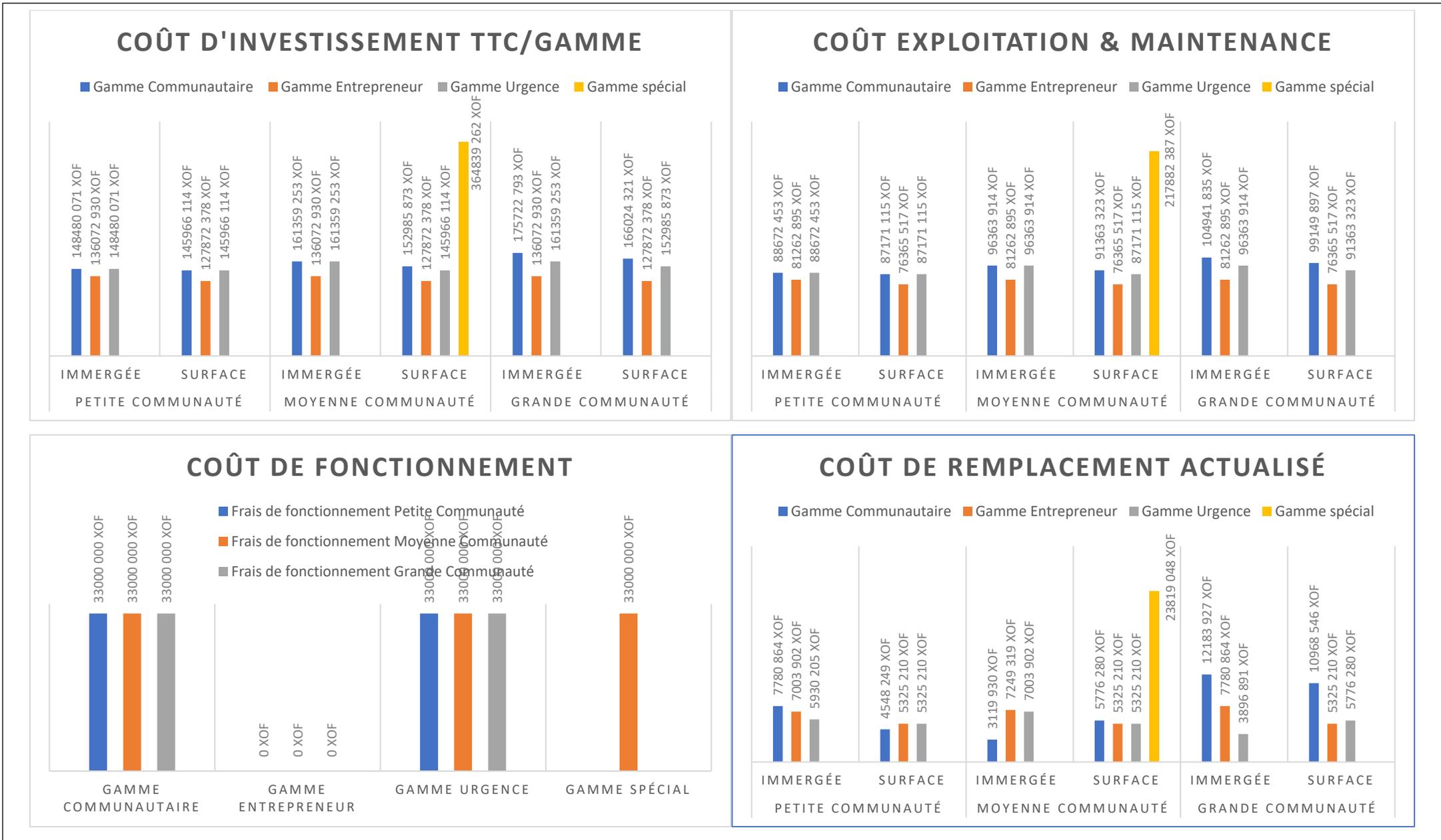


Figure 13 : Ensemble des coûts afférents au projet

NB : Les détails des coûts d'investissement sont présentés en *Annexe 3*

## IV.2. Calcul du Coût par Unité d'Eau ( $C_{UE}$ )

Afin d'assurer une fiabilité économique de notre système PV-NF, le prix de l'eau vendue revêt une importance capitale. Ce prix, doit non seulement être accessible aux populations rurales mais également garantir la rentabilité économique du système. La figure ci-dessous présente le coût par unité d'eau calculer en fonction des éléments ci-dessous. Les détails sur les coûts totaux du cycle de vie ainsi que les quantités d'eau produite annuellement par le système sont présentés en *Annexe 3*. À noter que :

Coût Total Actualisé du Cycle de Vie :  $CTCA=CI+CE+CM+CR$

Volume d'Eau Distribué :  $V_{ed} = \sum_{i=1}^n Q_t = Q_t * 365 * 25$

Coût par Unité d'Eau ( $C_{UE}$ ) :  $C_{UE} = \frac{CTCA}{V_{ed}}$

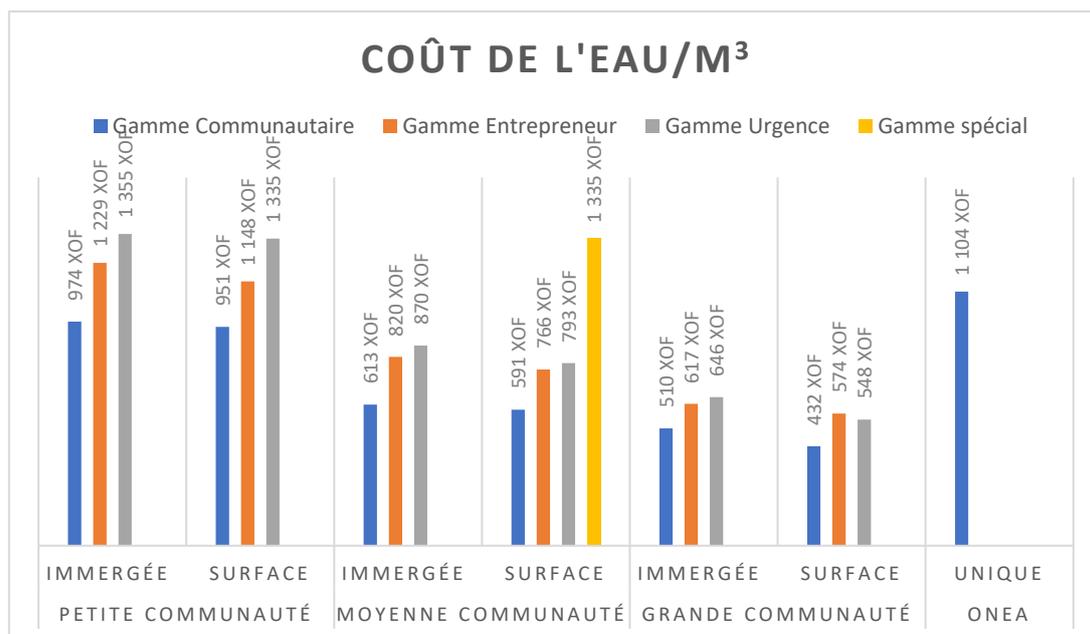


Figure 14 : Coût par unité d'eau

Nous pouvons constater, à la lumière de ces résultats, que les coûts de l'eau, en ce qui concerne les sources d'eau de surface, sont inférieurs à ceux des eaux immergées. Cette différence s'explique par les coûts des dispositifs mis en place, notamment le forage pour les eaux immergées. De plus, en fonction de la taille de la population, ce coût diminue. Pour une population importante, les ressources financières à récupérer sont plus considérables. Nous avons également comparé ces prix aux tarifs applicables par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) comme constaté, les marges de différences ne sont pas aussi élevées.

### IV.3. Évaluation de la rentabilité économique des gammes proposées

Afin d'évaluer de la rentabilité économique de notre système, des facteurs tels que la VAN (Valeur Actuelle Net) et le TRI (Taux de Rentabilité interne) peuvent être évalués. L'évaluation des facteurs économiques tels que le SROI (Social return on Investment) est un excellent indicateur pour attirer les partenaires internationaux cependant, son évaluation est assez complexe et demande des relevées à long terme des indicateurs sociaux. Les figures ci-dessous présentent la VAN pour chaque gamme proposée.

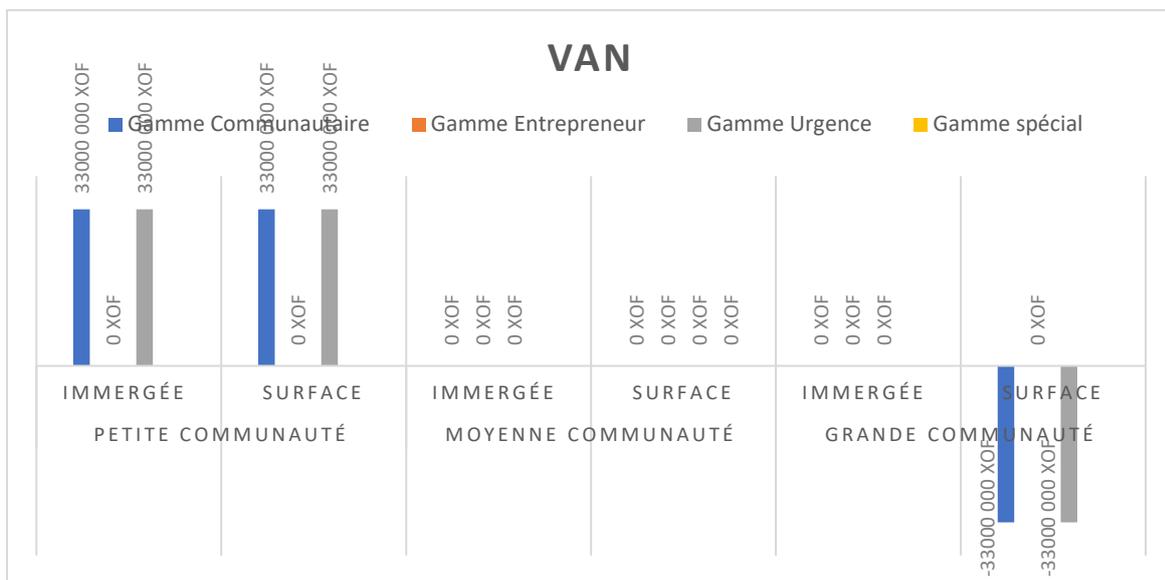


Figure 15 : VAN

- **VAN Positive** : Les avantages actualisés dépassent les coûts actualisés, indiquant une rentabilité potentielle du projet.
- **VAN Nulle** : Les avantages actualisés équivalent aux coûts actualisés, suggérant un équilibre financier, mais sans surplus net.
- **VAN Négative** : Les coûts actualisés dépassent les avantages actualisés, signalant un projet potentiellement non rentable.

Au vu des différentes valeurs actualisées nettes (VAN) obtenues, il convient de noter que la rentabilité de notre système PV-NF n'est pas assurée. Cependant, une alternative a été trouvée afin d'améliorer la VAN. La marge bénéficiaire de 15 % ajoutée au prix de vente de l'eau vise à assurer la rentabilité du système après 25 ans, excluant les services annexes, soulignant ainsi la nécessité d'une gestion prudente des coûts et d'un prix de vente concurrentiel pour garantir le recouvrement des investissements initiaux sur une période prolongée. Voir figure 16.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

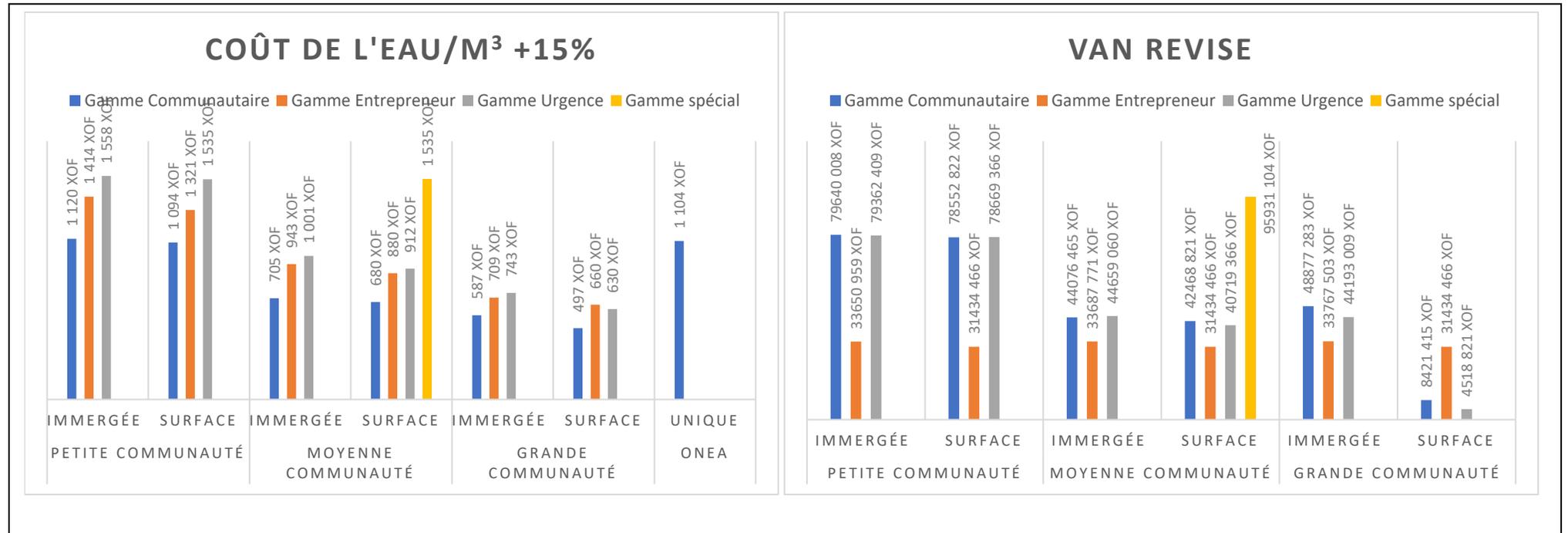


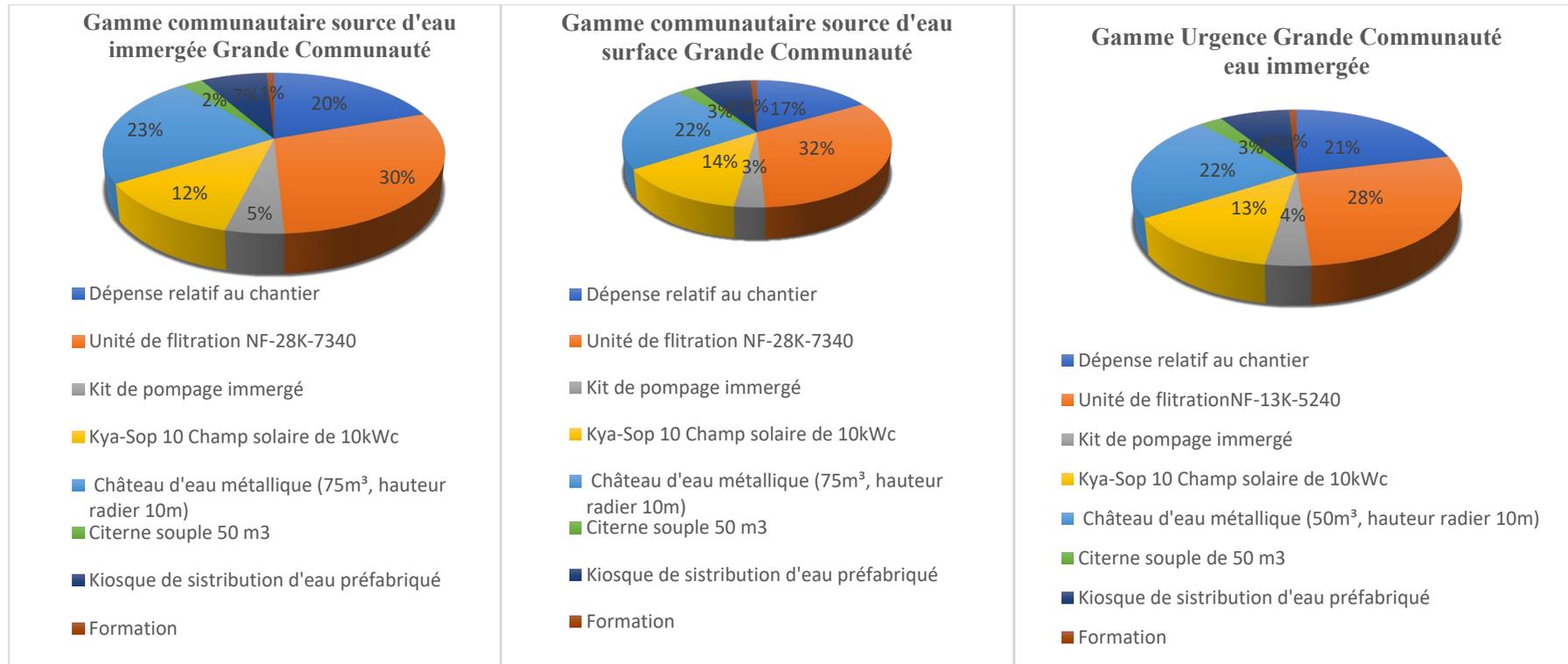
Figure 16 : Valeur révisée du coût de l'eau et de la VAN

Étant donné que le taux de rentabilité interne (TRI) correspond aux taux d'actualisation annulant la valeur actualisée nette (VAN), nous pouvons conclure que notre TRI est de 5 % pour l'ensemble des valeurs précédentes où la VAN était nulle. Il est ainsi supérieur au taux d'actualisation utilisé pour calculer la VAN positive et inférieur à celui utilisé pour calculer la VAN négative. Toutefois, afin de garantir la rentabilité pour l'ensemble de nos produits, nous maintiendrons un TRI à 5 %, tout en intégrant la marge bénéficiaire de 15 % sur les coûts, afin d'obtenir une VAN positive.

#### **IV.4. Evaluations des investissements substantiels du systèmes**

Afin, de réaliser cette évaluation une représentation graphique (Figure 17) sous forme de camembert permettra de visualiser de manière succincte la répartition du coût d'investissement total de notre système pour chaque gamme. Ce graphique met en évidence la contribution respective de chaque équipement au coût global, offrant ainsi une perspective claire sur les postes les plus significatifs en termes financiers.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE



# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

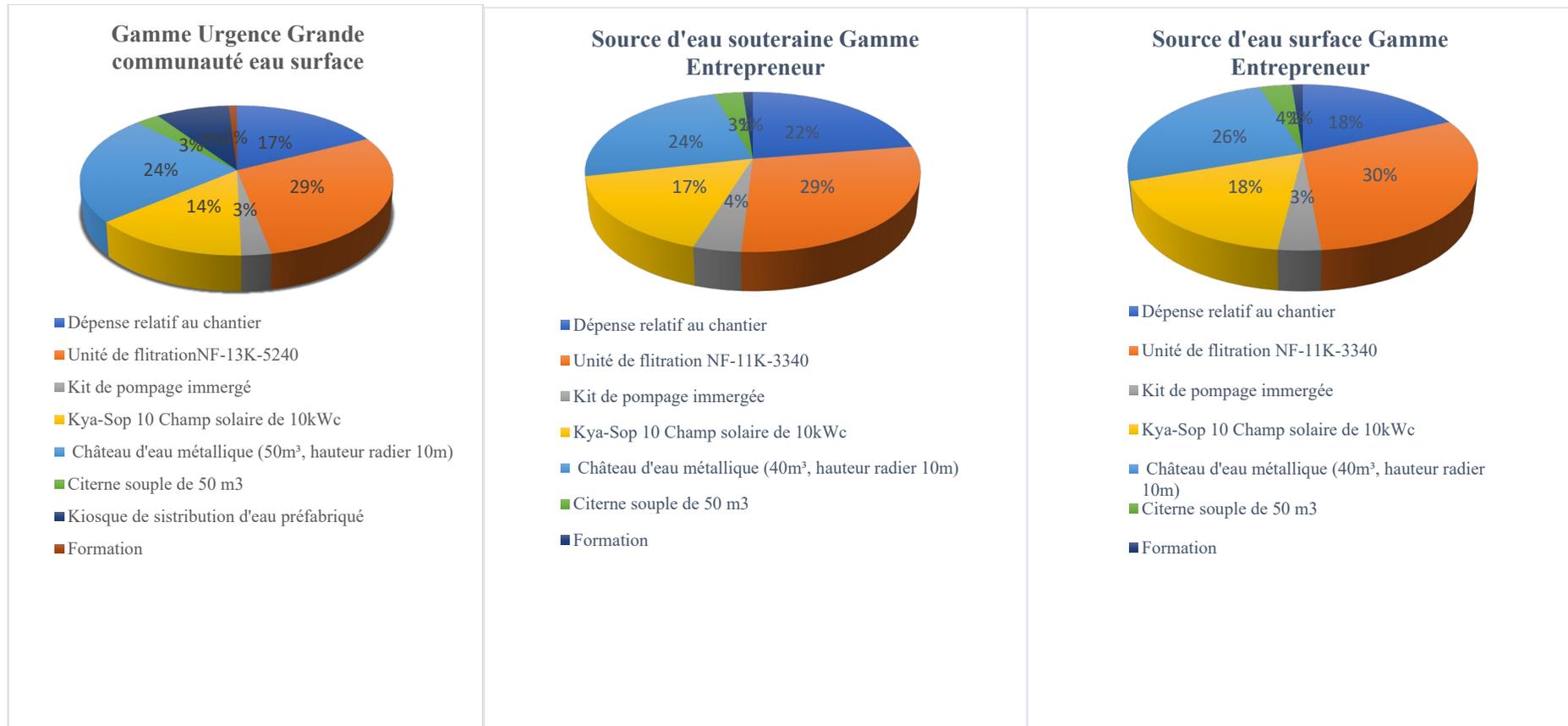


Figure 17 : Camembert des coûts substantiels des investissements initiaux pour chaque gamme

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

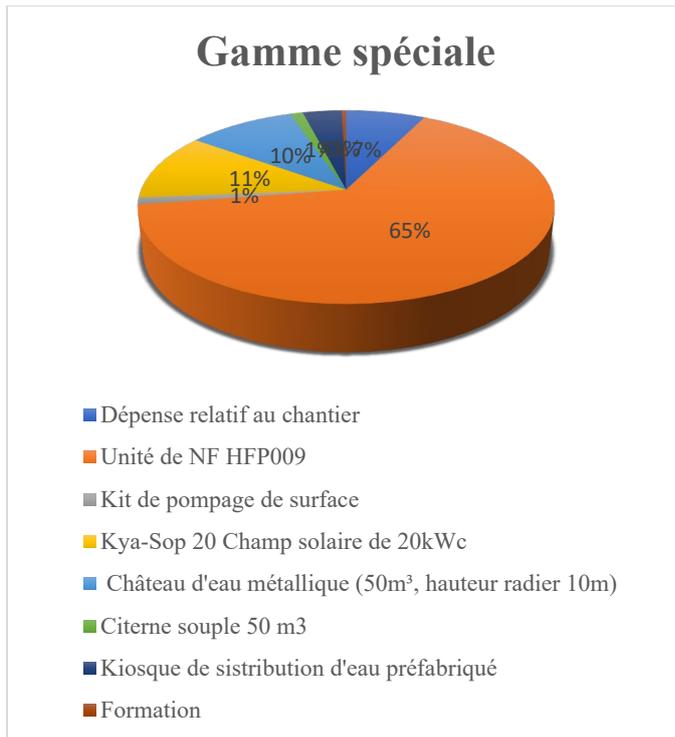


Figure 17 (suite)

Après analyse de ces différents graphiques nous pouvons constater que l'acquisition du système de nanofiltration engendre le coût d'investissement le plus élevé, représentant au moins **30 à 65 %** de l'investissement initial. Cela implique que la sélection et l'achat de ce composant particulier exercent une influence substantielle sur le coût global du projet, soulignant ainsi l'importance de considérer attentivement les aspects financiers liés à la nanofiltration dans le processus d'investissement. Il convient d'explorer des solutions de nanofiltration présentant un équilibre optimal entre performance et coût, tout en répondant aux exigences spécifiques du projet. La recherche de fournisseurs offrant des options compétitives en termes de coût pour cette composante particulière, sans compromettre la qualité et l'efficacité requises, pourrait contribuer de manière significative à la réduction des coûts globaux d'investissement. Parallèlement, la considération d'éventuelles innovations technologiques ou de nouvelles approches dans le domaine de la nanofiltration pourrait également apporter des avantages économiques substantiels.

## IV.5. Évaluation des solutions de paiements pour l'eau vendue

L'implémentation efficace d'un modèle d'entreprise dans le secteur de l'eau, axé sur le déploiement de systèmes PV-NF dans des contextes variés, requiert une stratégie de paiement judicieuse. Cette évaluation se concentre sur l'identification des solutions de paiement les plus novatrices et pratiques pour la vente d'eau. Le tableau ci-dessous met en lumière la mise en place, les avantages et les inconvénients de chaque solution.

Tableau 20 : Évaluation des solutions paiements pour l'eau

<b>Solution de Paiement</b>	<b>Mise en Place</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Paiement en Espèces	Acceptation d'espèces lors de la livraison.	Moyen le plus répandue	Risques liés à la gestion de liquidités.
Paiement Mobile (Mobile Money)	Intégration de solutions de paiement mobile.	Facilité d'utilisation.	Dépendance à l'accès aux services mobiles.
Cartes Prépayées	Émission de cartes prépayées pour l'achat d'eau.	Contrôle accru sur la consommation.	Coûts liés à l'émission des cartes.
Crédits d'Eau Prépayés (Abonnement)	Offre de crédits d'eau prépayés sous forme d'abonnements.	Prédictibilité des revenus.	Risque de non-utilisation complète des crédits.
Système de Carte RFID pour Bidons	Intégration de puces RFID sur les bidons.	Traçabilité précise des ventes.	Coûts liés à l'intégration des puces RFID.
Partenariat avec TECO Carre	Collaboration avec TECO Carre pour la production de bidons.	Durabilité environnementale, coût réduit.	Coordination nécessaire avec TECO Carre.
Kiosque à Eau Automatique	Installation de kiosques avec distributeurs Aqtab.	Automatisation, suivi en temps réel des ventes.	Coûts initiaux et nécessité d'alimentation électrique.

## IV.6. Mise en place opérationnelle du système

### IV.6.1. Mise en place opérationnelle du système

La mise en place opérationnelle est une phase critique du cycle de vie du système PV-NF, et une planification et une exécution soigneuses sont essentielles pour assurer le succès. Pour ce faire nous avons réalisé une modélisation 3D du système PV-NF sur le logiciel Blender. Les figures suivantes montrent un aperçu de ce à quoi doit ressembler le système une fois mise en place.

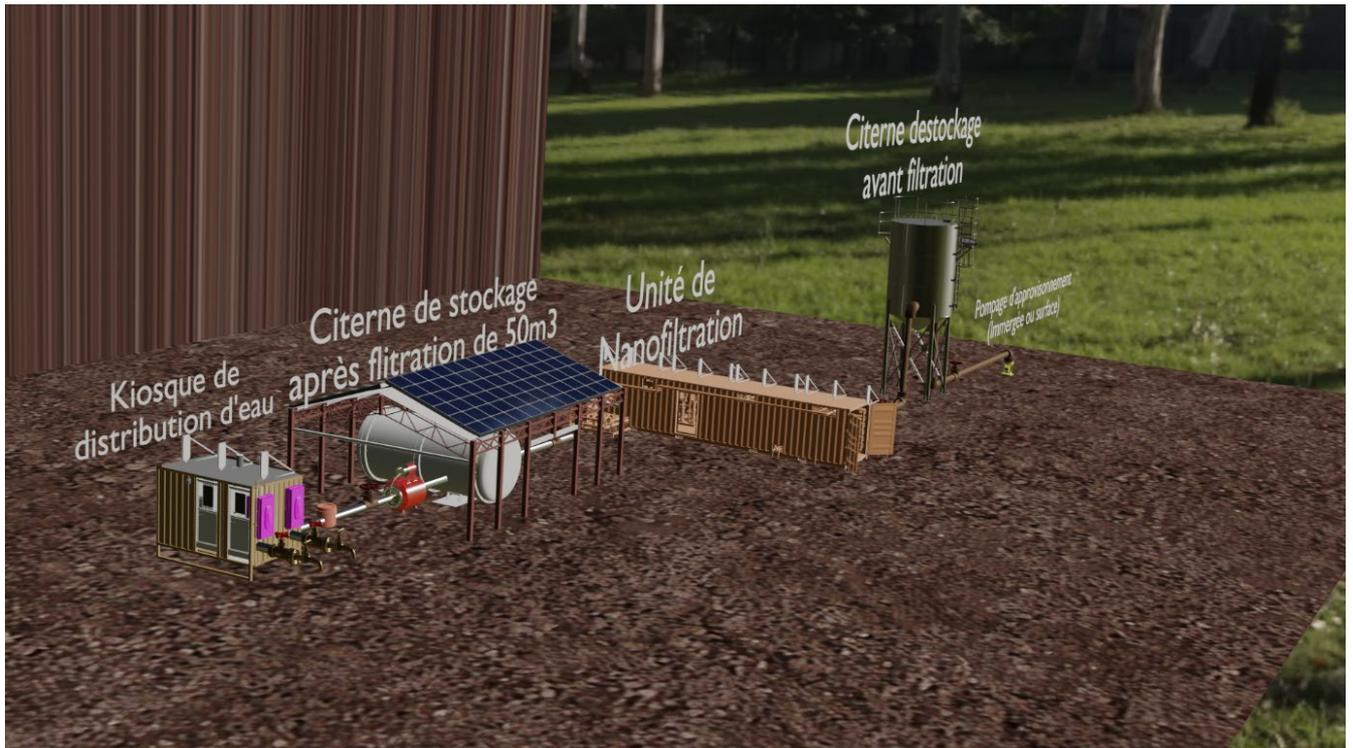


Figure 18 : Vue de l'ensemble du Système PV-NF

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

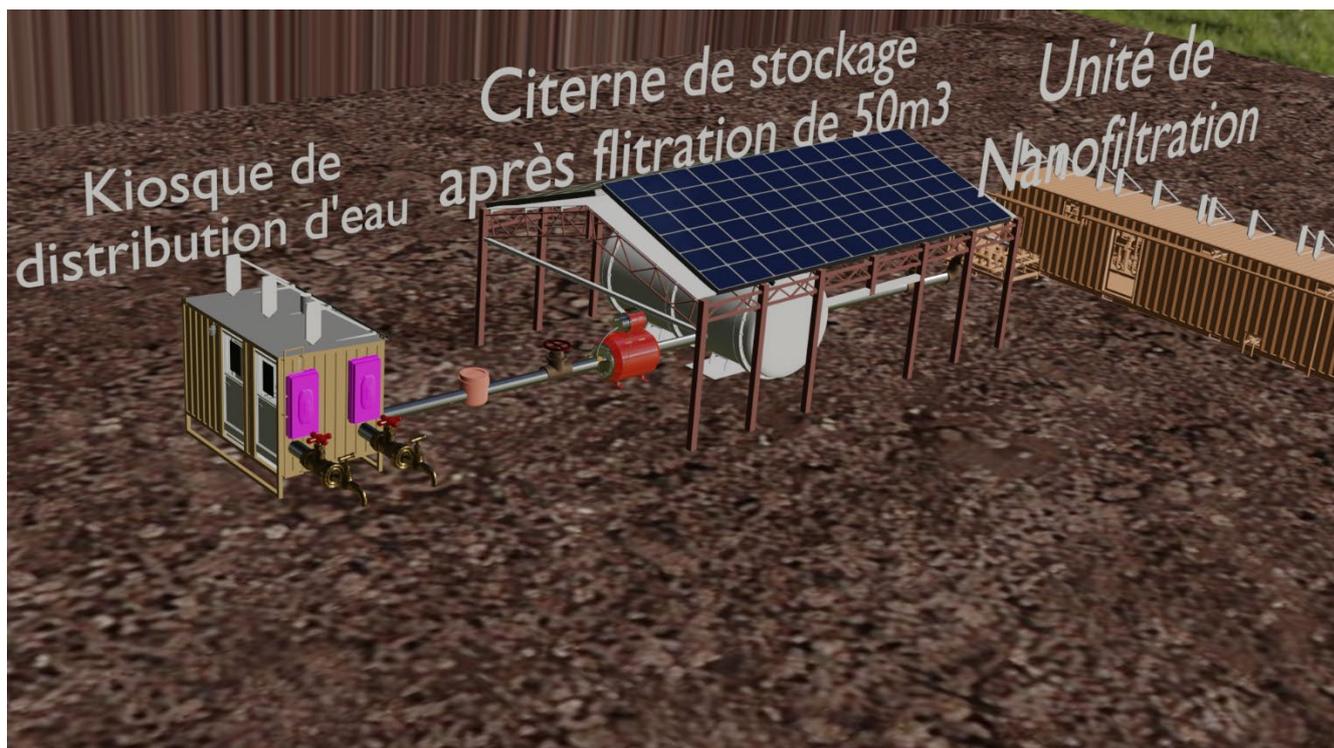


Figure 19 : Vue du kiosque de distribution & de la citerne souple

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

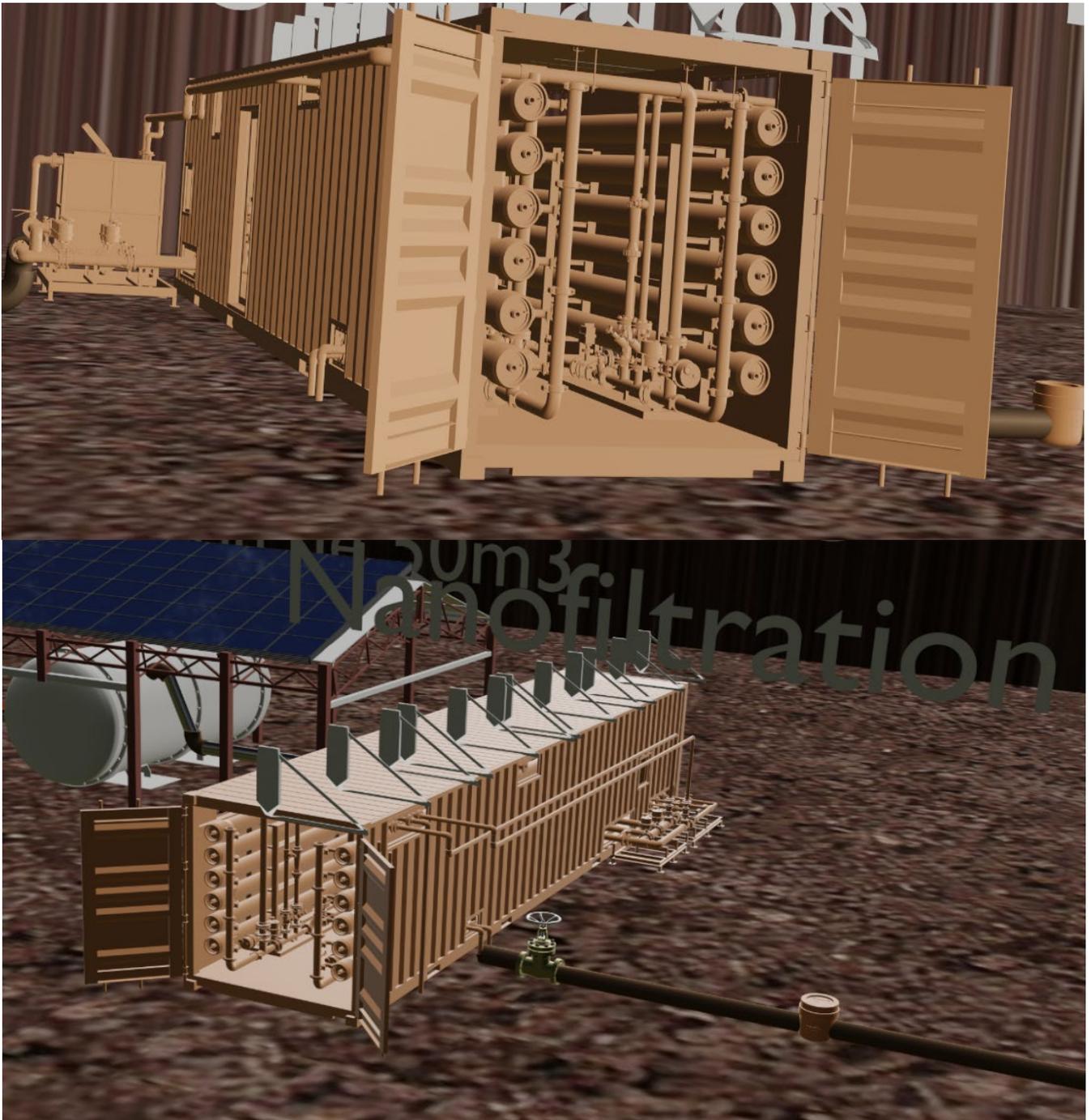


Figure 20 : Unité de Nanofiltration

## V. STRATEGIE DE MARKETING & DE FINANCEMENT

### V.1. Stratégie de Marketing

#### V.1.1. Identification des potentiels clients

L'objectif du système PV-NF étant de fournir à un grand nombre de la population rural l'accès à une eau de qualité à moindre coût, un screening minutieux des groupes et types de clients *Annexe 4* pour chaque gamme a été réalisé. L'objectif étant d'adapter au mieux les stratégies marketing en fonction des groupes de clients pour plus d'impacts et de visibilité du service proposé.

#### V.1.2. Évaluation de leur disponibilité à adhérer à la technologie

L'objectif de notre système comme souligner plus haut est de fournir au plus grand nombre des populations rurales un accès à une eau de qualité. Par conséquent, l'idéal serait d'amener cette population rurale à adhérer au préalable à la solution qui consiste à acheter de l'eau potable de qualité minérale à moindre coût. Afin d'évaluer la disponibilité des populations à adhérer à la technologie nous avons conçues une solution marketing destiné aux groupes de clients de chacune des trois gammes de nos produits.

#### V.1.3. Proposition d'une stratégie de marketing

Nous avons envisagé une approche de gestion et de développement de produits qui vise à créer de manière plus efficace et efficiente une valeur maximisée tout en minimisant le gaspillage. Cette méthodologie est appelée la stratégie **Lean Startup** qui a été popularisée par Eric Ries dans son livre "The Lean Startup". L'approche Lean Startup est particulièrement adaptée aux entreprises innovantes, aux startups et même aux grandes entreprises cherchant à innover. Le tableau ci-dessous récapitule les principales étapes pour l'adoption de cette stratégie. Quant à la stratégie mise en place pour le déploiement et l'expansion de notre système *l'Annexe 5* en fait ressortir les lignes directrices basées sur la stratégie Lean Startup.

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

Tableau 21 : Principales étapes de la stratégie Lean Startup

Étape	Description
<b>1. Création d'une Hypothèse</b>	Formuler des hypothèses sur le marché, le produit, les clients, etc.
<b>2. Construction d'un MVP</b>	Développer le produit le plus simple possible (Minimum Viable Product) pour tester les hypothèses.
<b>3. Mesure et Apprentissage</b>	Mettre en place des indicateurs clés de performance (KPI) pour mesurer le succès ou l'échec. Lancer le MVP et collecter des données.
<b>4. Apprentissage Validé</b>	Analyser les données pour valider ou invalider les hypothèses. Identifier ce qui fonctionne bien et ce qui doit être ajusté.
<b>5. Itération Rapide</b>	Si nécessaire, apportez rapidement des ajustements au produit ou à la stratégie. Répéter le processus d'apprentissage et d'itération.
<b>6. Pivoter ou Persévérer</b>	Selon les résultats, décider s'il est nécessaire de changer fondamentalement la direction (pivot) ou de continuer (persévérer).
<b>7. Déploiement Progressif</b>	Déployer progressivement en ajoutant des fonctionnalités en fonction des retours clients.
<b>8. Gestion du Cycle de Vie du Produit</b>	Une fois le produit lancé avec succès, continuer à itérer et à innover pour rester compétitif.

## V.2. Financement

### V.2.1. Évaluation des moyens de financement approprié pour l'acquisition de la technologie

Cette évaluation des solutions explore diverses options de financement pour la mise en place du système PV-NF, visant à fournir de l'eau potable dans les zones rurales. Chaque solution est détaillée dans le tableau ci-dessous avec ses avantages, inconvénients, des défis potentiels, et des variantes d'implémentation sont présentées pour offrir une vision complète des options disponibles.

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

Tableau 22 : Évaluations des solutions de financements

<b>Solution</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Défis Potentiels</b>	<b>Variante d'Implémentation Associée</b>
Financement Gouvernemental	Soutien institutionnel, Subventions	Bureaucratie, Délais	Démarches administratives	Participation Financière, Subventions Directes
Partenariat Public-Privé (PPP)	Partage des coûts et risques, Rapidité	Complexité contractuelle	Négociation des accords	Contrat de Concession, Contrat de Partenariat
Financement Communautaire	Engagement local, Appropriation	Collecte de fonds lente	Mobilisation des ressources	Mobilisation Communautaire
Financement par des Organismes Internationales	Accès à des fonds importants	Exigences strictes, Dépendance	Conformité aux normes internationales	Accord de Partenariat International

### V.2.2. Proposition des solutions de financements innovantes

La mise en œuvre réussie du système PV-NF pour l'approvisionnement en eau potable dans les zones rurales repose sur une solution de financement novatrice combinant trois sources clés :

❖ **Financement par les Organismes Internationaux :**

- Proposition solide mettant en avant l'impact social et environnemental du projet.
- Négociation de subventions, prêts à faible taux d'intérêt ou autres formes de financement.

❖ **Financement Communautaire ou Participatif :**

- Plateforme de financement participatif accessible à tous, favorisant la mobilisation financière décentralisée.
- Campagnes thématiques ciblées pour susciter l'intérêt et la contribution de la communauté.

❖ **Financement Technique Gouvernemental :**

- Engagement des autorités gouvernementales locales pour un soutien technique.
- Plan détaillé sur la manière dont le gouvernement peut contribuer en fournissant

des ressources humaines qualifiées et des facilitations administratives.

Cette approche intégrée vise à sécuriser une diversité de ressources financières, allant des financements internationaux solides aux contributions décentralisées de la communauté, tout en bénéficiant du support technique gouvernemental. La coordination attentive entre ces trois sources de financement garantit une approche globale, équilibrée et pérenne pour le projet d'approvisionnement en eau potable dans les zones rurales.

### **V.2.3. Répartition des besoins de financement**

La stratégie de répartition des besoins de financement pour le système PV-NF se caractérise par une approche judicieuse qui tire parti des avantages spécifiques offerts par les organismes internationaux, la participation communautaire et le soutien technique gouvernemental. Cette allocation ciblée de ressources, avec 80 % des fonds provenant des organismes internationaux, 10 % du financement communautaire participatif, et 10 % du financement technique gouvernemental, reflète une compréhension attentive des forces inhérentes à chaque source de financement.

Le poids significatif accordé aux organismes internationaux, représentant 80 % des besoins financiers, découle de la reconnaissance de leur capacité à fournir une stabilité financière, des compétences spécialisées et un accès à des ressources considérables. Les 10 % alloués au financement communautaire participatif traduisent l'importance accordée à l'engagement local, favorisant ainsi une appropriation communautaire du projet et renforçant les liens sociaux au sein de la population rurale. Enfin, les 10 % réservés au financement technique gouvernemental démontrent la volonté d'intégrer le projet dans le tissu politique et infrastructurel local, optimisant ainsi son harmonisation avec les besoins et les priorités de la communauté.

## **VI. PRESENTATION DU BUSINESS MODEL**

### **VI.1. Application du modèle d'Osterwalder & Pigneur**

Chaque segment du Business Canvas a été construit méticuleusement comme vous pouvez le voir ci-dessous en tenant compte de la rentabilité de notre système. Les segments tels que les Propositions de Valeur ont été élaborés en mettant en avant des avantages significatifs tels que l'accès abordable à l'eau potable, tandis que les Sources de Revenus ont été soigneusement conçues avec des modèles novateurs combinant des éléments de service, de location, et de vente d'eau.

**DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE**

Tableau 23 : Business Model du système PV-NF

<p><b>Partenaires clés</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ONG et organisations humanitaires</li> <li>– Gouvernements locaux</li> <li>– Fournisseurs de technologie</li> </ul>	<p><b>Activités clés</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Recherche et développement</li> <li>– Fabrication et assemblage</li> <li>– Programmes de formation et d'éducation</li> </ul> <p><b>Ressources clés</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Technologie de nanofiltration alimentée par l'énergie solaire</li> <li>– Techniciens qualifiés</li> <li>– Partenariats stratégiques</li> </ul>	<p><b>Proposition de valeur</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accès abordable à l'eau potable</li> <li>– Opportunités entrepreneuriales</li> <li>– Réponse rapide en cas d'urgence</li> </ul>	<p><b>Relation client</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ateliers d'engagement communautaire</li> <li>– Programmes de mentorat entrepreneurial</li> <li>– Ateliers de formation et de préparation</li> </ul> <p><b>Canaux</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Partenariats locaux et ateliers</li> <li>– Plates-formes numériques pour les entrepreneurs</li> <li>– Collaborations gouvernementales</li> </ul>	<p><b>Segment de client</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Communautés en zones rurales</li> <li>– Entrepreneurs locaux</li> <li>– Entités de réponse d'urgence</li> </ul>
<p><b>Structure des coûts</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Coûts de remplacement</li> <li>– Coûts de surveillance et d'entretien</li> <li>– Coûts d'exploitation</li> </ul>		<p><b>Flux de revenus</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modèle de paiement à l'utilisation</li> <li>– Plans d'abonnement</li> <li>– Remises pour les achats en gros</li> </ul>		

NB : Les points clés de chacun des 9 segments de notre Business model son contenu dans le tableau ci-dessus. Le développement des aspects de chaque segment en fonction de nos différentes gammes de produits est présenté en *Annexe 6*.

## VI.2. Évolution du Business Model

Le tableau ci-dessous encapsule diverses propositions d'activités destinées à étendre l'application de la technologie PV-NF au-delà de la simple fourniture d'eau potable. Ces propositions ont été élaborées en vue de répondre aux besoins multifacettes des communautés rurales.

Tableau 24 : Idée de développement futur

<b>Idées d'Activités Potentielles</b>	<b>Description</b>
Internet pour les Communautés Rurales	Intégrer des modules de connectivité Internet aux systèmes PV-NF.
Stations de Recharge pour Dispositifs Électroniques	Intégrer des stations de recharge solaires aux systèmes PV-NF.
Maintenance du système comme travaux pratiques pour les étudiants	Laisser les étudiants d'Université partenaire réaliser la maintenance du système afin de minimiser les frais
Centres d'Apprentissage en Ligne	Établir des centres d'apprentissage en ligne alimentés par l'énergie solaire à proximité des stations PV-NF.
Stations de Santé Mobiles	Intégrer des modules de soins de santé mobiles aux systèmes PV-NF.
Points d'Accès aux Services Gouvernementaux	Créer des centres alimentés par l'énergie solaire pour fournir un accès aux services gouvernementaux en ligne à partir des stations PV-NF.
E-market (Plateforme d'Échange et de vente connectée)	Plateforme en ligne pour la vente de produits agricoles, artisanales et les échanges entre les communautés ou les système PV-NF sont installés.
Stations de Services Connectés (Internet, Recharge, Éducation, Santé)	Intégrer plusieurs services dans des stations connectées pour répondre aux besoins diversifiés des communautés.

### VI.3. Analyse SWOT du Business Model

Cette analyse SWOT présentée dans le tableau ci-dessous, en identifiant clairement nos forces, faiblesses, opportunités, et menaces, offre un cadre stratégique précieux pour maximiser nos atouts, atténuer les vulnérabilités, exploiter les opportunités du marché en expansion, et anticiper les défis potentiels.

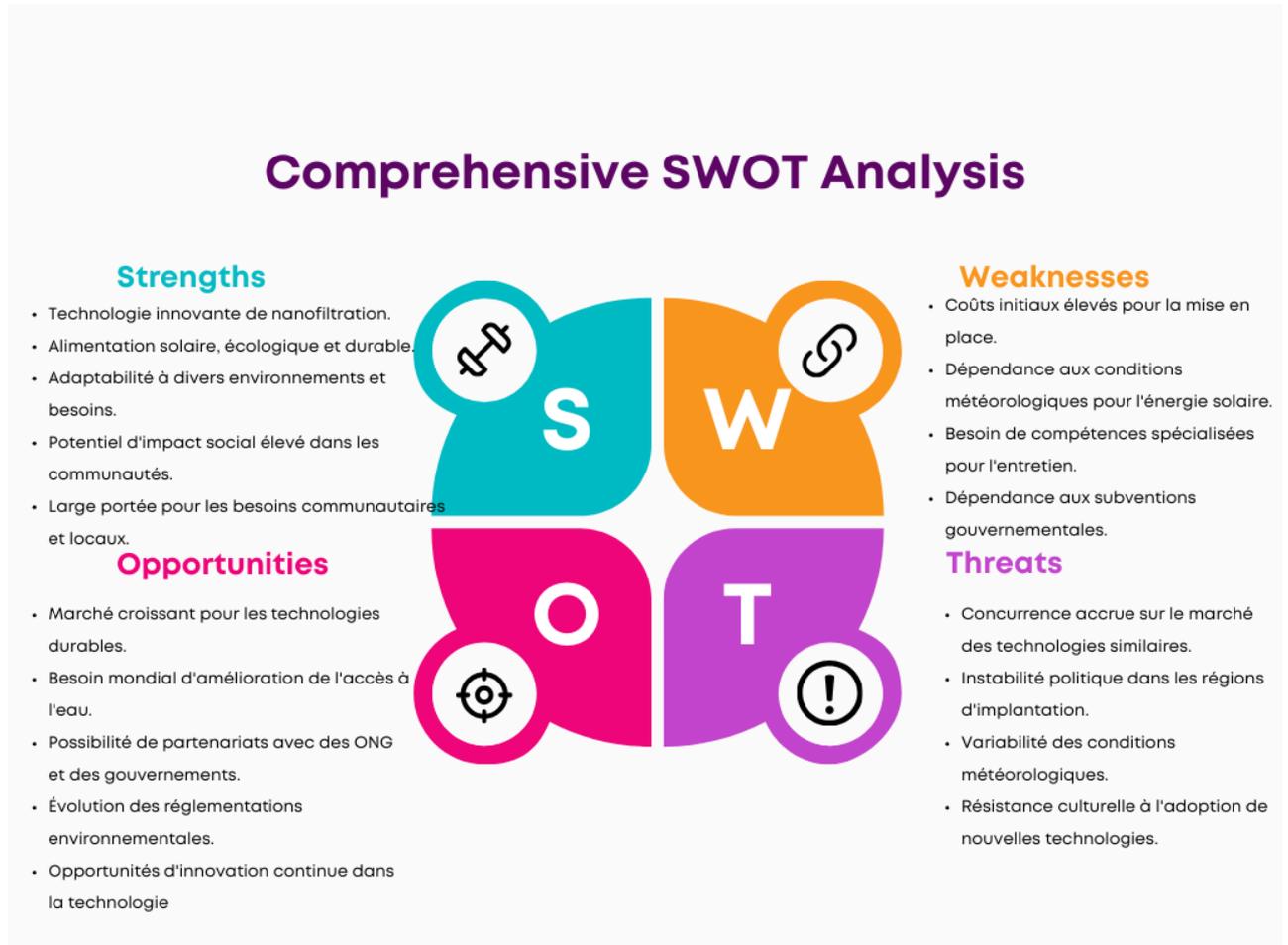


Figure 21 : Analyse SWOT du Business Model

## CONCLUSIONS

---

Dans la recherche de solutions durables pour l'approvisionnement en eau potable dans les zones rurales, cette étude s'est penchée sur le développement d'un modèle économique viable pour les systèmes décentralisés alimentés par l'énergie solaire **PV-NF**, intégrant la technologie de nanofiltration. Les réponses aux hypothèses de recherche ont jeté une lumière significative sur les caractéristiques clés, les obstacles et les mécanismes d'évaluation de la rentabilité de ces systèmes novateurs.

L'analyse a mis en évidence **les caractéristiques clés d'un modèle économique** robuste, mettant en avant la technologie innovante de nanofiltration, l'alimentation solaire durable et l'adaptabilité aux divers besoins et contextes locaux. L'intégration de solutions décentralisées s'est révélée cruciale pour répondre aux besoins spécifiques des communautés rurales, favorisant ainsi un accès amélioré à l'eau potable.

**Les obstacles financiers et techniques** ont été identifiés, notamment les coûts initiaux élevés et la dépendance aux conditions météorologiques. Cependant, des stratégies ont été proposées pour surmonter ces défis, mettant en avant la possibilité de partenariats avec des organisations gouvernementales et des ONG, ainsi que l'exploration de sources de financement novatrices.

**L'évaluation de la rentabilité** a été abordée en considérant les coûts initiaux, les coûts d'exploitation, les coûts de maintenance, et les revenus potentiels des utilisateurs. Les résultats démontrent que malgré les investissements initiaux, les avantages à long terme, tels que la durabilité environnementale et les impacts sociaux positifs, positionnent ces systèmes comme des investissements viables, encouragés par des partenariats avec des entrepreneurs locaux et des incitations gouvernementales.

En conclusion, le modèle économique élaboré pour les systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau potable, alimentés par l'énergie solaire et intégrant la nanofiltration, offre une réponse novatrice aux besoins des zones rurales. En surmontant les obstacles financiers et techniques, ces systèmes émergents ont le potentiel de transformer les défis en opportunités, créant ainsi des impacts positifs durables sur la santé communautaire, l'économie locale, et l'environnement. L'adoption de ces modèles doit être encouragée par une collaboration étroite entre les acteurs locaux, les gouvernements, et les organisations internationales, afin de garantir une mise en œuvre réussie et une accessibilité accrue à l'eau potable dans les régions rurales.

## RECOMMANDATIONS

---

Afin de garantir la mise en œuvre effective de ce Business model voici quelques recommandations :

- **Essais Pilotes** : Mener des essais pilotes dans des communautés représentatives pour valider l'efficacité opérationnelle et recueillir des données spécifiques aux contextes locaux.
- **Enquêtes Approfondies** : Effectuer des enquêtes approfondies pour comprendre les besoins en eau, les dynamiques communautaires, et les aspects socio-économiques, afin d'adapter le modèle économique en conséquence.
- **Évaluation Continue** : Instaurer un processus d'évaluation continue pour surveiller les performances des systèmes, collecter des retours d'expérience, et permettre des ajustements rapides.
- **Expansion Graduelle** : Adopter une approche progressive pour l'expansion, basée sur le succès des phases précédentes, afin d'optimiser les résultats à grande échelle.
- **Engagement Communautaire** : Maintenir un engagement continu avec les communautés en favorisant une communication transparente et en encourageant la participation communautaire dans la gestion des systèmes.
- **Suivi de l'Impact Social et Environnemental** : Suivre et évaluer l'impact social et environnemental des systèmes déployés pour démontrer la valeur ajoutée du modèle et mobiliser des ressources pour des initiatives similaires

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [1]. ONU, Département des affaires économiques et sociales, Division de la population, New York, 2019. <https://www.un.org/en/development/desa/population/>
- [2]. Santos, S., Adams, E., Neville, G., Wada, Y., Sherbinin, A., Bernhardt, E.,... & Adamo, S. (2017). Urban Growth and Water Access In Sub-saharan Africa: Progress, Challenges, And Emerging Research Directions. *Science of The Total Environment*, (607-608), 497-508. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.157>
- [3]. AIE, Agence internationale de l'énergie — Perspectives énergétiques pour l'Afrique 2019, (2019). <https://www.iea.org/reports/africa-energy-outlook-2019>
- [4]. B. S. Richards, J. Shen, A. I. Schäfer, *Energy Technol-Ger*, 5 (2017) 1112–1123.
- [5]. A. K. Sharma, G. Tjandraatmadja, S. Cook, T. Gardner, *Water Sci Technol*, 67 (2013) 2091–2101.
- [6]. M. C. Garg, in: A. Basile, A. Cassano, A. Figoli (Eds.), *Membrane Engineering for the Treatment of Gases: Volume 2: Gas-separation Issues Combined with Membrane Reactors*, Elsevier, 2019, pp. 85–110.
- [7]. A. I. Schäfer, J. Shen, B. S. Richards, *npj Clean Water*, 1 (2018) 24.
- [8]. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2005). Clarifying business models: Origins, present and future of the concept. *Communications of the Association for Information Systems*, 16(1), 1–25.
- [9]. Timmers, P. (1998). Business models for electronic markets. *Electronic markets*, 8(2), 3–8.
- [10]. Amit, R., & Zott, C. (2001). Value creation in e-business. *Strategic Management Journal*, 22 (6–7), 493–520.
- [11]. Rappa, M. (2001). Business models on the web. *Managing the digital enterprise*, 1–10.
- [12]. Weill, P., & Vitale, M. R. (2001). *Place to space: Migrating to eBusiness Models*. Harvard Business School Press.
- [13]. Afuah, A., & Tucci, C. L. (2001). *Internet business models and strategies: Text and cases*. McGraw-Hill.
- [14]. Morris, M., Schindehutte, M., & Allen, J. (2005). The entrepreneur's business model: Toward a unified perspective. *Journal of Business Research*, 58(6), 726–735.
- [15]. Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy, and innovation. *Long Range Planning*, 43 (2–3), 172–194.
- [16]. Zott, C., Amit, R., & Massa, L. (2011). The business model: Recent developments and

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

- future research. *Journal of Management*, 37(4), 1019–1042.
- [17]. Casadesus-Masanell, R., & Ricart, J. E. (2010). From strategy to business models and onto tactics. *Long Range Planning*, 43 (2–3), 195–215.
- [18]. Demil, B., & Lecocq, X. (2010). Business model evolution: In search of dynamic consistency. *Long Range Planning*, 43 (2–3), 227–246.
- [19]. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.
- [20]. Santos, F. M. (2012) Social Entrepreneurship in Theory and Practice: A Positive Theory of Social Entrepreneurship. *Journal of Business Ethics*, 111, 335–351. <https://doi.org/10.1007/s10551-012-1413-4>
- [21]. Chesbrough, H., & Rosenbloom, R. S. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and corporate change*, 11(3), 529–555.
- [22]. Magretta, J. (2002). Why business models matter. *Harvard business review*, 80(5), 86–92.
- [23]. Chesbrough, H. (2010). Business model innovation: opportunities and barriers. *Long range planning*, 43 (2–3), 354–363.
- [24]. Gassmann, O., Enkel, E., & Chesbrough, H. (2010). The future of open innovation. *R&D Management*, 40(3), 213–221.
- [25]. Adeleye, I., & Yusuf, A. (2019). Business model innovation in Africa: A systematic review and research agenda. *Journal of Business Research*, 98, 365–377.
- [26]. Munyua, H. (2018). Business model innovation in Africa: Emerging themes and research opportunities. *Journal of African Business*, 19(3), 361–376.
- [27]. Stéfanie Wedinig, (2021). A Business Model for Africa – Does It Exist and If So, What Is There to Consider? An Examination of Current Knowledge about Business Models in and for African Countries. CBS Research Portal.
- [28]. Kumar, A., & Singh, R. (2018). Solar energy-based decentralized drinking water supply systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2218–2235.
- [29]. S. M. Shaaban, M. A. Eltawil, and M. A. Elhadidy, 'Design and optimization of a solar-powered reverse osmosis system for desalination and drinking water production,' *Desalination*, vol. 308, pp. 111–120, 2013.
- [30]. M. A. Al-Weshah, 'Performance evaluation of solar-powered water pumping systems: A comparative study,' *Renewable Energy*, vol. 36, no. 2, pp. 668–675, 2011.
- [31]. Kumar, A., & Singh, R. (2019). A review on solar-powered water pumping system.

- Renewable and Sustainable Energy Reviews, 99, 1–16.
- [32]. Adesina, L., Ogunbiyi, O., Mubarak, M. (2021). Web-based Software Application Design For Solar Pv System Sizing. TELKOMNIKA, 6(19), 2009. <https://doi.org/10.12928/telkonnika.v19i6.21666>
- [33]. Cooray, T., Wei, Y., Zhang, J., Zheng, L., Zhong, H., Weragoda, S., ... & Weerasooriya, R. (2019). Drinking-water Supply For Ckdu Affected Areas Of Sri Lanka, Using Nanofiltration Membrane Technology: From Laboratory To Practice. Water, 12(11), 2512. <https://doi.org/10.3390/w11122512>
- [34]. REMIGY, J. (2007, March 10). Filtration membranaire (OI, NF, UF) — Présentation des membranes et modules. Techniques de l'Ingenieur. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/biomedical-pharma-th15/production-des-medicaments-industrialisation-42665210/filtration-membranaire-oi-nf-uf-j2791/>
- [35]. Almeida, F., Ferreira, I., Reis, R. (2022). Recent Progress On the Development And Application Of Polymeric Nanofiltration Membranes: A Mini-review. MROC, (19). <https://doi.org/10.2174/1570193x19666220623151653>
- [36]. Sari, S., Lesta, L., Syarmila, S., Hanum, Y., Mawaddah, Z., Jurian, J., ... & Nurhadini, N. (2022). Extra a Review Of Nanofiltration Membrane Technology To Treat Water Problems. Stannum, 2(4), 74–80. <https://doi.org/10.33019/jstk.v4i2.2936>
- [37]. Zhou, J., Hao, S., Huang, W., Mu, X., Yang, J., Liu, W. (2014). Recycling Sodium Dichromate In Sodium Chlorate Crystallization Mother Liquor By Nanofiltration Membrane. Sci. Res. Essays, 12(9), 581–585. <https://doi.org/10.5897/sre2014.5981>
- [38]. Guo, H., Li, X., Yang, W., Yao, Z., Mei, Y., Peng, L. E., ... & Tang, C. Y. (2021). Nanofiltration for drinking water treatment: a review. Frontiers of Chemical Science and Engineering, 16(5), 681–698. <https://doi.org/10.1007/s11705-021-2103-5>
- [39]. Elazhar, F., Tahaikt, M., Jalili, Z., Taky, M., Amor, Z., Boughriba, A., ... & Elmidaoui, A. (2012). comparaison des performances de deux membranes commerciales de nanofiltration dans la défluoruration d'une eau souterraine. Cahiers de L Association Scientifique Européenne Pour L eau Et la Santé, 17, 27-34. <https://doi.org/10.1051/asees/2013005>
- [40]. Hamdeni, R.F. (2017). Performances du système hybride précipitation/microfiltration et de la nanofiltration dans l'élimination du fer pour la potabilisation de l'eau.
- [41]. Pontié, M., Diawara, C.K., Lhassani, A., & Schrotter, J.C. (2006). Traitement des eaux destinées à la consommation humaine : Éliminations domestique et industrielle du fluor en excès.

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

- [42]. Lefort, F., Randon, G., Mongin, J., & Maux, D. (2002). La nanofiltration : un procédé bien adapté à la problématique des eaux bretonnes : Le traitement combiné des pesticides, des nitrates et de la matière organique : Les pesticides dans l'eau.
- [43]. Kiprono, A W., Llario, A I., (2021) Le pompage solaire pour l'approvisionnement en eau. Exploiter l'énergie solaire dans le contexte de l'action humanitaire et du développement, Royaume-Uni : Practical Action Publishing.  
<http://dx.doi.org/10.3362/9781788531887>.
- [44]. Shava, G. and Heystek, J. (2021). Managing teaching and learning: integrating instructional and transformational leadership in south african schools context. International Journal of Educational Management, 35(5), 1048–1062. <https://doi.org/10.1108/ijem-11-2020-0533>
- [45]. Matten, D. and Moon, J. (2008). 'implicit' and 'explicit' csr: a conceptual framework for a comparative understanding of corporate social responsibility. Academy of Management Review, 33(2), 404–424. <https://doi.org/10.5465/amr.2008.31193458>
- [46]. Adeleye, I., Luiz, J., Muthuri, J., & Amaeshi, K. (2019). Business ethics in africa: the role of institutional context, social relevance, and development challenges. Journal of Business Ethics, 161 (4), 717–729. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04338-x>
- [47]. Darley, W. and Blankson, C. (2008). African culture and business markets: implications for marketing practices. Journal of Business and Industrial Marketing, 23(6), 374–383. <https://doi.org/10.1108/08858620810894427>
- [48]. Baron, C. & Maillefert, M. (2021). Le commun eau territorialisé : dynamique de construction et politisation. Eclairages à partir de cas au Burkina Faso et en Indonésie. *Flux*, 124-125, 127-142. <https://doi.org/10.3917/flux1.124.0127>
- [49]. Malemba, E. (2023). Impact Of the Policy Framework And Institutional Setup On Urban Water Supply In Malawi: The Case Of The Lilongwe Water Board. *World Water Policy*, 1(9), 29–44. <https://doi.org/10.1002/wwp2.12091>
- [50]. Dagdeviren, H., Robertson, S. (2011). Access To Water In the Slums Of Sub-saharan Africa. *Development Policy Review*, 4 (29), 485-505. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7679.2011.00543.x>
- [51]. Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4e éd. intégrant le premier additif [Guidelines for drinking-water quality: 4th ed. incorporating first addendum]. Genève : Organisation mondiale de la Santé ; 2017. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- [52]. Xiao, L., Singh, A., Limor, J., Graczyk, T., Gradus, S., Lal, A. (2001). Molecular Characterization Of cryptosporidium Oocysts In Samples Of Raw Surface Water and

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

- Wastewater. Appl Environ Microbiol, 3 (67), 1097-1101.  
<https://doi.org/10.1128/aem.67.3.1097-1101.2001>
- [53]. Tsui, C., Miller, R., Uyaguari-Diaz, M., Tang, P., Chauve, C., Hsiao, W.,... & Prystajacky, N. (2018). Beaver Fever: Whole-genome Characterization Of Waterborne Outbreak and Sporadic Isolates To Study The Zoonotic Transmission Of Giardiasis. *mSphere*, 2(3). <https://doi.org/10.1128/msphere.00090-18>
- [54]. Panno, S., Hackley, K., Hwang, H., Greenberg, S., Krapac, I., Landsberger, S., ... & O'Kelly, D. (2006). Characterization and Identification Of Na-cl Sources In Ground Water. *Ground Water*, 2(44), 176–187. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2005.00127.x>
- [55]. Peak, D., Regier, T. (2012). Direct Observation Of Tetrahedrally Coordinated Fe (iii) In Ferrihydrite. *Environ. Sci. Technol.*, 6(46), 3163–3168. <https://doi.org/10.1021/es203816x>
- [56]. Ibrahim, A., Ibrahim, M., Yusuf, A. (2021). Implications Of Industrial Effluents On Surface Water and Ground Water. *World J. Adv. Res. Rev.*, 03(09), 330–336. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.9.3.0110>
- [57]. Lusweti, E., Kanda, E., Obando, J., Makokha, M. (2022). Effects Of Oil Exploration On Surface Water Quality – a Review. *Water Practice & Technology*, 10(17), 2171–2185. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.104>.
- [58]. Sustainability of Water Safety Plans Developed in Sub-Saharan Africa. (2015). *Sustainability*, 7(8), 11139. DOI: 10.3390/SU70811139
- [59]. Study on fluorescence characteristics and sources of dissolved organic matter in Bandama River used in drinking water supply (Côte d'Ivoire). (2020). *International Journal of Water and Wastewater Treatment*, 6(2). DOI: 10.48421/IMIST.PRSM/EWASH-TI-V4I4.23458
- [60]. A review on the potential sources and health implications of fluoride in groundwater of Sub-Saharan Africa. (2020). *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 18(2), 557–568. DOI: 10.1007/s40201-020-00526-9
- [61]. A Review on Pollutants Found in Drinking Water in Sub-Sahara African Rural Communities: Detection and Potential Low-cost Remediation Methods. (2023). *International Drinking Water and Environmental Health*, 3(2). DOI: 10.53623/idwm.v3i2.264
- [62]. Hospital Effluents Are One of Several Sources of Metal, Antibiotic Resistance Genes, and Bacterial Markers Disseminated in Sub-Saharan Urban Rivers. (2016). *Frontiers in Microbiology*, 7, 1218. DOI : 10.3389/fmicb.2016.01218.

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES  
DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR  
LE SOLAIRE

- [63]. Water Mission. (2021). Guide de conception et d'installation : Systèmes d'adduction d'eau par l'énergie solaire. UNICEF. <https://www.unicef.org/fr/documents/guide-de-conception-et-dinstallation-systemes-dadduction-deau-par-lenergie-solaire>
- [64]. Ministère de l'Economie, des Finances et de la Prospective. (2022). *Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Burkina Faso : Fichier des localités du 5e RGPH*. [Rapport]. <https://www.insd.bf/>
- [65]. BONSOR HC AND MACDONALD AM. 2011. An initial estimate of depth to groundwater across Africa. British Geological Survey Open Report, OR/11/067. 26pp

SITE WEB

- [1] [Global Solar Atlas](#)

## ANNEXE

---

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

## Annexe 1 : Fiche technique kit de pompage solaire

### Annexe 1.1 : Kit de pompage immergée

## PS2-4000 C-SJ8-15

Système de pompe solaire immergée pour puits 4"

**Gamme de systèmes**

Chute max. 80 m  
Débit max. 13 m<sup>3</sup>/h

**Données techniques**

**Contrôleur PS2-4000**

- Commande et surveillance
- Entrées de commande pour protection contre le fonctionnement à sec, commande à distance, etc.
- Protection contre inversion de polarité, surcharge et surchauffe
- MPPT (Maximum Power Point Tracking) intégré
- Integrated Sun Sensor

Puissance max. 4,0 kW  
Tension d'entrée max. 375 V  
Optimal Vmp\*\* > 238 V  
Intensité du moteur max. 14 A  
Efficacité max. 98 %  
Temp. ambiante -40...50 °C  
Classe de protection IP68

**Moteur ECDRIVE 4000-C**

- Entretien minimal, moteur DC sans balais
- Rempli d'eau
- Matériel de haute qualité, acier inoxydable AISI 304/316
- Moteur sans électronique à l'intérieur

Puissance nominale 4,0 kW  
Efficacité max. 92 %  
Vitesse du moteur 900...3 300 rpm  
Classe d'isolation F  
Classe de protection IP68  
Submersion max. 150 m

**Extrémité de la pompe PE C-SJ8-15**

- Clapet anti-retour
- Matériel de haute qualité, acier inoxydable AISI 304
- Centrifugal pump

Efficacité max. 68 %

**Pompe PU4000 C-SJ8-15 (Moteur, Extrémité de la pompe)**

Diamètre de forage min. 4,0 in  
Température de l'eau max. 50 °C

**Normes**

2006/42/EC, 2004/108/EC, 2006/95/EC

IECEN 61702:1995, IECEN 62253 Ed.1

Les logos indiquent les autorisations obtenues pour cette gamme de produits. Les produits sont commandés et livrés selon les autorisations propres aux exigences du marché.  
\*\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C.

## PS2-4000 C-SJ8-15

Système de pompe solaire immergée pour puits 4"

**Graphique de la pompe**

**Dimensions et poids**

**Contrôleur**

H1 = 352 mm  
H2 = 333 mm  
W1 = 207 mm  
W2 = 170 mm  
W3 = 164 mm  
D1 = 124 mm

**Pompe**

A = 1118 mm  
B = 245 mm  
C = 873 mm  
D = 98 mm  
E = 98 mm  
S = 2 in

**Poids net**

Contrôleur	6,1 kg
Pompe	21 kg
Moteur	10 kg
Extrémité de la pompe	11 kg

\*\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C.

BERNT LORENTZ GmbH  
Siebenbrunn 24, 34258 Herford-Lübzig  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

**Sun. Water. Life.**

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.201  
Toutes les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

BERNT LORENTZ GmbH  
Siebenbrunn 24, 34258 Herford-Lübzig  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

**Sun. Water. Life.**

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.201  
Toutes les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

## PS2-4000 C-SJ5-25

Système de pompe solaire immergée pour puits 4"

**Gamme de systèmes**

Chute max. 140 m  
Débit max. 7,0 m<sup>3</sup>/h

**Données techniques**

**Contrôleur PS2-4000**

- Commande et surveillance
- Entrées de commande pour protection contre le fonctionnement à sec, commande à distance, etc.
- Protection contre inversion de polarité, surcharge et surchauffe
- MPPT (Maximum Power Point Tracking) intégré
- Sun Sensor intégré

Puissance max. 4,0 kW  
Tension d'entrée max. 375 V  
Optimal Vmp\*\* > 238 V  
Intensité du moteur max. 14 A  
Efficacité max. 98 %  
Temp. ambiante -40...50 °C  
Classe de protection IP68

**Moteur ECDRIVE 4000-C**

- Entretien minimal, moteur DC sans balais
- Rempli d'eau
- Matériel de haute qualité, acier inoxydable AISI 304/316
- Moteur sans électronique à l'intérieur

Puissance nominale 4,0 kW  
Efficacité max. 92 %  
Vitesse du moteur 900...3 300 rpm  
Classe d'isolation F  
Classe de protection IP68  
Submersion max. 150 m

**Extrémité de la pompe PE C-SJ5-25**

- Clapet anti-retour
- Matériel de haute qualité, acier inoxydable AISI 304
- Centrifugal pump

Efficacité max. 54 %

**Pompe PU4000 C-SJ5-25 (Moteur, Extrémité de la pompe)**

Diamètre de forage min. 4,0 in  
Température de l'eau max. 50 °C

**Normes**

2006/42/EC, 2004/108/EC, 2006/95/EC

IECEN 61702:1995, IECEN 62253 Ed.1

Les logos indiquent les autorisations obtenues pour cette gamme de produits. Les produits sont commandés et livrés selon les autorisations propres aux exigences du marché.  
\*\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C.

## PS2-4000 C-SJ5-25

Système de pompe solaire immergée pour puits 4"

**Graphique de la pompe**

**Dimensions et poids**

**Contrôleur**

H1 = 352 mm  
H2 = 333 mm  
W1 = 207 mm  
W2 = 170 mm  
W3 = 164 mm  
D1 = 124 mm

**Pompe**

A = 843 mm  
B = 245 mm  
C = 696 mm  
D = 98 mm  
E = 98 mm  
S = 1,5 in

**Poids net**

Contrôleur	6,1 kg
Pompe	18 kg
Moteur	10 kg
Extrémité de la pompe	8,0 kg

\*\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C.

BERNT LORENTZ GmbH  
Siebenbrunn 24, 34258 Herford-Lübzig  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

**Sun. Water. Life.**

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.164  
Toutes les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

BERNT LORENTZ GmbH  
Siebenbrunn 24, 34258 Herford-Lübzig  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

**Sun. Water. Life.**

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.164  
Toutes les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

## Annexe 1.2 : Kit de pompage de surface

### PS2-4000 CS-F16-3

Système de pompe solaire de surface

**Gamme de systèmes**

Chute max. 40 m  
Débit max. 22 m<sup>3</sup>/h

**Données techniques**

**Contrôleur PS2-4000**

- Commande et surveillance
- Entrées de commande pour protection contre le fonctionnement à sec, commande à distance, etc.
- Protection contre l'inversion de polarité, surcharge et surchauffe
- MPPPT (Maximum Power Point Tracking) intégré
- Sun Sensor intégré

Puissance max. 4,0 kW  
Tension d'entrée max. 375 V  
Optimal Vmp\*\* > 238 V  
Intensité du moteur max. 14 A  
Efficacité max. 88 %  
Temp. ambiante -40...50 °C  
Classe de protection IP68

**Moteur ECDRIVE 4000 CS-F**

- Entretien minimal, moteur DC sans balais
- Matériau de haute qualité, acier inoxydable AL/AlSi 304

Puissance nominale 4,0 kW  
Efficacité max. 92 %  
Vitesse du moteur 900...3 300 rpm  
Classe d'isolation F  
Classe de protection IPX4

**Extrémité de la pompe PE CS-F16-3**

- Matériau de haute qualité
- Centrifugal pump

Efficacité max. 63 %

**Pompe PU4000 CS-F16-3 (Moteur, Extrémité de la pompe)**

Température de l'eau max. 70 °C  
Hauteur d'aspiration acc. to COMPASS sizing

**Normes**

CE 2006/42/EC, 2004/108/EC, 2006/95/EC

IEC/EN 61702:1995

Les logos indiquent les autorisations obtenues pour cette gamme de produits. Les produits sont commandés et livrés selon les autorisations propres aux exigences du marché

\*\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C

**BERNT LORENTZ GmbH**  
SternenstraÙe 26, 34258 Herstedt-Ulzburg,  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.136  
Tous les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

**Sun. Water. Life.**

### PS2-4000 CS-F16-3

Système de pompe solaire de surface

**Graphique de la pompe**

**NPSH**

Le NPSH (Net Positive Suction Head) n'est pas la hauteur d'aspiration opérationnelle. Pour calculer la hauteur d'aspiration opérationnelle, si il vous plaît voyez le manuel d'utilisation.

\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C

**BERNT LORENTZ GmbH**  
SternenstraÙe 26, 34258 Herstedt-Ulzburg,  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.136  
Tous les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

**Sun. Water. Life.**

### PS2-4000 CS-F16-3

Système de pompe solaire de surface

**Dimensions et poids**

**Contrôleur**

H1 = 352 mm  
H2 = 337 mm  
W1 = 207 mm  
W2 = 154 mm  
D1 = 124 mm

**Pompe**

A = 162 mm  
B = 132 mm  
C = 268 mm  
D = 300 mm  
E = 138 mm  
F = 130 mm  
G = 90 mm  
H = 452 mm  
I = 0,12°  
J = 247 mm  
K = 215 mm  
L = 50 mm  
M = 125 mm  
N = 15 mm  
O = 35 mm  
P = 14 mm

	Poids net
Contrôleur	6,1 kg
Pompe	42 kg
Moteur	15 kg
Extrémité de la pompe	27 kg

**BERNT LORENTZ GmbH**  
SternenstraÙe 26, 34258 Herstedt-Ulzburg,  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.136  
Tous les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

**Sun. Water. Life.**

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

## Annexe 1.2 : Kit de pompage de surface

### PS2-4000 CS-F16-3

#### Système de pompe solaire de surface

**Gamme de systèmes**

Chute max. 40 m  
Débit max. 22 m<sup>3</sup>/h

**Données techniques**

**Contrôleur PS2-4000**

- Commande et surveillance
- Entrée de commande pour protection contre le fonctionnement à sec, commande à distance, etc.
- Protection contre inversion de polarité, surcharge et surchauffe
- MPPPT (Maximum Power Point Tracking) intégré
- Sun Sensor intégré

Puissance max. 4,0 kW  
Tension d'entrée max. 375 V  
Optimal Vmp\*\* >= 238 V  
Intensité du moteur max. 14 A  
Efficacité max. 98 %  
Temp. ambiante -40...50 °C  
Classe de protection IP68

**Moteur ECDRIVE 4000 CS-F**

- Entretien minimal, moteur DC sans balais
- Matériel de haute qualité, acier inoxydable: AL/AISI 304

Puissance nominale 4,0 kW  
Efficacité max. 92 %  
Vitesse du moteur 900...3.300 rpm  
Classe d'isolation F  
Classe de protection IPX4

**Extrémité de la pompe PE CS-F16-3**

- Matériel de haute qualité
- Centrifugal pump

Efficacité max. 63 %

**Pompe PU4000 CS-F16-3 (Moteur, Extrémité de la pompe)**

Température de l'eau max. 70 °C  
Hauteur d'aspiration acc. to COMPASS sizing

**Normes**

CE 2006/42/EC, 2004/108/EC, 2006/95/EC  
IEC/EN 61702:1995

Les logos indiquent les autorisations obtenues pour cette gamme de produits. Les produits sont commandés et livrés selon les autorisations propres aux exigences du marché  
\*\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C

BERNT LORENTZ GmbH  
Sienenstr. 24, 24568 Herstedt-Utzburg,  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.128  
Toutes les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

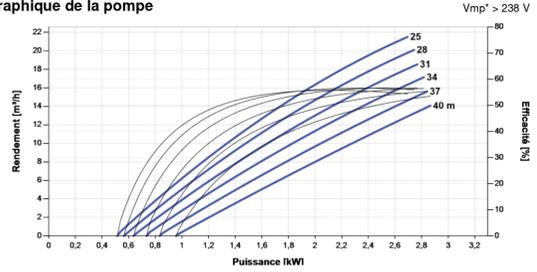
**Sun. Water. Life.**



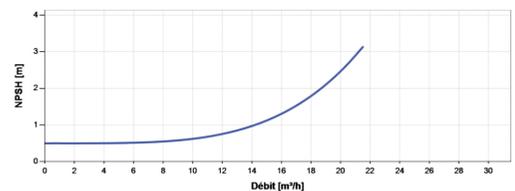
### PS2-4000 CS-F16-3

#### Système de pompe solaire de surface

**Graphique de la pompe**



**NPSH**



Le NPSH (Net Positive Suction Head) n'est pas la hauteur d'aspiration opérationnelle. Pour calculer la hauteur d'aspiration opérationnelle, s'il vous plaît voyez le manuel d'utilisation.

\*\*Vmp: Tension MPP en condition de test standard (STC) : rayonnement solaire 1 000 W/m<sup>2</sup>, température des cellules 25 °C

BERNT LORENTZ GmbH  
Sienenstr. 24, 24568 Herstedt-Utzburg,  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.128  
Toutes les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

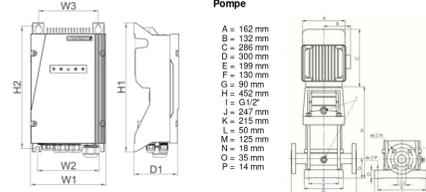
**Sun. Water. Life.**

### PS2-4000 CS-F16-3

#### Système de pompe solaire de surface

**Dimensions et poids**

Contrôleur	Pompe	Poids net
H1 = 352 mm H2 = 533 mm W1 = 207 mm W2 = 170 mm W3 = 164 mm D1 = 124 mm	A = 162 mm B = 132 mm C = 286 mm D = 300 mm E = 190 mm F = 190 mm G = 90 mm H = 452 mm I = G1/2" J = 247 mm K = 215 mm L = 50 mm M = 125 mm N = 18 mm O = 35 mm P = 14 mm	6,1 kg 42 kg 15 kg 27 kg



BERNT LORENTZ GmbH  
Sienenstr. 24, 24568 Herstedt-Utzburg,  
Germany, Tel +49 (0)4193 8806-700, www.lorenz.de

Créé par LORENTZ COMPASS 3.1.0.128  
Toutes les caractéristiques techniques et informations sont fournies de bonne foi. Un risque d'erreur existe et les produits peuvent être modifiés sans préavis. Les photos peuvent varier des produits réels selon les exigences et les réglementations du marché local.

**Sun. Water. Life.**

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

## Annexe 1.3 : Fiche technique du panneau solaire du kit de pompage



**MULTI BUSBAR**

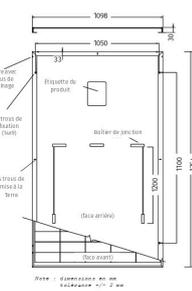
**FU 390 / 395 / 400 / 405 M SILK® Premium**  
Module photovoltaïque monocristallin - 120 1/3 cellules MBB half-cut

Conçu en Italie

ASSURANCE MONOPRODUIT

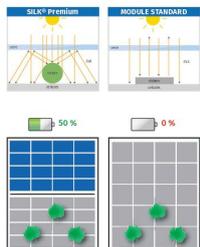
IEC 61215:2016 - IEC 61730:2016 & Factory Inspection  
Résistance au feu - Class C\*

CE



**CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES**

- 15 ans de garantie produit
- 120 tiers de cellules coupées en trois de grande surface basées sur des plaquettes de silicium de 210 mm
- Rendement des modules pouvant atteindre 21,03 %
- Réduction du LCOE (Levelized Cost Of Energy), réduction du coût du BOS (Balance Of System) et retour sur investissement plus rapide
- Conception à 2 sections indépendantes assurant un rendement supérieur en cas d'ombrage
- Risques réduits de micro-fissures et de point chaud
- Performance améliorée en cas de faible luminosité



50% vs 0%

**CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES**

MODULE SILK® Premium	FU 390 M SILK® Premium*	FU 395 M SILK® Premium*	FU 400 M SILK® Premium*	FU 405 M SILK® Premium*	
Conditions de Test Standard STC : 1000 W/m <sup>2</sup> - AM 1,5 - 25 °C - Tolérance: Pmax (±3%), Voc (+4%), Isc (±5%)					
Puissance du module (Pmax)	W	390	395	400	405
Tension en circuit ouvert (Voc)	V	40,70	40,90	41,30	41,30
Courant de court-circuit (Isc)	A	12,18	12,25	12,32	12,39
Tension à puissance max (Vmpp)	V	33,70	33,90	34,10	34,30
Courant à puissance max (Impp)	A	11,58	11,66	11,74	11,81
Efficacité du module	%	20,25	20,51	20,77	21,03

Température Nominale de Fonctionnement des Modules NMOT : 800 W/m<sup>2</sup> - T=45 °C - AM 1,5

MODULE SILK® Premium	FU 390 M SILK® Premium*	FU 395 M SILK® Premium*	FU 400 M SILK® Premium*	FU 405 M SILK® Premium*	
Puissance du module (Pmax)	W	295	299	303	307
Tension en circuit ouvert (Voc)	V	38,50	38,70	38,90	39,10
Courant de court-circuit (Isc)	A	9,74	9,80	9,86	9,92
Tension à puissance max (Vmpp)	V	31,90	32,10	32,30	32,60
Courant à puissance max (Impp)	A	9,25	9,32	9,38	9,42

**CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT**

Coefficient de température Isc	%/°C	0,05
Coefficient de température Voc	%/°C	-0,26
Coefficient de température Pmax	%/°C	-0,35
NMOT**	°C	43
Température de fonctionnement	°C	de -40 à +85

\*Certification en cours  
\*\*Nominal Module Operating Temperature

**CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES**

Dimensions	1754 x 1098 x 30 mm
Poids	21 kg
Verre	Verre trempé transparent de 3,2 mm avec revêtement anti-réfléchissant
Encapsulant	EVA (Ethylene Vinyl Acétate)
Cellules	120 cellules monocristallines 1/3 cut MBB PERC 210 x 70 mm
Face arrière	Film en polyester multicouche
Cadre	Aluminium anodisé avec trous de montage et drainage
Boîtier de jonction	Certifié selon IEC 62790, IP 68 approuvé, 3 diodes bypass
Câbles	Câbles longueur 1200 mm ou customisés assemblés avec des connecteurs compatibles MC4
Courant inverse maximal (Ir)	20 A
Tension maximale du système	1500 V (1000 V sur demande)
Charge neige	Conçu pour 3600 Pa Testé à 5400 Pa (comportant facteur de sécurité 1,5)
Charge vent	Conçu pour 1600 Pa Testé à 2400 Pa (comportant facteur de sécurité 1,5)
Classe de protection	II - conforme à IEC 61730

**GARANTIES**

**Garantie de performance**

Baisse de rendement Max **0,5%/an**

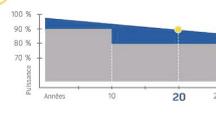
97% après 1 an

**90% à la fin de la 20<sup>ème</sup> année** NEW

87% après 25 ans

**Garantie de produit**

**15 ANS** NEW



Distributeur autorisé



**FuturaSun srl**  
Riva del Pasubio, 14 - 35013 Cittadella - Italy  
Tel + 39 049 5799802 Fax + 39 049 0963081  
www.futurasun.com - info@futurasun.it



# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR

## Annexe 2 : Unité de Nanofiltration

### Annexe 2.1 : Fiche technique du système Unité NF-300 de Pure Aqua

#### Commercial Nanofiltration Systems

Capacity: 11,700 to 28,800 GPD

Pure Aqua's nanofiltration is a membrane filtration process used most often with low total dissolved solids water such as surface water and fresh groundwater, with the purpose of softening (polyvalent cation removal) and removal of disinfection by-product precursors such as natural organic matter and synthetic organic matter. Nanofiltration is also becoming more widely used in food processing applications such as dairy, for simultaneous concentration and partial (monovalent ion) demineralization.



NF-28K-7340

Pure Aqua supplies a full line of standard and fully customizable nanofiltration systems, all of which are engineered using advanced 3D computer modeling and process design software for accurate and customized solutions.

#### Standard Features

- ▲ Powder coated carbon steel frame
- ▲ 4" TFC spiral wound membranes
- ▲ Stainless steel multi-stage pump with TEFC motor
- ▲ FRP membrane housings
- ▲ 5 micron cartridge prefilter
- ▲ 460V/3ph/60Hz power requirement
- ▲ Microprocessor based control panel
- ▲ Programmable time delay and set points
- ▲ LCD screen
- ▲ Motor starter
- ▲ NEMA 12 enclosure
- ▲ Low pressure switch
- ▲ High pressure switch
- ▲ Liquid filled pressure gauges
- ▲ Permeate conductivity monitor
- ▲ Permeate & concentrate flow meters

#### Available Options

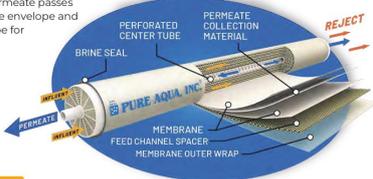
- ▲ Feed water conductivity monitor
- ▲ Membrane cleaning skid
- ▲ Automatic hourly flush
- ▲ Feed/permeate blending
- ▲ 220V or 380-415V/3ph/50 or 60Hz
- ▲ Product tank level switch
- ▲ Feed or product pH monitor with sensor
- ▲ Feed ORP monitor with sensor
- ▲ Flow totalizer
- ▲ Chemical dosing systems
- ▲ Media prefiltration systems
- ▲ UV sterilization systems
- ▲ Water softeners
- ▲ Post RO systems
- ▲ Skid mounted with pre or post treatment
- ▲ Containerized NF systems
- ▲ Export crating

#### Commercial Nanofiltration Systems

Capacity: 11,700 to 28,800 GPD

#### NF-300 SERIES

The spiral membrane is constructed from one or more membrane envelopes wound around a perforated central tube. The permeate passes through the membrane into the envelope and spirals inward to the central tube for collection.



The layers of the membrane envelope are detailed in the diagram to the right.

#### Operation Specifications

- ▲ Max. feed water temperature: 42°C
- ▲ Feed water pressure: 20 to 50 psi
- ▲ Operating pressure: 80 to 150 psi
- ▲ H<sub>2</sub>S must be removed
- ▲ Turbidity should be removed
- ▲ Max. iron content: 0.05 ppm
- ▲ Feed water TDS: 0-1,000 ppm
- ▲ Equipment upgrade for higher TDS
- ▲ Hardness over 1 CPG requires antiscalant dosing
- ▲ pH tolerance range: 3-11
- ▲ Max. Silica Tolerance: 60 ppm @ 60% recovery
- ▲ Operate at higher TDS by lowering recovery

Model #	Permeate Flow Rate		Quantity of 4" Membranes	Motor Rating at 1000 ppm 60Hz (hp)	Approx. Weight (lbs)	Dimensions L"xW"xH"
	GPD	M <sup>3</sup> /D				
NF-11K-3340	11,700	44	9	3	750	141x35x66
NF-13K-5240	13,500	51	10	3	850	109x35x66
NF-16K-4340	16,200	61	12	3	875	151x35x66
NF-19K-5340	19,800	75	15	3	900	142x35x66
NF-21K-8240	21,600	82	16	3	950	113x35x71
NF-24K-6340	24,300	92	18	3	990	152x35x66
NF-28K-7340	28,800	109	21	5	1,025	144x35x64

Note: The above information to be confirmed after providing detailed water analysis. Nanofiltration systems are the same as RO systems, must have a good pretreatment and antiscalant dosing systems.

Pure Aqua also supplies: Custom Engineered Solutions, Multimedia Pretreatment, Activated Carbon Pretreatment, Water Conditioning, Chemical Dosing Systems, Ultraviolet (UV) Sterilizers and Ozonation Systems.



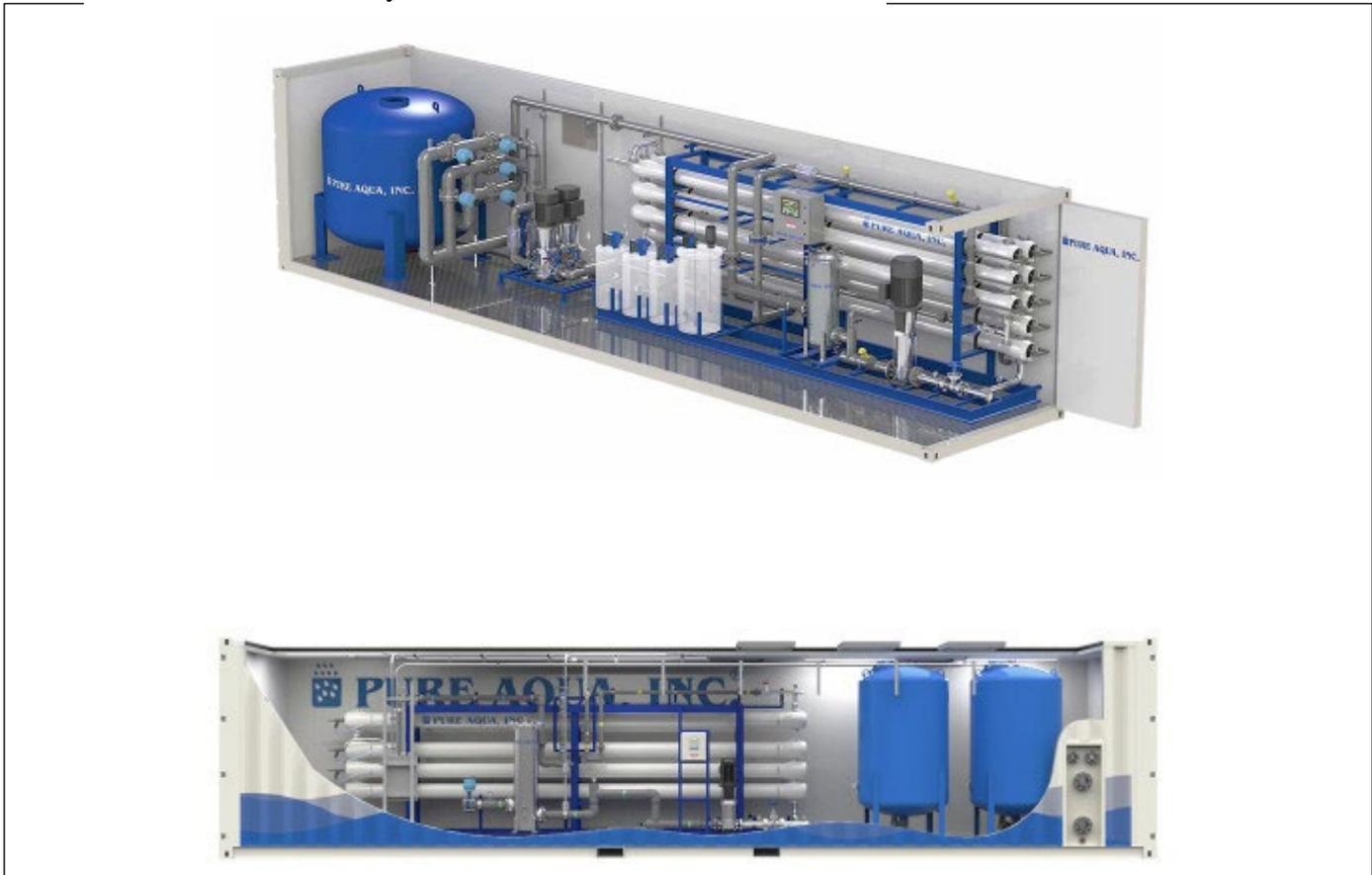
**PURE AQUA, INC.**  
Water Treatment and Reverse Osmosis Systems  
sales@pureaqua.com  
www.pureaqua.com



Authorized Dealer:

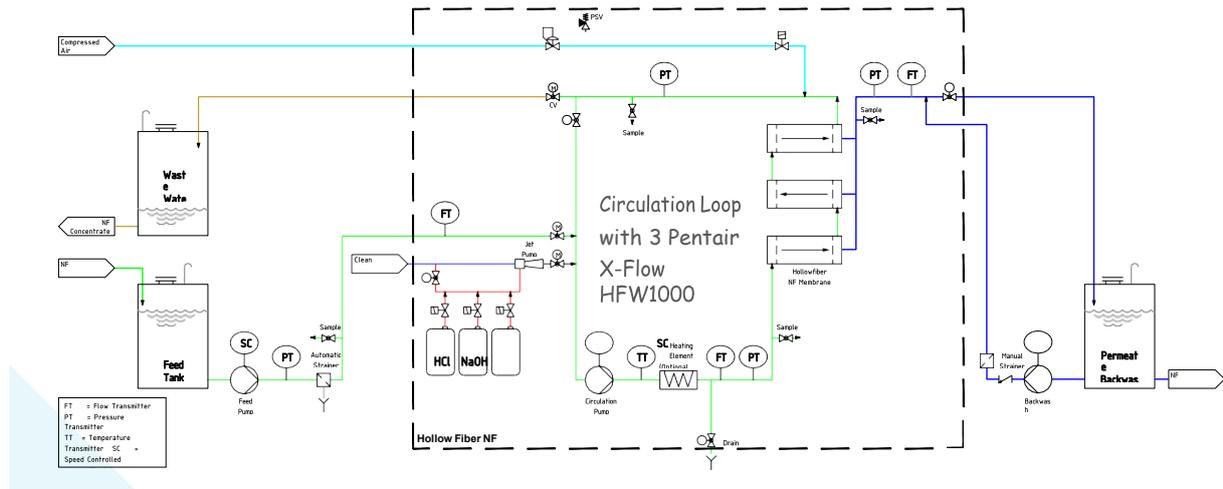
© 2023 Pure Aqua, Inc. All rights reserved. Specifications subject to change without notice. NF-300, JULY 2023

### Annexe 2.2 : Vue du système NF-300 Conteneuriser



# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

Annexe 2.3 : Diagram du processus de membrane de nanofiltration de Pentair HFP009



Annexe 2.4 : Image du système de nanofiltration de Pentair



DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

Annexe 3 : Détails sur les coûts d'investissement

<b>I. DETAILS SUR LES COÛTS D'INVESTISSEMENT</b>					
<b>N</b>	Liste des équipements	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant en FCFA
<b>I. Installation du chantier</b>					
<b>I.1</b>	Achat du terrain d'implémentation	Forfait	1	3 500 000 XOF	<b>3 500 000 XOF</b>
<b>I.2</b>	Etude d'exécution (enquête population, enquête sur la variation saisonnière du niveau de l'eau)	Forfait	1	3 500 000 XOF	<b>3 500 000 XOF</b>
<b>I.3</b>	Amenée — repli de chantier y compris montage et démontage	Forfait	1	2 500 000 XOF	<b>2 500 000 XOF</b>
<b>I.4</b>	Etude géotechnique	Unité	1	916 665 XOF	<b>916 665 XOF</b>
<b>I.5</b>	Analyse physico-chimique Bacteriologique et métaux lourds	Unité	1	170 000 XOF	<b>170 000 XOF</b>
<b>I.6</b>	Réalisation d'un forage de gros débit $\geq 5$ m <sup>3</sup> /h positifs y compris les études d'investigations	Forfait	1	4 000 000 XOF	<b>4 000 000 XOF</b>
	<b>Total Installation du chantier (I.1+...+I.6)</b>				<b>14 586 665 XOF</b>
<b>II. Unité de filtration conteneurisée &amp; accessoires (pompe d'alimentation+Tank de rejet et autres)</b>					
<b>II.1</b>	NF-28K-7340/Débit max par heure 13,62 m <sup>3</sup> /h/380V-3ph-50Hz	Ensemble	1	70 000 \$	41 993 000,00 XOF

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<b>II.2</b>	NF-13K-5240/Débit max par heure 6,38 m <sup>3</sup> /h/380V-3ph-50Hz	Ensemble	1	60 000 \$	35 994 000,00 XOF
<b>II.3</b>	NF-11K-3340/Débit max par heure 5,5 m <sup>3</sup> /h/380V-3ph-50Hz	Ensemble	1	50 000 \$	29 995 000,00 XOF
	<b>Gamme spéciale</b>				
<b>II.4</b>	HFP009 Capacité de production max 5 m <sup>3</sup> /h pour une consommation énergétique de 6,5 kW	Ensemble	1	290 500 €	<b>191 481 400 XOF</b>
	<b>Total acquisition d'unité de filtration gros débit</b>				<b>41 993 000 XOF</b>
	<b>Total acquisition d'unité de filtration débit moyen</b>				<b>35 994 000 XOF</b>
	<b>Total acquisition d'unité de filtration petit débit</b>				<b>29 995 000 XOF</b>
	<b>Total acquisition d'unité de filtration spéciale</b>				<b>191 481 400 XOF</b>
<b>III. Kit pompée immergée &amp; accessoires</b>					
<b>III.1</b>	PSK3-07-C-SJ8-30 17kWc de APB Energy HMTmax : 90 m Débit jour : 104 m <sup>3</sup> /jour Pompe immergée Débit max : 13 m <sup>3</sup> /heure	Ensemble	1	10 129,21 €	<b>6 644 326 XOF</b>
<b>III.2</b>	PS2-4000-C-SJ5-25 HMT : 90 m Débit jour : 56 m <sup>3</sup> /jour Pompe immergée Débit max : 5,7 m <sup>3</sup> /heure	Ensemble	1	7 453,19 €	<b>4 888 972 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<b>III.3</b>	PS2-4000-C-SJ5-25 HMT : 90 m Débit jour : 40 m <sup>3</sup> /jour Pompe immergée Débit max : 5,5 m <sup>3</sup> /heure	Ensemble	1	6 341,60 €	<b>4 159 817 XOF</b>
	<b>Total kit de pompage immergé Gros débit</b>				<b>6 644 326 XOF</b>
	<b>Total kit de pompage immergé Moyen débit</b>				<b>4 888 972 XOF</b>
	<b>Total kit de pompage immergé petit débit</b>				<b>4 159 817 XOF</b>
<b>IV. Kits de pompage de surface &amp; accessoires</b>					
<b>IV.1</b>	PS2-1800 CS-F12-2 de APB Energy 3,2 kWc HMT 8 à 22 m Débit 12 à 17 m <sup>3</sup> /h	Ensemble	1	6 137,82 €	<b>4 000 000 XOF</b>
<b>IV.2</b>	PS2-600 CS-F4-3 1600 Wc HMT 5 à 25 m Débit 4 à 8 m <sup>3</sup> /h	Ensemble	1	5 052,36 €	<b>3 314 131 XOF</b>
<b>IV.3</b>	PS2-600 CS-F4-3 1600 Wc HMT 5 à 25 m Débit 4 à 8 m <sup>3</sup> /h	Ensemble	1	5 052,36 €	<b>3 314 131 XOF</b>
	<b>Total kit de pompage surface gros débit</b>				<b>4 000 000 XOF</b>
	<b>Total kit de pompage surface débit moyen</b>				<b>3 314 131 XOF</b>
	<b>Total kit de pompage surface petit débit</b>				<b>3 314 131 XOF</b>
<b>V. Kit solaire &amp; accessoires</b>					

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<b>V.1</b>	Kya-Sop 20 Champ solaire de 20kWc/Onduleur hybride de 20 kW/Production énergétique journalière de 64 kWh/Capacité de stockage de 9,6 kWh (200Ah/48V)/Gestionnaire d'énergie (KYA-flexycontrol) : G1M2 kit de support de batterie/kit de support de module/coffret électrique avec les éléments de protection les accessoires de câblage/Extincteur 2 kg/Garantie 10 ans	Ensemble	1	33 000 000 XO F	<b>33 000 000 XOF</b>
<b>V.2</b>	Kya-Sop 10 Champ solaire de 10kWc/Onduleur hybride de 10 kW/Production énergétique journalière de 32 kWh/Capacité de stockage de 9,6 kWh (200Ah/48V)/Gestionnaire d'énergie (KYA-flexycontrol) : G1M2 kit de support de batterie/kit de support de module/coffret électrique avec les éléments de protection les accessoires de câblage/Extincteur 2 kg/Garantie 10 ans	Ensemble	1	17 500 000 XO F	<b>17 500 000 XOF</b>
	<b>Total kit solaire V.1</b>				<b>33 000 000 XOF</b>
	<b>Total kit solaire V.2</b>				<b>17 500 000 XOF</b>
<b>VI. Réservoirs de stockage métallique</b>					
<b>VI.1</b>	Fourniture et pose de Château d'eau métallique (75 m <sup>3</sup> , hauteur radier 10 m) + tour, toutes sujétions comprises (équipement de	Ensemble	1	32 666 665 XO F	<b>32 666 665 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

	robinetterie intérieure : robinet flotteur, crépine et extérieur : compteur au pied de l'ouvrage, clapet anti retour, robinet vanne , échelle de lecture, peint)				
<b>VI.2</b>	Fourniture et pose de Château d'eau métallique (50 m <sup>3</sup> , hauteur radier 10 m) + tour, toutes sujétions comprises (équipement de robinetterie intérieure : robinet flotteur, crépine et extérieur : compteur au pied de l'ouvrage, clapet anti retour, robinet vanne , échelle de lecture, peint)	Ensemble	1	29 000 000 XO F	<b>29 000 000 XOF</b>
<b>VI.3</b>	Fourniture et pose de Château d'eau métallique (40 m <sup>3</sup> , hauteur radier 10 m) + tour, toutes sujétions comprises (équipement de robinetterie intérieure : robinet flotteur, crépine et extérieur : compteur au pied de l'ouvrage, clapet anti retour, robinet vanne	Ensemble	1	25 333 335 XO F	<b>25 333 335 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

	, échelle de lecture, peint				
<b>Total Reservoir stockage métallique Grande quantité</b>					<b>32 666 665 XOF</b>
<b>Total Reservoir stockage métallique Moyenne quantité</b>					<b>29 000 000 XOF</b>
<b>Total Reservoir stockage métallique petite quantité</b>					<b>25 333 335 XOF</b>
<b>Citerne de stockage d'eau après filtration</b>					
	Citerne souple de 50 m <sup>3</sup>	Forfait	1	3 500 000 XOF	<b>3 500 000 XOF</b>
<b>VII. Genie civil du forage</b>					
<b>VII.1</b>	Génie civil de la tête de forage suivant plan établi [G01]	Unité	1	533 335 XOF	<b>533 335 XOF</b>
<b>VII.2</b>	Fourniture et installation de pièces conformes au plan établi pour l'équipement de la tête de forage : tuyau galva, clapet anti retour, y compris raccordement à la pompe [foraduc] et au réseau de tuyau PVC...	Ensemble	1	650 000 XOF	<b>650 000 XOF</b>
<b>Total Génie civil du forage</b>					<b>1 183 335 XOF</b>
<b>VIII. Equipement hydraulique</b>					
<b>VIII.1 Troncon pompe — Reservoir/PN10</b>					
<b>VIII.1.1</b>	Fourniture et pose de ventouse	Unité	1	4 165 XOF	<b>4 165 XOF</b>
<b>1</b>					
<b>VIII.1.1</b>	Fourniture et pose de compteur volumétrique DN 110	Unité	1	233 335 XOF	<b>233 335 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

2					
VIII.1.	Fourniture et pose de compteur volumétrique DN 125	Unité	1	253 335 XOF	<b>253 335 XOF</b>
3					
VIII.1.	Fourniture et pose de coude 1/4 à emboîtement de 90	Unité	3	4 165 XOF	<b>12 495 XOF</b>
4					
VIII.1.	PVC DN 110 PN 10 y compris toutes sujétions [pièces spéciales de raccordement équipements de robinetterie, lit de sable, grillage avertisseur...]	ml	7	8 165 XOF	<b>57 155 XOF</b>
5					
VIII.1.	PVC 125 PN 10 y compris toutes sujétions [pièces spéciales de raccordement équipements de robinetterie, lit de sable, grillage avertisseur...]	ml	7	8 665 XOF	<b>60 655 XOF</b>
6					
	<b>Total Tronçon IX. 1 [Gros débit DN 125]</b>				<b>330 650 XOF</b>
	<b>Total Tronçon IX.1 (Moyen&amp;Petit débit DN 110)</b>				<b>307 150 XOF</b>
<b>VIII.2 Tronçon Reservoir – Système PV-NF/PN6</b>					
VIII.2.	Fourniture et pose de robinet — vanne DN 125	Unité	1	225 000 XOF	<b>225 000 XOF</b>
1					
VIII.2.	Fourniture et pose de robinet — vanne DN 110	Unité	1	163 335 XOF	<b>163 335 XOF</b>
2					
VIII.2.	PVC DN 125 PN 6	ml	5	5 000 XOF	<b>25 000 XOF</b>
3					
VIII.2.	PVC DN 110 PN 6	ml	5	4 500 XOF	<b>22 500 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

4					
	<b>Total Tronçon IX. 1 [Gros débit DN 125]</b>				<b>250 000 XOF</b>
	<b>Total Tronçon IX. 1 [Moyen &amp; Petit débit DN 110]</b>				<b>185 835 XOF</b>
<b>VIII.3 Tronçon Système PV-NF — Tank d'eau filtrée/PN6</b>					
<b>VIII.3. 1</b>	Fourniture et pose de robinet — vanne DN 125	Unité	1	225 000 XOF	<b>225 000 XOF</b>
<b>VIII.3. 2</b>	Fourniture et pose de robinet — vanne DN 110	Unité	1	163 335 XOF	<b>163 335 XOF</b>
<b>VIII.3. 3</b>	PVC DN 125 PN 6	ml	2	5 000 XOF	<b>10 000 XOF</b>
<b>VIII.3. 4</b>	PVC DN 110 PN 6	ml	2	4 500 XOF	<b>9 000 XOF</b>
<b>VIII.3. 5</b>	Fourniture et pose de compteur volumétrique DN 110	Unité	1	233 335 XOF	<b>233 335 XOF</b>
<b>VIII.3. 6</b>	Fourniture et pose de compteur volumétrique DN 125	Unité	1	253 335 XOF	<b>253 335 XOF</b>
	<b>Total Tronçon IX. 1 [Gros débit DN 125]</b>				<b>488 335 XOF</b>
	<b>Total Tronçon IX. 1 [Moyen &amp; Petit débit DN 110]</b>				<b>405 670 XOF</b>
<b>VIII.4 Tronçon Citerne souple d'eau filtrée — kiosque Aqtap/PN6</b>					
<b>VIII.4. 1</b>	PVC DN 125 PN 6	ml	3	5 000 XOF	<b>15 000 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<b>VIII.4.</b> 2	PVC DN 110 PN 6	ml	3	4 500 XOF	<b>13 500 XOF</b>
	<b>Total Tronçon IX. 1 [Gros débit DN 125]</b>				<b>15 000 XOF</b>
	<b>Total Tronçon IX. 1 [Moyen &amp; Petit débit DN 110]</b>				<b>13 500 XOF</b>
<b>VIII.5 Kiosque de distribution d'eau préfabriqué</b>					
<b>VIII.5</b>	Aqtab distributeur d'eau [GRUNDFOS]	Unité	2	3 600 000 XOF	<b>7 200 000 XOF</b>
<b>VIII.6</b>	Construction d'une fontaine préfabriqué avec conteneur de 10 pieds y compris aménagement de la plate-forme d'assainissement et d'un puits perdu, pièces de robinetterie et de raccordement de Borne Fontaine [collier de prise, réduction robinet d'arrêt bouche à clé, adaptateur galva PVC, tuyauteries galva, robinet vanne, compteur robinet de puisage...]	Forfait	1	3 390 000 XOF	<b>3 390 000 XOF</b>
	<b>Total kiosque de distribution d'eau préfabriqué</b>				<b>10 590 000 XOF</b>
<b>IX. Divers accessoires</b>					
<b>IX.1</b>	Support de panneau	Forfait	40	25 000 XOF	<b>1 000 000 XOF</b>
<b>IX.2</b>	Support contenaire beton	Forfait	4	7 000 XOF	<b>28 000 XOF</b>
<b>IX.3</b>	Lampadaire solaire + barre de fer 6 m	Unité	6	74 500 XOF	<b>447 000 XOF</b>
<b>IX.4</b>	<b>Total divers accessoires</b>				<b>1 475 000 XOF</b>
<b>X. Finition</b>					
<b>X.1</b>	Epreuve de conduite Forfait	Forfait	1	1 100 000 XOF	<b>1 100 000 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<b>X.2</b>	Essai général du réseau Forfait	Forfait	1	1 300 000 XOF	<b>1 300 000 XOF</b>
<b>X.3</b>	Désinfection du réseau	Forfait	1	2 500 000 XOF	<b>2 500 000 XOF</b>
<b>X.4</b>	<b>Total finition</b>				<b>4 900 000 XOF</b>
<b>XI. Construction divers</b>					
<b>XI.1</b>	Fouille manuelle	Forfait	N/d	500 000 XOF	<b>500 000 XOF</b>
<b>XI.2</b>	Construction du local technique pouvant contenir les onduleurs, un régulateur de tension, les batteries d'accumulateur, l'armoire électrique des commandes et accessoires, y compris installation électrique) intérieure (canalisation électrique, luminaire,	Ensemble	1	3 666 665 XOF	<b>3 666 665 XOF</b>
<b>XI.3</b>	Clotûre à grillage du champ PV/rouleau 25×2 m. Fil 2 mm. M6	Rouleau	2	52 500 XOF	<b>105 000 XOF</b>
<b>XI.4</b>	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques des locaux, y compris toute sujétion	Unité	1	265 000 XOF	<b>265 000 XOF</b>
	<b>Total construction divers</b>				<b>4 536 665 XOF</b>
<b>XII. Formations et suivi</b>					
<b>XII.1</b>	Formation des superviseurs et frais de contrôle	Unité	1	1 166 665 XOF	<b>1 166 665 XOF</b>
	<b>Total formation</b>				<b>1 166 665 XOF</b>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<b>II. Détails des charges du projet</b>			
<b>II.1 Frais Exploitation &amp; Entretien [5 % montant investi]</b>	<b>Année</b>	<b>Valeur/an</b>	<b>Valeur/actualisé</b>
Entretien des panneaux solaires [nettoyage]	25	5 %*CI	Voir details/Gamme
Entretien du système PV-NF			
Entretien des deux réservoirs			
Entretien génie civil			
Entretien et réparation des accessoires et maintien du réseau hydraulique			
<b>II.2 Frais de fonctionnement</b>			
Vigile de nuit armé [Niveau CEPE ou équivalent]	25	420 000 XOF	10 500 000 XOF
Opérateur du système PV-NF/Fontainier	25	900 000 XOF	22 500 000 XOF
<b>Sous.Total II.2</b>			<b>33 000 000 XOF</b>
<b>III. Frais de renouvellement</b>			
Pompes gros débit	10	2 436 977 XOF	2 414 563 XOF
Pompes moyen & petit débit	10	2 061 509 XOF	2 042 549 XOF
Conduite & accessoires [Gamme 1 & 3] gros débit	20	11 673 985 XO F	4 399 802 XOF
Conduite & accessoires [Gamme 1 & 3] moyen & petit débit	20	11 502 155 XO F	4 335 041 XOF

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<b>Conduite &amp; accessoires [Gamme 2] gros débit</b>	20	1 083 985 XOF	408 543 XOF
<b>Conduite &amp; accessoires [Gamme 2] moyen &amp; petit débit)</b>	20	898 655 XOF	338 694 XOF
<b>Citerne à eau souple</b>	20	3 500 000 XOF	1 319 113 XOF
<b>Forages</b>	10	4 000 000 XOF	3 963 211 XOF
<b>Membrane de nanofiltration (NF-28K-7340)/21</b>	5	4 200 000 XOF	10 712 725 XOF
<b>Membrane de nanofiltration (NF-13K-5240)/10</b>	5	2 000 000 XOF	5 101 298 XOF
<b>Membrane de nanofiltration (NF-11K-3340)/9</b>	5	1 800 000 XOF	4 591 168 XOF
<b>Membrane de nanofiltration (HFP009/9)</b>	5	10 000 000 XOF	25 506 488 XOF
<b>IV. Coût résiduels du systèmes</b>			<b>16 366 605 XOF</b>

Annexe 3.1 : Suite détails coût d'investissement

<b>Coût d'investissement HT/Gamme</b>						
<b>Source d'eau</b>	<b>Petite Communauté</b>		<b>Moyenne Communauté</b>		<b>Grande Communauté</b>	
	<b>Immergée</b>	<b>Surface</b>	<b>Immergée</b>	<b>Surface</b>	<b>Immergée</b>	<b>Surface</b>
<b>Gamme Communautaire</b>	125 830 569 XOF	123 700 097 XOF	136 745 130 XOF	129 649 045 XOF	148 917 622 XOF	140 698 577 XOF
<b>Gamme Entrepreneur</b>	115 316 042 XOF	108 366 422 XOF	115 316 042 XOF	108 366 422 XOF	115 316 042 XOF	108 366 422 XOF
<b>Gamme Urgence</b>	125 830 569 XOF	123 700 097 XOF	136 745 130 XOF	123 700 097 XOF	136 745 130 XOF	129 649 045 XOF
<b>Gamme spécial</b>				<b>309 185 815 XOF</b>		
<b>Coût d'investissement TTC (18%TVA)/Gamme</b>						

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté	
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface
<b>Gamme Communautaire</b>	148 480 071 XOF	145 966 114 XOF	161 359 253 XOF	152 985 873 XOF	175 722 793 XOF	166 024 321 XOF
<b>Gamme Entrepreneur</b>	136 072 930 XOF	127 872 378 XOF	136 072 930 XOF	127 872 378 XOF	136 072 930 XOF	127 872 378 XOF
<b>Gamme Urgence</b>	148 480 071 XOF	145 966 114 XOF	161 359 253 XOF	145 966 114 XOF	161 359 253 XOF	152 985 873 XOF
<b>Gamme spécial</b>				<b>364 839 262 XOF</b>		
<b>Frais d'exploitation &amp; Entretien (5 % montant investi) actualisé</b>						
	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté	
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface
<b>Gamme Communautaire</b>	88 672 453 XOF	87 171 115 XOF	96 363 914 XOF	91 363 323 XOF	104 941 835 XOF	99 149 897 XOF
<b>Gamme Entrepreneur</b>	81 262 895 XOF	76 365 517 XOF	81 262 895 XOF	76 365 517 XOF	81 262 895 XOF	76 365 517 XOF
<b>Gamme Urgence</b>	88 672 453 XOF	87 171 115 XOF	96 363 914 XOF	87 171 115 XOF	96 363 914 XOF	91 363 323 XOF
<b>Gamme spécial</b>				<b>217 882 387 XOF</b>		
<b>Frais de fonctionnement</b>						
	Petite Communauté	Moyenne Communauté	Grande Communauté			
<b>Gamme Communautaire</b>	33 000 000 XOF	33 000 000 XOF	33 000 000 XOF			
<b>Gamme Entrepreneur</b>	0 XOF	0 XOF	0 XOF			
<b>Gamme Urgence</b>	33 000 000 XOF	33 000 000 XOF	33 000 000 XOF			
<b>Gamme spécial</b>	<b>33 000 000 XOF</b>					
<b>Frais de remplacement/Gamme actualisé — frais résiduels</b>						

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté	
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface
<b>Gamme Communautaire</b>	7 780 864 XOF	4 548 249 XOF	3 119 930 XOF	5 776 280 XOF	12 183 927 XOF	10 968 546 XOF
<b>Gamme Entrepreneur</b>	7 003 902 XOF	5 325 210 XOF	7 249 319 XOF	5 325 210 XOF	7 780 864 XOF	5 325 210 XOF
<b>Gamme Urgence</b>	5 930 205 XOF	5 325 210 XOF	7 003 902 XOF	5 325 210 XOF	3 896 891 XOF	5 776 280 XOF
<b>Gamme spécial</b>				<b>23 819 048 XOF</b>		
<b>Coût total du cycle de vie du projet</b>						
	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté	
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface
<b>Gamme Communautaire</b>	277 933 388 XOF	270 685 479 XOF	293 843 098 XOF	250 125 475 XOF	292 848 556 XOF	276 142 764 XOF
<b>Gamme Entrepreneur</b>	224 339 727 XOF	209 563 105 XOF	224 585 143 XOF	209 563 105 XOF	225 116 688 XOF	209 563 105 XOF
<b>Gamme Urgence</b>	276 082 730 XOF	271 462 440 XOF	297 727 070 XOF	238 462 440 XOF	261 620 059 XOF	250 125 475 XOF
<b>Gamme spécial</b>				<b>606 540 696 XOF</b>		

Annexe 3.2 : Évaluation du coût par unité d'eau et rentabilité économique (VAN)

<b>Coût de l'eau FCFA/m<sup>3</sup></b>							
	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté		ONEA
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Unique
<b>Gamme Communautaire</b>	974 XOF	951 XOF	613 XOF	591 XOF	510 XOF	432 XOF	1 104 XOF
<b>Gamme Entrepreneur</b>	1 229 XOF	1 148 XOF	820 XOF	766 XOF	617 XOF	574 XOF	
<b>Gamme Urgence</b>	1 355 XOF	1 335 XOF	870 XOF	793 XOF	646 XOF	548 XOF	
<b>Gamme spécial</b>				<b>1 335 XOF</b>			

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

VAN simple							
	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté		
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface	
<b>Gamme Communautaire</b>	33 000 000 XOF	33 000 000 XOF	0 XOF	0 XOF	0 XOF	-33 000 000 XOF	
<b>Gamme Entrepreneur</b>	0 XOF	0 XOF	0 XOF	0 XOF	0 XOF	0 XOF	
<b>Gamme Urgence</b>	33 000 000 XOF	33 000 000 XOF	0 XOF	0 XOF	0 XOF	-33 000 000 XOF	
<b>Gamme spécial</b>			<b>0 XOF</b>				
Coût de l'eau FCFA/m <sup>3</sup> (+15 % marge bénéficiaire)							
	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté		ONEA
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Unique
<b>Gamme Communautaire</b>	1 120 XOF	1 094 XOF	705 XOF	680 XOF	587 XOF	497 XOF	1 104 XOF
<b>Gamme Entrepreneur</b>	1 414 XOF	1 321 XOF	943 XOF	880 XOF	709 XOF	660 XOF	
<b>Gamme Urgence</b>	1 558 XOF	1 535 XOF	1 001 XOF	912 XOF	743 XOF	630 XOF	
<b>Gamme spécial</b>			<b>1 535 XOF</b>				
VAN révisé							
	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté		
Source d'eau	Immergée	Surface	Immergée	Surface	Immergée	Surface	
<b>Gamme Communautaire</b>	79 640 008 XOF	78 552 822 XOF	44 076 465 XOF	42 468 821 XOF	48 877 283 XOF	8 421 415 XOF	
<b>Gamme Entrepreneur</b>	33 650 959 XOF	31 434 466 XOF	33 687 771 XOF	31 434 466 XOF	33 767 503 XOF	31 434 466 XOF	
<b>Gamme Urgence</b>	79 362 409 XOF	78 669 366 XOF	44 659 060 XOF	40 719 366 XOF	44 193 009 XOF	4 518 821 XOF	
<b>Gamme spécial</b>			<b>95 931 104 XOF</b>				

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

Annexe 3.3 : Présentation des besoins annuel en eau

<b>Besoin Journalier &amp; Annuel en eau (m<sup>3</sup>)</b>						
	Petite Communauté		Moyenne Communauté		Grande Communauté	
Source d'eau	Besoin journalier m <sup>3</sup> /j	Besoins annuel m <sup>3</sup> /an	Besoin journalier m <sup>3</sup> /j	Besoins annuel m <sup>3</sup> /an	Besoin journalier m <sup>3</sup> /j	Besoins annuel m <sup>3</sup> /an
<b>Gamme Communautaire</b>	35	12 775	52,5	19 162,5	70	25 550
<b>Gamme Entrepreneur</b>	20	7300	30	10 950	40	14 600
<b>Gamme Urgence</b>	25	9125	37,5	13 687,5	50	18 250
<b>Gamme spécial</b>			<b>52,5</b>	<b>19 162,5</b>		

Annexe 4 : Groupes et Types de Clients pour Chaque Gamme de Produit

<b>Gamme de Produit</b>	<b>Groupes de Clients</b>	<b>Types de Clients</b>	<b>Raisons d'Adhésion</b>
<b>Gamme 1 : Station PV-NF Communautaire</b>	Organisations Humanitaires, Gouvernements Locaux, Marchands Ambulants d'Eau, Institutions de Santé, Établissements Éducatifs, Institutions Religieuses, Organisations Communautaires, Projets de	ONG, Municipalités, Entrepreneurs locaux, Hôpitaux, Écoles, Eglises, Mosquées, Centres communautaires, Projets d'infrastructure, Petites entreprises,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Répondre aux besoins des communautés défavorisées en fournissant de l'eau potable à moindre coût.</li> <li>2. Soutenir le développement local en garantissant un approvisionnement en eau potable dans les zones rurales.</li> <li>3. Stimuler l'entrepreneuriat local.</li> <li>4. Assurer un approvisionnement fiable en eau pour des conditions sanitaires optimales.</li> <li>5. Garantir un approvisionnement constant en eau potable pour les activités éducatives.</li> <li>6. Contribuer au soutien communautaire en fournissant de l'eau potable aux institutions religieuses.</li> <li>7. Favoriser le développement local en intégrant une source d'eau potable dans les projets communautaires.</li> </ol>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

	Construction et de Développement, Entreprises Locales, Résidents de la Zone Rurale	Communautés locales, etc.	<p>8. Faciliter l'intégration dans de nouveaux projets d'infrastructure.</p> <p>9. Soutenir les entreprises locales en offrant une source d'eau fiable pour les employés et les clients.</p> <p>10. Répondre aux besoins essentiels en eau des résidents ruraux, soutenant ainsi le développement durable de leur communauté.</p>
<b>Gamme 2 : Système PV-NF pour Entrepreneurs Locaux</b>	Entrepreneurs locaux, Établissements commerciaux, Gouvernements locaux, Investisseurs sociaux	Petites entreprises, Restaurants, Hôtels, Projets de développement économique, Investisseurs sociaux	<p>1. Saisir l'opportunité de vendre de l'eau potable, répondant à la demande croissante dans les zones où l'approvisionnement en eau est un défi.</p> <p>2. Garantir un approvisionnement constant en eau potable pour les activités commerciales, répondant aux normes d'hygiène.</p> <p>3. Soutenir l'entrepreneuriat local en favorisant des projets qui résolvent les problèmes d'approvisionnement en eau dans les zones périurbaines.</p> <p>4. Soutenir des initiatives durables sur le plan social et environnemental, alliant la rentabilité économique avec des avantages sociaux et environnementaux pour les communautés locales.</p>
<b>Gamme 3 : Système PV-NF d'Urgence Mobile</b>	Agences humanitaires, Forces armées, Gouvernements locaux, Entreprises privées	ONG, Armées, Services de gestion des urgences, Entreprises impliquées dans des projets à risque élevé	<p>1. Répondre rapidement aux besoins en eau potable dans des situations d'urgence, fournissant une solution mobile pour les crises humanitaires.</p> <p>2. Déployer rapidement des systèmes d'approvisionnement en eau potable lors d'opérations militaires ou de secours.</p> <p>3. Posséder une solution mobile prête à être déployée en cas de besoin urgent, facilitant la gestion des crises</p>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

			humanitaires et environnementales. 4. Assurer un approvisionnement en eau potable dans des environnements difficiles ou lors de projets isolés, avec la possibilité de vendre l'excédent d'eau.
--	--	--	--

Annexe 5 : Stratégie Marketing initial

<b>Gamme de Produit</b>	<b>Hypothèses</b>	<b>Proposition de Valeur Minimale (MVP)</b>	<b>Test et Mesure</b>	<b>Itération et Amélioration</b>	<b>Expansion et Stratégie de Marketing</b>
<b>Gamme 1 : Station PV-NF Communautaire — "Eau Vive"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les communautés rurales sont prêtes à adopter une solution solaire de purification de l'eau pour répondre à leurs besoins.</li> <li>– Les avantages socio-économiques et sanitaires de notre solution justifient l'investissement pour les gouvernements locaux et</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Développer un prototype de la Station PV-NF.</li> <li>– Le déployer dans une communauté pilote.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Travailler avec des ONG et des gouvernements locaux pour distribuer le MVP dans une communauté rurale spécifique.</li> <li>– Utiliser des enquêtes, des entretiens et des indicateurs de performance pour collecter les commentaires des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Apporter des améliorations basées sur les commentaires des utilisateurs.</li> <li>– Déployer des versions itératives pour continuer à recueillir des données et à affiner la solution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Une fois la solution validée, élaborer une stratégie de marketing axée sur les réussites du pilote.</li> <li>– Mettre l'accent sur la valeur sociale et environnementale dans les campagnes de sensibilisation.</li> </ul>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

	les ONG.		utilisateurs. – Évaluer les résultats pour comprendre l'acceptation de la solution, les retours des utilisateurs et les ajustements nécessaires.		
<b>Gamme 2 :</b> <b>Système PV-NF pour Entrepreneurs Locaux "Aquapreneur"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les entrepreneurs locaux considèrent notre solution comme une opportunité lucrative.</li> <li>– Notre système permet aux entreprises locales de générer des revenus tout en contribuant à la satisfaction des besoins en eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Concevoir un programme pilote de partenariat avec des entrepreneurs locaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identifier des entrepreneurs locaux intéressés par le programme. – Former les entrepreneurs sur l'utilisation du système et fournir un soutien continu.</li> <li>– Mesurer les performances du MVP en termes de revenus générés par les entrepreneurs et de satisfaction des clients finaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Adapter le programme en fonction des retours des entrepreneurs et des clients finaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Développer une stratégie de marketing basée sur les témoignages d'entrepreneurs réussis.</li> <li>– Mettre en avant les avantages économiques pour les entrepreneurs locaux dans les campagnes publicitaires.</li> </ul>
<b>Gamme 3 :</b> <b>Système PV-NF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les agences humanitaires et les</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Développer un prototype de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Collaborer avec des agences humanitaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incorporer les commentaires pour</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Élaborer une stratégie de marketing mettant en</li> </ul>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

<p><b>d'Urgence Mobile</b> — <b>"Eau d'Urgence"</b></p>	<p>gouvernements locaux considèrent notre solution comme une réponse rapide et efficace en cas d'urgence. – Notre système mobile répond de manière fiable aux besoins en eau potable dans des situations d'urgence.</p>	<p>système mobile d'urgence.</p>	<p>pour tester le MVP dans des scénarios d'urgence simulés. – Organiser des simulations d'urgence pour évaluer la réactivité du système. – Collecter les retours des agences humanitaires, des forces armées et des gouvernements locaux sur l'utilité et l'efficacité du système.</p>	<p>améliorer la portabilité, la rapidité de déploiement et la fiabilité.</p>	<p>avant la fiabilité du système dans des conditions d'urgence. – Mettre l'accent sur les avantages de la mobilité et de la rapidité de déploiement dans les campagnes de sensibilisation.</p>
---	---	----------------------------------	--	--	--

Annexe 5.1 : Stratégie Marketing d'expansion

Gamme de Produit	Stratégie Marketing pour l'Expansion
<p><b>Gamme 1 : Station PV-NF Communautaire — "Eau Vive"</b></p>	<p><b>1. Campagne Communautaire "Eau Vive" :</b> Développer une campagne de sensibilisation locale mettant en avant le succès de la Station PV-NF dans la communauté pilote.</p> <p><b>2. Programmes de Parrainage Communautaire :</b> Établir des programmes de parrainage pour encourager d'autres communautés à adopter la technologie avec des incitations basées sur le partage d'expériences réussies.</p> <p><b>3. Réseaux Sociaux et Médias Locaux :</b> Utiliser les médias sociaux et les canaux médiatiques locaux pour diffuser des témoignages, des vidéos et des rapports sur le succès de la solution.</p> <p><b>4. Événements Communautaires :</b> Organiser des événements communautaires pour permettre aux résidents d'interagir avec la technologie, poser des questions et obtenir des démonstrations en direct.</p>

DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

	<p><b>5. Programmes d'Éducation Locale :</b> Mettre en œuvre des programmes d'éducation locale sur les avantages continus de l'utilisation de la Station PV-NF pour stimuler l'adoption continue.</p>
<p><b>Gamme 2 : Système PV-NF pour Entrepreneurs Locaux — "Aquapreneur"</b></p>	<p><b>1. Campagne "Aquapreneur en Expansion" :</b> Lancer une campagne de marketing axée sur l'expansion, mettant en avant le succès des entrepreneurs locaux qui ont adopté le système PV-NF.</p> <p><b>2. Forums d'Entrepreneurs :</b> Organiser des forums ou des webinaires mettant en vedette des entrepreneurs locaux réussis partageant leurs expériences et conseils.</p> <p><b>3. Système de Recommandation et de Récompense :</b> Instaurer un système de recommandation et de récompense pour les entrepreneurs existants qui réfèrent de nouveaux participants au programme.</p> <p><b>4. Publicités Ciblées Localement :</b> Utiliser des publicités ciblées sur les médias locaux, les panneaux d'affichage et les réseaux sociaux pour promouvoir le programme "Aquapreneur".</p> <p><b>5. Partenariats avec des Chambres de Commerce Locales :</b> Établir des partenariats avec des chambres de commerce locales pour encourager l'adoption du système par des entreprises locales.</p>
<p><b>Gamme 3 : Système PV-NF d'Urgence Mobile — "Eau d'Urgence"</b></p>	<p><b>1. Campagne "Eau d'Urgence" Nationale :</b> Lancer une campagne nationale mettant en avant le succès du système PV-NF d'Urgence Mobile dans des scénarios d'urgence simulés.</p> <p><b>2. Collaborations avec des Agences Gouvernementales :</b> Collaborer étroitement avec des agences gouvernementales nationales pour renforcer l'adoption du système dans les plans d'urgence nationaux.</p> <p><b>3. Formation d'Intervenants d'Urgence :</b> Organiser des formations pour les équipes d'intervention d'urgence sur l'utilisation rapide et efficace du système.</p> <p><b>4. Participation à des Événements Nationaux :</b> Participer à des salons et conférences nationaux sur la gestion des urgences pour présenter la technologie et établir des contacts avec des intervenants clés.</p> <p><b>5. Campagnes de Sensibilisation Médiatique :</b> Lancer des campagnes médiatiques nationales mettant en avant la capacité du système à répondre rapidement aux besoins en eau en cas d'urgence.</p>

Annexe 6 : Détails des éléments du Business model

## 2. Propositions de valeur :

### a. Systèmes communautaires PV-NF

- [1]. Accessibilité et abordabilité : Fournir une source d'eau propre économique et facilement accessible aux communautés économiquement défavorisées, répondant à un besoin humain fondamental.
- [2]. Autonomisation locale : Autonomiser les communautés locales en les impliquant dans la maintenance et l'exploitation des systèmes PV-NF, favorisant un sentiment de propriété et de durabilité.
- [3]. Santé et bien-être : Améliorer la santé générale en assurant un approvisionnement constant en eau propre, réduisant les maladies d'origine hydrique et favorisant la santé communautaire.
- [4]. Soutien éducatif : Améliorer les opportunités éducatives en fournissant de l'eau propre aux écoles, soutenant un

environnement d'apprentissage propice et améliorant les taux de fréquentation.

### b. Systèmes PV-NF pour entrepreneurs locaux

- [1]. Opportunité entrepreneuriale : Permettre aux entrepreneurs locaux d'établir et de développer des entreprises de vente d'eau, contribuant au développement économique et à la réduction de la pauvreté.
- [2]. Normes d'hygiène : Aider les établissements commerciaux à respecter les normes d'hygiène, favorisant la confiance des clients et promouvant une communauté plus saine.
- [3]. Durabilité : Offrir des solutions socialement et environnementalement durables, attirant les consommateurs et les investisseurs socialement responsables pour soutenir les entrepreneurs locaux.
- [4]. Engagement communautaire : Faciliter l'engagement communautaire en encourageant les entrepreneurs locaux à

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

impliquer activement la communauté dans des initiatives liées à l'eau.

## c. Systèmes d'urgence mobiles PV-NF

- [1]. Réponse rapide : Fournir une solution rapide et mobile pour les besoins d'eau d'urgence, réduisant l'impact des crises sur les populations vulnérables.
- [2]. Efficacité des ressources : Le déploiement de systèmes mobiles garantit une utilisation efficace des ressources en situations d'urgence, prévenant la pénurie d'eau et les problèmes de santé associés.
- [3]. Résilience aux catastrophes : Contribuer à la résilience communautaire en offrant un accès rapide et fiable à de l'eau propre pendant les catastrophes naturelles, les conflits ou autres urgences.
- [4]. Génération de revenus pour l'aide humanitaire : Générer des revenus en vendant de l'eau excédentaire en situation

## 3. Canaux :

### a. Systèmes communautaires PV-NF

- [1]. Partenariats locaux : Collaborer avec des ONG locales, des leaders communautaires et des organisations de base pour la distribution et la mise en œuvre. Impliquer les leaders communautaires dans les processus décisionnels, assurant une sensibilité culturelle et une intégration efficace au sein de la communauté.
- [2]. Unités mobiles de sensibilisation : Déployer des unités mobiles équipées de démonstrations et d'informations sur les

d'urgence, créant un modèle durable pour l'assistance humanitaire.

## Propositions de valeur transversales supplémentaires :

- [1]. Impact environnemental : Toutes les gammes contribuent à la durabilité environnementale en utilisant l'énergie solaire, en réduisant l'empreinte carbone et en promouvant des pratiques responsables de gestion de l'eau.
- [2]. Création d'emplois : Créer des opportunités d'emploi à divers niveaux, de la fabrication et de la maintenance aux entreprises entrepreneuriales, contribuant au développement économique local.
- [3]. Inclusion sociale : Favoriser l'inclusion sociale en impliquant activement des groupes marginalisés dans la mise en œuvre et la maintenance des systèmes PV-NF, assurant un accès équitable à l'eau propre

systèmes PV-NF pour atteindre les communautés éloignées. Organiser des ateliers interactifs et des campagnes de sensibilisation, encourageant la participation et la compréhension de la communauté.

- [3]. Ateliers communautaires : Organiser des ateliers en collaboration avec des institutions éducatives locales et des centres communautaires pour éduquer les résidents sur les avantages et l'utilisation des systèmes PV-NF. Autonomiser les membres de la communauté grâce à une formation pratique à la maintenance du système, favorisant un sentiment de propriété et le développement de compétences.

## DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

### **b. Systèmes PV-NF pour entrepreneurs locaux**

- [1]. Réseaux entrepreneuriaux : Partenariat avec des associations commerciales locales et des réseaux entrepreneuriaux pour identifier et soutenir des entrepreneurs potentiels. Organiser des événements et des compétitions entrepreneuriaux, encourageant les entrepreneurs aspirants à proposer des modèles commerciaux innovants autour de la distribution d'eau.
- [2]. Plateformes numériques : Utiliser des plateformes en ligne pour la promotion des produits, les ventes et le soutien aux entrepreneurs. Établir une communauté en ligne où les entrepreneurs peuvent partager des success stories, des défis et des meilleures pratiques, créant un réseau de soutien.
- [3]. Événements et marchés locaux : Participer à des marchés et événements locaux pour présenter les systèmes PV-NF et se connecter avec des entrepreneurs potentiels. Organiser des sessions interactives pendant les événements, permettant aux participants de découvrir la technologie de poser des questions.

### **c. Systèmes d'urgence mobiles PV-NF**

- [1]. Partenariats gouvernementaux : Collaborer avec les gouvernements nationaux et locaux pour intégrer les unités mobiles d'urgence dans les plans de réponse aux catastrophes. Organiser des sessions de formation conjointes avec les communautés locales et les équipes d'intervention d'urgence pour renforcer la préparation.

- [2]. Approvisionnement stratégique : Travailler avec des organisations humanitaires pour positionner stratégiquement des unités mobiles dans des zones sujettes aux urgences. Impliquer les communautés locales dans l'identification d'emplacements stratégiques et sensibiliser sur le but et l'utilisation des unités mobiles.
- [3]. Cartographie participative des crises : Utiliser des plateformes de cartographie participative pour identifier les besoins en eau en temps réel pendant les urgences. Encourager les membres de la communauté à participer activement aux initiatives de cartographie, fournissant des informations précieuses sur la dynamique locale.

### **Stratégies de distribution supplémentaires transversales :**

- [1]. Programme d'ambassadeurs communautaires : Former et autonomiser les membres locaux de la communauté en tant qu'ambassadeurs pour promouvoir, installer et entretenir les systèmes PV-NF. Mettre en place des programmes d'incitation reconnaissant et récompensant les ambassadeurs communautaires pour leurs contributions.
- [2]. Application mobile interactive : Développer une application mobile fournissant des informations sur l'utilisation de l'eau, la maintenance du système et la réponse en cas d'urgence. Inclure des éléments ludiques et des fonctionnalités interactives pour éduquer et impliquer les utilisateurs, en particulier dans le cas des systèmes PV-NF pour les communautés et les entrepreneurs.
- [3]. Centres de distribution détenus par la communauté : Établir des centres de distribution détenus par la communauté où les résidents peuvent accéder à de l'eau propre, payer pour les

## DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

services et recevoir un soutien en matière de maintenance.  
Proposer des modèles de partage des bénéfices, encourageant

la participation communautaire dans l'aspect commercial et assurant un fonctionnement durable.

### 4. Relations avec la clientèle :

#### a. Systèmes communautaires PV-NF

[1]. Ateliers d'engagement communautaire : Organiser régulièrement des ateliers pour sensibiliser les communautés à l'importance de l'eau propre, à la maintenance du système et à une utilisation efficace de l'eau. Favoriser des canaux de communication ouverts, permettant aux membres de la communauté d'exprimer leurs préoccupations et leurs suggestions. Mettre en place des sessions de feedback pour améliorer continuellement le système et répondre aux besoins de la communauté.

[2]. Équipes de support local : Établir des équipes locales responsables de la maintenance du système, équipées pour réagir rapidement à tout problème. Fournir les coordonnées des équipes de support local, encourageant la communication directe avec les membres de la communauté. Offrir des programmes de formation continue pour améliorer les compétences techniques des équipes de support local.

#### b. Systèmes PV-NF pour entrepreneurs locaux

[1]. Programmes de mentorat entrepreneurial : Mettre en place des programmes de mentorat mettant en relation des entrepreneurs avec des mentors expérimentés dans les secteurs de l'eau et des affaires. Faciliter des canaux de communication réguliers

pour que les mentors puissent fournir des conseils et un soutien. Offrir une assistance dans la planification d'entreprise, le marketing et la gestion financière.

[2]. Plateforme de support en ligne : Créer une plateforme de support en ligne où les entrepreneurs peuvent accéder à des ressources, des FAQ et des guides de dépannage. Établir une équipe de support client dédiée pour des réponses rapides aux questions et préoccupations. Favoriser un sentiment de communauté parmi les entrepreneurs grâce à des forums en ligne pour le partage des connaissances.

#### c. Systèmes d'urgence mobiles PV-NF

[1]. Ateliers de formation et de préparation : Organiser des ateliers de formation pour les équipes d'intervention d'urgence et les communautés sur le déploiement et l'utilisation des systèmes PV-NF mobiles. Maintenir des canaux de communication pour des mises à jour en temps réel lors des urgences. Organiser régulièrement des exercices de simulation pour assurer la préparation et l'efficacité.

[2]. Programmes de soutien post-urgence : Mettre en œuvre des programmes de soutien post-urgence, comprenant des conseils et des efforts de reconstruction communautaire. Établir des lignes d'assistance et des programmes de sensibilisation communautaire pour un soutien continu et une assistance.

## DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

Partenariat avec des ONG pour fournir des ressources et une expertise supplémentaires pour la récupération à long terme.

### Stratégies supplémentaires de relation client transversales :

- [1]. Programmes d'incitation communautaire : Développer des programmes d'incitation pour les communautés atteignant une utilisation durable et la maintenance des systèmes PV-NF. Reconnaître et célébrer les réalisations de la communauté par des reconnaissances publiques et dans les médias locaux.
- [2]. Campagnes d'éducation des utilisateurs : Lancer des campagnes éducatives sur l'importance de la conservation de

## 5. Sources de revenus :

### a. Systèmes communautaires PV-NF

- [1]. Modèle de paiement à l'utilisation : Facturer les communautés en fonction du volume d'eau utilisé à partir des systèmes PV-NF. Introduire une structure tarifaire étagée, offrant des réductions pour les abonnements communautaires plus importants et l'utilisation pendant les heures creuses. Mettre en place un système de crédits pré-achat où les communautés peuvent acheter des crédits d'eau à l'avance à un tarif réduit.
- [2]. Plans d'abonnement communautaire : Proposer des plans d'abonnement fournissant aux communautés une allocation mensuelle fixe d'eau à un tarif prédéterminé. Introduire des niveaux d'abonnement flexibles en fonction de la taille de la communauté, garantissant l'accessibilité et un accès équitable. Mettre en œuvre une technologie de comptage intelligent pour suivre et gérer efficacement l'utilisation des abonnements.

l'eau, de la santé et de la durabilité environnementale. Utiliser divers canaux de communication, y compris les médias sociaux, pour atteindre un public plus large.

- [3]. Boucle de feedback pour l'amélioration continue : Établir une boucle d'amélioration continue où les retours des clients sont activement recherchés et utilisés pour améliorer les performances du système. Communiquer régulièrement sur les mises à niveau et les améliorations du système basées sur les retours des clients, renforçant ainsi un sentiment de partenariat.

- [3]. Prime d'assurance qualité de l'eau : Facturer une prime pour les communautés qui optent pour des mesures supplémentaires d'assurance qualité de l'eau. Fournir régulièrement des rapports sur la qualité de l'eau, réaliser des audits indépendants et offrir un soutien supplémentaire pour maintenir des normes élevées d'eau. Encourager les communautés à participer activement aux mesures de contrôle qualité en offrant des réductions pour leurs efforts.

### b. Systèmes PV-NF pour entrepreneurs locaux

- [1]. Modèle de franchise pour entrepreneurs de l'eau : Permettre aux entrepreneurs locaux de franchiser le système PV-NF, générant des revenus grâce à la vente d'eau. Mettre en place un modèle de partage des revenus, où un pourcentage des ventes contribue à la maintenance continue et aux mises à niveau du système. Facturer des frais nominaux pour les

## DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

programmes de formation des entrepreneurs, garantissant un niveau de compétence de base.

- [2]. Réductions pour les achats en gros : Offrir des réductions aux entrepreneurs achetant de l'eau en gros pour encourager une distribution à plus grande échelle. Introduire des programmes de fidélité où des achats constants et en gros entraînent des avantages supplémentaires tels que la maintenance prioritaire ou le soutien marketing. Offrir des réductions supplémentaires aux entrepreneurs qui s'engagent activement et soutiennent leurs communautés locales.
- [3]. Modèle basé sur l'abonnement : Introduire un modèle basé sur l'abonnement où les entrepreneurs s'abonnent à une allocation d'eau mensuelle à un tarif réduit. Lier les niveaux d'abonnement à la taille et à la croissance de l'entreprise, garantissant la scalabilité. Offrir des forfaits de soutien marketing pour les entrepreneurs qui s'engagent à promouvoir et à éduquer leurs communautés sur l'eau propre.

### c. Systèmes d'urgence mobiles PV-NF

- [1]. Contrats d'intervention d'urgence : Partenariat avec des agences humanitaires et des gouvernements pour sécuriser des contrats de déploiement en cas d'urgence. Mettre en œuvre une tarification dynamique en fonction de l'urgence et de la gravité de la situation, assurant une flexibilité dans l'allocation des ressources. Offrir des forfaits de pré-positionnement où les entités paient à l'avance pour la disponibilité d'unités mobiles en cas d'urgence.

- [2]. Vente d'eau excédentaire : Vendre l'eau excédentaire produite lors des opérations d'intervention d'urgence aux communautés locales ou aux établissements commerciaux. Créer un système où la vente d'eau excédentaire contribue au financement de futures initiatives d'intervention d'urgence. Introduire un système de crédits communautaires où les communautés peuvent accumuler des crédits pour des besoins futurs en eau en cas d'urgence.

### Stratégies de revenus supplémentaires transversales :

- [1]. Partenariats de responsabilité sociale des entreprises (RSE) : Collaborer avec des partenaires d'entreprise pour des initiatives RSE, où ils parrainent l'approvisionnement en eau pour des communautés ou des efforts d'intervention d'urgence. Introduire des initiatives co-marquées où les entreprises contribuent à des projets spécifiques pour les communautés ou les urgences en échange de visibilité de la marque.
- [2]. Subventions et dons gouvernementales : Rechercher des subventions gouvernementales pour des projets d'eau communautaires et des initiatives d'intervention d'urgence. Travailler en étroite collaboration avec les gouvernements pour concevoir des programmes de subventions encourageant la participation du secteur privé dans la fourniture d'eau.
- [3]. Campagnes d'investissement communautaire : Lancer des campagnes de financement participatif ou d'investissement communautaire, permettant aux individus d'investir dans des projets d'eau spécifiques. Offrir des options de retour sur investissement, où les investisseurs reçoivent un pourcentage des revenus générés par les projets d'eau qu'ils soutiennent.

## 6. Ressources clés :

- [1]. Technologie de nanofiltration alimentée par l'énergie solaire : La technologie centrale qui alimente les systèmes PV-NF et assure la filtration de l'eau pour répondre aux normes de qualité.
- [2]. Techniciens qualifiés et équipes de maintenance : Personnel formé pour l'installation, la maintenance et le dépannage des systèmes PV-NF.
- [3]. Partenariats stratégiques : Collaborer avec des ONG, des gouvernements locaux et des partenaires stratégiques pour la mise en œuvre de projets, l'engagement communautaire et l'accès au marché.
- [4]. Gestion de la chaîne d'approvisionnement : Accès fiable aux matières premières et aux composants nécessaires à la fabrication des systèmes PV-NF.
- [5]. Ambassadeurs communautaires locaux : Individus formés et habilités de communautés locales agissant en tant qu'ambassadeurs pour les systèmes PV-NF.
- [6]. Équipe de recherche et développement : Équipe axée sur l'amélioration continue de la technologie PV-NF, explorant des innovations et s'adaptant aux normes évolutives de qualité de l'eau.
- [7]. Programmes éducatifs et de formation : Programmes pour éduquer les communautés, les entrepreneurs et les équipes d'intervention d'urgence sur l'utilisation, la maintenance et les avantages des systèmes PV-NF.
- [8]. Infrastructure technologique : Infrastructure informatique pour prendre en charge la surveillance des données, l'analyse et la communication pour la gestion à distance des systèmes PV-NF.
- [9]. Équipe de conformité légale et réglementaire : Équipe responsable de naviguer et de se conformer aux réglementations locales et internationales liées à l'approvisionnement en eau, aux normes environnementales et aux opérations commerciales.
- [10]. Plateformes d'engagement communautaire : Plateformes, à la fois numériques et physiques, pour interagir avec les communautés, les entrepreneurs et les équipes d'intervention d'urgence.
- [11]. Outils de surveillance et d'évaluation : Outils pour la surveillance en temps réel de la qualité de l'eau, de la performance du système et de la satisfaction de la communauté.
- [12]. Équipe de gestion financière : Équipe responsable de la planification financière, de l'établissement de budgets et de la gestion des flux de revenus.
- [13]. Équipe de communication et de marketing : Équipe chargée de sensibiliser, de commercialiser les produits et services et de maintenir des relations publiques positives.
- [14]. Équipe de préparation à l'intervention d'urgence : Équipe dédiée à la planification et à l'exécution d'initiatives d'intervention d'urgence, y compris la logistique, la formation et la coordination.

## 7. Activités clés :

- [1]. Recherche et développement : Innover continuellement et améliorer la technologie de nanofiltration alimentée par l'énergie solaire pour accroître l'efficacité, la qualité de l'eau et la durabilité.
- [2]. Fabrication et assemblage : Produire et assembler des systèmes PV-NF conformément aux normes de qualité et aux plannings de production.
- [3]. Programmes de formation et d'éducation : Développer et mettre en œuvre des programmes de formation pour les communautés, les entrepreneurs et les équipes d'intervention d'urgence sur l'utilisation, la maintenance et les meilleures pratiques du système.
- [4]. Engagement communautaire et sensibilisation : S'engager activement auprès des communautés pour comprendre leurs besoins, établir des relations et promouvoir les avantages des systèmes PV-NF.
- [5]. Installation et mise en service : Assurer l'installation correcte et la mise en service des systèmes PV-NF dans les communautés, les entreprises et les sites d'intervention d'urgence.
- [6]. Surveillance et maintenance : Établir un système de surveillance proactif pour suivre la performance du système, la qualité de l'eau et les problèmes potentiels.
- [7]. Marketing et branding : Développer des stratégies marketing pour sensibiliser, renforcer la reconnaissance du système et attirer des clients dans tous les segments de clientèle.
- [8]. Collaboration et développement de partenariats : Établir et entretenir des partenariats avec des ONG, des gouvernements locaux, des entreprises et d'autres parties prenantes pour améliorer la portée et l'impact des projets.
- [9]. Conformité réglementaire et plaidoyer : Rester informé et se conformer aux réglementations locales et internationales liées à l'approvisionnement en eau, aux normes environnementales et aux opérations commerciales.
- [10]. Planification et gestion financière : Développer et mettre en œuvre des stratégies financières, des budgets et des prévisions de revenus pour assurer la durabilité financière.
- [11]. Planification et exécution de l'intervention d'urgence : Développer et mettre régulièrement à jour les plans d'intervention d'urgence, organiser des formations pour les équipes d'intervention et assurer la préparation au déploiement.
- [12]. Amélioration continue et intégration des retours : Établir une boucle de rétroaction pour l'amélioration continue basée sur les retours des clients, les données de performance du système et les normes de l'industrie en évolution.

## 8. Partenariats clés :

- [1]. ONG et organisations humanitaires : Partenaires stratégiques pour la mise en œuvre de projets, la sensibilisation communautaire et la coordination des interventions d'urgence. Avantages accès au financement, expertise en développement

## DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

- communautaire et crédibilité accrue dans les efforts humanitaires.
- [2]. Gouvernements locaux : Collaborer avec les gouvernements locaux pour l'approbation des projets, la conformité réglementaire et l'intégration communautaire. Avantages processus simplifiés, subventions potentielles et possibilité de tirer parti des ressources gouvernementales pour des initiatives à plus grande échelle.
- [3]. Institutions de recherche et universités : Partenariat avec des institutions de recherche pour l'innovation continue, l'analyse des données et l'évaluation de l'impact. Avantages accès à des recherches de pointe, validation de la technologie et contributions à la connaissance académique.
- [4]. Partenaires d'entreprise pour la RSE : Collaborer avec des partenaires d'entreprise pour des initiatives conjointes de responsabilité sociale des entreprises, des parrainages et des projets de développement communautaire. Avantages soutien financier, ressources partagées et opportunités d'initiatives co-marquées.
- [5]. Fournisseurs des équipement (kits solaires, kits de pompage, Système de NF) : Collaborer avec des entreprises fournissant les kits solaires et de pompes ainsi que celle fournissant le systèmes NF. Avantages accès à une technologie de pointe, réduction des coûts de développement et mises à jour continues dans le paysage technologique.
- [6]. Entreprises locales et entrepreneurs : Collaborer avec des entreprises locales et des entrepreneurs pour la distribution, le marketing et le support. Avantages augmentation de la portée sur le marché, intégration communautaire et développement d'un réseau de partenaires locaux.
- [7]. Entités d'intervention d'urgence : Collaborer avec des organisations d'intervention d'urgence pour une planification conjointe (Ex : Force armée), la formation et la gestion des crises. Avantages ressources partagées pendant les urgences, efforts coordonnés et accès à une expertise en matière de réponse aux catastrophes.
- [8]. Organisations communautaires : Établir des partenariats avec des organisations de base pour l'engagement communautaire et le soutien à la mise en œuvre. Avantages connexions communautaires plus profondes, compréhension des dynamiques locales et acceptation accrue du projet.
- [9]. Institutions financières : Collaborer avec des banques et des institutions financières pour le financement, les prêts et le soutien à la gestion financière. Avantages accès au capital, expertise financière et possibilités potentielles pour des initiatives de financement communautaire.
- [10]. Organismes de réglementation : S'engager auprès des organismes de réglementation locaux et nationaux pour garantir la conformité aux normes de qualité de l'eau et aux opérations commerciales. Avantages soutien réglementaire, alignement sur les normes de l'industrie et réduction des risques juridiques.
- [11]. Agences de développement international : Partenariat avec des agences internationales pour des opportunités de financement mondiales, des échanges de connaissances et des collaborations transfrontalières. Avantages accès à une expertise internationale, diversification du financement et participation à des initiatives mondiales pour l'eau.

## **9. Structure des coûts :**

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

## a. CAPEX (Dépense en capital)

- [1]. Coûts de recherche et développement : Investissement dans la recherche continue pour améliorer et innover la technologie de nanofiltration alimentée par l'énergie solaire. Composée du salaires de l'équipe de recherche, équipement, matériaux pour les prototypes et les tests.
- [2]. Coûts de fabrication et d'assemblage : Dépenses liées à la production et à l'assemblage des systèmes PV-NF. Composées des matières premières, main-d'œuvre, coûts d'exploitation du système, mesures de contrôle qualité.
- [3]. Coûts de formation et d'éducation : Coûts associés au développement et à la réalisation de programmes de formation pour les communautés, les entrepreneurs et les équipes d'intervention d'urgence. Composée du matériel pédagogique, honoraires des formateurs, coûts de location de lieux pour les ateliers.
- [4]. Coûts d'engagement communautaire et de sensibilisation : Budget pour les ateliers communautaires, les programmes d'ambassadeurs et les campagnes de sensibilisation. Composée de la logistique d'événement, matériel promotionnel, indemnités d'ambassadeurs communautaires.
- [5]. service.
- [6]. Coûts de collaboration et de construction de partenariats : Investissement dans la construction et le maintien de partenariats avec des ONG, des gouvernements locaux et d'autres parties prenantes. Composée des événements partenaires, initiatives de collaboration, gestion des relations.
- [7]. Coûts de conformité réglementaire et de plaidoyer : Dépenses liées à la garantie de la conformité aux réglementations locales et internationales et aux efforts de plaidoyer. Composée de la consultation juridique, salaires de l'équipe de conformité réglementaire, campagnes de plaidoyer.
- [8]. Coûts de planification financière et de gestion : Budget pour la planification financière, la comptabilité et les activités de gestion. Composée Salaires de l'équipe financière, coûts d'audit, logiciel financier.
- [9]. Coûts de planification et d'exécution d'interventions d'urgence : Investissement dans le développement et la maintenance de plans d'intervention d'urgence, la formation et la gestion des crises. Composée du salaire de l'équipe d'intervention d'urgence, exercices de simulation, équipement de préparation.
- [10]. Coûts de l'infrastructure technologique : Dépenses liées à la maintenance de l'infrastructure informatique pour la surveillance des données, l'analyse et la communication. Composée des salaires de l'équipe informatique, mesures de cybersécurité, mises à niveau technologiques.
- [11]. Coûts des crédits communautaires et des programmes d'incitation : Budget pour les programmes d'incitation communautaire et les systèmes de crédits. Composants : Budgets de programmes d'incitation, allocation de crédits communautaires.
- [12]. Frais opérationnels : Dépenses opérationnelles générales non directement liées à des activités spécifiques mais nécessaires au fonctionnement global de l'entreprise. Composée du loyer de bureau, services publics, salaires administratifs.

# DÉVELOPPEMENT D'UN BUSINESS MODEL POUR LES SYSTÈMES DÉCENTRALISÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ALIMENTÉS PAR LE SOLAIRE

## b. OPEX (Dépense Opérationnelle)

- [1]. Coûts de surveillance et de maintenance : Budget pour la surveillance continue, les activités de maintenance et les audits du système. Composée de la technologie de surveillance, salaires de l'équipe de maintenance, pièces de rechange.
- [2]. Coûts de marketing et de branding : Dépenses liées aux stratégies marketing pour sensibiliser et renforcer la reconnaissance de la marque. Composée de la publicité, marketing numérique, participation à des événements, matériel promotionnel.
- [3]. Coûts d'amélioration continue et d'intégration des retours : Budget pour la mise en œuvre de l'amélioration continue

basée sur les retours des clients et les données de performance du système. Composée des outils de collecte des retours, logiciel d'analyse, initiatives d'amélioration.

- [4]. Coûts d'assurance : Dépenses liées à la couverture d'assurance pour divers aspects de l'entreprise, y compris la responsabilité civile et l'équipement. Composée des primes d'assurance, frais d'évaluation des risques.
- [5]. Fonds de contingence : Fonds de réserve mis de côté pour les défis imprévus, les urgences ou les fluctuations économiques. Composée des allocations de fonds d'urgence en fonction de la taille de l'entreprise et de l'évaluation des risques.